

Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі  
Геологиялық барлау колледжі




«Бекітемін»  
Директордың оқу ісі  
жөніндегі орынбасары  
Минаева Н.Т.

1514000 – «Қоршаған ортаны қорғау және табиғи ресурстарды тиімді  
пайдалану»

мамандығы бойынша  
Гидрогеология және инженерлі геология негіздері пәнінен

**БАЗАЛЫҚ (ТІРЕУІШ)  
КОНСПЕКТІСІ**

Дайындаған: оқу полигонының меңгерушісі  
Аринов М.Н.  
Гидрогеологиялық ПБ  
отырысында қаралып бекітілді  
Хаттама № 5  
9 ақпан 2011 жыл  
Гидрогеологиялық ПБ  
төрағасы: Кимкина В.М. 

Семей қаласы

Пәнге бөлінген жалпы сағат саны: 108,  
Оның ішінде теориялық – 48 сағат, тәжірибелік – 26 сағат (2 подгруппа – 26)

I семестр \_\_\_\_\_

II семестр \_\_\_\_\_

III семестр \_\_\_\_\_

IV семестр \_\_\_\_\_

V семестр 108 (теория – 48, тәжірибелік – 52)

VI семестр \_\_\_\_\_

VII семестр \_\_\_\_\_

VIII семестр \_\_\_\_\_

Міндетті бақылау жұмысының саны – 2

I семестр бойынша \_\_\_\_\_

II семестр бойынша \_\_\_\_\_

III семестр бойынша \_\_\_\_\_

IV семестр бойынша \_\_\_\_\_

V семестр бойынша – 2

Қорытынды бақылау: міндетті бақылау жұмысы, емтихан – 8 сағат.

## ТАҚЫРЫПТЫҚ ЖОСПАР

	<b>Кіріспе</b>
	<b>1 бөлім. Гидрогеология</b>
1.1	Жер гидросферасы туралы жалпы мәліметтер
1.2	Жерасты суларының физикалық қасиеттері, газды және бактериялық құрамы
1.3	Грунт сулары және аэрация аймағының сулары
1.4	Артезиан сулары
1.5	Жарықшақ және карстталған жыныстардағы жерасты сулары
1.6	Көп жылдық тоң жыныстарының даму аймағындағы жерасты сулары
1.7	Минералды, өнеркәсіптік және термалық сулар
1.8	Су ресурстары, оларды пайдалану және қорғау
1.9	Тау жыныстарындағы су қозғалысының түрлері және сүзілудің негізгі заңдары
1.10	Біртекті және біртекті қатпардағы жерасты суларының қалыптасқан қозғалысы
1.11	Жерасты суларының қалыптаспаған қозғалысы
1.12	Грунт суларының тірегі
1.13	Гидротехникалық құрылыстар ауданындағы жерасты суларының қозғалысы және бөгендерден судың сүзілуі
1.14	Жерлерді суландыру және құрғату аудандарындағы жерасты суларының қозғалысы
1.15	Гидрогеологиялық параметрлерді анықтау
1.16	Жерасты сулары қорларының және ресурстарының түрлері және оларды бағалау әдістері
	<b>2 бөлім Инженерлік геология</b>
2.1	Грунттар ретіндегі тау жыныстары және олардың физикалық қасиеттері
2.2	Грунттардың физикалық-химиялық қасиеттері
2.3	Грунттардың физикалық-механикалық қасиеттері
2.4	Осы заманғы геологиялық үрдістер мен құбылыстар
2.5	Адамның инженерлік әрекетімен байланысты үрдістер
	<b>3 бөлім Гидрогеологиялық зерттеулер</b>
3.1	Гидрогеологиялық зерттеулердің әдістері туралы жалпы мәліметтер
3.2	Жерасты суларының қорларын қорғау және толтыру мақсатындағы гидрогеологиялық зерттеулер
	<b>4 бөлім Инженерлік-геологиялық зерттеулер</b>
4.1	Инженерлік-геологиялық зерттеулерді жүргізудің жалпы принципі
4.2	Геологиялық ортаға техногенді ықпалдар

## **1 бөлім. Жалпы гидрогеология және жерасты суларының қозғалысы**

### **Тақырып 1.1. Кіріспе. Жер гидросферасы туралы жалпы мәліметтер**

Гидрогеология жерасты гидросферасының тарихын, оның ресурстары мен құрамын, оны құраушы бөлшектердің кеңістіктегі таралу заңдылықтарын, онда жүріп жататын үрдістерді және жер қыртыстарымен әрекеттесуін, сонымен қатар жерасты гидросферасы компоненттерінің шаруашылық маңызын және оларға адам әрекетінің ықпалын зерттейді.

Келесі бөлімдерді ажыратуға болады:

- 1) Жалпы г/г – сулы горизонттарды және олардың ерекшеліктерін, сонымен қатар ауыз судың химиялық және физикалық құрамын зерттеумен айналысады.
- 2) Ауыз судың динамикасы – түрлі жағдайларда ауыз су қозғалысының заңдарын зерттейді.
- 3) Г/г зерттеулердің әдістемесі – техникалық құралдарды, аспаптарды және т.б. қолданып, ауыз суды іздеу және барлаумен айналысады.

Г/г міндеттері:

- әлеуетін анықтау мақсатында берілген аудандардың қимасында сулы горизонттардың әр түрлерін зерттеу;
- түрлі жағдайларда ауыз су кенорындарын іздеу мен барлаудың әдістерін құрастыру;
- физикалық және бактериологиялық қасиеттері бойынша ауыз судың жарамдылығын бағалау тәсілдерін құрастыру;
- пайдалы қазбаларды және басқаларын өңдеу салдарының үнемділігін бағалау.

Инженерлік г/г – құрылыс салу үшін іргетас ретінде, г/г-ны зерттейтін геологияның саласы, құрылыстардың төзімділігі болжамдарын және қоршаған табиғи ортамен байланысын құрады.

Төзімділіктің келесі критерийлерін ажыратуға болады:

1. іргетастың отыруы.
2. грунттың отыруы.
3. грунттың тасымалдаушы қабілеті.

Инженерлік геологияның 3 құрамдас бөлігін ажыратуға болады:

- 1) Грунттану (грунт бұл негіз) – грунттардың физикалық-механикалық қасиеттерімен, қасиеттерді жасанды түрде жақсарту тәсілдерімен айналысады.
- 2) Инженерлік геодинамика – адам әрекетінің, экзогенді, эндогенді үрдістердің өзара ықпалымен, бұл үрдістерге қарсы күрес шараларын құрастырумен айналысады.
- 3) Инженерлік-геологиялық зерттеулердің әдістемесі.

### **Табиғаттағы су айналымы**

Табиғатта су үш күйде кездеседі – бу тәрізді, сұйық және қатты.

Судың барлық түрлері бір-бірімен өзара байланысты. Гидросферадағы судың қорын құрайды: дүниежүзілік мұхит – 1 370 323; жерасты сулары –

60 000; мұздықтар – 24 000; көлдер – 280; топырақ ылғалы – 85; атмосфера булары – 13; өзен сулары – 1,2 мың км<sup>3</sup>. Сулар үздіксіз қозғалыста болады.

Ірі, кіші және ішкі айналымдарды ажыратады. Біріншісі мұхит пен құрлықтың арасында, екіншісі мұхиттар мен теңіздердің үстінде, үшіншісі материктердің үстінде жүреді.

#### Атмосфералық жауын-шашындар.

Жер бетіне түсетін атмосфералық жауын-шашындардың барлығы 2 түрге бөлінеді:

- 1) тікелей тау жыныстарының бетінде түзілетін (шық, қырау, көкмұз).
- 2) бұлттардан жер бетіне түсетін (жаңбыр, қар, бұршақ).

Атмосфералық жауын-шашындардың көлемі арнайы аспаптармен – метеостанцияларда орнатылатын жаңбырөлшегіштермен немесе жауын-шашын өлшегіштермен өлшенеді.

Атмосфералық жауын-шашындар жерасты суларын қуаттауда шешуші маңызға ие.

Булану – заттың сұйық және қатты күйден бу тәрізді күйге көшуі. Табиғатта теңіздердің, мұхиттардың, көлдердің, бөгендердің, өзендердің, топырақтың, өсімдіктердің бетінен, сонымен қатар бұлттардың, жаңбыр тамшыларының және атмосферадағы мұзды бөлшектердің бетінен булану жүреді.

Өсімдіктердің ылғалды буландыру үрдісі транспирация деп аталады.

Булану кезінде түзілетін және атмосфераға түсетін сулы будың көлемі көптеген факторларға тәуелді. Олардың ішіндегі негізгілері – булану бетіндегі температура, атмосфералық қысым, ауа ылғалдылығының жеткіліксіздігі және басқалары.

Жерүсті және жерасты су ағымдары.

Жер беті бойынша су айналымы үрдісінде судың орын ауыстыруын жерүсті су ағымы деп атайды; жер қыртысының қалыңдығында судың орын ауыстыру үрдісін жерасты су ағымы дейді.

Жерүсті және жерасты сулар бір-бірімен тығыз байланысты, сондықтан қандай да бір территорияның г/г жағдайларын зерттеу г/г бақылауларға ұласуы тиіс. Бұл тұрғыдан жерүсті және жерасты су ағымдарының есебінен қалыптасатын, өзен ағымын зерттеу терең қызығушылық тудырады.

Қандай да бір қимадағы судың шығынын  $Q$ , м<sup>3</sup>/тәу анықтау үшін, өзендегі су қозғалысының орташа жылдамдығын  $v$ , м/с және су ағынының ауданын  $F$ , м<sup>2</sup> білу қажет.

Мұндағы өзеннің шығыны  $Q=v \cdot F$

#### Тау жыныстарындағы судың түрлері.

Тау жыныстары мен минералдардағы су түрлерінің қазіргі жіктемесінің негізіне 1936ж. А.Ф.Лебедев ұсынған жіктеме алынған. Осы жіктемеге сүйеніп, ғалымдардың көпшілігі судың мынадай түрлерін ажыратады:

- 1) еріксіз (химиялық және физикалық еріксіз);
- 2) қылтүтіктік күштермен еріксіздендірілген – қылтүтіктік;
- 3) еркін;
- 4) қатты күйдегі;

5) бу күйінде.

Еріксіз су тау жыныстарында әр түрлерде және формаларда болады және минералдарды құрайтын жыныстардың ішінде және олардың бетінде ауырлық күшінен айтарлықтай артық күштермен сақталады.

Химиялық еріксіз су минералдардың кристалл торын құруға қатысады. Ол цеолитті (жылтыр тас және басқалары), кристаллизацияланған ( $300^{\circ}\text{C}$  асырмай қыздырғанда бөлінеді) және конституциондық болады.

Физикалық еріксіз суға минералдардың бетіндегі еріксіз су жатады. Ол негізінен жұқа дисперсті сазды жыныстарда болады және минералды бөлшектердің бетінде электрлі табиғатқа ие күштермен сақталады.

Қылтүтіктік су тау жыныстарындағы қылтүтіктік кеуектерді, тоғысқан жерлерді және жұқа жарықшақтарды толтырады және беткі тартылу күштерімен сақталады. Қылтүтіктік судың орналасуына және қанығу аймағының гравитациялық суымен байланысына қарай судың 3 түрін ажыратады: аспалы, тоғысқан жерлердің сулары және қылтүтіктік жиек сулары.

Еркін (гравитациялық) су – бұл тау жыныстарындағы кеуектер мен жарықшақтарды толтыратын, тамшылы-сұйық су. Гравитациялық судың қозғалысы негізінен ауырлық күшінің және арынды градиент ықпалынан, аз мөлшерде қылтүтіктік күштердің ықпалынан болады. Гравитациялық судың көлемі жыныстардың түйірөлшемдік құрамына, кеуектілігіне және жарықшақтылығына тәуелді. Ірі фракциялар (күм, гравий, малтатас) жағдайында немесе жыныстардың жарықшақтылығы жоғары болса, гравитациялық су судың басқа түрлерінен басым болады.

Қатты күйдегі су – кристалдар, қатпарлар және мұз линзалары түріндегі су – көпжылдық тоң аймақтарында кең таралған. Жерасты мұздардың келесі түрлерін ажыратады:

1. жерүстінде жаралған көмілген мұздар;
2. жерастында жаралған қазбалы мұздар;
3. тау жыныстарының құрамына енетін мұз-кірікпелер.

Жерасты суларының жаралуы.

Жерасты сулары – бұл жер қыртысының қалың қабатында барлық физикалық күйлерде болатын сулар. Жаралуы бойынша жерасты сулары инфильтрациялық, конденсациялық, седиментациялық сулар және магмалық пен метаморфты жаралған сулар болып бөлінеді.

Инфильтрациялық сулар жер бетінен тау жыныстарындағы саңылауларға жауын-шашындардың және жерүсті суларының өтуі нәтижесінде түзіледі.

Конденсациялық сулар атмосферадан тау жыныстарға серпімділік күшінің әсерінен көшетін, су буының конденсациясы кезінде түзіледі.

Седиментациялық сулар кейде қазбалы, көмілген немесе реликтілік деп аталады. Олар қалдық ерітінділер күйінде шөгінді жаралу кезінде жер қойнауларына тартылады немесе тау жыныстарының тығыздалуы кезінде сығылады.

Магмалық және метаморфты жаралған сулар – магманың атқылауы және қатуы кезінде түзіледі, сонымен қатар минералдар мен тау жыныстарының метаморфизациялануы кезінде бөлінеді.

Инфильтрациялық, конденсациялық, седиментациялық және магмалық сулар тау жыныстарында қозғалу кезінде, көптеген жағдайларда жаралуы бойынша аралас суларды түзіп, түрлі қатынастарда араласуы мүмкін.

Жерасты суларының жіктелуі.

Жіктемелердің көптігіне қарамастан, жерасты суларының барлық қасиеттері мен белгілерін ашатын бірыңғай жіктеме жоқ. Жыныстардың кеуектерінде орналасқан жерасты сулары кеуек сулары, жарықшақтардағы – жарықшақ сулары деп аталады.

Жерасты сулары су сыйымды жыныстардың жасы бойынша (мысалы, таскөмірлі, төрттік түзілім сулары) және осы жыныстардың жаралуы бойынша ажыратылады.

Гидравликалық қасиеттері бойынша жерасты сулары арынсыз және арынды деп бөлінеді.

Суда еріген тұздардың басымдығына қарай мынадай суларды ажыратады: гидрокарбонатты, сульфатты, хлоридті; катиондар бойынша: кальцийлі, магнийлі, натрийлі.

Температурасы бойынша жерасты сулары бөлінеді:

- ерекше суық ( $0^{\circ}\text{C}$  төмен);
- айтарлықтай суық ( $0+4^{\circ}\text{C}$ );
- суық ( $+4+20^{\circ}\text{C}$ );
- жылы ( $+20+37^{\circ}\text{C}$ );
- ыстық ( $+37+42^{\circ}\text{C}$ );
- айтарлықтай ыстық ( $+42+100^{\circ}\text{C}$ );
- ерекше ыстық ( $+100^{\circ}\text{C}$  жоғары).

Жатыс жағдайлары мен олар анықтайтын динамикалық, химиялық және физикалық сипаттамалар бойынша жерасты суларын бірнеше түрге бөлуге болады:

А) аэрация аймағының сулары, қалқымасу және маусымдық-еру қабатының тоң үсті сулары;

Б) грунт сулары және жібіген тоңдардың сулары;

В) қатаралық, соның ішінде тоңаралық;

Г) терең қабат сулары.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Гидрогеология және оның бөлімдері.
2. Инженерлік геология және оның бөлімдері.
3. Су айналымының түрлері.
4. Атмосфералық жауын-шашын, булану, транспирация.
5. Тау жыныстарындағы судың түрлері.
6. Жер асты суларының сыныптауы (немесе жіктелуі).

## **Тақырып 1.2. Жерасты суларының физикалық қасиеттері, газды және бактериялық құрамы**

### Жерасты суларының физикалық қасиеттері.

Г/г зерттеулерде зерттелетін, табиғи сулардың негізгі физикалық қасиеттеріне мыналар жатады – температурасы, түсі, мөлдірлігі, дәмі, иісі, тығыздығы, сығылғыштығы, электрөткізгіштігі және радиоактивтілігі.

Жерасты суларындағы температура су тұтқыш қабаттың жатыс тереңдігіне, геологиялық құрылыс ерекшеліктеріне, климаттық жағдайларға және т.с.с. қарай кең шектерде ауытқиды. Терең емес жерасты суларының температурасы әдетте 5-тен 15<sup>0</sup>С дейінгі шектерде өзгереді және жергілікті климаттық факторларға негізделеді.

Жерасты суларының түсі құрамында кейбір химиялық және органикалық заттардың болуына байланысты. Органикалық қоспалар суға қоңыр немесе сарғыш түс береді, күкіртсутек пен темірдің ұйыған қоспалары жасыл-көкшіл түс береді. Көбінесе жерасты сулары түссіз.

Судың мөлдірлігі – бұл судың жарық сәулелерін өткізу қабілеті. Ол суда механикалық қоспалар мен органикалық заттардың болуына байланысты. Мынадай суларды ажыратады: мөлдір сулар; аздап лайлы су; лай сулар және қатты лайланған сулар.

Суда еріген минералды заттар, газдар, түрлі қоспалар судың дәмін келтіреді. Судың дәмі – субъективті қасиет және судың температурасы 20<sup>0</sup>С болғанда анықталады.

Жерасты суларының иісі жоқ. Алайда кейбір бактериялардың белсенді әрекеті кезінде судың күкіртсутекті, батпақты шіріген және өзге иістері болуы мүмкін. Дала жағдайларында судың иісін анықтау үшін оны 40-60<sup>0</sup>С дейін қыздырады.

Судың тығыздығы оның минералдануына тәуелді. Судың минералдануы өскен сайын, оның тығыздығы өседі. Сондықтан тығыздығы бойынша шамалап тұздардың мөлшерін анықтайды. Судың тығыздығын ареометрдің және пикнометрдің көмегімен өлшейді.

Судың сығылғыштығы болмашы және сығылғыштық коэффициентімен  $\beta = (2,7 - 5) \cdot 10^{-5}$  сипатталады. Судың тұтқырлығын сұйықтық қозғалысына сұйықтық бөлшектерінің ішкі кедергісі сипаттайды. Сандық түрде ол динамикалық және кинетикалық тұтқырлық коэффициенттерімен көрсетіледі.

Жерасты суларының электрөткізгіштігі оларда еріген тұздардың мөлшеріне тәуелді. Тұщы сулар шамалы электрөткізгіштікке ие болады. Тазартылған су изолятор болып табылады. Судың электрөткізгіштігі, Ом\*м берілетін, шекті электр кедергісі бойынша бағаланады және 0,02-ден 1,0 Ом\*м дейін өзгереді.

Судың радиоактивтілігі онда радонның, радий эманациясының болуымен анықталады. Сирек жағдайларда жерасты сулары белгілі бір деңгейде радиоактивті болады.

### Жерасты суларының химиялық құрамы.



Табиғи суда химиялық элементтердің басым көпшілігі анықталған. Олардың бір бөлігі қарапайым және күрделі иондар түрінде, енді бір бөлігі қарапайым және күрделі заттардың молекулалары түрінде болады.

Иондар – катиондар және аниондар түрінде суда болатын, еріген түрдегі тұздардың мөлшері және қатынасы жерасты суларының қасиеттерін анықтайды. Суда  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  иондары кең таралған. Оларды көбінесе басты деп атайды; олардың түрлі үйлесімдері табиғи сулардың негізгі түрлерін анықтайды.

Әдетте тұщы суларда  $\text{Ca}^{2+}$  және  $\text{HCO}_3^-$  иондары, ал тұзды суларда  $\text{Na}^+$  және  $\text{Cl}^-$  иондары басым. Сондықтан тұщы сулар негізінен гидрокарбонатты кальций құрамды, ал тұзды сулар – хлоридті натрийлі.

Судың реакциясы. Жерасты суларының химиялық құрамын дұрыс анықтау үшін, судың белсенді реакциясын (рН) білу қажет. Ол теріс таңбасымен алынған сутегі ионы  $\text{H}^+$  концентрациясының ондық логарифмі болып табылады.

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$$

Мынадай жіктеме бар:

- 1) өте қышқыл су  $\text{pH} < 5$
- 2) қышқыл су  $\text{pH} = [5-7]$
- 3) бейтарап су  $\text{pH} = 7$
- 4) сілтілі су  $\text{pH} = [7-9]$
- 5) жоғары сілтілі су  $\text{pH} > 9$

Жерасты суларындағы органикалық қоспалар түрліше пайда болған, негізінен аса терең емес жатқан суларда кездеседі. Судағы органикалық заттардың мөлшері тотығуы бойынша бағаланады: 1 мг  $\text{O}_2$  немесе 4 мг  $\text{KMnO}_4 = 21$  мг органикалық зат. Ауыз суда тотығу 10 мл/л  $\text{KMnO}_4$  аспауы тиіс.

Жерасты суларының бактериалдық қасиеттері құрамындағы микроағзалардың, соның ішінде патогендік микроағзалардың да мөлшеріне негізделеді. Бактериалдық ластануды колититр немесе коли-индекс бойынша, яғни 1 л судағы ішек таяқшаларының мөлшері бойынша бағалайды.

Судың қаттылығы – суда кальций және магний тұздарының болуына негізделеді. Суда Са және Mg барлық тұздарының болуына негізделген, жалпы қаттылықты; суда Са және Mg бикарбонаттарының ( $\text{HCO}_3$  тұздарының) болуына негізделген, карбонатты; бикарбонаттарды алғаннан кейін су қалатын – тұрақты қаттылықты ажыратады.

Мынадай жіктеме бар:

- 1) өте жұмсақ су – қаттылығы  $< 1,5$  ммоль/л
- 2) жұмсақ су – жалпы қаттылығы 1,5-3 ммоль/л
- 3) шамалы қатты – 3-6 ммоль/л
- 4) қатты су – 6-9 ммоль/л
- 5) өте қатты  $> 9$  ммоль/л.

Сілтілік суда натрий гидраттарының, Na карбонаттары мен бикарбонаттарының және әлсіз қышқылдардың басқа тұздарының болуына негізделеді. Сілтілікті негіздеуші аниондарға қарай ажыратады: гидратты;

карбонатты; бикарбонатты; фосфатты; силикатты; гуматты және т.б. 1мг \* сілтіліктің экв/м = 40 мг/л NaOH, 53 мг/л Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Судың сапасын бағалау.

Ауыз судың сапасын бағалау.

Шаруашылық ауыз су мақсатындағы жерасты суларына ерекше талаптар қойылады: ауыз су түссіз, мөлдір, t<sup>0</sup> 5-тен 15<sup>0</sup>С дейін, жағымсыз иіссіз және дәмсіз, ауру тудыртын бактерияларсыз, ауыр металдардың тұздарынсыз болуы тиіс.

Техникалық судың сапасын бағалау.

Әрбір өндіріс суға өз талаптарын қояды, оларды есепке ала отырып, оның жарамдылығына баға беріледі.

Жерасты суларының агрессивтік қасиеттері.

Бетонға қатысты судың агрессивтілігі. Мөлшерден тыс сульфаттары және агрессивті көмірқышқылы бар су әдетте бетонға қатысты агрессивті болып табылады.

Агрессивтіліктің келесі түрлерін ажыратады:

Сульфатты агрессия - суда SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> сульфатының 250 мг/л және Cl<sup>-</sup> ионы 1000 мг/л астам болғанда, бетонда жаңа қоспалардың – 2-3 есе көлемі ұлғайған гипстың CaSO<sub>4</sub> \* 2H<sub>2</sub>O және көлемі 2,5 есе ұлғайған кальций сульфаталюминаттың кристалдануы жүреді. Бұл бетонның бұзылуына әкеледі.

Көмірқышқыл агрессия кезінде қандай да бір деңгейде суда еритін құрамдас бөліктердің (негізінен керіштің негізгі құрамдас бөлігі болып табылатын әктастың CaCO<sub>3</sub>) еруі және бетоннан шаймалануы жүреді.

Шаймалаудың агрессивтілігі бикарбонатты сілтілікке тәуелді. Егер соңғысы 1,5 мг\*экв/л аз болса, бетондағы әктас ериді және шайылады.

Жалпы қышқылдық агрессивтілік сутектік көрсеткіштің рН (7-ден төмен уақытша қаттылық кезінде 8,6 мг\*экв/л аз) төмен мәніне негізделген, соның салдарынан әктастың еруі күшейеді.

Магнезиалды агрессия, сульфидті сияқты, бетон денесіне құрамында Mg<sup>2+</sup> (> 1000 мг/л) көп судың өтуінен бетонның бұзылуына әкеледі.

Оттектік агрессия суда оттегінің болуына негізделеді және коррозиясын тудырып, негізінен металл заттарға (құбырларға, рельстерге) қатысты білінеді.

Жерасты суларының газды құрамы.

Жерасты суларында газдар еркін және еріген күйде кездеседі. Судағы еріген газдың құрамы оның ерігіштік коэффициентіне, судың температурасына, қысымына және минералдануына тәуелді.

Жерасты суларының негізгі газдары оттегі O<sub>2</sub>, азот N<sub>2</sub>, көміртегі диоксиді CO<sub>2</sub>, күкіртсутек H<sub>2</sub>S, сутегі H<sub>2</sub>, метан CH<sub>4</sub> және ауыр көмірсутектер (АК) болып табылады. Жерасты сулары инертті газдардың тұтас қатарына ие – He, Ne, Ar және басқалары.

Жаралуы бойынша газдар келесі топтарға бөлінеді:

1) ауалы (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, He, Ar), жерасты суларына ауадан өтеді;

2) биохимиялық ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ , АҚ), микроағзалардың органикалық және минералды заттарды ыдыратуы кезінде түзіледі;

3) химиялық ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_3$ ), қалыпты және жоғары температура мен қысым кезінде су мен жыныстың өзара әрекеттесуінен түзіледі;

4) радиоактивті және ядролық реакциялардың топтары (He, Rn және т.б.).

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Физикалық қасиеттеріне не жатады, олар қалай анықталады.
2. Жер асты суларының химиялық құрамы.
3. Судың химиялық қасиеттерінің негізгі көрсеткіштері (реакциясы, қаттылығы, сілтілігі, органикалық қоспалар).
4. Судың сапасын бағалау.
5. Жер асты суларының бактериалды қасиеттері, оның көрсеткіштері.
6. Жер асты суларының газдық құрамы.

### **Тақырып 1.3. Грунт сулары және аэрация аймағының сулары**

Тау жыныстарының кеуектері мен жарықшақтарының сумен қанығу деңгейіне қарай, жер қыртысының жоғарғы бөлігі 2 аймаққа бөлінеді:

А) жоғарғы – аэрация аймағы;

Б) төменгі – қанығу аймағы.

Аэрация аймағы жер беті мен грунт суларының деңгейі арасында орналасады. Бұл аймақта жауын-шашындардың қанығу аймағына қарай өтуі байқалады. Тікелей жерасты суларының үстінде жоғары ылғалдылық аймағы орналасады.

Сурет

- аэрация аймағы
- қанығу аймағы (қылтүіктік жиек)
- топырақ-өсімдік қабаты
- әлсіз өткізгіш жыныстар
- қылтүіктік жиек
- ГСД
- беткі қабаттан инфильтрация
- жерасты сулары ағынының бағыты

Су тұтқыш көкжиек – суға қаныққан және екі сутіректің арасында жататын, тау жыныстарының қалыңдығы.

Су тұтқыш кешен – бірнеше су тұтқыш көкжиектен тұратын және оларды сутіректі жыныстарының қалыңдығы бойынша бөлетін, сулылық сипаты және жасы бойынша айтарлықтай біртекті су тұтқыш жыныстардың қалыңдығы.

Су тұтқыш көкжиектің немесе су тұтқыш кешеннің астынан жерасты сулары ағып шығатын аудан босау немесе сорғу аймағы деп аталады.

Қалқымасу деп аэрация аймағында жерасты суларының уақытша жинақталуын айтады. Қалқымасуға саздардың және саздақтардың линзалары мен қабаттары, көмілген топырақ көкжиектері, маусымдық-тоң қабатының ерімеген бөлігі сутірек бола алады. Қалқымасу құрылыс үшін аса қауіпті болып табылады, өйткені ғимараттар мен құрылыстардың жерасты бөліктерінің шектерінде жатады.

Грунт сулары – салыстырмалы берік сутіректе жататын және еркін бетті, үстіңгі бөлігін су тұтқыш қабаттар жабатын, беткі қабаттан бірінші, үнемі әрекет ететін су тұтқыш көкжиек сулары жатады.

Сутіректен және грунт суларының бетіне дейінгі қашықтық су тұтқыш көкжиектің қалыңдығы деп аталады. Грунт суларының беті деңгей деп аталады. Грунт суларының негізгі қоректену көзі – атмосфералық, жерүсті сулары.

Грунт суларының босау аймағы жақын маңдағы өзен аңғарлары мен орлар болып табылады, ал бетке қарай жақын орналасу кезінде олар қылтүіктік жиек аймағы арқылы буланып босайды.

Еңіс айналы грунт сулары грунт суларының ағыны деп аталады, көлденең айналылар грунт суларының бассейні деп аталады.

Грунт суларының беті гидроизогипс картасында бейнеленеді.

Гидроизогипс – бұл грунт сулары деңгейінің бірдей абсолютті (немесе салыстырмалы) белгілерімен нүктелерді біріктіретін сызықтар.

Бұл карта грунт суларының қозғалыс бағытын, грунт ағынының ылдиын анықтауға мүмкіндік береді. Грунт суларының және жерүсті суларының арасында тұрақты байланыс бар.

Грунт суларының белдемділігі.

Грунт суларына кең белдемділік тән. Ендік аймақтар белгілі бір ландшафттарға жауап береді және бір-бірін солтүстіктен оңтүстікке қарай алмастырады.

Грунт суларының 3 провинциясы бар:

- 1) ауаның теріс орташа жылдық температурасы тән, мәңгі тоң.
- 2) ауасының ылғалдылығы жоғары және оң орташа температуралы.
- 3) ауасының құрғақтығы жоғары және температурасының ауытқу амплитудасы жоғары.

Сонымен қатар грунт суларының 2 генетикалық түрі бар: шаймалану және континенталды тұздану.

Түрлі геоморфологиялық және климаттық жағдайлардағы грунт сулары.

Өзен аңғарларындағы грунт сулары көне және қазіргі аллювийлі құмды-гравийлі, құмды және құмды-сазды түзілімдерге орайластырылған. Аллювийлі түзілімдердің сулары әдетте тұщы, негізінен гидрокарбонатты кальцийлі құрамды, елді мекендерді сумен қамту үшін кең қолданылады.

Мұзды түзілімдердің грунт сулары негізінен қойтасты саздармен және саздақтармен берілген.

Далалы, жартылай далалы және шөлді аудандардың грунт сулары осы аудандардың климат және гидрография ерекшеліктеріне негізделген айырмашылықтарға ие. Шөлді аудандардағы грунт сулары қатты минералданған. Бұған климаттық жағдайлар мен бедердің жазықтық сипаты мүмкіндік туғызады.

Таулы аймақтардың грунт сулары мору қыртысының жыныстарында таралған, сонымен қатар төртікке дейінгі жыныстардың жарықшақтарында және ірі тектоникалық бұзылыстарында кездеседі.

Шығарынды конустарының және тау алдындағы еңіс жазықтың грунт сулары. Тау өзендері маңындағы жазықтарға тау жыныстарының бұзылу өнімдерінің үлкен көлемін шығарады, олар шығарынды конустар түрінде жатады. Тау алдындағы еңіс жазықтар көп жағдайда өзен шығарындыларының біріккен конустары (етектері) болып табылады. Берілген геологиялық құрылымдардағы жерасты суларының қорлары жерүсті ағын суларын сіңіру, сонымен қатар атмосфералық жауын-шашындарды инфильтрациялау арқылы қалыптасады.

Грунт суларының ерекшеліктері.

1) Бұл сулардың беті еркін, бетіндегі қысым атмосфералық қысымға тең, сондықтан оларды ұңғымамен ашу кезінде тұрақталған деңгей бастапқыда кездескен шамада қалады.

2) Қуаттану атмосфералық жауын-шашындарды және жерасты суларын инфильтрациялау есебінен жүзеге асырылады, олардың қуаттану аймағы таралу аймағына сәйкес келеді.

3) Грунт суларының таяз жатуы бұлақтар түрінде, орлармен және өзен аңғарларымен табиғи ашылуына әкеледі.

4) Беткі қабатқа қарай жақын жатуы және су өткізбейтін экрандардың болмауы жиі жерасты суларының органикамен және өнеркәсіптік қалдықтармен ластануын тудырады.

5) Беткі қабатқа жақын жатуы беткі факторларға (температура, деңгей, химиялық құрам және т.б.) қарай режим элементтерінің күрт ауытқуын тудырады.

6) ГСД жоғары қылтүтіктік жиек орналасады, ол аэрация аймағында жерасты суларының режиміне өзіндік ықпалды тудырады.

Карталарда грунт суларының беті гидроизопстің көмегімен бейнеленеді – бұл грунт сулары деңгейінің бірдей белгілері бар сызықтар. Олар келесі қасиеттерге ие: қиылыспайды; жанаспайды; үзілмейді.

## Сурет

Суреттен көріп отырғанымыздай, ГСД абсциссалық белгісі беткі қабаттың (А) абсциссалық белгісі мен жатыс тереңдігі (Н) арасындағы айырма ретінде табылуы мүмкін.

Бір сызықтың бойында жатпайтын 3 ұңғыманың мәліметтері бойынша гидроизогипстер құрылады.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Аэрация және қанығу аймағынына, су тұтқыш көкжиекке және кешеніне, қалқыма суға, грунт суларына, гидроизогипсқа анықтама беріңдер.
2. Грунт суларының схемасы.
3. Грунт суларының ерекшеліктері мен анықтамасы.
4. Грунт суларының картадағы көрінісі.

## Тақырып 1.4. Артезиан сулары

Жоғарыдан және төменнен сүтірек жыныстармен шектелген, қатаралық жерасты сулары артезиан сулары деп аталады. Оларды ұңғымалармен ашу кезінде суқоймалы қат жабынынан жоғары деңгей белгіленеді.

Егер деңгей беткі қабаттан жоғары көтерілсе, ұңғыма өздігінен құйылатын немесе шапшыма ұңғыма деп аталады.

Арын деп су тұтқыш қат жабынынан белгіленген деңгейге дейінгі тік сызық бойынша қашықтық аталады.

Артезиан суларына келесі ерекшеліктер тән:

1) горизонттары мен кешендері жоғарыдан және төменнен сүтіректермен шектелген, қатаралық арынды сулар.

2) артезиан суларын қуаттап, арынын түзу аймағы және таралу аймағы сәйкес келмейді және көбінесе бір-бірінен үлкен қашықтықтарға алшақтаған.

3) артезиан су тұтқыш горизонтын ашу кезінде судың деңгейі кейде жер бетінен жоғары белгіленеді және сол кезде ұңғыма шапшылайды.

4) грунт суларының режимімен салыстырғанда, артезиан суларының режимі тұрақты, беткі факторлар оған азырақ ықпал етеді.

5) қиманың жоғарғы бөлігінде артезиан сулары тұщы, тереңдеген сайын олардың минералдануы өседі және олар тұзды бола бастайды, тіпті тұздықтарға айналады.

Артезиан суларының табиғи сыйымдылықтарының арасында негізгілер – артезиан бассейндері және беткейлері.

Артезиан бассейні – жерасты суларының қозғалысы гидростатикалық арынның ықпалынан болатын, синклиналды құрылымдарда жататын, арынды су тұтқыш горизонттардың немесе кешендердің жиынтығы.

Артезиан бассейндерінде қуаттану, арын және босау аймағын ажыратады, алайда мұндай схеманың шарттылығы айқын.

Қуаттану аймағы – қуаттануы жүзеге асырылатын, жер бетінде артезиан қатының шығу ауданы.

Арын аймағы – артезиан бассейні таралуының негізгі ауданы.

Босау аймағы – арынды сулардың бетке шығу ауданы – бұл ашық босау немесе жасырын босау ауданы, мысалы, өзен арналарында, теңіздердің түбінде, жыныстардың салыстырмалы су өткізбейтін қабатынан өту.

Артезиан беткейлері – түзілуіне мүмкіндік тудыратын, моноклин жатыстар мен су сыйымды түзілімдердің сыналанулары бар, тау алдындағы ойыстардың, тауаралық ойпаттардың шеткі бөліктерінде және теңіз акваторияларының беткейлерінде кездесетін, арынды сулардың өзіндік бассейндері. Артезиан беткейінің қуаттану аймағында қалыптасатын жерасты сулары бұлақтар түрінде босайды.

Артезиан бассейндерінің түрлері мен белдемділігі: Әдетте артезиан бассейндері су сыйымды және сүтіректі жыныстардың геокұрылымы бойынша түрлерге бөлінеді. Осы белгісі бойынша артезиан бассейндерінің 2 түрін ажыратады:

1. Дамуының ауқымды ауданымен және бірнеше арынды су тұтқыш горизонттың болуымен сипатталатын, платформалардың артезиан бассейндері.

2. Интенсивті дислокацияланған шөгінді, атқылаған және метаморфты жыныстарға орайластырылған, сонымен қатар дамуының шағын ауданымен ерекшеленетін, тау алдындағы ойыстар мен тауаралық ойпаттардың төрттік түзілімдерінде орналасқан, қатпарлы аймақтардың артезиан бассейндері.

Артезиан бассейндерінің тік сызық бойымен қимасында гидродинамикалық белдемділік байқалады.

3 аймақты ажыратады:

1) жоғары – еркін су айналым, оның шектерінде жерасты сулары қазіргі климаттық факторлардың ықпалында болады және өзен желісінің аңғарларымен сорғытылады.

2) ортаңғы – гидрографиялық желінің сорғытушы ықпалының азаюы салдарынан су айналымының қиындауы, бұл аймақтың жерасты сулары тек климаттың ғасырлық өзгерістеріне ықпал етеді.

3) төменгі – айтарлықтай қиын су айналым, ол сорғытылмайды дерлік және климаттың ықпалы көрінбейді.

Қатаралық арынсыз сулар.

Еркін бетті қатаралық (арынсыз) сулар салыстырмалы сирек кездеседі. Әдетте олар көтеріңкі өзенаралық массивтерді құрайтын, қатпарлы шөгінді қатқабаттарға орайластырылған. Бұл сулардың деңгейі бірінші сутірек жабынынан төмен орналасады, яғни су өткізгіш қабат толық толмайды.

Қозғалу жағдайлары және арындардың сипаты бойынша бұл сулар грунт суларына ұқсас. Алайда қатаралық арынсыз суларды қуаттандыру аймағы олардың таралу аймағына сәйкес келмейді. Суларды қуаттандыру су тұтқыш қаттың күндізгі бетке шығу аудандарында немесе өзендерді және басқа жерүсті ағын суларын және суқоймаларды сүзу жолымен жүзеге асырылады.

Көздер.

Көз (бұлақ, қайнар) деп жерасты суларының жер бетіне табиғи түрде шығуын атайды. Бұлақтардағы судың температурасы  $0^{\circ}$ -ден  $100^{\circ}\text{C}$  дейін және одан жоғары ауытқиды, минералдануы бойынша тұщыдан тұздықтарға дейін кездеседі.

Көздердің бетке шығу сипатына қарай олардың жіктелуі, яғни оларды тұмаларға ( ) және қайнарларға ( ) бөлу тәжірибелік қызығушылықты тудырады.

Тұмалар – қалқымасумен, грунт суларымен қуаттанатын көздер, әдетте шөгінді жыныстарға орайластырылған, өзен аңғарларында, сайларда, орларда, яғни су тұтқыш көкжиек эрозиялық желімен бөлінген жерлерде шығады.

Шоғырланған, яғни бір жерден шығатын көздерді және грунт суы ор беткейінің немесе өзен аңғарының бойымен жеке көздер түрінде шығатын шашылмалы көздерді ажыратады.



Қайнарлар – арынды сулардың бетке шығуы кезінде түзілетін көздер. Судың көздерге қарай қозғалысы төменнен жоғары қарай бағытталған. Қайнарлар артезиан, жарықшақ-тастамыр, тоңаралық және тоңасты суларының ошақтары болып табылады. Карст қайнарлар айтарлықтай сирек кездеседі.

Артезиан суларының деңгейін бейнелеу үшін пьезоизогипс немесе гидроизопьез карталары жасалады – бұл гидроизогипстерге ұқсас жасалатын, арын шамаларының белгілері бірдей сызықтар.

**Бақылау сұрақтары:**

1. Артезиан сулардың анықтамасы мен схемасы.
2. Артезиан сулардың ерекшеліктері.
3. Артезиан беткейлерін және бассейнді анықтамасың беріңіздер.
4. Қатаралық арынсыз сулар.
5. Бастау көздері.
6. Артезианды сулардың картадағы көрінісі.

## **Тақырып 1.5. Жарықшақ және карсттанған жыныстардағы жерасты сулары**

Жарықшақ сулары.

Жарықшақ магмалық, метаморфты және тығыз шөгінді тау жыныстарында жататын және таралатын жерасты сулары жарықшық сулары деп аталады. Олар арынды және арынсыз болуы мүмкін. Олардың жатыс және таралу жағдайлары тау жыныстарының жаралуы мен сипатына тәуелді.

Жарықшақ су тұтқыш горизонттар жарықшақтардың түрлері бойынша бөлінеді:

- 1) мору жарықшақтары
- 2) қатталу жарықшақтары
- 3) тектоникалық жарықшақтар.

Жарықшақ жерасты суларының су тұтқыш көкжиегінің түзілуі үшін, келесі жағдайлар қажет:

- А) суды өткізуге қажетті, айтарлықтай кең жарықшақтардың болуы;
- Б) жарықшақтар, қуаттану аймағынан босау аймағына дейін жалпы бағытқа ие, өзара байланысты жүйені құру керек;
- В) жарықшақтар суды өткізетін, ірі-түйіршікті материалмен толтырылуы тиіс.

Жарықшақ жыныстардың су тұтқыш горизонтының ерекшеліктері:

- 1) Тау жыныстарының салыстырмалы шағын суортақтығы.
- 2) Қуаттану негізінен атмосфералық жауын-шашындардың есебінен жүзеге асырылады.
- 3) Жыныстарды суландыруда айтарлықтай біртектілік байқалады. Жарықшақтылықтың тегіс таралмауынан, бұл іздеу-барлау жұмыстарын қиындатады.
- 4) Берілген сулар, егер олар грунт сулары болса, беткі ластану мен режим элементтерінің ауытқуына аса сезімтал келеді.
- 5) Ірі тектоникалық жарықшақтардағы (жарылымдардағы немесе тастамырлардағы) арынды сулар тастамырлы деп аталады және сумен қамтамасыз етуде қолайлы болып табылады.

Жарықшақтардың сумолдылығына олардың сазды материалдармен, сулы ерітінділерден түсетін тұздардың кристалдарымен, кенді минералдармен толуы ықпал етеді. Минералдануы бойынша негізінен тұщы сулар.

Жарықшақ сулары тау жыныстарының барлық генетикалық түрлерінде – кристалды қалқандардың және массивтердің, таулы-қатпарлы және платформалы аудандардың геологиялық құрылысына қатысатын, магмалық, метаморфты және шөгінді жыныстарда кең таралған.

Карст сулары.

Жарықшақтарда, қуыстарда және үңгірлерде орналасатын және таралатын, әктастарды, доломиттерді, гипстерді, ангидриттерді, тұздарды және басқа карстталатын жыныстарды еріту және шаю нәтижесінде түзілетін жерасты сулары карст сулары деп аталады.

Д.С.Соколов карстталатын жыныстардың күрделі қалың қатқабаттарынан құралған аудандар үшін, карст суларының қозғалыс жағдайларымен және режимімен бір-бірінен ажыратылатын 4 тік гидродинамикалық аймақты ажыратады:

- 1) аэрация аймағы;
- 2) жерасты сулары деңгейінің маусымдық ауытқу аймағы;
- 3) толық қанығу аймағы;
- 4) терең таралу аймағы.

Карст суларының ерекшеліктері:

1. Атмосфералық жауын-шашындармен және жерасты суларымен тығыз әрі белсенді байланысы.

2. Режим элементтерінің (температура, деңгей, химиялық құрам) жыл бойы маңызды ауытқулары.

3. Ластанудың, соның ішінде беткі ластанудың жеңіл мүмкіндігі.

### **Бақылау сұрақтары:**

1.Тегі бойынша жарықшақтың түрлері.

2.Жарықшақ жерасты суларының су тұтқыш көкжиегінің түзілуі үшін қандай жағдайлар қажет.

3. Жарық жыныстардың су тұтқыш көкжиегінің ерекшеліктері.

4.Карстық сулар және олардың ерекшеліктері мен гидродинамикалық аймақтары.

## Тақырып 1.6. Көпжылдық тоң жыныстардың даму аймағындағы жерасты сулары

Сурет

- 1 – жібiген тоң;
- 2 – тоңаралық су тұтқыш горизонт;
- 3 – тоңасты сулар;
- 4 - әрекеттегі қабат;
- 5 – тоң аймағы.

Көпжылдық тоң (мәңгі тоң) тау жыныстары деп, бірнеше жыл бойы теріс температурада болатын, тау жыныстары аталады. Мәңгі тоң дамуының аудандарына тән қиманы ажыратуға болады:

- 1 – қыста қататын және жазда еритін әрекеттегі қабат,
- 2 – мәңгі тоң жыныстарының қабаты,
- 3 – еріген жыныстардың қабаты.

Осыған байланысты су тұтқыш көкжиектердің 3 түрін ажыратуға болады: а) тоңүсті; б) тоңаралық; в) тоңасты сулар. Түрлі жылу-физикалық қасиеттеріне (жылуsыйымдылығына) қарай, 2-ші қабатта қатпаған жыныстардың аудандары бар. Олар жібiген тоңдар деп аталады. Олар жабық (ошақты), теспелі, арна астындағы болады.

Көпжылдық тоңдары бар территорияның негізгі ерекшеліктері келесідей:

1) барлық 3 фазадағы – қатты (мұз), сұйық (еркін және еріксіз су) және бүтәрізді күйдегі судың болуы.

2) бұл фазалардың өзара байланысы және сыйымды тоң және жібiген жыныстармен байланысы.

3) мұзбен керіштелген, жібiген күйінде жақсы өтетін жыныстардың салыстырмалы сүтіректерге алмасуы.

Көпжылдық тоң жыныстарында жерасты сулары 5 түрге бөлінеді: тоңүсті, тоңаралық, тоңішілік, тоңасты сулар және өтпелі жібiген тоң аймақтарының сулары.

Тоңүсті сулары – негізінен бедердің ойпауыттарында және жазық сумен бөлінген аудандарда кездеседі. Бұл суларға тән ерекшелік – сұйық күйден қатты күйге маусымдық өтуі. Көктемгі-жазғы кезеңде олар ериді, күзде катады.

Тоңаралық және тоңішілік сулар. Тоңаралық жерасты суларына үстінен және астынан көпжылдық тоң жыныстарымен шектелген қабаттардағы сұйық ерітінділер жатады. Тоңішілік сулар – барлық қырларынан көпжылдық тоң жыныстарымен шектелген, линзалар мен қатшалар түріндегі сұйық ерітінділер.

Тоңасты сулар жапсарлы және жапсарлы емес болып бөлінеді. Көпжылдық тоң қатқабаты жоғары сутірек болып табылатын, жапсарлы тоңасты сулар көпжылдық тоң жыныстарымен белсенді жылулық әрекеттестікте болады.

Жапсарлы емес тоңасты сулар тоң қатқабатының табанынан сутірек тау жыныстарымен (бұл жағдайда олар арынды) бөлінген немесе су өткізгіш жыныстардағы олардың қалпы еркін деңгейлермен сипатталады.

Жерасты суларын қуаттандыру атмосфералық жауын-шашындардың, тоңүсті, тоңаралық және жерсүті суларының есебінен – арна астындағы және су бөлгіш өтпелі жібіген тоңдар арқылы, тектоникалық бұзылыстар және жыныстардың жоғары карсттану аймағы арқылы сулардың инфильтрациялануы жолымен жүзеге асырылады.

Тоңасты суларының минералдануы, газды және тұзды құрамы айтарлықтай түрліше: сумен қамтамасыз етуге жарамды, тұщы сулар да, тұзды және мұнайлы-газды түзілімдердің жерасты суларына тән, кейде тұздық түріндегі минералданған сулар да кездеседі.

#### Өтпелі жібіген тоң сулары.

Өтпелі жібіген тоңдарға немесе жібіген тоң аймақтарына, жібіген тоңнан тыс қатқан жыныстар қатқабатының айтарлықтай бөлігін немесе ауданы шектелген учаскеде бүкіл қатқабатты қамтитын, гравитациялық сулар үшін өткізгіш арнаны түзетін аймақтар жатады.

Криогенді құбылыстар – бұл төмен температуралардың әсерінен жер қыртысының жоғарғы бөлігінде жүретін құбылыстар. Оларға жатады: қызылсу мұздары, гидролакколиттер, көмпиме төбешіктері, термокарст төбешіктері, солифлюкация.

#### **Бақылау сұрақтары:**

1. Мәңгі тоң дамуының аудандарында қандай қиманы ажыратады.
2. Көпжылдық тоңдары бар территорияның негізгі ерекшеліктері.
3. Криогенді құбылыстар.
4. Көпжылдық тоң жыныстарында жерасты суларының түрлері.

## **Тақырып 1.7. Минералды, өнеркәсіптік және термалық сулар**

### Минералды сулар.

Минералды сулар деп, құрамында жоғары концентрациялы минералды (сирек кезде органикалық) компоненттер мен газдар бар немесе қандай да бір ерекше физикалық қасиеттерге (радиоактивтілік, жоғары температура және т.б.) ие, жерасты сулары танылады. Осыған байланысты бұл сулар адам ағзасына емдік ықпал тигізеді.

Минералды сулардың барлық кездесетін түрлері екі негізгі топқа біріктіріледі:

1. Спецификалық компоненттері мен қасиеттері жоқ сулар, олардың маңызы негізінен олардың ионды құрамымен және жалпы минералдануымен анықалады.

2. Спецификалық құрамды сулар, олардың емдік ықпалының және пайдаланылуының ерекшеліктері түрлі биологиялық белсенді компоненттердің жоғары мөлшерде болуымен анықталады.

Бұл топқа көмірқышқыл, сульфидті, радонды сулар, сонымен қатар құрамында көп мөлшерде бром, йод және органикалық заттар бар сулар жатады. Бұл топтағы минералды сулар шипажайларда және жергілікті суемханаларында кең қолданылады.

Минералды сулар негізгі бальнеологиялық топтарға бөлінеді:

- 1) тұзды сулар және тұздықтар;
- 2) көмірқышқыл сулар;
- 3) радон сулары;
- 4) кремнийлі термалық;
- 5) темірлі, мышьяқты және құрамында металдар (Mn, Cu, Zn, Pb, Al және басқалары) көп;
- 6) құрамында органикалық заттар көп, әлсіз минералданған.

### Өнеркәсіптік сулар.

Нақты г/г жағдайларда элементтерді экономикалық тиімді қазып шығаруды және өңдеуді қамтамасыз ететін, элементтердің концентрациясы бар табиғи суларды өнеркәсіптік сулар деп атау қабылданған.

Табиғи суларда Д.И.Менделеевтің элементтердің периодты жүйесінің барлық элементтері дерлік табылған.

### Термалық сулар.

Термалық жерасты суларына, температурасы  $+35^{\circ}\text{C}$  асатын, жер қыртысының үстіңгі қабатында қалыптасатын сулар жатады. Жердің ішкі жылуымен жылынатын мұндай сулар жатыс және таралу жағдайлары бойынша г/г аймақтардың екі түріне орайластырылған: платформалық және қатпарлы.

Термалық сулар көбінесе минералданған болып табылады және өнеркәсіптік әрі емдік қасиетке ие бағалы компоненттердің жоғары концентрациясы болады. Сондықтан көп жағдайда термалық суларды жылумен қамтамасыз ету, энергетика, емдеу және химиялық элементтерді алу мақсаттарында пайдаланған дұрыс.

Қазіргі уақытта төмен және орташа потенциалды термалық сулар негізінен өнеркәсіптік, ауылшаруашылық және азаматтық объектілерді жылумен қамтамасыз ету үшін, сонымен қатар жоғары әлеуеттілер электр энергиясын өндіру үшін қолданылады.

**Бақылау сұрақтары:**

1. Минералды сулар
2. Өндірістік сулар
3. Термалды сулар

### **Тақырып 1.8. Су ресурстары, оларды пайдалану және қорғау**

Табиғи ресурсты тиімді пайдалану келесі позициялар бойынша жеткілікті ақпараттың болуы кезінде мүмкін:

1. Ресурстың жағдайы, табиғи және антропогенді факторлардың ықпалынан оның өзгеру динамикасы.
2. Ресурсқа деген әлеуметтік-экономикалық қажеттілік.
3. Қоғам қажеттіліктерінің дамуында тенденцияларды бағалау.
4. Стратегиялық мақсаттағы ресурстардың қорларын анықтау.
5. Биогеоценозға антропогенді жүктемелердің ықпал ету сипаты мен деңгейін бағалау.
6. Тиімді экологиялық стратегия мен тактиканы түзуге мүмкіндік беретін, негізделген математикалық үлгілердің болуы.

#### **Биосфераның ресурстық қорлары.**

Қоршаған орта дағдарыстарының көптеген қырларына маңызды мәселелердің бірі ретінде кейбір ресурстардың шектеулілік мәселесі енеді. Олар қоғамның материалдық және мәдени қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін қолданылатын, адамзатты қоршаған ортаның компоненттері болып табылады (жануарлар әлемінің ресурстары, жер, орман, су, рекреациялық, эстетикалық және т.б. ресурстар). Табиғи ресурстарды екі топқа бөледі – сарқылмайтын және сарқылатын; өз кезегінде соңғылары орны толатын және орны толмайтын болып бөлінеді.

**Сарқылмайтын ресурстар** – саны жағынан сарқылмайтын табиғи ресурстардың бір бөлігі (күн, графитациялық, геотермалық, жел энергиясы, сонымен қатар мұхит толқындарының, ағын судың энергиясы). Кейде мұнда атмосфера мен гидросфераны да жатқызады, бірақ олар антропогенді токсиканттармен айтарлықтай ластанғанда, олар сарқылатын (орны толатындар) қатарына өтуі мүмкін.

**Сарқылатын ресурстар** – қазып шығару немесе табиғи ортадан алу шамасына қарай саны үнемі азаятын ресурстар. **Орны толатын ресурстар** – таза ауа, су, құнарлы топырақ, өсімдіктер, жануарлар әлемі. **Орны толмайтын ресурстар** – қазбалы отын, металл минералды шикізат (темір, мыс және т.б.), металл емес минералды шикізат (саз, құм, фосфат және т.б.).

**Рекреациялық ресурстар** – адам денсаулығы мен еңбекке қабілеттілігін қалпына келтіруді және демалысты қамтамасыз ететін ресурстар.

**Эстетикалық ресурстар** – адамдардың рухани байлығына жағымды әсер ететін, табиғи факторлардың үйлесімі.

#### **Су ресурстары.**

Көзге көрінетін молдылығына қарамастан, тұщы су сирек ресурс болып табылады – ол гидросферадағы судың 3% құрайды. Адамның пайдалануы мүмкін су жайлы айтқанда, мыналарды есепке алу қажет:

- 1) құрлық суларының жалпы көлемі гидросферадағы судың жалпы көлемінің шамамен  $900 \text{ мың км}^3$  - 0,07% құрайды;
- 2) тұщы судың 75% мұз күйінде;



3) жауын-шашындар түрінде құрлыққа жыл сайын түсетін мөлшерінен көп суды жерүсті және жерасты көздерден алу мүмкін емес, өйткені аймақтық су қорларының сарқылу қаупі туындайды – нәтижесінде қауіпті салдардан қорықпай, пайдалануға болатын судың нақты көлемі, жерүсті және жерасты ағын суларды қалыптастыратын атмосфералық жауын-шашындардың көлемін, яғни жылына 25 мың км<sup>3</sup> ғана құрайды.

1990 ж. дүниежүзілік су пайдалану 4130 км<sup>3</sup> құрады, ал 2000 жылы 5190 км<sup>3</sup> су пайдалану күтілуде. Өнеркәсіпте суды пайдалану, ауыл шаруашылығында оның салыстырмалы төмендеуі кезінде, әр 10 жыл сайын екі есе өсу тенденциясына ие. Жалпы планетада өнеркәсіптің және ауылшаруашылық өндірісінің, урбанизацияның өсуімен байланысты тұщы су барған сайын көбірек шығындалады. Қазіргі технологияларды пайдаланылатын тұщы судың мөлшері бойынша бағалауға жеткілікті мүмкіндік бар. Осылайша, 1 т қағаз өндіру үшін 300 т тұщы су, 1 т азот тыңайтқыштарын өндіру үшін 600 т тұщы су шығындалады. АҚШ-да тұрмыстық және ауыз су қажеттіліктеріне бір адамға 6100 л/тәулік (дамушы елдерде – шамамен 100 л) шығындалады. Өндірістік және тұрмыстық қалдықтарды сұйылту және оларды теңізге тасымалдау үшін, АҚШ-да Солтүстік Америка өзендерінің жалпы ағынының 90% қолданылады. Тұщы су мәселесі оның планетада біркелкі емес таралуынан да тұрады. Мысалы, Байкал көлінде тұщы судың дүниежүзілік қорларының 20% және Ресей қорларының 80% шоғырланған. Мұндай байлыққа деген қатынас Ресей мемлекетін басқарушы адамдардың экологиялық сана деңгейінің сипаттамасы бола алады: 1988 ж. Байкал целлюлоза-қағаз комбинатының жылдық өнімі 112 млн. руб. деп бағаланды, ал қоршаған ортаға келтірілген экологиялық зиян тәулігіне 50 млн. руб. құрады. Яғни Байкалға тигізілген зиян алынған целлюлозаның құнынан 200 есе артық.

Барлық өнеркәсіптік дамыған елдерде тұщы су шығынын үнемдеу мақсатында оны үнемі тазартады, тұщытқыштардан және су дайындаудың басқа құрылғыларынан өткізеді (әйгілі ағылшын қалжыңында айтылғандай, ағылшындық ішетін су, кем дегенде, жеті адамнан өтеді).

Тазартылмаған өндірістік, нөсерлі және тұрмыстық ағынды сулар – бұл құрамында қоқыс, химиялық ластағыштар, патогенді ағзалар және т.б. болатын, көп құрамды жүйелер. Сондықтан пайдаланылған суларды қоспалардан тазарту үшін, тазартудың механикалық, биологиялық, химиялық және физикалық-химиялық әдістерін пайдаланады.

**Тазартудың механикалық әдістері** ең алдымен торлардың, елегіштердің көмегімен ірі қоқыстарды ажырату, одан соң ауыр салмақтыларды құмұстағыштардың көмегімен ұстап қалуға арналған. Соңғы кезеңде тұндырғыштар мен мөлдірлегіштерде жұқа дисперстелген ерімеген ластағыштардың негізгі көлемі ажыратылады.

**Тазартудың биологиялық әдістері** микроағзалардың (табиғи редуценттер мен детритографтар) тіршілік әрекетінің үрдісінде қоректену көзі ретінде еріген және коллоидты органикалық ластағыштарды пайдалану қабілетіне негізделген. Пайдаланылған суларды биологиялық тазарту табиғи

жағдайларда да (суландыру өрістері, сүзу өрістері, биологиялық тоғандар), арнайы құрылыстарда да (аэротенктер, биосүзгіштер) жүзеге асырылуы мүмкін. Арнайы құрылған қолайлы жағдайларда (құнарлы орта құрамы, еріген оттегінің көп мөлшері, температура) микроағзаларды жасанды өсіру пайдаланылған суларды биологиялық тазартуды күрт жеделдетеді.

Соңғы уақытта белсенді лаймен тазарту жүйесі кең таралған, ол жер иісі бар қою қоңыр немесе қара сұйық масса болып табылады. Белсенді лай зооглалар және қарапайымдылар түріндегі аэробты бактериялардың жиынтығы болып табылады. Экологиялық тұрғыдан белсенді лай – бұл салыстырмалы күрделі экожүйе. Белсенді лай тұнбаларды ұзақ (15-25 тәулік) аэрирлеу нәтижесінде алынуы мүмкін.

**Тазартудың химиялық әдістері** зиянды қоспалармен химиялық реакцияларға түсетін, түрлі реагенттердің көмегімен еритін қоспаларды жою үшін қолданылады (мысалы, суға әктасты қосып, фосфатты жоюға болады – кальций фосфатпен химиялық реакцияға түседі, ерімейтін кальций фосфатын түзеді, оны сүзіп алуға болады).

**Тазартудың физикалық-химиялық әдістері** тазарту технологиясында кең таралған. Олардың ішінде мыналарды атау қажет: флотация – жеңіл қатты дисперсті бөлшектерді (планктонды және негізінен органикалық табиғатты өзге қоспаларды) ұсақ ауа көпіршіктерімен адсорбциялау және оларды көбік қабаты түзілетін бассейн бетіне көтеру; ионалмасушы сорбция – ағынды сулардағы иондар мен қатты фазаның – иониттің бетінде болатын иондардың арасындағы алмасу үрдісі (ағынды суларды минералды және органикалық иондалған қоспалардан терең тазарту үшін және тазартылған суды қайта пайдалану мақсатында бұл әдіс қолданылады); дезодорация – токсинді әрекетке ие немесе суға жағымсыз дәм мен иіс беретін, негізінен органикалық табиғатты заттарды жою – бұл үшін тотықтыру мен сорбцияның түрлі тәсілдері құрастырылған (тотықтырғыштардың ішінде хлорқұрамдас реагенттер, озон, калий перманганаты кең қолданылады).

Ағынды суларды тазартудың қазіргі әдістерінің үйлесімі ең жоғары сапалы тазартылған суды алуға мүмкіндік береді.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Биосфераның ресурстік қорлары (сарқылмайтын ресурстар, сарқылатын, оның ішінде орны толатын және орны толмайтын ресурстар, рекреациялық және эстетикалық ресурстар).
2. Су ресурстар.
3. Пайдаланылған суларды тазартудың әдістері.

## Тақырып 1.9. Тау жыныстарындағы су қозғалысының түрлері және сүзілудің негізгі заңдары

Жер қыртысының жоғарғы бөлігі аэрация аймағы немесе қанығу аймағы деп аталады.

Гравитациялық сулардың қозғалысы аэрация аймағының тау жыныстары арқылы атмосфералық жауын-шашындардың, суландыру және жерүсті суларының өтуі кезінде орын алады. Судың аэрация аймағы арқылы өту үрдісі инфильтрация деп аталады. Инфильтрацияның 2 түрін ажыратады: еркін өтіп кету және қалыпты инфильтрация.

2) – инфильтрациялық ағын аймағы

3) – сіңірудің қылтүтіктік күштерінің әрекет ету аймағы

Қанығу аймағында судың қозғалысы гидравликалық қысымның ықпалынан жүзеге асырылады. Ол қысымдар (деңгейдің абсолютті нүктелерінің) айырмасының осы нүктелердің арасындағы қашықтыққа қатынасы ретінде анықталады.

$$I = \Delta h / l = \frac{h_1 - h_2}{l}$$

Бұл сутіректің көлденең жатысы жағдайында дұрыс болады, мұнда  $h_1$  және  $h_2$  – 1 және 2 нүктелеріндегі ағынның қуаты.

Сутіректің еңіс жатысы жағдайында есептеулер дүниежүзілік теңіз деңгейінен алынады, бұл жағдайда  $H_1$  және  $H_2$  – деңгейлердің абсолютті белгілері.

$$I = \frac{H_1 - H_2}{l} = \Delta H / l$$

$I$  – гидравликалық градиент (арын) (ылди)

Қанығу аймағында зерттеудің негізгі объектілері гравитациялық және жұмсақ байланысты (қабыршақты) судың қозғалысы болып табылады. Гравитациялық су ағынның екі режимімен сипатталады – ламинарлы (1) және турбулентті (2), жұмсақ байланысты – бір – тұтқыр-пластикалық режиммен сипатталады.

Ламинарлы – тоқ желілері параллель дерлік және иірілімдер түзілмегенде, шағын градиенттер кезінде жүзеге асады.

Турбулентті – маңызды гидравликалық ылдилар ( $I > 5$ ) байқалғанда жүзеге асады, нәтижесінде тоқ желілерінің иірілуі орын алады, бұл ағынға қарсы қосымша гидравликалық кедергіні тудырады.

Француз ғалымы Дарси мынадай тәуелділікті бекітті: ағын қозғалысының жылдамдығы гидравликалық ылдиға тура пропорционалды, яғни

$$v = K_{\phi} \cdot I \quad (1)$$

$$[I] = 1\text{ м} / 1\text{ м} = \text{бр.}$$

$$[K_{\phi}] = v/I = \frac{1\text{ м/с}}{\text{бр.}} = 1\text{ м/с}$$

Сүзу коэффициенті  $K_{\phi}$  арынды градиент  $I = 1$  кезінде жерасты суларының қозғалыс жылдамдығын анықтайды.

(1) формуласы ламинарлы қозғалыс үшін дұрыс және Дарсидің сүзілудің сызықтық заңы деп аталады.

Ағындардың турбулентті қозғалысы үшін ( $I > 5$ ) сүзілудің сызықтық емес заңы сәйкес келеді  $v = K_{\phi} \cdot \sqrt{I}$ ;  $v = Q/F$

мұнда  $Q$  – ағынның шығымы

$$Q [\text{м}^3/\text{тәу}]; [\text{м}^3/\text{с}]; [\text{л/с}]$$

$F$  – ағынның нақты қимасының ауданы [ $\text{м}^2$ ]

Осыдан келе, (1) формуласы мынадай күйге енеді:

$$Q/F = K_{\phi} \cdot I$$

$$Q = K_{\phi} \cdot I \cdot F$$

Перпендикулярлы қима бойынша ағынның толық шығымы.

Егер ағын берліген АВ қимасына перпендикуляр болмаса, онда оның жалпы шығымы келесі формула бойынша анықталады:

$$Q = K_{\phi} \cdot I \cdot F \cdot \cos \alpha$$

мұнда  $\alpha$  – ағынның бағыты мен берілген қимаға перпендикулярдың арасындағы бұрыш.

Түрлі литологиялық айырмаларға арналған  $K_{\phi}$  шамалы мәндері:

Тау жынысының атауы	$K_{\phi}$ , м/тәу
малтатас	200 – 100
тасмалталы құм	100 – 50
ірі түйіршікті құм	50 – 15
орташа түйіршікті құм	15 – 5
сазды құм	1,0 – 0,5
құмдақтар	0,5 – 0,1
саздақтар	0,1 – 0,001
саздар	< 0,001

Жерасты суларының динамикасы формулаларының көпшілігі жерасты сулары режимінің параметрлері (деңгей, қуаттану, босау, шығын) уақыт

ішінде тұрақты екендігіне негізделген. Бұл жағдайда сүзілу режимі тұрақталған (стационарлық) деп саналады.

Табиғи жағдайда табиғи және жасанды факторлар болады, олар сүзілудің тұрақталған режимін бұзады. Бұл уақыт ішінде ағын режимінің барлық параметрлерін өзгертуге әкеледі. Осының салдарынан қозғалыс күрделірек бола түседі және тұрақталмаған деп аталады.

1) Су өтімділік коэффициенті

$T = K_{\phi} \cdot m$  - бұл сүзілу коэффициентінің су тұтқыш көкжиектің қалыңдығына көбейтіндісі.

$$[T] = 1\text{м/тәу} \cdot 1\text{м} = 1\text{м}^2/\text{тәу}$$

2) Өтімділік коэффициенті - тау жыныстарының суды немесе басқа сұйықтар мен газдарды өткізу қабілетін сипаттайды.

$$K_{II} = K_{\phi} \cdot \frac{\nu}{g}, [\text{м}^2],$$

мұнда  $\nu$  (ню) – сұйықтықтың тұтқырлығы;

$g$  – ауырлық күшінің үдеуі.

3) Сүзілу режимі. Сүзілудің қатты және серпінді режимдерін ажыратады. Қатты режим сұйықтықтың қозғалысы тек ауырлық күшіне және сұйықтықтың өзінің салмағына (қысымына) негізделуін көздейді.

Сүзілудің серпінді (арынды) режимі сұйықтық қозғалысын ортаның (артезиан сулары) серпінді қасиеттерімен негіздейді.

4) Суқайтарым коэффициенті  $\mu$  (мю) және серпінді суқайтарым коэффициенті  $\mu^*$  - бұл еркін ағып кету жолымен (қат серпінділігінің төмендеуі есебінен) жыныстың бір текше метрден алынатын, су көлемін сипаттайтын шама.

$$\mu = 0,117 \sqrt[3]{K_{\phi}}$$

Сүзілудің серпінді режимінің ерекшелігі – ауырлық күшінің бағытына тәуелсіз су негізінен арындардың ықпалынан қозғалады. Сондықтан сүзілудің серпінді режимі үшін қатты режим формулаларының көбі келмейді.

5) Деңгей өтімділік коэффициенті  $a_y$  – бұл депрессиялық беттің таралу жылдамдығын сипаттайтын қабілет.

$$a_y = \frac{K_{\phi} \cdot h_{cp}}{\mu}, [\text{м}^2/\text{тәу}]$$

$h_{cp}$  – су тұтқыш қаттың орташа қалыңдығы.

б) Пьезоөтімділік коэффициенті  $a^*$  уақыт ішінде сүзілудің серпінді режимі үрдістерінің дамуын сипаттайды және арынды су тұтқыш көкжиекте қысымдардың немесе арындардың қайта бөліну жылдамдығын білдіреді.

$$a^* = \frac{K_{\phi} \cdot m}{\mu}, \text{ мұнда}$$

$\mu^*$  - серпінді суқайтарым коэффициенті,  $\mu^* = \alpha \cdot \beta_w + \beta_s$  ретінде анықталады, мұнда

$\alpha$  – қаттың кеуектілігі

$$\beta_w = 4,5 \cdot 10^{-5} [\text{см}^2/\text{кг}]$$

$$\beta_s = (0,25-2) \cdot 10^{-5}$$

7) Гидродинамикалық торлар – жерасты суларының динамика элементтерін карталарда графикалық бейнелеуге арналған. Осыған байланысты тоқ сызықтары мен арын сызықтары ажыратады.

Тоқ сызықтары ағынның элементарлы сорғаларының бағытын құрайды. Арын сызықтары әрбір нақты нүктедегі арынның шамасын көрсетеді.

$$I = \frac{\Delta h}{l}$$

Олар бірігіп, гидродинамикалық торды құрайды. Грунт сулары үшін арын сызықтары гидроизогипстерге, ал арынды сулар үшін гидроизопьездерге сәйкес құрылады және орналасады. Кейде бұл сызықтарды эквипотенциальдар деп атайды.

Мынадай ереже орынды:

1. Әр нүктеде тоқ сызығы эквипотенциальдарға (- тең арынның сызығына) перпендикуляр.

2. Тоқтың екі сызығының арасында орналасқан, тордың әр ұяшығы арқылы секундына судың бірдей мөлшері өтеді (Q).

3. Әр нүктеде гидравликалық арынды эквипотенциальдар белгілері мен олардың арасындағы қашықтықтың айырмасы ретінде анықтауға болады.

4. Торлардың түрі бойынша ағынның түрін, белгіленген немесе белгіленбеген түрін бағалауға болады. Егер тоқ сызықтары мен эквипотенциальдар біртекті таралса, ағын белгіленген болып табылады.

5. Ағынның 2 түрін ажыратады: жазық және радиалды. Жазық ағын кезінде тоқ сызықтары мен эквипотенциальдар өзара параллель.

#### Жерасты суларының негізгі сипаттамалары.

1) Жер қыртысының жоғарғы бөлігі – бұл аэрация аймағы (кеуектерде ауа болады), қанығу аймағы немесе сүзілу аймағы – бұл жерасты суларының таралу аймағы.

2) Арынды және арынсыз суларды ажыратады. Ағындарды сипаттау үшін келесі ұғымдарды қолданады: а) ағынның ені В; б) орташа қуат Н; в) қуаттану және босау аймағы; г) өлкелік жағдайлар. Қуаттану және босау жағдайлары бойынша ажыратады: I. Шоғырланған қуаттану, көлемі бойынша үлкен емес белгілі бір қуаттану және босау аймақтарына ие, бұл оларға ұзақ уақыт бойы су тұтқыш горизонттың режимін өзгертпеуге мүмкіндік береді;

II. Қуаттану және босау режимі шашыраңқы ағындар, мұнда қуаттану және босау аймақтары су тұтқыш көкжиектің бүкіл ауданында таралған, бұл жерасты суларының режимін жиі өзгертеді.

3) Ағындардың маңызды сипаттамасы ағынның сүзілу қасиеттерінің изотроптылығы мен анизотроптылығы болып табылады (бағыттар бойынша бірдей және өзгеше қасиеттер).

Ереже: жарықшақ су тұтқыш горизонт – анизотропты, дисперсиялық су тұтқыш көкжиек – изотропты.

4) Су тұтқыш көкжиектің шектеріндегі г/г жағдайлардың (шекаралық жағдайлардың) сипаты деп өлкелік жағдайлар танылады. Қимада келесі өлкелік жағдайларды ажыратады: а) еркін бетті сулар – бұл ұңғымамен ашу кезінде тұрақталған деңгейді пайда болған деңгей сияқты көрсететін сулар.

б) тұрақталған деңгей пайда болған деңгейден жоғары (қат жабынынан жоғары) болғандағы арынды сулар.

Планда шекараның 2 түрі кездесуі мүмкін – суөтімді және суөтімсіз, олар өз кезегінде жасанды және табиғи болуы мүмкін. Осыған байланысты планда шекаралық жағдайлардың 4 түрін ажыратады:

I-ші текті шекара  $H = \text{const}$  – бұл судың үнемі келуі қамтамасыз етілетін суқоймаларымен шекара. Депрессиялық шұңқыр бұл шекараға жетіп, одан ары дамымайды. Өйткені өзен сарқылмайтын көз болып табылады.

II -ші текті шекара тұрақты шығымы 0 тең ( $Q = 0$ ), депрессия шұңқыры бұл шекараға жеткенде оның төмендеу жылдамдығы ұлғаяды, өйткені су тұтқыш горизонттан судың келмейді. Шекара су тұтқыш горизонтты пайдалануға теріс әсер етеді.

Үшінші және төртінші текті шекаралар жоғарыда аталғандарға ұқсас, бірақ аталған қасиеттері үнемі өзгереді.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Инфильтрация (сүзілу) не деп аталады, оның аэрация және қанығу аймағында түрлері (схемасы).
2. Су қозғалысының түрлері, гидравликалық градиент туралы түсінік (схемасы).
3. Дарсидің сызықтық және сызықтық емес фильтрация заңдары.
4. Тұрақталған (немесе қалыптасқан) және тұрақталмаған (немесе қалыптаспаған) жер асты суларының қозғалысы.
5. Жер асты сулары қозғалысының негізгі түсініктері мен анықтамасы.
6. Шекаралық талаптар.

## Тақырып 1.10. Біртекті және біртексіз қаттардағы жерасты суларының тұрақталған қозғалысы

### а) Сүтірегі көлденең жататын грунт суларының қозғалысы.

Жерасты суларының қозғалысын сандық бағалау үшін, бір-бірінен  $l_{1-2}$  қашықтықта орналасқан, 1 және 2 тік қималармен шектелген, қимадағы ағынның фрагментін аламыз. Абциссалар осі ағын қозғалысының бағытына, ал ординаталар осі ағынның қалыңдығына сәйкес келеді.

**Ағынның шығымын анықтау.** Грунт ағынының бірлік шығымының шамасы  $q$  мынадай формуламен анықталады  $q = K_{\phi} \cdot I \cdot h$

Көлденең сүтірек кезінде арынды градиенттің шамасын есепке ала отырып  $I = -\frac{dh}{dx}$ , дифференциалды формадағы бірлік шығымның формуласы мынадай күйге енеді

$$q = -K_{\phi} \cdot h \frac{dh}{dx} \quad (1)$$

Теңдеуде айнымалылар бөлінеді:

$$\frac{q}{K_{\phi}} \cdot dx = -h \cdot dh \quad (2)$$

(2) формуланы 1 қимадан 2 қимаға дейін интегралдаймыз. Мұнда  $x$  0-ден  $l_{1-2}$  дейін өзгереді, ал арынның мәні  $h$  сәйкесінше  $h_1$ -ден  $h_2$  дейін өзгереді:

$$q / K_{\phi} \int_0^{l_{1-2}} dx = - \int_{h_1}^{h_2} h dh \quad (3)$$

Одан мынаны аламыз:  $\frac{q}{K_{\phi} l_{1-2}} = -(h_2^2 - h_1^2)/2$ , (4)

$$q = K_{\phi} \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l_{1-2}} \quad (5)$$

Дюпюи формуласы

Ағынның жалпы шығымы келесідей анықталады:

$$Q = B \cdot q = B \cdot K_{\phi} \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l_{1-2}} = B \cdot K_{\phi} \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot \frac{h_1 - h_2}{l_{1-2}} \quad (6),$$

мұнда  $(h_1+h_2)/2$  – ағынның орташа қалыңдығы ( $h_{cp}$ ),

$(h_1-h_2)/l_{1-2}$  – орташа арынды градиент ( $I_{cp}$ ),

$B$  – ағынның ені.

**Депрессия қисығын құру.**

Егер 1 және 2 екі көлденең қимада су тұтқыш горизонттың қалыңдығы белгілі болса, депрессия қисығын құруға болады. Депрессия қисығын құру үшін, бастапқыдан  $x$  қашықтықта орналасқан, кез келген үшінші қимада  $h_x$  су тұтқыш горизонттың қалыңдығын анықтау қажет. Дюпюи теңдеуіне сәйкес (5) 1-2 ағын учаскесінің бірлік шығымы мынаған тең

$$q_{1-2} = K_{\phi} \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l_{1-2}} \quad (7)$$

$1-x$  учаскесі үшін де дәл осылай

$$q_{1-x} = K_{\phi} \frac{h_1^2 - h_x^2}{2x} \quad (8)$$



Соңғы екі теңдеудің оң жақтарын теңестіреміз ( $q=\text{const}$ ):

$$K_{\phi} \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l_{1-2}} = K_{\phi} \frac{h_1^2 - h_x^2}{2x} \quad (9)$$

Осыдан  $h_x$  мәнін шығарамыз:

$$h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{l_{1-2}} \cdot x} \quad (10)$$

$x$  мәндерін қойып, (10) формула бойынша  $h_x$  сәйкес мәндерін анықтаймыз. Абсциссалар осі бойынша  $x$  мәндерін, оған сәйкес келетін  $h_x$  мәндерін ординаталар осіне салып, парабола болып табылатын грунт ағынының депрессиялық қисығын құруға болады.

Сутірегі еңіс жататын грунт суларының қозғалысы.

**Ағынның шығымын Г.Н.Каменский бойынша анықтау.**

Кез келген қимадағы ағынның бірлік шығымын анықтау үшін, (1) түрдегі дифференциалды теңдеу қолданылады

$$q = -K_{\phi} h \frac{dH}{dx}$$

Айнымалыларды бөлеміз және 1 қимадан 2 қимаға дейін интегралдаймыз

$$\int_0^{l_{1-2}} \frac{q}{K_{\phi} \cdot h} dx = - \int_{H_1}^{H_2} dH \quad (11)$$

Теңдеудің сол жағына орташа туралы теореманы қолданып, ағынның қалыңдығы  $h = h_{cp.}$  деп есептейміз; бұл жағдайда (11) теңдеуі мынадай түрге енеді:

$$\frac{q}{K_{\phi} \cdot h_{cp.}} \cdot l_{1-2} = -(H_2 - H_1) \quad (12)$$

$h_{cp.} = (h_1 + h_2)/2$  болса, (12) теңдеуден мынаны аламыз

$$q = K_{\phi} \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}} \quad (13)$$

**Депрессия қисығын құру.**

(13) теңдеуін пайдаланып, 1-2 және 1- $x$  теңдеулерінің арасындағы бірлік шығымды көрсетеміз

$$q_{1-2} = K_{\phi} \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}}$$

$$q_{1-x} = K_{\phi} \frac{h_1 + h_x}{2} \cdot \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (14)$$

Соңғы екі теңдеудің сол жақтары тең ( $q_{1-2}=q_{1-x}$ ) болғандықтан,  $K_{\phi}/2$  қысқартып, олардың оң жақтарын теңестіреміз:

$$(h_1 + h_2) \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}} = (h_1 + h_x) \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (15)$$

$h_x = H_x - Z_x$  екенін есепке ала отырып,  $x$  аралық қимада  $H_x$  пьезометриялық арынын анықтау үшін, мынадай теңдеуге ие боламыз:

$$(h_1 + h_2) \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}} = (h_1 + H_x - Z_x) \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (16)$$

(16) теңдеуінде бір белгісіз шама  $H_x$  қалады.  $Z_x$  шамасын сутіректің еңістігіне сәйкес былайша анықтайды:

$$Z_x = Z_1 + \frac{Z_1 - Z_2}{l_{1-2}} \cdot x \quad (17)$$

мұнда  $Z_1 = H_1 - h_1$ , ал  $Z_2 = H_2 - h_2$

Ағынның кез келген қимасында су деңгейін анықтаймыз

$$aH_x^2 + bH_x + c = 0 \quad (18),$$

мұнда  $H_x$  келесідей анықталады:

$$H_x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Қалыңдығы тұрақты қаттардағы жерасты суларының қозғалысы.

Қалыңдығы тұрақты қаттағы арынды ағын жерасты суларының біркелкі қозғалысымен сипатталады, оның сүзілу жылдамдығы ағынның барлық қималары бойынша тұрақты шама болып қалады.

**Ағынның шығымын анықтау.**

Бұл жағдай үшін Дюпюидің дифференциалды теңдеуі келесі түрде алынады:

$$q = -K_\phi \cdot m \frac{dH}{dx} \quad (20)$$

Айнымалыларды ( $H$  және  $x$ ) бөліп және (20) теңдеуін 1 қимадан 2 қимаға дейінгі аралықта интегралдап, мынаны аламыз:

$$q = K_\phi \cdot m \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}} \quad (21)$$

**Пьезометриялық қисықты құру.**

$l_{1-2}$  және  $l$ - $x$  қималарының арасындағы бірлік шығымдарды жазайық

$$q_{1-2} = K_\phi \cdot m \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}}$$

$$q_{1-x} = K_\phi \cdot m \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (22)$$

Ағын қозғалысы бойында шығымның өзгермеуіне орай (22) теңдеулердің оң жақтарын  $K_\phi \cdot m$  қысқартып, теңестіреміз:

$$\frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}} = \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (23)$$

$H_x$  катысты (23) теңдеуді шеше отырып, пьезометриялық қисықты құру үшін есептеу формуласын табамыз:

$$H_x = H_1 - \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}} \cdot x \quad (24)$$

(24) теңдеуден көріп отырғанымыздай, арынды ағынның пьезометриялық деңгейі түзу сызық болып табылады.

Қалыңдығы айнымалы қаттардағы арынды сулардың қозғалысы.

Қалыңдығы айнымалы арынды ағындардағы жерасты сулары қозғалысының бойында сүзілу жылдамдығы айнымалы шама, яғни қозғалыс біркелкі емес. Тік қимадағы пьезометриялық беттің формасы қисық сызықты.

**Ағынның шығымын анықтау.**

Ең алдымен (13) Каменскийдің жуық формуласын пайдаланып, ондағы ағынның орташа қалыңдығын  $(h_1 + h_2)/2$  арынды ағынның орташа қалыңдығына  $(m_1 + m_2)/2$  алмастырамыз, онда (13) формуласы мынадай күйге енеді:

$$q = K_\phi \cdot \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}} \quad (25)$$

Шығымды анықтаудың дәлірек шешімін Давидович пен Биндеман ұсынды.

Қаттың өзгермелі қалыңдығы мынаған тең:

$$m_x = m_1 + \frac{m_2 - m_1}{l_{1-2}} \cdot x \quad (26)$$

Бұл формуланы (20) теңдеуге қойып, мынаны аламыз:

$$q = -K_\phi \left( m_1 + \frac{m_2 - m_1}{l_{1-2}} \cdot x \right) \cdot \frac{dH}{dx} \quad (27)$$

Айнымалыларды бөлуден соң және 1 қимадан 2 қимаға дейін интегралдаған соң, мынаны аламыз:

$$\int \frac{q}{K_\phi} \cdot \frac{dx}{\left( m_1 + \frac{m_2 - m_1}{l_{1-2}} x \right)} = \int -dH \quad (28)$$

$$\frac{q}{K_\phi} \left[ \frac{1}{\frac{m_2 - m_1}{l_{1-2}}} \ln \left( m_1 + \frac{m_2 - m_1}{l_{1-2}} x \right) \right] + C = -H + C \quad (29)$$

Анықталған интегралдарға көшіп, мынаны аламыз:

$$\frac{q \cdot l_{1-2}}{K_\phi (m_2 - m_1)} \cdot (\ln m_2 - \ln m_1) = -(H_2 - H_1) \quad (30)$$

Осыдан ағын шығымының есептеу формуласын аламыз:

$$q = K_\phi \cdot \frac{m_2 - m_1}{\ln m_2 - \ln m_1} \cdot \frac{H_2 - H_1}{l_{1-2}} \quad (31)$$

**Пьезометриялық қисықты құру.**

$$q_{1-x} = K_\phi \cdot \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (32)$$

$$q_{1-x} = K_\phi \frac{m_x - m_1}{\ln m_x - \ln m_1} \cdot \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (33)$$

(25) және (32) теңдеулерінің оң жақтарын барлық қималар бойынша шығымның тұрақтылығына орай теңестіріп, пьезометриялық қисықтың ординаталарын анықтау үшін Каменскийдің жуық формуласын аламыз.

$$H_x = H_1 - \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_x} \cdot \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}} x \quad (34)$$

Дәл осылай, (31) және (33) теңдеулерінің оң жақтарын теңестіріп, 1 қимадан  $x$  қашықтықтағы пьезометриялық қисықтың ординаталарын анықтау үшін Давидович-Биндеман формуласын аламыз:

$$H_x = H_1 - \frac{m_2 - m_1}{m_x - m_1} \cdot \frac{\ln m_x - \ln m_1}{\ln m_2 - \ln m_1} \cdot \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}} \cdot x \quad (35)$$

Жерасты суларының арынды-арынсыз қозғалысы.  
 Давидович бойынша бірлік шығымның формуласы

$$q = K_\phi \cdot \frac{m(2H_1 - m) - h_2^2}{2l_{1-2}} \quad (36)$$

**Депрессиялық қисықты құру.**

$l_n$  және  $l_\sigma$  арынды және арынсыз ағындар учаскелерінің ұзындықтарын есепке ала отырып, қисық құрылады.  $l_n$  арынды қозғалыс учаскесінің ұзындығы мына формула бойынша анықталады

$$l_n = \frac{2l_{1-2} \cdot m \cdot (H_1 - m)}{m(2H_1 - m) - h_2^2} \quad (37)$$

(24) формуласының негізінде арынды ағынның учаскесі үшін пьезометриялық қисық түзу түрінде болады:

$$H_x = H_1 - (H_1 - m) \frac{x}{l_n} \quad (38)$$

(10) формулаға сәйкес арынсыз ағынның учаскесі үшін депрессиялық қисықтың ординатасы былай анықталады

$$h_x = \sqrt{m^2 - (m^2 - h_2^2) \frac{x}{l_n}} \quad (39)$$

**Бақылау сұрақтары:**

1. Сүтірегі көлденең жататын грунт суларының қозғалысы (схемасы).
2. Сүтірегі еңіс жататын грунт суларының қозғалысы.
3. Қалыңдығы тұрақты қаттардағы арынды сулардың қозғалысы.
4. Қалыңдығы айнымалы қатардағы арынды суларының қозғалысы.
5. Жерасты суларының арынды-арынсыз қозғалысы.

**ә) Инфильтрациялық қуаттану болғандағы өзенаралық массивте грунт суларының қозғалысы.**

Инфильтрациялық қуаттану (инфильтрация)  $W$  – бұл өзенаралық массивтің аудан бірлігі арқылы уақыт бірлігінде (мм/жыл, мм/тәу, м/тәу) грунт суларының бетіне еніп кететін судың мөлшері.

**Шығымды анықтау.** Өзенаралық массивтің кез келген қимасындағы грунт ағынының шығымы инфильтрация болғанда ( $W$ ) мына формула бойынша анықталады

$$q_x = q_1 + W_x \quad (41),$$

мұнда  $q_x$  -  $A$  өзенінің кемерінен  $x$  қашықтықтағы 3 қимадағы грунт ағынының шығымы;

$q_1$  -  $A$  өзен кемерінің бастапқы қимасындағы ағынның шығымы.  $q_x$  және  $q_1$  шығымдары, егер қозғалыс  $x$  осі арқылы жүрсе, оң деп есептеледі, егер қарсы жүрсе, теріс деп есептеледі. Дюпюи теңдеуі бойынша грунт ағынының шығымы мынаған тең

$$q_x = -K_\phi \cdot h \cdot \frac{dh}{dx}$$

Дюпюи теңдеуінен  $q_x$  мәнін (41) теңдеуге қойып, мынаны аламыз

$$-K_\phi \cdot h \cdot \frac{dh}{dx} = q_1 + W_x \quad (42)$$

Айнымалыларды 1 бастапқы қимадан 3 қимаға дейінгі шектерде теңдеуді интегралдап, мынаны аламыз:

$$-\int_{h_1}^{h_x} h dh = \frac{q_1}{K_\phi} \int_0^x dx + \frac{W}{K_\phi} \int_0^x x dx \quad (43)$$

Интегралдау мынаны береді

$$-\frac{h_x^2 - h_1^2}{2} = \frac{q_1}{K_\phi} x + \frac{W}{K_\phi} \cdot \frac{x^2}{2}; \text{ осыдан } \quad (44)$$

$$q_1 = K_\phi \frac{h_1^2 - h_x^2}{2x} - \frac{W}{2} x \quad (45)$$

$x = l_{1-2}$ ,  $h_x = h_2$  шекті шарттарға сәйкес соңғы шамаларды қабылдап, мынаған ие боламыз:

$$q_1 = K_\phi \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l_{1-2}} - W \cdot \frac{l_{1-2}}{2} \quad (46)$$

(46) теңдеуден  $q_1$  мәндерін (41) формулаға қойып, өзенаралық массивтің ерікті қимасы арқылы грунт суларының шығымын анықтаудың формуласын табамыз:

$$q_x = K_\phi \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l_{1-2}} - W \left( \frac{l_{1-2}}{2} - x \right) \quad (47)$$

1 бастапқы қимадан грунт суларының суайрығына дейінгі қашықтықты  $a_1$  деп аламыз. Суайрықтағы грунт суларының шығымы ( $q_x=0$ ). Онда (17) формуласынан табамыз:

$$K_{\phi} \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l_{1-2}} - W \left( \frac{l_{1-2}}{2} - a_1 \right) = 0, \Rightarrow \quad (48)$$

$$a_1 = \frac{l_{1-2}}{2} - \frac{K_{\phi}}{W} \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l_{1-2}} \quad (49)$$

Егер  $h_1 = h_2$ , онда  $a_1 = l_{1-2}/2$ , яғни грунт суларының суайрығы өзенаралығының ортасында орналасады.

Егер  $h_1 > h_2$ , онда  $a_1 < l_{1-2}/2$ , яғни суайрық өзенаралығының ортаңғы қимасынан солға қарай ауытқыған.

$h_1 \geq h_2$  болғанда,  $a_1 = 0$  жеке жағдайы байқалады, онда қиманың суайрығы А өзенінің кемерінде болады.

**Депрессия қисығын құру.**

$$-\frac{h_x^2 - h_1^2}{2} = \frac{x}{K_{\phi}} \left( K_{\phi} \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l_{1-2}} - W \frac{l_{1-2}}{2} \right) + \frac{W}{K_{\phi}} \cdot \frac{x^2}{2} \quad (50)$$

Жақшаны ашып, 2-ге қысқартып, мынаны аламыз:

$$h_1^2 - h_x^2 = \frac{h_1^2 - h_2^2}{l_{1-2}} x - \frac{W \cdot l_{1-2}}{K_{\phi}} x + \frac{W}{K_{\phi}} x^2 \quad (51)$$

Алынған теңдеу (51)  $h_x$  қатысты шешіледі:

$$h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{l_{1-2}} x + \frac{W}{K_{\phi}} (l_{1-2} - x)x} \quad (52)$$

Өзеннің  $h_1 = h_2 = h$  болғанда, өзендердегі судың бірдей деңгейлеріндегі максималды қалыңдықты анықтаймыз.

$$h_{\max} = \sqrt{h_p^2 + \frac{W}{K_{\phi}} (2a - a)a} \quad (53)$$

$$\text{немесе } h_{\max} = \sqrt{h_p^2 + \frac{W}{K_{\phi}} \cdot a} \quad (54)$$

Радиалды ағын.

Үйлесімді ағын үшін жалпы шығым мынаған тең

$$Q = -K_{\phi} \cdot B \cdot h \cdot \frac{dh}{dx}, \text{ мұнда } \quad (62)$$

$B$  – ағынның айнымалы ені

$$B \supset B_1 - \frac{B_1 - B_2}{l_{1-2}} \cdot x \quad (63) \Rightarrow$$

$$Q = K_{\phi} \cdot \frac{B_1 - B_2}{\ln B_1 - \ln B_2} \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l_{1-2}} \quad (64)$$

Үйлесімсіз ағын үшін

$$B = B_1 + \frac{B_2 - B_1}{l_{1-2}} x \quad (65) \Rightarrow$$

$$Q = -K_{\phi} \left( B_1 + \frac{B_2 - B_1}{l_{1-2}} x \right) \cdot h \frac{dh}{dx} \quad (66)$$

$$Q = -K_{\phi} \left( B_1 - \frac{B_1 - B_2}{l_{1-2}} x \right) \cdot h \frac{dh}{dx} \quad (67)$$

**Депрессия қисығын құру.**

$$h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{B_1 - B_2}{B_1 - B_x} \cdot \frac{\ln B_1 - \ln B_x}{\ln B_1 - \ln B_2} \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{l_{1-2}} x} \quad (68)$$

Біртексіз емес қаттардағы жерасты суларының тұрақталған қозғалысы.

Сусыйымды жыныстардың біртексіздігі табиғатта аса түрліше. Бұл біртексіздік қатпарлылыққа, фациялық өзгергіштікке, біркелкі емес жарықшақтылыққа, литологиялы құрамы бойынша түрліше жыныстардың мүшеленуіне және т.б. факторларға негізделеді. Біртекті емес су тұтқыш қатқабаттардың келесі түрлері ерекше болып табылады:

- суөтімділігі түрліше, кезектесетін қабаттардан тұратын қаттар;
- төменгі қабатқа қарағанда, жоғарғы қабатының суөтімділігі төмен, екіқабатты қаттар;
- көлденең бағыттағы суөтімділігі біртіндеп немесе күрт өзгертін қаттар;
- құрылысы күрделі қаттар.

**Қатпарлы қаттағы жерасты суларының қабаттарға параллель немесе қалыпты түрдегі қозғалысы.**

1) Жерасты суларының қатталу бойынша қозғалысы. Бүкіл ағынның бірлік шығымы мынаған тең

$$q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$$

Ағынның бірлік шығымын келесі күйде көрсетуге болады:

$$q = K_{cp} \cdot h \cdot I,$$

мұнда  $K_{cp}$  – бүкіл қаттың орташа  $K_{\phi}$

$h$  - қаттың барлық қабаттарының қосынды ауданы

$I$  - арынды градиент

$$K_{cp} = \frac{K_1 h_1 + K_2 h_2 + \dots + K_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}$$

Сүзілу коэффициентінің алынған мәні қалыңдығы бойынша орташа салмақты деп аталады, ал  $K_{\phi}$  өзі орташа, келтірілген немесе эквивалентті деп аталады. Ол біртекті емес қаттың барлық кешенінің суөтімділігінің көрсеткіші болып табылады.

Алдыңғы формуладан көріп отырғанымыздай

$$q = \frac{K_1 h_1 + K_2 h_2 + \dots + K_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} (h_1 + h_2 + \dots + h_n) \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}}$$

$$q = (K_1 h_1 + K_2 h_2 + \dots + K_n h_n) \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}}$$

**Жерасты суларының қатталуға қарай қалыпты қозғалуы.**

Судың қатталуға қарай қалыпты қозғалысы кезінде әрбір қабат үшін, Дарси заңына сүйене отырып, сүзілу жылдамдығы мынаған тең болады

$$\begin{array}{l}
 \text{I-ші қабат үшін} \\
 \text{II-ші қабат үшін} \\
 \text{III-ші қабат үшін}
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l}
 v_1 = K_1 I_1 = K_1 \frac{\Delta H_1}{h_1} \\
 v_2 = K_2 I_2 = K_2 \frac{\Delta H_2}{h_2} \\
 v_n = K_n I_n = K_n \frac{\Delta H_n}{h_n}
 \end{array} \right\}$$

мұнда  $\Delta H$  - әр қабаттағы арынның құлауы

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \Delta H_i = v \left( \frac{h_1}{K_1} + \frac{h_2}{K_2} + \dots + \frac{h_n}{K_n} \right) - \text{арынның жалпы құлауы.}$$

Дарси заңы бойынша қатпарлы қатқабат үшін сүзілу жылдамдығы мынаған тең:

$$v = K_{cp} \cdot I = K_{cp} \cdot \frac{\Delta H}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}$$

Сүзілу коэффициентінің орташа мәнін табамыз:

$$K_{cp} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{\frac{h_1}{K_1} + \frac{h_2}{K_2} + \dots + \frac{h_n}{K_n}}$$

Сүзілу коэффициентінің орташа мәніне ие бола отырып, ағын шығымының  $Q$  шамасын анықтауға болады:

$$Q = \omega K_{cp} \cdot \frac{\Delta H}{h} = \omega \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{\frac{h_1}{K_1} + \frac{h_2}{K_2} + \dots + \frac{h_n}{K_n}} \cdot \frac{\Delta H}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} = \omega \frac{\Delta H}{\frac{h_1}{K_1} + \frac{h_2}{K_2} + \dots + \frac{h_n}{K_n}},$$

мұнда  $\omega$  - аспап қимасының ауданы.

### **Екіқабатты қаттағы жерасты суларының қозғалысы.**

Сусыйымдылығы әртүрлі, 2 көлденең жатқан қабаттан тұратын су тұтқыш қатты қарастырайық.

Салыстыру жазықтығы ретінде жоғарғы қабаттың табанын алып, ағынның бірлік шығымының  $q$  теңдеуі мынадай күйге енеді:

$$q = q_1 + q_2 = \left( -K_1 m_1 \frac{dh}{dx} \right) + \left( -K_2 h \frac{dh}{dx} \right)$$

Айнымалыларды бөліп, интегралдап, мынаны аламыз:

$$q(x_2 - x_1) = K_1 m_1 (h_1 - h_2) + K_2 \frac{h_1^2 + h_2^2}{2}$$

$x_2 - x_1 = l_{1-2}$  теңестіріп, ағынның бірлік шығымының формуласын аламыз:

$$q = K_1 m_1 \frac{h_1 - h_2}{l_{1-2}} + K_2 \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l_{1-2}}$$



### Суөтімділігі біртіндеп өзгертін қаттардағы жерасты суларының қозғалысы.

Суөтімділігі сызықтық заң бойынша өзгертін, қалыңдығы тұрақты арынды ағынды қарастырайық.

$$K_x = K_1 + \frac{K_2 - K_1}{l_{1-2}} \cdot x$$

$$q = -K_x \cdot m \cdot \frac{dH}{dx}$$

Бұл теңдеуге  $K$  мәнін қойып, мынаны аламыз:

$$q = -\left(K_1 + \frac{K_2 - K_1}{l_{1-2}} x\right) \cdot m \cdot \frac{dH}{dx} \Rightarrow$$

$$q = \frac{K_2 - K_1}{\ln K_2 - \ln K_1} \cdot m \cdot \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}}$$

Грунт сулары үшін ағынның бірлік шығыны сәйкес теңдеу бойынша анықталады:

$$q = \frac{K_2 - K_1}{\ln K_2 - \ln K_1} \cdot \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot \frac{h_1 - h_2}{l_{1-2}} = \frac{K_2 - K_1}{\ln K_2 - \ln K_1} \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l_{1-2}}$$

Пьезометриялық қисық ординаталарының теңдеуін  $1-2$  және  $1-x$  қималарының арасында ағын шығымын сәйкестендіруден алуға болады.

Арынды сулар үшін

$$H_x = H_1 - \frac{K_2 - K_1}{K_x - K_1} \cdot \frac{\ln K_x - \ln K_1}{\ln K_2 - \ln K_1} \cdot \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}} x$$

Грунт сулары үшін

$$h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{K_2 - K_1}{K_x - K_1} \cdot \frac{\ln K_x - \ln K_1}{\ln K_2 - \ln K_1} \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{l_{1-2}} \cdot x}$$

### Бақылау сұрақтары:

1. Инфильтрациялық қуаттану ( $w$ ) анықтамасы мен өлшеу.
2. Шығымын анықтау формуласы (47).
3. Үйлесімді және үйлесімсіз радиалды ағын (схемасы).

**Тақырып 1.11. Жерасты суларының тұрақталмаған қозғалысы  
Г.Н.Каменскийдің теңдеуі.**

Жерасты суларының тұрақталмаған қозғалысы уақыт ішінде тұрақсыз режим параметрлеріне ие (деңгей,  $Q$ ). Тәжірибеде атмосфералық жауын-шашындарды инфильтрациялау кезінде сүзілудің мұндай режимін бақылауға болады. Сүтірек көлденең жатқандағы және сүзілу режимі өзгергендегі жерасты суларының ағынын қарастырайық.

Ені  $1\text{ м}$ , ұзындығы  $\frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2}$  учаскені бөліп аламыз, ол арқылы инфильтрациялық қуаттануды есептейміз.

$$q_1 = K_1 - 2 \cdot \frac{h_{1,s} + h_{2,s}}{2} \cdot \frac{H_{1,s} - H_{2,s}}{l_{1-2}} \quad (1)$$

Сонымен қатар, ағынның бөлінген элементіне аэрация аймағы арқылы инфильтрациялау есебінен су келіп түседі ( $q_{\text{инф.}}$ ):

$$q_{\text{инф.}} = W \frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2} \cdot 1 \quad (2)$$

Баланстың теріс элементі  $N$  қимасы арқылы ағынның бірлік шығымы болып табылады

$$q_2 = K_{2-3} \cdot \frac{h_{2,s} + h_{3,s}}{2} \cdot \frac{H_{2,s} - H_{3,s}}{l_{2-3}} \quad (3)$$

Уақыт ( $\Delta t$ ) ішінде су тұтқыш горизонттағы су көлемінің ( $\Delta V$ ) өзгеруі былай жазылады:

$$\Delta V = (q_1 + q_{\text{инф.}} - q_2) \Delta t = \left( K_{1-2} \cdot \frac{h_{1,s} + h_{2,s}}{2} \cdot \frac{H_{1,s} - H_{2,s}}{l_{1-2}} + \right. \\ \left. + W \frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2} - K_{2-3} \frac{h_{2,s} + h_{3,s}}{2} \cdot \frac{H_{2,s} - H_{3,s}}{l_{2-3}} \right) \Delta t \quad (4)$$

$\Delta V$  басқаша жазуға болады

$$\Delta V = (H_{2,s+1} - H_{2,s}) \frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2} \cdot 1 \cdot \mu \quad (5)$$

(4) және (5) теңдеулерінің оң жақтарын теңестіреміз және оны ( $H_{2,s+1} - H_{2,s}$ ) қатысты шеше отырып, мынаны табамыз:

$$H_{2,s+1} - H_{2,s} = \frac{\Delta t}{\mu \left( \frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2} \right)} \left( K_{1-2} \cdot \frac{h_{1,s} + h_{2,s}}{2} \cdot \frac{H_{1,s} - H_{2,s}}{l_{1-2}} - \right. \\ \left. - K_{2-3} \frac{h_{2,s} + h_{3,s}}{2} \cdot \frac{H_{2,s} - H_{3,s}}{l_{2-3}} \right) + \frac{W}{\mu} \Delta t \quad (6)$$

Көлденең сүтірекке арналған Каменский теңдеуі.

Көлденең сүтірек үшін теңдеу келесі түрге енеді:

$$h_{2,s+1} - h_{2,s} = \frac{\Delta t}{\mu \left( \frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2} \right)} \left( K_{1-2} \frac{h_{1,s} + h_{2,s}}{2} \cdot \frac{h_{1,s} + h_{2,s}}{l_{1-2}} - \right.$$

$$-K_{2-3} \frac{h_{2,s} + h_{3,s}}{2} \cdot \frac{h_{2,s} - h_{3,s}}{l_{2-3}} \Big) + \frac{W}{\mu} \Delta t \quad (7)$$

Қысқартайық  $K_{1-2} = K_{2-3} = K$

$$l_{1-2} = l_{2-3} = \Delta x$$

$$\frac{h_{1,s} + h_{2,s}}{2} \approx \frac{h_{2,s} + h_{3,s}}{2} \approx h_{cp.}, \text{ онда}$$

сутірегі еңіс жататын ағын үшін

$$H_{2,s+1} - H_{2,s} = \frac{2Kh_{cp} \cdot \Delta t}{\mu \cdot \Delta x^2} \left( \frac{H_{1,s} + H_{3,s}}{2} - H_{2,s} \right) + \frac{W}{\mu} \Delta t \quad (8)$$

сүтірегі көлденең жататын ағын үшін

$$h_{2,s+1} - h_{2,s} = \frac{2Kh_{cp} \Delta t}{\mu \Delta x^2} \left( \frac{h_{1,s} + h_{3,s}}{2} - h_{2,s} \right) + \frac{W}{\mu} \Delta t \quad (9)$$

Келтірілген теңдеулер қарапайымдала түседі, ол үшін мөлшерсіз модуль 1 тең деп алынады:

$$\frac{2Kh_{cp} \cdot \Delta t}{\mu \Delta x^2} = 1 \Rightarrow \Delta x = \sqrt{\frac{2Kh_{cp} \Delta t}{\mu}}$$

Сүтіректің еңіс жататын ағыны үшін мынаны аламыз:

$$H_{2,s+1} = \frac{H_{1,s} + H_{3,s}}{2} + \frac{W}{\mu} \Delta t \quad (10)$$

көлденең сүтіректі ағын үшін:

$$h_{2,s+1} = \frac{h_{1,s} + h_{3,s}}{2} + \frac{W}{\mu} \Delta t$$

**Буссинеск теңдеуі.**

1 және 2 қималарымен оқшауланған сүзілу ағынының элементіне  $dt$  уақыт ішінде,  $q_1 dt$  тең, 1 қима арқылы бүйірден су құйылады және,  $W dx dt$  құрайтын, инфильтрация жүзеге асады. 2 қима арқылы өтетін судың қайтуы  $q_2 dt$  тең.  $dt(dV)$  уақыт ішіндегі ағынның бөлінген элементіндегі су көлемінің жалпы өзгеруі мынаны құрайды:

$$dV = (q_1 + W dx - q_2) dt \quad (1)$$

немесе  $dV = \mu \cdot dH \cdot dx \cdot 1 \quad (2)$ , мұнда

$\mu$  - суқайтарым,

$dH$  -  $dt$  уақыт ішінде арынның өзгеруі,

$dx$  - бөлінген учаскенің ұзындығы,

Ағынның ені = 1

$$dH = \frac{\partial H}{\partial t} dt \quad (3) - \text{толық дифференциал жеке туынды арқылы көрсетілуі}$$

мүмкін.

(1) және (2) теңдеулерін теңестіріп, мынаны аламыз:

$$(q_1 + W dx - q_2) dt = \mu \frac{\partial H}{\partial t} \cdot dt \cdot dx \quad (4)$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} = (q_1 + W dx - q_2) / \mu \cdot dx \quad (5)$$

Сүтірек еңіс жатқан кездегі Дарси теңдеуі бойынша  $q_1$  бірлік шығым:

$$q_1 = -K \cdot h \cdot \frac{\partial H}{\partial x} \quad (6)$$

$q_2$  шамасы келесідей берілуі мүмкін:  $q_2 = q_1 + dq_1$  (7), мұнда  $dq_1 - dt$  уақыт ішіндегі ағынның бөлінген элементіндегі грунт суларының бірлік шығымының өсімшесі.

(5) теңдеуге соңғы екі теңдеуден  $q_1$  және  $q_2$  мәндерін қойып, мынаны аламыз:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial q_1}{\mu dx} + \frac{W}{\mu} \quad (8)$$

$dq_1$  шамасын жеке туынды арқылы көрсетеміз:

$$dq_1 = \frac{\partial q_1}{\partial x} \cdot dx \quad (9) \Rightarrow$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\frac{\partial}{\partial x} \left( K \cdot h \cdot \frac{\partial H}{\partial x} \right) \cdot dx}{\mu \cdot dx} + \frac{W}{\mu}, \text{ осыдан (10)}$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{K}{\mu} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left( h \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{W}{\mu} \quad (11) - \text{еңісті бұрғылауға арналған Буссинеск}$$

теңдеуі

Көлденең сутірек үшін:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{K}{\mu} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left( h \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{W}{\mu} \quad (12)$$

**Г/г міндеттерді шешу кезінде теңдеулер мен соңғы айырымдарды пайдалану.**

1) Инфильтрация шамасын  $W$  есептеу.

а) сутірегі еңіс жатқан ағын үшін

$$W = \mu \frac{H_{2,s} + 1 - H_{2,s}}{\Delta t} - \frac{1}{l_{1-2} - l_{2-3}} \left[ K_{1-2} (h_{1,s} + h_{2,s}) \frac{H_{1,s} - H_{2,s}}{l_{1-2}} - K_{2-3} (h_{2,s} + h_{3,s}) \frac{H_{2,s} - H_{3,s}}{l_{2-3}} \right]$$

б) сутірегі көлденең жататын ағын үшін

$$W = \mu \frac{h_{2,s+1} - h_{2,s}}{\Delta t} - \frac{1}{l_{1-2} - l_{2-3}} \left( K_{1-2} \frac{h_{1,s}^2 - h_{2,s}^2}{l_{1-2}} - K_{2-3} \frac{h_{2,s}^2 - h_{3,s}^2}{l_{2-3}} \right)$$

Инфильтрация шамасы уақыт ішіндегі айнымалы және оны анықтау үшін, ағын бойынша орналасқан, 3 ұңғыманың тұстамасы бойынша бақылаулардың жылдық циклы болу керек.

2) Бөгенде су деңгейін көтеру (немесе түсіру) кезінде ГСД өзгерісін болжау.

ГСД өзгерістерін болжау үшін, бөгеннің жағасына  $\perp$  орналасатын, бөген маңынан г/г көлденеңдікті алады. Г/г көлденеңдік ұзындығы  $\Delta x$  есептік кималармен бөлінеді. Таңдалған кималардағы бастапқы деңгейлер тұрақталған қозғалысқа арналған депрессия қисығының теңдеуі бойынша есептеледі.

$$h_{n,s} = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{l_{1-2}} x + \frac{W}{K} (l_{1-2} - x)x},$$

мұнда  $h_1$  және  $h_2$  - г/г көлденеңдіктегі су тұтқыш горизонттың қалыңдығы,

$l_{1-2}$  - ұңғымалардың арасындағы қашықтық.

3) Грунт суларының жылдық балансын есептеу.

Бірөлшемді ағын жағдайында соңғы айырмалардағы грунт суларының балансын көрсету үшін, мынадай түрге ие болады

$$\mu \cdot \Delta H = \frac{\Delta q}{\Delta x} \cdot \Delta t \pm W \Delta t,$$

мұнда  $\mu \Delta H$  - ұзындығы  $\Delta x$  учаскеде  $\Delta t$  уақыт ішінде грунт суларының қорларын өзгерту,

$\Delta H$  - орталық қимадағы арынның өзгеруі,

$\Delta q$  - грунт суларының бүйірден келуі мен бүйірден кетуі арасындағы айырма,

$\pm W$  - инфильтрацияның (+) немесе буланудың (-) интенсивтілігі.

Ағын тұрғысынан екіөлшемді сулы баланстың теңдеуі келесідей:

$$\mu \Delta H = \frac{\Delta Q}{\omega} \Delta t \pm W \Delta t,$$

мұнда  $\Delta Q$  - сулардың келуі мен кетуі арасындағы айырмашылық,

$\omega$  - учаскенің ауданы.

Қарастырылатын кезең ішінде баланстың жеке элементтерін қосып, грунт суларының балансын алады. Бірөлшемді ағын үшін бұл мына формуламен беріледі:

$$\sum \mu \Delta H = \sum_1 \left( + \frac{\Delta q}{\Delta x} \Delta t \right) + \sum_2 \left( - \frac{\Delta q}{\Delta x} \Delta t \right) + \sum_3 (+ W \Delta t) + \sum_4 (- W \Delta t)$$

### Бақылау сұрақтары:

1. Гидрогеологиялық міндеттерді шешу кезінде теңдеулер мен соңғы айырымдарды пайдалану.
2. Каменскийдің теңдеуі.
3. Буссинекстің теңдеуі.

## Тақырып 1.12. Грунт суларының тежеме көтерілімі

### Тежеме көтерілім құбылысының жалпы сипаттамасы.

Жерасты суларының тежеме көтерілімі деп табиғи немесе жасанды факторлардың ықпалынан олардың деңгейінің көтерілуі саналады. Ол бөгеттер салу мен бөгендер жасаудан кейін өзендердегі су деңгейінің көтерілуі кезінде, интенсивті суландыру кезінде суарылатын территорияларда, каналдардан суды сүзу кезінде, сонымен қатар өзендердегі тасқындар, теңіз көтерілімдері кезінде, яғни жасанды және табиғи факторлардың ықпал етуі нәтижесінде туындайды.

Тежеме көтерілімнің қалыптасуы кезеңінде, бөгенге, кейде бүкіл өзен аралығының шектерінде жанасатын, территорияда ГСД үздіксіз көтерілуі жүзеге асырылады. Деңгейдің көтерілу жылдамдығы уақыт ішінде азаяды. Депрессия қисығының стационарлы жағдайы шек болып табылады. Онда деңгейлердің өзгеруі айтарлықтай қысқарады. Бұл жағдайда тежеме көтерілім стационарлы немесе тұрақталған деп аталады. Стационарлы тежеме көтерілім уақыт ішінде грунт суларындағы ағын шығымының тұрақтылығымен сипатталады. Қалыптасу кезеңінде ГСД үздіксіз көтерілуі жүзеге асырылатын, тежеме көтерілім тұрақталмаған деп аталады.

Жерүсті суқоймалардағы және немесе ағын суларындағы тежеме көтерілім кезіндегі максималды деңгей қалыпты тірелген горизонт (ҚТГ) деп аталады.

### Тұрақталған сүзілу жағдайындағы грунт суларының тежеме көтерілімі.

(стационарлы болып табылады).

1) Сүтірегі көлденең жататын біртекті қаттардағы стационарлы тежеме көтерілім.

Ақынның екі шекарасында да тежеме көтерілім орын алатын жағдай жалпылама болып табылады. Сонымен қатар депрессиялық қисықты тежеме көтерілімнен кейін құру керек. Тежеме көтерілімге дейінгі инфильтрация шамасын есепке ала отырып, өзенаралық массивтегі депрессиялық қисықтың жағдайы мына теңдеу бойынша анықталады:

$$h_x^2 = h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{l_{1-2}} x + \frac{W}{K} (l_{1-2} - x)x \quad (1)$$

Осыған ұқсас А және Б өзендерінде тежеме көтерілімнен кейінгі грунт суларының депрессиялық қисығының теңдеуін жазамыз.

$$y_x^2 = y_1^2 - \frac{y_1^2 - y_2^2}{l_{1-2}} x + \frac{W}{K} (l_{1-2} - x)x \quad (2)$$

Екінші теңдеуден бірінші теңдеуді азайтып, мынаны аламыз:

$$y_x = \sqrt{h_x^2 + (y_1^2 - h_1^2) \cdot \frac{l_{1-2} - x}{l_{1-2}} + (y_2^2 - h_2^2) \cdot \frac{x}{l_{1-2}}} \quad (3)$$

- екі шекарадан да тежеме көтеру кезінде.

Тежеме көтерілім бір өзенде ғана орын алса (Мысалы: А өзені), формула қысқарады:

$$y_x = \sqrt{h_x^2 + (y_1^2 - h_1^2) \frac{l_{1-2} - x}{l_{1-2}}} \quad (4)$$

Тежеме көтерілім аймағымен салыстырғанда, өзен аралығы ұзаққа созылып жатса, онда

$$y_x = \sqrt{h_x^2 + y_1^2 - h_1^2} \quad (5)$$

2) Сутірегі еңіс келетін біртекті қаттардағы стационарлық тежеме көретілім.

Тежеме көтерілімге дейінгі сутірегі еңіс жататын грунт ағынының бірлік шығымы мына формула бойынша анықталады:

$$q = K \frac{h_2 + h_1}{2} \cdot \frac{H_2 - H_1}{l_{1-2}} \quad (6)$$

Тежеме көтерілімнен кейінгі бірлік шығымның сәйкес теңдеуі мынадай түрге ие болады:

$$q = K \frac{(h_2 + Z_2) + (h_1 + Z_1)}{2} \cdot \frac{(H_2 + Z_2) - (H_1 + Z_1)}{l_{1-2}} \quad (7)$$

$$(h_2 + h_1)(H_2 - H_1) = [(h_2 + Z_2) + (h_1 + Z_1)] \cdot [(H_2 + Z_2) - (H_1 + Z_1)] \quad (8) - 2 \text{ сурет}$$

(8) теңдеуінен ізделетін  $Z_2$  қимасындағы тежеме көтерілімнің шамасын табуға болады. Егер тежеме көтеруден кейін бөген кемерінің ығысуы орын алса, онда есептеу мына формула бойынша жүргізіледі:

$$\frac{(h_2 + h_1)(H_2 - H_1)}{l_{1-2}} = \frac{[(h_2 + Z_2) + (h_1 + Z_1)] \cdot [(H_2 + Z_2) - (H_1 + Z_1)]}{l'} \quad (9),$$

мұнда  $l'$  - есептік қима мен тежеме көтерілімнен кейінгі бөген кемерінің арасындағы қашықтық,

$l_{1-2}$  - есептік қима мен тежеме көтерілімге дейінгі өзен кемерінің арасындағы қашықтық.

3) Екіқабатты көлденең қаттағы стационарлық тежеме көтерілім.

$K_1 > K_2$  болғанда, төменгі қабатта қозғалыс арынды деп, ал жоғарғы қабатта арынсыз деп қарастырылады. Ағынның бірлік шығымы төменгі және жоғарғы қабаттардың бірлік шығымдарының қосындысына тең болады, яғни:

$$q = K_1 m \frac{h_2 - h_1}{l_{1-2}} + K_2 \frac{h_2^2 - h_1^2}{2l_{1-2}} \quad (10)$$

Егер 1 және 2 қималарындағы тежеме көтерілімнің шамасын сәйкесінше  $z_1$  және  $z_2$  деп белгілесек, онда тежеме көтерілімнен кейінгі бірлік шығым мынаған тең болады:

$$q = K_1 \cdot m \cdot \frac{(h_2 + z_2) - (h_1 + z_1)}{l_{1-2}} + K_2 \frac{(h_2 + z_2)^2 - (h_1 + z_1)^2}{2l_{1-2}} \quad (11)$$

Тежеме көтерілімге дейінгі және одан кейінгі мәндерді теңестіріп,  $h_1 + z_1 = y_1$  және  $h_2 + z_2 = y_2$  белгілеулерін енгізіп, мынаны аламыз:

$$2K_1 m (h_2 - h_1) + K_2 (h_2^2 - h_1^2) = 2K_1 m (y_2 - y_1) + K_2 (y_2^2 - y_1^2) \quad (12)$$

4) Жалпы біртекті емес қаттың стационарлық тежеме көтерілімі. Каменский бойынша, тежеме көтерілімі көлденең жататын күрделі құрылысты қаттардағы бірлік шығым мынаған тең:

$$q = \frac{K_2 h_2 + K_1 h_1}{2} \cdot \frac{h_2 - h_1}{l_{1-2}} \quad (13)$$

Тежеме көтерілімнен кейін осы формула мынадай күйге енеді:

$$q = \frac{K'_2 y_2 + K'_1 y_1}{2} \cdot \frac{y_2 - y_1}{l_{1-2}} \quad (14)$$

Соңғы екі теңдеудің оң жақтарын теңестіріп, мынаны аламыз:

$$(K_2 h_2 + K_1 h_1)(h_2 - h_1) = (K'_2 y_2 + K'_1 y_1)(y_2 - y_1) \quad (15)$$

(15) теңдеуден 2 қимада тежеме көтерілімнен кейінгі ( $y_2 = h_2 + z_2$ ) су тұтқыш горизонттың қалыңдығы мен тежеме көтерілімнің шамасы ( $z_2 = y_2 - h_2$ ) анықталады.

5) Радиалды ағындағы стационарлық тежеме көтерілім.

Радиалды ағынның тежеме көтерілімін есептеу кезінде, тежеме көтерілімге дейінгі және одан кейінгі уақыт кезеңінде құрастырылған гидроизогиПС карталары болу керек.

- тежеме көтерілімге дейін  $Q = K \frac{B_1 - B_2}{\ln B_1 - \ln B_2} \cdot \frac{h_2^2 - h_1^2}{2l_{1-2}} \quad (16)$

- тежеме көтерілімнен кейін  $Q = K \frac{B'_1 - B'_2}{\ln B'_1 - \ln B'_2} \cdot \frac{y_2^2 - y_1^2}{2l_{1-2}} \quad (17),$

мұнда  $B_1$  және  $B_2$  - 1 және 2 қималардағы ағынның ені,

$B'_1$  және  $B'_2$  - тежеме көтерілімнен кейінгі 1 және 2 қималардағы ағынның ені.

Егер тежеме көтерілімге дейінгі және одан кейінгі шығымдар тең деп алсақ, онда мынадай теңдеу шығады:

$$\frac{B_1 - B_2}{\ln B_1 - \ln B_2} (h_2^2 - h_1^2) = \frac{B'_1 - B'_2}{\ln B'_1 - \ln B'_2} (y_2^2 - y_1^2) \quad (18)$$

(18) теңдеуді  $y_2$  қатысты шеше отырып, есептік қимадағы тежеме көтерілімнен кейінгі ағынның қалыңдығын табамыз.

$$y_2 = \sqrt{y_1^2 + \frac{B_1 - B_2}{B'_1 - B'_2} \cdot \frac{\ln B'_1 - \ln B'_2}{\ln B_1 - \ln B_2} \cdot (h_2^2 - h_1^2)} \quad (19)$$

**Тұрақталмаған сүзілу жағдайындағы грунт суларының тежеме көтерілімі.**

Веригин бойынша шекарада су деңгейінің лездік өзгеруі кезіндегі көлденең сутірегі бар біртекті ағындар үшін грунт суларының тұрақталмаған арыны:

жартылай шектелген ағында:

$$y_x = \sqrt{h_x^2 + (y_1^2 - h_1^2) [1 + \mathcal{G}(\lambda)]} \quad (20),$$

шектелген ағында:

$$y_x = \sqrt{h_x^2 + (y_1^2 - h_1^2) \left[ \frac{l_{1-2} - x}{l_{1-2}} - S \left( \tau, \frac{x}{l_{1-2}} \right) \right]} \quad (21),$$

мұнда  $y_x$  - депрессиялық қисықтың ізделіп отырған координатасы;



$h_x$  - тежеме көтерілімге дейінгі ағынның қалыңдығы;  
 $y_1$  - тежеме көтерілімнен кейінгі бөген кемеріндегі ағынның қалыңдығы;

$h_1$  -  $y_1$  сияқты;

$g(\lambda)$  - график бойынша анықталатын функция;

$l_{1-2}$  - өзен аралығының ені;

$S\left(\tau, \frac{x}{l_{1-2}}\right)$  - график бойынша анықталатын арнайы функция.

(20) теңдеудегі мөлшерсіз аргумент  $\lambda$  былайша берілуі мүмкін

$$\lambda = x/2\sqrt{at} \quad (22),$$

мұнда  $a$  - деңгейөтімділік коэффициенті.

Қаттың орташа қалыңдығы мына формулалар бойынша есептеледі:  
жартылай шектеулі ағын үшін:

$$h_{cp} \approx (2y_1 + h_1)/3 \quad (23)$$

шектелген ағын үшін:

$$h_{cp} \approx (y_1 + h_1 + h_n)/3 \quad (24)$$

мұнда  $h_n$  - тежеме көтерілімнің мәні 0-ге тең дерлік, қимадағы ағынның қалыңдығы.

Сүтірегі еңіс жататын шектелген ағындағы грунт суларының тұрақталмаған тежеме көтерілімі В.М.Шестаковтың формуласы бойынша есептеледі:

$$y_x = \sqrt{h_x^2 + ix(hx + 0.25ix) + (y_1^2 - h_1^2) \cdot F_0 \cdot \left(\tau, \frac{x}{l}\right) - 0.5ix} \quad (25)$$

мұнда  $i$  - сүтіректің ылдиы

$F_0\left(\tau, \frac{x}{l}\right)$  - график бойынша анықталатын функция.

**Өзендер мен бөгендерден сүзу кезіндегі арнаның кедергісін есепке алу.**

1) Тұрақталған тежеме көтерілім кезіндегі арнаның кедергісін есепке алу.

Бөген арнасының біркелкі құрылысындағы  $\Delta H$  шамасы мына формула бойынша анықталады:

$$\Delta L = 0.44h + 0.08(h^2/B) \quad (26) - \text{арнаның кедергісі.}$$

Бұл жағдайда, әсіресе  $h < B$  кезіндегі, арнаның кедергісін есепке алмауға болады.

Бөген арнасының қатпарлы біркелкілігі жағдайында арнаның кедергісі  $\Delta L$  мынаған тең болады

$$\Delta L = 0.44\sqrt{K_r/K_B} + 0.08(h^2/B) \cdot (K_r/K_B) \quad (27)$$

мұнда  $K_r$  және  $K_B$  - судың қатталу бойынша немесе қатталуға  $\perp$  бағыттағы қозғалысы кезінде сүзу коэффициенттерінің орташа өлшемді мәндері.

Арнаның кең таралған екіқабатты құрылысы үшін  $\Delta L$  шамасы былай табылады:

$$\Delta L = \sqrt{\frac{K_2 h_2 h_1}{K_1}} \cdot \operatorname{cth} \left( B \sqrt{\frac{K_1}{K_2 h_2 h_1}} \right), \quad (28)$$

мұнда  $h_2$  және  $h_1$  - жоғарғы және төменгі қабаттың қалыңдығы;  
 $\operatorname{cth} \left( B \sqrt{K_1 / K_2 h_2 h_1} \right)$  - гиперболалық  $\operatorname{ctg}$ , кестелер бойынша анықталады.

**Бақылау сұрақтары:**

1. Грунт суларының анықтамасы.
2. Тежеме көтерілім құбылысының жалпы сипаттамасы.
3. Тұрақталған сүзілу жағдайындағы грунт суларын тежеме көтерілімі.
4. Тұрақталмаған сүзілу жағдайындағы грунт суларын тежеме көтерілімі.

### Тақырып 1.13. Гидротехникалық құрылыстар мен бөгендерден су сүзу аудандарындағы жерасты суларының қозғалысы

Гидротехникалық құрылыстар (байламалар, бөгеттер, шлюздер және т.б.) өзен ағынын бөліп, жоғарғы бөлікте (жоғарғы бьефте) өзен деңгейінің көтерілуін және бөгендердің түзілуін тудырады. Осы құрылыстар ауданындағы сүзілу күрделі кеңістіктік сүзу ағыны болып табылады. Бұл ағынды сандық тұрғыда сипаттау үшін, оны келесі 3 бөлікке бөледі:

- 1) бөгет табанының астынан сүзу;
- 2) жоғарғы бьефтен төменгіге бөгеттің иінді қабысуларын айналып өтетін бүйір сүзілу;
- 3) көршілес аңғарға сүзу.

Бөгеттің негізгі элементтері:

(1) бөгеттің денесі;

понур – жоғарғы бьефтегі өзен түбінің су өткізбейтін қабаты (2);

шпунт немесе найзатас (4) – тік су өткізбейтін тосқауыл;

флютбет – бөгеттің су өткізбейтін табаны.

#### 1) Бөгет табанының астындағы сүзілу.

- бөгет арынына  $H$ , бөгет астындағы жыныстардың қалыңдығына  $m$ , олардың біркелкілігіне, сонымен қатар бөгет флютбетінің құрылысына тәуелді. Қаншалықты бөгет арынының шамасы мен сүзгіш қатқабаттың қалыңдығы үлкен болса, соншалықты ағынның сүзілу шығымы мен жылдамдығы маңызды болады.

Біртекті қатта флютбеті жазық бөгеттің астындағы сүзілу. Бұл жағдай үшін шешімді Н.Н.Павловский тапты.

$S_1, S_2, S_3$  – тоқ сызықтары;  $N_1-N_6$  – тең арындардың сызықтары;  $b$  – флютбет енінің жартысы;  $m$  – сүзгіш қатқабаттың қалыңдығы;  $H_1$  және  $H_2$  – пьезометриялық арынның шамасы;  $H$  – бөгетке келетін арынының шамасы.

Бөгет астындағы ағынның бірлік шығымы:

$$q = K \cdot H \cdot g_r \quad (1),$$

мұнда  $g_r$  - келтірілген сүзілу шығымы ( $K=1$  және  $H=1$  болғандағы шығым).

$g_r$  график бойынша анықталады.

Бөгет астындағы жалпы шығым мынаған тең:

$$Q = B \cdot q \quad (2), \text{ мұнда } B \text{ – жоғарғы бьеф шектеріндегі бөгеттің ұзындығы.}$$

Кез келген нүктедегі пьезометриялық арын мына формула бойынша анықталады:

$$H_x = h_r \cdot H + H_2 \quad (3)$$

мұнда  $h_r$  - келтірілген арын, график бойынша анықталады.

**график**  $h_r = f\left(\frac{x}{b}, \frac{b}{m}\right)$

Ағынның төменгі бьефке шығуы кезіндегі арынды градиент былай есептеледі:

$$I = (H/m) \cdot F_3, \quad (4)$$

мұнда  $F_3 - (x-b)/m$  және  $b/m$  параметрлеріне тәуелді кесте бойынша анықталатын функция.

Құрылысы екіқабатты табандағы бөгет астында сүзу. Екіқабатты қатқабаттың жоғарғы қабаты, төменгіге қарағанда,  $K_\phi$  төмен болатын жағдайды Г.Н.Каменский қарастырды.

Ағынның бірлік сүзілу шығымы мынаған тең:

$$q = \frac{H}{\frac{2b}{K_2 m_2}} + 2 \sqrt{\frac{m_1}{K_1 K_2 m_2}} \quad (5)$$

Ағынның төменгі бьефке шығуы кезіндегі арынды градиент мына формула бойынша есептеледі:

$$I = \frac{H}{2m_1 + 2b \sqrt{\frac{K_1 m_1}{K_2 m_2}}} \quad (6)$$

## 2) Бөгеттің иінді қабысуларын айналып өтетін сүзілу.

Айналма сүзілу – планда жоғарғы бьефтен төменгі бьефке өтетін күрделі ағын. Ағынның таралу аймағы схемаланады: қимадағы иілген ағын жоғарғы бьефтен төменгі бьефке бір сызыққа теңестіріледі, планда ағын радиусы  $B_1$  және  $r_0$  жартышарлар деп қабылданады, мұнда  $B_1$  - айналма сүзілу аймағының ені,  $r_0$  - жартышардың радиусы. Веригин формуласы бойынша есептеледі.

Сүзілу шығымы мынаған тең:

$$Q = \frac{KHm}{\pi} \ln \frac{B_1}{r_0} - K \cdot I_\sigma \cdot m(B_1 - r_0) \quad (7)$$

мұнда  $H$  – жоғарғы және төменгі бьефтердің арасындағы арындардың айырмасы,  $I_\sigma$  - тұрмыстық ағынның ылдиы.

Айналма сүзілу аймағының ені былай есептеледі:

$$B_1 = \frac{H}{\pi \cdot I_\sigma} \quad (8)$$

Ағынның арыны келесі теңдеумен анықталады:

- жоғарғы бьеф учаскесі үшін

$$H_{x,y} = H \left( 1 - \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \right) + H_e \quad (9)$$

- төменгі бьеф учаскесі үшін

$$H_{x,y} = \frac{H}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{y}{x} + H_e \quad (10)$$

мұнда  $H_{x,y}$  - бөгетті салудан кейін  $x$  және  $y$  координаттары бар нүктедегі арын,

$H_e$  – дәл сол нүктедегі, бірақ бөгетті салғанға дейінгі арын.

## 3) Сүзу ағынының гидродинамикалық қысымы.

Гидростатикалық қысымды анықтау үшін, суы жоғары қарай қозғалатын, сүзілу ағынының элементін ажыратамыз. Жыныста судың

қозғалуы кезінде кедергі күштері туындайды, оларды мынадай тәуелділікпен көрсетеміз:

$$dp = \rho \cdot dh \cdot df \quad (11), \text{ мұнда}$$

$\rho$  - судың тығыздығы (кг/м<sup>3</sup>);  $dh$  - ағым элементіндегі арындардың айырмасы (м);  $df$  - элементтің көлденең қимасының ауданы (м<sup>2</sup>).

$dp$  шамасын көлем бірлігіне бөлсек, гидродинамикалық қысымның мәнін аламыз:

$$P_0 = \frac{dp}{dl \cdot df} \quad (12),$$

мұнда  $dl$  - бөлінген элементтің ұзындығы (м).

(12) теңдеуінде  $dp$  оның (11) формуладағы мәнімен алмастырып, мынаны табамыз:

$$P_0 = \frac{\rho \cdot dh \cdot df}{dl \cdot df} = \rho I \quad (13)$$

Судың тығыздығын бір деп алып,  $P_0 = 1$ , яғни гидродинамикалық қысым  $P_0$  саны жағынан арынды градиентке  $I$  тең.

Судың астындағы жыныстың көлемдік массасы:

$$\sigma_n = (1 - n)(\gamma_n - 1), \quad (14)$$

мұнда  $n$  – жыныстың кеуектілігі;  $\gamma_n$  - жыныстың тығыздығы (кг/м<sup>3</sup>).

Егер гидродинамикалық қысым жыныстың көлемдік массасына тең немесе одан артық болса, онда жыныс өз массасын жоғалтады және сүзу ағынымен шайылады. Жыныс шайылатын («көтерілетін») кездегі арынды градиенттің мәні сындарлы градиент  $I_{кр}$  деп аталады:

$$I_{кр} = (1 - n)(\gamma_n - 1) \quad (15)$$

Осылайша, төменгі бьефте жыныстардың босауын, суффозиясын және көтерілуін болдырмау үшін, келесі шартты орындау қажет:

$$I < (1 - n)(\gamma_n - 1) \quad (16)$$

#### **4) Бөгеттің сүзілу шығындары.**

Н.Н.Биндеманның ұсынысы бойынша «сүзу шығымы» және «сүзу шығыны» ұғымдарын ажырату қажет.

Сүзу шығымы деп, уақыт бірлігінде бөгеттің жоғалтатын су көлемі аталады.

Сүзу шығыны, бөгеттің сулы балансының элементі бола отырып, бөгетті тұрғызуға дейінгі және одан кейінгі өзенді грунттық қуаттандырудың арасындағы айырма болып табылады. Сүзу шығымы мен шығындар уақытша (бөгет жағасы мен түбінің қанығу кезеңінде) және тұрақты (жерасты суларының депрессиялық немесе пьезометриялық қисықтары тұрақталғаннан кейінгі) бола алады.

Бөгет жағалауының ұзындық бірлігіндегі сүзілу шығындары мынаған тең:

$$q_{II} = q_1 - q_2 \quad (17),$$

мұнда  $q_1$  - тежеме көтерілімге дейінгі өзеннің грунттық қуаттануы,

$q_2$  - тежеме көтерілімнен кейінгі.

### Тұратқы сүзу шығындары.

А өзеніне қарағанда, Б өзеніндегі тежеме көтерілімге дейінгі су деңгейі жоғары ( $h_2 < h_1$ ). Тежеме көтерілімнен кейін Б өзеніндегі бөгеттен сүзілу туындайды ( $y_1 > h_2$ ). Дарси теңдеуі бойынша тежеме көтерілімге дейінгі және одан кейінгі бірлік шығынды анықтаймыз:

$$\text{- тежеме көтерілімге дейінгі } q_1 = K \frac{h_2^2 - h_1^2}{2l}, \quad (18)$$

$$\text{- тежеме көтерілімнен кейін } q_2 = K \frac{h_2^2 - h_1^2}{2l} \quad (19)$$

Сүзу шығындары мынаны құрайды:

$$q_n = q_1 - q_2 = \frac{K}{2l} (y_1^2 - h_1^2) \quad (20)$$

2) Б өзеніне қарағанда, А өзеніндегі тежеме көтерілімге дейінгі және одан кейінгі судың деңгейі жоғары ( $h_1 > h_2$ ;  $y_1 > h_2$ ). Сүзу шығындары мынаған тең болады:

$$q_n = q_1 - q_2 = -K \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l} + K \frac{y_1^2 - h_2^2}{2l} = \frac{K}{2l} (y_1^2 - h_1^2)$$

3) А және Б өзендерінде тежеме көтерілімге дейінгі деңгейлер:  $h_1 = h_2$ . Бұл жағдайда тежеме көтерілімге дейінгі шығым  $q_1 = 0$ , сүзу шығындары мына формуламен беріледі:

$$q_n = q_1 - q_2 = 0 - (-q_2) = K \frac{y_1^2 - h_2^2}{2l} = \frac{K}{2l} (y_1^2 - h_1^2)$$

Сутірек еңіс жатқан жағдайда

$$q_n = K \frac{y_1 - h_1}{2} \left( \frac{y_1 + h_1}{l} \pm I \right) \quad (21)$$

$I$  - сутіректің ылдиы

$l$  - өзен кемерлерінің арасындағы қашықтық

Арынды сулар үшін тұрақты сүзу шығындары мына формула бойынша анықталады:

$$q_n = K \frac{H_0 m}{l} \quad (22)$$

$H_0$  - тежеме көтерілімге дейінгі өзен деңгейінен бөгеттің НПП артуы,  
 $m$  - су тұтқыш горизонттың қалыңдығы.

### Уақытша сүзу шығындары.

1) Өзен грунт суларымен қуаттанбаған жағдайдағы уақытша сүзу шығындары.

Грунт сулары тереңде жатқанда немесе олар болмағанда, жыныстар бөгеттің түбінен қанығады. Жыныстардың қанығуына қажетті уақыт Биндеман бойынша мына формуламен анықталады:

$$t = \frac{\mu}{K} \left[ h_0 - (H_0 + h_k) \ln \frac{H_0 + h_k + h_0}{H_0 + h_k} \right] \quad (23)$$

мұнда  $\mu$  - жыныстар қанығуының жеткіліксіздігі,  
 $h_k$  - менисктердің қылтүтіктік қысымы.

Бөгеттің астында оның ұзындық бірлігіне келетін, жыныстарды қанықтыруға бөгеттің шығындаған суының көлемі мынаған тең:

$$V_t = \mu \cdot h_0 \cdot B \quad (24)$$

мұнда  $B$  – бөгеттің ені.

$t$  уақытының ішінде бөгет түбінің астында жыныстардың қанығуы кезіндегі уақыт бірлігіндегі бөгеттің сүзу шығындары мынаны құрайды:

$$q_n = \mu h_0 B / t \quad (25)$$

2) Өзен грунттық қуаттанбаған кезде бөгет жағаларын қанықтыруға кететін уақытша сүзу шығындары.

Бір жағадан бөгеттің тола бастауынан  $t$  уақытының ерікті кезеңінде бұл шығындар, Биндеман бойынша, мынаған тең:

$$q_n = \beta H_0 \sqrt{2\mu K H_0 / t} \quad (26)$$

мұнда  $\beta$  -  $h_1/H_0$  қатынасы бойынша анықталатын коэффициент

$h_1/H_0$	0	1	2	3	4	5
-----------	---	---	---	---	---	---

$\beta$	0,67	1,07	1,37	1,61	1,81	2,0
---------	------	------	------	------	------	-----

3) Өзен грунт суларымен қуаттанған кездегі уақытша сүзу шығындары. Жағалардың қанығу уақыты:

$$t = \frac{3\mu l^2}{\pi K (2y_1 + h_1)} \quad (27)$$

$$q_n = 2g_{cp} = K \frac{y_1^2 - h_1^2}{l} \quad (28)$$

### Бақылау сұрақтары:

1. Гидротехникалық құрылыстар ауданындағы сүзілу туралы түсінік және бөгеттің негізгі элементтері.
2. Бөгет табанының астындағы сүзілу.
3. Бөгеттің иінді қабысуларын айналып өтетін сүзілу.
4. Н.Н. Биндеманның ұсынысы бойынша «сүзу шығымы» және «сүзу шығыны» туралы жалпы түсінік.

### **Тақырып 1.14. Жерлерді сулау және құрғату аудандарындағы жерасты суларының қозғалысы**

Сулау және құрғату аудандарындағы жерасты суларының қозғалысы өзгеше және көптеген факторлармен алдын ала анықталады. Олардың ішінде негізгілері: сулау, оның режимі және территорияны құрғату.

Сулау аудандарындағы жерасты суларының қозғалысына тән ерекшеліктерді сипаттайтын негізгі қасиеттер мыналар болып табылады:

1) Жерасты суларының қозғалыс жағдайларына және режиміне ықпал ететін, табиғи да, жасанды да факторлардың көпшілігі.

2) Грунт суларының режиміне, олардың қуаттану, қозғалу және босау жағдайларына, сулау жүйесімен байланысты, жасанды факторлардың маңызды әрі басым ықпалы.

3) Сулаудың әр нақты массивінің шектерінде жерасты сулары ағындарының гидродинамикалық ерекшеліктері оның пландағы конфигурациясымен, негізгі каналдарды орналастыру схемасымен, олардың толуының периодтылығымен, сулау интенсивтілігімен және құрғату құрылыстарының әрекетімен алдын ала анықталады.

4) Сулаудың өзгеріссіз жағдайларында суландырылатын массивтің астынан грунт сулары айнасының көтерілуі уақыт ішінде азаятын жылдамдықпен жүреді және сулы бассейндың кіріс (сулау) және шығыс (судың қайтуы және булану) элементтерінің арасындағы тепе-теңдікке жеткен кезде тоқталады.

5) Суландырылатын массивтік астындағы грунт сулары айнасының көтерілу жылдамдығы мен абсолютті шамасы сүзу шығындарының шамасына, олардың интенсивтілігіне, грунт суларының бастапқы бастапқы деңгейінің қалпына, суландыратын және шайғыш сулардың сүзілу шамасына және массив шектеріндегі шекаралық жағдайларға тәуелді. Бұл Судың аэрация және қанығу аймақтарына түсуінің интенсивтілігін де, қосынды шамасын да өзгерту жолымен оларды реттеу және басқару мүмкіндігін береді.

6) Грунт сулары балансының сипатына қарай олардың тұрақталған да, тұрақталмаған да қозғалыс режимдерінің көріністері орын алады.

7) Магистральді және басқа канал суларының сүзілуіне олардың астында жататын жыныстардың қылтүтіктік қасиеттері, олардың сумен қанығу деңгейі, грунт суларының жерүсті суларымен байланысы және каналдардың әрекет ету жағдайлары маңызды ықпал етеді.

8) Сулау массивтеріндегі грунт суларының режимі топырақтың белсенді қабатының сулау режимімен тығыз байланысты, оның мелиоративті жағдайын алдын ала анықтайды. Сондықтан сулау массивтерінде сулы және тұзды режимдерді басқару болжамары мен әдістерін негіздеу үшін, жерасты суларын сүзу және ылғалды тасымалдау үрдістерінің бірлескен талдауы талап етіледі.

#### **Каналдардан суды сүзу.**

Каналдардан суды сүзудың шығындары сулау массивтерінде грунт сулары режимінің қалыптасуына және суландырылатын жерлердің



мелиоративтік жағдайының өзгеруіне маңызды ықпал етеді. Өйткені суландыруға тартылатын судың жартысына жуығы сүзуге кетеді.

Каналдан суды сүзу үрдісін зерттеп, С.Ф.Аверьянов сүзілудің 3 сатысын ажыратты: I. Еркін, немесе сіңіру сатысы; II. Қылтүіктік-грунт ағынының сатысы; III. Тіселген сүзілу сатысы.

I. Сіңіру сатысы жылдамдығы  $v$  гравитациялық және қылтүіктік күштердің ықпалынан аэрация аймағының жыныстары арқылы каналдан суды сүзу үрдісі болып табылады.

$$v_z = K_e (1 + b/\sqrt{t}) \quad (1)$$

$$\text{мұнда } K_e - \text{ылғалды тасымалдау коэффициенті } K_e = K \left( \frac{\Theta - \Theta_{mm}}{\Theta_{II} - \Theta_{mm}} \right)^{3,5}$$

( $\Theta$ ,  $\Theta_{mm}$ ,  $\Theta_{II}$  - табиғи, максималды молекулярлы, толық ылғал сыйымдылық);

$b$  - сіңіру коэффициенті;  $t$  - каналдың жұмыс істей бастағандағы уақыт.

Жыныстар ылғал  $\Theta$  болғанда, сіңіру коэффициенті  $b (m \cdot \text{жy}^{\frac{1}{2}})$  былай анықталады:

$$b \approx 0,6 \sqrt{\frac{\Theta H_k + 1,4 h_0}{K_e}} \quad (2)$$

Каналдардың түбі мен борттары арқылы сүзу шығымы  $Q_\phi$  мына формула бойынша анықталады:

$$Q_\phi = \bar{Q}_\phi (1 + b/\sqrt{t}) \quad (3),$$

мұнда  $\bar{Q}_\phi - Q_\phi = K_e (1 + h_k/B) \cdot (B + 2h_0)$  түріндегі Павловский-Веригин формуласы бойынша анықталатын, «шексіздіктегі» сүзу шығымы,

$B$  - судың кемері бойынша каналдың ені.

Сіңіру сатысының ұзақтығы  $t_1$  былай анықталуы мүмкін:

$$t_1 \approx H_0 \mu / K_e \text{ немесе}$$

$$t_1 = \frac{\mu}{K_e} \left[ H_0 - (h_0 + H_k) \cdot \ln \frac{h_0 + H_k + H_0}{H_0} \right] \quad (4),$$

мұнда  $H_0$  - канал түбінен ГСД дейінгі тереңдігі,

$\mu$  - қанығудың жеткіліксіздігі.

II. Инфильтрацияланатын және грунт ағындарының қылтүіктік аймақтарының қабысу сәтінен қылтүіктік-грунт ағынының сатысы орын алады. ГСД каналдан (бастапқы ГСД) көтерілуі  $\Delta H_t$  уақыт ішінде мына формула бойынша анықталады:

$$\Delta H_t = [H_0] + \frac{\bar{Q}_\phi \sqrt{t}}{\sqrt{\pi K h_1 \mu}},$$

$$\text{мұнда } [H_0] = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \cdot \frac{b \cdot \bar{Q}_\phi}{\sqrt{K h_1 \mu}} \quad (5), \text{ мұнда}$$

$h_1$  - канал астындағы грунт сулары ағынының орташа қалыңдығы;  $t$  - есептік уақыт (II-ші сатының басынан).

Екінші сатының ұзақтығы  $t_2$  анықталады:

$$t_2 = \frac{\pi^2}{4} b^2 \left[ \frac{H_0}{[H_0]} - 1 \right]^2 \quad (6)$$

I-ші және II-ші сатылардың барысындағы каналдың қосынды сүзу шығындары (судың көлемі)  $V_{1-2}$  мына формула бойынша анықталады:

$$V_{1-2} = \bar{Q}_\phi (2b\sqrt{t_1 + t_2} + t_1 + t_2) \quad (7)$$

III. Тірелген сүзілу сатысы канал суларының грунт суларымен тікелей гидравликалық байланысы жағдайында жүреді. Каналдағы судың деңгейі I-ші қатарлы шекара болып табылады, арынның максималды мәнін құрады және грунт суларының темеше көтерілімін қалыптастырады. Ол бастапқыда тұрақталмаған болып табылады, бірақ уақыт ағысымен стационарлығыға айналуы мүмкін.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Сулау аудандарындағы жерасты суларының қозғалысына тән ерекшеліктерді сипаттайтын негізгі қасиеттер.
2. Каналдардан су сүзуі (сүзудің 3 сатысы).

### Тақырып 1.15. Гидрогеологиялық параметрлерді анықтау

Жыныстардың қуыстылығына және өтімділігіне негізделген, сусыйымды орталардың сыйымдылық және сүзілу қасиеттерін сипаттайтын шамаларды су тұтқыш горизонттардың г/г параметрлері деп атайды.

Су тұтқыш қаттың негізгі г/г параметрлері болып табылады: сүзу коэффициенті  $K$ , суөтімділік коэффициенті  $T$ , пьезотөтімділік  $a^*$  немесе деңгей өтімділік  $a$  коэффициенті, сонымен қатар ұңғыманың ішкі сүзілу кедергісі  $\xi_c$ , келтірілген ықпалдық радиус  $R_{II}$  және т.б.

#### Тұрақталған қозғалыс кезінде г/г параметрлерді анықтау.

Артезиан сулары:

Орталық ұңғыма үшін:

$$K = 0,366Q \frac{\lg(R_{II}/r_c)}{m \cdot S_c} \quad (1)$$

Орталық және бақылау ұңғымалары үшін:

$$K = 0,366Q \frac{\lg(r_1/r_c)}{m(S_c - S_1)} \quad (2)$$

Екі бақылау ұңғымасы үшін:

$$K = 0,366Q \frac{\lg(r_n/r_{n-1})}{m(S_{n-1} - S_n)} \quad (3)$$

Грунт сулары:

Орталық ұңғыма үшін:

$$K = 0,732Q \frac{\lg(R_{II}/r_c)}{(2H_e - S_c)S_c} \quad (4)$$

Орталық және бақылау ұңғымалары үшін:

$$K = 0,732Q \frac{\lg(r_1/r_c)}{(2H_e - S_c - S_1)(S_c - S_1)} \quad (5)$$

Екі бақылау ұңғымасы үшін:

$$K = 0,732Q \frac{\lg(r_n/r_{n-1})}{(2H_e - S_{n-1} - S_n)(S_{n-1} - S_n)} \quad (6),$$

мұнда  $Q$  және  $r_c$  - орталық ұңғыманың шығымы мен радиусы;

$r_1, r_{n-1}, r_n$  - орталық ұңғымадан бірінші,  $n-1$  және  $n$  бақылау ұңғымаларына дейінгі қашықтық;

$H_e$  - су тұтқыш горизонттың қалыңдығы;  $S_c, S_1, S_{n-1}, S_n$  - орталық, бірінші,  $n-1$  және  $n$  бақылау ұңғымаларындағы деңгейдің төмендеуі.

Жоғарыда келтірілген формулалар бойынша  $K_\phi$  анықтап, оны су тұтқыш қатқабаттың қалыңдығына көбейтіп, суөтімділік коэффициентін  $T$  аламыз.

Арынды сулар үшін:

$$T = k \cdot m = 0,366 \cdot Q \frac{\lg(R_{II}/r_c)}{S_c} \quad (7)$$

Екі бақылау ұңғымасы болғанда, формула мынадай күйге енеді:

$$T = 0,366 \cdot Q \frac{\lg(r_2/r_1)}{(S_1 - S_2)} \quad (8)$$

Екі бақылау ұңғымасы болғанда, тәжірибелік сутартудың мәліметтері бойынша келтірілген ықпалдық радиусты ( $R_{II}$ ) мына формулалар бойынша анықтайды:

$$\text{Артезиан сулары үшін: } \lg R_{II} = \frac{S_1 \lg r_2 - S_2 \lg r_1}{S_1 - S_2} \quad (9)$$

$$\text{Грунт сулары үшін: } \lg R_{II} = \frac{(2H_e - S_1)S_1 \cdot \lg r_2 - (2H_e - S_2)S_2 \cdot \lg r_1}{(2H_e - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)} \quad (10)$$

**Тұрақталмаған қозғалыс кезіндегі г/г параметрлерді анықтау.**

Г/г параметрлерді анықтау әдістері айтарлықтай көп. Олар тәжірибелік ақпараттың сипатына қарай 2 топқа бөлінеді. Бірінші топ әдістерінде сыналатын су тұтқыш горизонттардың сыйымды және сүзілу қасиеттерімен анықталатын, сутартулар кезіндегі жерасты сулары режимінің заңдылықтарын қолданады. Бұл әдістермен негізгі есептік параметрлер анықталады.

Екінші топ әдістері, тек сыйымдылық және сүзілу қасиеттерімен емес, шекаралық жағдайлармен анықталатын, тәжірибелік заңдылықтарды қолданады.

1) Артезиан суларының су тұтқыш горизонттарының г/г параметрлерін есептеу.

Графоаналитикалық әдісте артезиан сулары үшін мына формула бастапқы болып табылады:

$$S = \frac{Q}{4\pi Km} \ln \frac{2,25a * t}{r^2} = \frac{0,183Q}{Km} \lg \frac{2,25a * t}{r^2}$$

Таңдалған координаттарға қарай мәліметтерді өңдеудің 3 тәсілі бар.

Квазитұрақталған сүзілу кезіндегі бақылау графиктері

а – уақыттық бақылау; б – аудандық бақылау; в – аралас бақылау.

Уақыттық бақылау тәсілі бір ұңғымадағы өлшеулер бойынша уақыт ішінде деңгейдің төмендеуін немесе қалпына келуін бақылаудан тұрады ( $S - \lg t$ ). Бақылау ұңғымаларының орталық ұңғымаға дейінгі қашықтығына қарай, яғни тәжірибелі учаскенің ауданы бойынша деңгей өзгерістерін өңдеу аудандық бақылау тәсілінде жүзеге асырылады ( $S - \lg r$ ). Аралас бақылау тәсілінде уақыт ішіндегі деңгейдің өзгерістерін бірнеше бақылау ұңғымалары бойынша тіркейді [ $S - \lg(t/r^2)$ ].

Г/г параметрлерді есептеуге арналған формулаларды кестеде келтіреміз.

<b>Арынды сулар</b>		
<b>Өңдеу тәсілдері</b>		
Уақыттық бақылау	Аудандық бақылау	Аралас бақылау
$S = f(\lg t)$	$S = f(\lg r)$	$S = f[\lg(t/r^2)]$

$S = \frac{0,183Q}{km} [\lg(2,25\chi/r_c^2)]$ $B_t = (S_2 - S_1)/(\lg t_2 - \lg t_1)$ $T = km = 0,183Q/B_t$ $k = T/m = 0,183Q/mB_t$ $\lg \chi = 2\lg r - 0,35 + \frac{A_t}{B_t}$ $R_{II} = 1,5\sqrt{\chi t}$	$S = \frac{0,366Q}{km} \left( \frac{1}{2} \lg 2,25\chi t - \lg r \right)$ $B_r = \frac{S_1 - S_2}{\lg r_2 - \lg r_1}$ $T = km = \frac{0,366Q}{B_r}$ $k = T/m = 0,366Q/mB_r$ $\lg \chi = \frac{2A_r}{B_r} - 0,35 - \lg t$ $R_{II} = 1,5\sqrt{\chi t}$	$S = \frac{0,183Q}{km} \left( \lg 2,25\chi + \lg \frac{1}{r^2} \right)$ $B_k = \frac{S_2 - S_1}{\lg(t/r^2)_2 - \lg(t/r^2)_1}$ $T = km = 0,183Q/B_k$ $k = T/m = 0,183Q/mB_k$ $\lg \chi = A_k/B_k - 0,35$ $R_{II} = 1,5\sqrt{\chi t}$
--	--	---

*Қосымша.* Әріптік белгілеулер:  $t$  - сутартудың ұзақтығы;  $r$  - қарастырылатын ұңғымадан орталық ұңғымаға дейінгі қашықтық;  $Q$  және  $r_c$  - орталық ұңғыманың шығымы мен радиусы;  $B_t$ ,  $B_r$ ,  $B_k$  - бақылаудың түрлі тәсілдерінің бұрыштық коэффициенттері (сәйкесінше уақыттық, аудандық және аралас);  $A_t$ ,  $A_r$ ,  $A_k$  - сәйкесінше уақыттық, аудандық және аралас бақылауға арналған ординаталар осьтеріндегі (20.3 сурет) түзулермен қиылатын кесінділер.

$T$  және  $a^*$  коэффициенттерін анықтап, қаттың серпінді суқайтарымының коэффициентін  $\mu_{\text{зпр}}$  табуға болады:

$$\mu_{\text{зпр}} = T/a^*$$

Қаттың серпінді суқайтарым коэффициенті пьезометриялық арын 1м-ге төмендегенде арынды қаттың бірлік ауданынан алынуы мүмкін судың көлемін сипаттайды. Егер сутарту жетілмеген (ашылу деңгейі бойынша жетілмеген) ұңғымадан жүргізілсе,  $-0,434\zeta$  мәні енгізіледі. Осылайша, уақыттық бақылау тәсілі үшін, формула мынадай күйге енеді:  $\lg a^* = 2\lg r_c - 0,35 + \frac{A_t}{B_t} - 0,434\zeta$ , мұнда  $\zeta$  - гидравликалық кедергі.

2) Грунт суларының су тұтқыш горизонттарының г/г параметрлерін есептеу.

Грунт суларында сутарту кезіндегі гоирзонттың қалыңдығы – айнымалы шама.

<b>Грунт сулары</b>		
<b>Өңдеу тәсілдері</b>		
Уақыттық бақылау	Аудандық бақылау	Аралас бақылау
$(2H_e - S)S = f(\lg t)$ $B_t = \frac{(2H_e - S_2)S_2 - (2H_e - S_1)S_1}{\lg t_2 - \lg t_1}$ $k = 0,366Q/B_t$ $\lg a = 2\lg r - 0,35 + A_t/B_t$ $R_{II} = 1,5\sqrt{at}$	$(2H_e - S)S = f(\lg r)$ $B_r = \frac{(2H_e - S_1)S_1 - (2H_e - S_2)S_2}{\lg r_2 - \lg r_1}$ $k = 0,732Q/B_r$ $\lg a = \frac{2A_r}{B_r} - 0,35 - \lg t$ $R_{II} = 1,5\sqrt{at}$	$(2H_e - S)S = f \left[ \lg \left( \frac{t}{r^2} \right) \right]$ $B_k = \frac{(2H_e - S_2)S_2 - (2H_e - S_1)S_1}{\lg(t/r^2)_2 - \lg(t/r^2)_1}$ $k = \frac{(2H_e - S_2)S_2 - (2H_e - S_1)S_1}{\lg(t/r^2)_2 - \lg(t/r^2)_1}$ $\lg a = A_k/B_k - 0,35$ $R_{II} = 1,5\sqrt{at}$

Грунт сулары үшін параметрлерді есептеудің барысы артезиан суларының есептеулеріне ұқсас. Грунттың суқайтарымдық коэффициентінің мәні мынаған тең:

$$\mu = KH_e/a$$

Егер ауытқушы ұңғыма жетілмеген болса:

$$\lg a = \frac{A_k}{B_k} - 0,35 - 0,434\zeta$$

### **Режимді бақылаулардың мәліметтері бойынша г/г параметрлерді анықтау.**

Режимді бақылаулардың мәліметтері бола тұра, г/г параметрлерді анықтау бойынша есептерді шешуге болады. Мұндай есептер, шешу кезінде жерасты сулары ағындарының арындары мен шығымдары анықталатын тікелей есептерге қарағанда, кері деп аталады. Табиғи жағдайлардың күрделілігіне қарай, кері есептер аналитикалық тәуелділіктердің көмегімен және соңғы айырмалардағы теңдеулерді пайдаланудың көмегімен шешіледі. Егер г/г шарттар өте күрделі болса, бұл есептер үлгілеу әдістерімен шешіледі.

Сутірегі көлденең жататын біртекті жартылай шектеулі ағындағы деңгей өтімділік коэффициенті мынаған тең:

$$\varphi(\lambda) = 1 - (y_x^2 - h_x^2)/(y_1^2 - h_1^2),$$

мұнда  $h_1, y_1$  – бақылаудың бастапқы және соңғы сәттеріндегі бірінші бақылау ұңғымасындағы су тұтқыш горизонттың қалыңдықтары,  $h_x, y_x$  – 2-ші бақылау ұңғымасындағы су тұтқыш горизонттың қалыңдығы.  $\varphi(\lambda)$  функциясы график бойынша анықталады, онда мөлшерсіз аргументті  $\lambda$  табамыз.

Деңгей өтімділік коэффициентін аламыз:

$$a = x^2/4\lambda^2 \cdot t,$$

мұнда  $x$  – 1 және 2 бақылау ұңғымаларының арасындағы қашықтық,  $t$  – ұңғымалардағы бақылаудың бастапқы және соңғы сәттерінің арасындағы уақыт.

Суқайтарым коэффициенті мынаған тең:  $\mu = KH_e/a$

### **Аэрация аймағында г/г параметрлерді анықтау.**

1) Тәжірибелік сықаулар.

Тәжірибелік сықаулар әдісі бойынша бірыңғайланған жабдықтардың көмегімен арнайы дайындалған ұңғымаларға арынмен су айдалады.

Меншікті су сіңіру:  $q_1 = Q/l_0 \cdot H_0,$

мұнда  $H_0$  – сықау кезінде ұңғымадағы судың статикалық деңгейінен арынның артуы (м).

Бабушкинның формуласы бойынша сүзу коэффициенті:

$$K = 0,525 \cdot q' \lg(\alpha \cdot l_0/r_c),$$

мұнда  $\alpha = 0,66$ ;  $r_c$  – ұңғыманың радиусы.

2) Ұңғымаға тәжірибелік құймаларды негізінен болбыр байланысқан және жарықшақ жыныстардың аэрация аймағында қолданады.

$$K_{\phi} = 0,423Q/h_c^2 \cdot \lg(2h_c/r_c),$$

мұнда  $h_c$  - сүзгінің төменгі ұшынан құю кезіндегі су бағанының биіктігі ( $h_c = const$ ).

3) Шурфтарға тәжірибелік құймалар.

15м дейінгі тереңдікте аэрация аймағының жыныстарын зерттеу кезінде шурфтарға тәжірибелік құймалар кең дамыды. Байланыссыз жыныстардың сүзу қасиеттерін анықтау үшін қолданылатын, Болдырев тәсілін кейінірек түрлі жыныстар мен жағдайлар үшін Нестеров жетілдірілген күйде қолданды.

А.К.Болдырев тәсілі.

$$K = Q_{уст} / \omega ,$$

мұнда  $\omega$  - зумпф түбінің көлденең қимасының ауданы;  $Q_{уст}$  - тұрақталған шығым.

Н.С.Нестеров тәсілі.

$$K = Q \cdot \ln / \omega (h_k + z + \ln),$$

мұнда  $h_k$  - қылтүтіктік көтерілімнің максималды биіктігінің жартысына тең, шылай шекарасындағы қылтүтіктік қысым (м);  $z$  - сақинадағы су қабаты (м).

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Гидрогеологиялық параметрлерін анықтамасы, олардың негізгісі.
2. Гидрогеологиялық параметрлерді анықтау әдістері тәжірибелік ақпараттың сипатына қарай қандай топқа бөлінеді.
3. Графоаналитикалық әдіске қарай қандай өндеу тәсілдері болады.
4. Аэрация аймағында гидрогеологиялық параметрлерді анықтау әдістері.

## **Тақырып 1.16. Жерасты сулары қорларының және ресурстарының түрлері және оларды бағалау әдістері**

### Жерасты сулары қорларының және ресурстарының түрлері.

Жерасты суларының барлық басқа пайдалы қазбалардан маңызды айырмашылығы олардың Жер қойнауындағы қозғалғыштығы мен судың тұрақты жаңаруы болып табылады. Бұл айырмашылық жерасты суларының сандық категорияларын жіктеуде негізге алынған.

Су тұтқыш қаттағы, кешендегі, бассейндегі гравитациялық судың көлемін қор деп біледі. Көлемді  $m^3$  немесе  $km^3$  деп береді. Қуаттанудың түрлі көздері есебінен су тұтқыш горизонтқа келетін судың көлемі ресурстар болып табылады (л/с,  $m^3/тәу$ ,  $km^3/жыл$  беріледі).

Табиғи қорлар – табиғи жағдайларда су тұтқыш қатта болатын гравитациялық судың көлемі. Арынды су тұтқыш горизонттарда табиғи қорлардан басқа, серпінді табиғи қорлар болады. Олар қатта судың және жыныстың серпінді кеңеюі есебінен қат қысымы төмендеген кезде, қатты құрғатпай-ақ пайда болады.

Табиғи ресурстар – бұл қуаттанудың түрлі көздері есебінен табиғи жағдайларда су тұтқыш горизонтқа түсетін судың көлемі. Табиғи ресурстар су тұтқыш горизонт балансының барлық табиғи элементтерінен құралады. Олар табиғи жағдайлардағы ағынның шығымы болып табылады.

Жасанды қорлар – адамның инженерлік әрекетінің ықпалынан тау жыныстарында жиналатын жерасты суларының көлемі.

Жасанды ресурстар – техногенді үрдістердің арқасында су тұтқыш горизонтқа түсетін судың шығымын сипаттайды.

Тартылатын ресурстар – пайдаланылатын су тұтқыш горизонтта табиғи жағдайларда емес, судың пайда болуының немесе жерүсті ағын суларынан немесе суқоймалардан су келуінің күшеюінің, сонымен қатар іргелес су тұтқыш горизонттардан ағуының арқасында, тікелей пайдалану үрдісінде қалыптасады.

Суды пайдаланудың бүкіл есептік мерзімінің барысында (25 жыл) халық шаруашылығында оны мақсатқа сай пайдалану талаптарын қанағаттандыратын судың сапасы кезінде және пайдаланудың белгіленген режимі кезінде сутартқылар техникалық-экономикалық тұрғыда тиімді түрде алуы мүмкін, жерасты суларының көлемін игерілетін қорлар деп аталады.

Жерасты суларының (Р категориясындағы) болжамды ресурстары жерасты суларын іздеу жұмыстарын жоспарлауға және жерасты суларының жаңа кенорындарын белгілеуге мүмкіндік береді.

Жерасты суларының қорлары мен ресурстарының әр түрлерінің арасындағы тәуелділік келесі (Биндеман, Язвин) теңдеумен көрсетіледі:

$$Q_3 = \alpha_1 Q_e + \alpha_2 \frac{V_e}{t} + \alpha_3 Q_u + \alpha_4 \frac{V_u}{t} + Q_{np},$$

мұнда  $Q_3$  - игерілетін қорлар;  $Q_e$  және  $Q_u$  - табиғи және жасанды ресурстар;  $V_e$  және  $V_u$  - табиғи және жасанды қорлар;  $Q_{np}$  - тартылатын ресурстар;  $t$  - пайдалану уақыты;  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  - табиғи ресурстарды, табиғи



қорларды, жасанды ресурстарды және жасанды қорларды пайдалану коэффициенттері.

Жерасты суларының игерілетін қорлары зерттелу деңгейіне қарай барланған – А, В және С<sub>1</sub> категорияларына және алдын ала бағаланған – С<sub>2</sub> категориясына бөлінеді.

А категориясындағы қорларды игерілетін қазбалардың нақты және есептік шығымдары бойынша есептеледі. Ал қарапайым г/г жағдайларда қосымша сынамаланғандармен іргелес, жобалық қазбалардың есептік шығымдары бойынша есептеледі.

В категориясының қорларын игерілетін және барлау ұңғымаларының нақтылы және есептік шығымдары бойынша, бұлақтардың шығымдары бойынша және қосымша қарапайым г/г жағдайлар үшін ауданы бойынша бұл шығымдардың негізделген экстраполяциясы шектерінде жобалық қазбалардың есептік шығымдары бойынша анықтайды.

С<sub>1</sub> категориясының қорларын барлау қазбалары сынамаларының шектелген көлемі бойынша бағалайды, ал қарапайым г/г жағдайларда егжей-тегжейлі барланған іргелес бөліктерімен ұқсастығының негізіндегі жобалық қазбалардың есептік шығымдары бойынша немесе жоғарырақ категориялардың қорларын негіздейтін мәліметтердің экстраполяциясы бойынша бағалайды.

С<sub>2</sub> категориясының қорларын жеке барлау қазбаларын сынамалау мәліметтерінің негізінде сутартқылардың есептік өнімділігі бойынша есепке алынады, жоғары категориялардың қорларын негіздейтін, мәліметтердің г/г ұқсастығы мен экстраполяциясын қолданады.

Халық шаруашылық маңызы тұрғысынан жерасты суларының игерілетін қорлары 2 топқа бөлінеді:

1) Баланстық – бұл қазіргі уақытта экономикалық тұрғыдан қолдануға тиімді игерілетін қорлар.

2) Баланстан тыс игерілетін қорларды қазіргі уақытта пайдалану экономикалық тұрғыдан тиімсіз әрі техникалық және технологиялық тұрғыдан мүмкін емес, олар кейінгі кезеңде баланстыға көшірілуі мүмкін.

Ауыз сулардың және техникалық сулардың барлық кенорындары 3 топқа бөлінеді:

1-ші топқа қалыңдығы, құрылысы мен сүзілу қасиеттері бойынша бабына келген, су тұтқыш горизонттары тынық жатысты, қарапайым г/г және гидродинамикалық жағдайлары бар кенорындар жатады.

2-ші топқа сусыйымды жыныстар қалыңдығының, құрылысының және сүзілу қасиеттерінің бабына келмеуі немесе гидрохимиялық жағдайдың күрделілігі салдарынан, г/г жағдайлары күрделі кенорындар кіреді.

3-ші топқа су тұтқыш горизонттар қалыңдығының, құрылысының және сүзілу қасиеттерінің жоғары өзгергіштігі және өзге факторлардың салдарынан, г/г және гидрогеохимиялық жағдайлары өте күрделі кенорындар жатқызылуы мүмкін.

Жерасты суларының игерілетін қорларын бағалау әдістері.

1) Гидродинамикалық әдіс. Қорларды бұл әдіспен бағалау математикалық физика мен теориялық гидродинамика теңдеулерінен алынған формулалар бойынша есептеулерден тұрады. Қарастырылатын сүзілу аймағының шектерінде су тұтқыш қаттың г/г параметрлерін және ағынның бастапқы және соңғы жағдайларын есепке алып, нақты г/г жағдайларға сәйкес келетін, қандай да бір есептік схемамен есептеулер жүргізіледі.

Гидродинамикалық әдісті күрделіліктің 1-ші және 2-ші топтарындағы кенорындардың қорларын бағалау үшін қолданған дұрыс.

Жерасты суларының игерілетін қорларын есептеуді келесі түрде орындайды. Мәлімделген су қажеттілігін және әр ұңғыманың есептік шығымын есепке ала отырып, жобаланатын сутартқыдағы ұңғымалардың жалпы санын анықтайды. Ұңғымаларды орналастырудың таңдалған схемасына қатысты жерасты сулары деңгейінің есептік төмендеуін  $S_{рас}$  анықтау үшін есептеу формуласын таңдайды. Ол төмендеудің мүмкін шамасынан  $S_{доп}$  аспау керек. Егер  $S_{рас} \leq S_{доп}$  болса, игерілетін қорлар қамтамасыз етілген деп саналады. Арынсыз су тұтқыш горизонттардың мүмкін төмендеуінің шамасы = олардың қалыңдығының 50-70%, арынды су тұтқыш горизонттар үшін бұл қат жабынының үстіндегі арынның шамасы олардың қалыңдығының + 50-70% құрайды.

2) Гидравликалық әдіс. Қорларды бағалаудың бұл әдісі, соңында экстраполяциялап, тәжірибелік мәліметтерді қолдануға негізделеді. Сутартқының есептік шығымын немесе сутартқы ұңғымаларындағы деңгейдің болжамды төмендеуін, тәжірибелік-сүзу жұмыстарын жүргізу және сутартқыны пайдалану кезінде алынған, эмпирикалық мәліметтер бойынша бағалайды. Әдісті келесі есептерді шешу кезінде қолданылады:

- ұңғымадағы су деңгейі төмендеуінің шығымға тәуелділігін анықтау;
- әрекеттесуші ұңғымаларды есептеу кезінде деңгей қималарын анықтау;
- топтық сутартқыны пайдалану кезінде депрессиялық шұңқырдың өсуін болжау.

Бұл әдісті күрделіліктің 2-ші және 3-ші топтарындағы кенорындарда пайдаланған дұрыс.

3) Баланстық әдіс. Жерасты суларының қорларын баланстық әдіспен бағалау учаскенің немесе кенорынның сулы балансын анықтауға және игерілетін қорларды толтырудың қамтамасыз етілуін белгілеуге мүмкіндік береді. Сусыйымды жыныстарының суөтімділігі жоғары, ауданы бойынша шектеулі кенорындарға орайластырылған кенорындарда, сонымен қатар жерасты суларының ресурстарын аймақтық бағалау кезінде әдісті қолдану керек.

Баланстық әдіспен игерілетін қорлардың жиналуының жеке көздерін белгілеуге және олардың қамтамасыз етілуін бағалауға болады.

4) Математикалық үлгілеу әдісі, үлгілік есептік схемаларға жатқызылмайтын, өте күрделі г/г жағдайларда игерілетін қорларды бағалау

үшін қолданылады. Жерасты суларын іздеу және барлау кезінде екі негізгі бағытта қолданылады:

I. Жерасты суларының игерілетін қорларын бағалау;

II. Кенорындарды барлаудың тиімді тәсілдерін негіздеу немесе іздемелі-барлаулы үлгілеу.

5) Г/г ұқсастықтар әдісі. Бұл әдістің мәні, г/г жағдайлары қолданылатын сутартқы учаскесіне ұқсас, барлау учаскесінде қорларды бағалау үшін, қолданыстағы сутартқыны пайдалану режимінің мәліметтерін пайдаланудан тұрады.

Қорлардың бағалау әдісі жуық болып табылады. Бірақ оны жерасты суларының кенорындарын барлау қарқынын жеделдету қажет болғанда қолданады.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Жерасты суларының қорларының және ресурстарының анықтамасы.
2. Жерасты суларының қорлары мен ресурстарының түрлері.
3. Жерасты суларының игерілетін немесе пайдаланудағы қорларын бағалау әдістері.
4. Жерасты суларының игерілетін немесе пайдаланудағы қорлардың өнеркәсіптік категориялары.
5. Жерасты суларының кен орындары қандай топқа бөлінеді.

## 2 бөлім. Инженерлі геология

### Тақырып 2.1. Тау жыныстары грунттар ретінде және олардың физикалық қасиеттері

Адамның инженерлік әрекетінің объектісі ретінде танып білу мақсатында көпқұрамдас полиминералды динамикалық жүйелер ретінде зерттелетін және құрылысты тұрғызу үшін негіз, материал немесе орта ретінде қолданылатын, жер қыртысының беткі бөлігінде жататын, кез келген тау жыныстарын грунттар деп есептеуге болады.

Инженерлік геология 3 бөлімнен тұрады: 1) Грунттану – бұл физикалық-техникалық қасиеттерді, оларды жасанды жолмен жақсарту (мелиорация) әдістерін зерттеумен айналысатын, и/г-ның бөлімі. 2) Инженерлік геодинамика – табиғи құбылыстарды және адам әрекетінен туындаған и/г үрдістерді, оларды зерттеу әдістерін, оларға қарсы күрес шараларын, сонымен қатар күрделі жағдайларда құрылыс жүргізу тәсілдерін қарастырады. 3) И/г зерттеулердің әдістемесі – құрылыстың әр түрлеріне арналған инженерлің геологияның ізденістерінің әдістерін, техникалық құралдарын қарастырады.

!!!Грунттану (грунттардың физикалық-техникалық қасиеттері).

Грунттардың физикалық-техникалық қасиеттері оның түзілу үрдісінде (генезис) қалыптасады.

Генезисі бойынша жыныстардың келесі түрлерін ажыратады:

1) Магмалық

а) интрузивті (жер бетінен шамалы тереңдікте)

б) эффузиялы (жер бетіне төгілген)

2) Метаморфты (екінші қатарлы)

3) Шөгінді жыныстар.

Интрузивті жыныстар (генезисінен) ең жақсы физикалық қасиеттерге ие.

Метаморфты жыныстар мынадай факторлардың есебінен түзіледі: температура, қысым, қатпарлы құрылымға ие. Егер бастапқы материал шөгінді немесе эффузиялы болса, физикалық-техникалық қасиеттер жақсартылуы мүмкін; егер бастапқы материал интрузивті болса, нашарлауы мүмкін.

Шөгінді тау жыныстарының литогенезі. Литогенез – тау жыныстарының түзілу үрдісі және оларды қазіргі қалыпқа келтірген өзгерістер. Литогенез келесі кезеңдерден тұрады:

I. Садоментогенез – шөгінді жиналу келесі сатылардың нәтижесінде болады:

а) мору; б) шөгінділерді тасымалдау; в) сулы ортада шөгінділерді жинау.

II. Диагенез – шөгіндіні тау жынысына айналдырудан тұрады (кристалдау, керіштеу және т.б.).

III. Метаморфизм.

IV. Мору.

Шөгінді тау жыныстарының құрылымы.

Келесі белгілердің жиынтығын тау жыныстарының құрылымы деп біледі:

а) бөлшектер мен агрегаттардың мөлшері, формасы және бетінің сипаты;

б) бөлшектер мен агрегаттардың өзара орналасуы;

в) бөлшектер мен агрегаттардың арасындағы ішкі байланыстардың болуы мен сипаты.

Түпнегіз жыныстар бөлшектерінің мөлшеріне қарай 1-ші құрылымдық белгі бойынша шөгінді тау жыныстарының элементтік бөлшектерін ажыратады.

**сазды бөлшектер  $\phi < 0,001\text{мм}$**

**шаңды  $\phi 0,01-0,001\text{мм}$**

**күмды  $\phi 2,0-0,01\text{мм}$**

**ірі сынық  $\phi > 2,0\text{мм}$**

Егер шөгінді тау жынысы жеке бөлшектерден тұрса, онда ол – саз, шаң, күм деп аталады және келесі құрылымдардың түрлеріне ие болады:

**Пелиттік құрылым** – сазды бөлшектерден (саз) тұрады;

**Құмайттық құрылым** – шаңды бөлшектерден (алевролит) тұрады;

**Псаммиттік құрылым** – күмды бөлшектерден (күм) тұрады;

**Псефиттік құрылым** – ірі сынықтарды құрайтын, ірі сынық бөлшектерден тұрады.

Бетінің сипаты бойынша құрылымдардың келесі түрлерін ажыратуға болады:

1. Конгломерат тәрізді – дөңгеленген бөлшектерден (тасмалта, койтастар) тұрады;

2. Брекчия тәрізді – үшкір бөлшектерден (тасқиыршық, тасшақпа) тұрады.

Пелиттік және құмайттық құрылымдардың қарапайым бөлшектерінен негізінен құрылымдық байланыстардың есебінен агрегаттар алынады.

Агрегаттардағы құрылымдық байланыстың сипатына қарай, үшінші құрылымдық белгі бойынша, ажыратуға болады:

а) макроқұрылымдар; б) мезоқұрылымдар; в) төменгі құрылымдар.

Құрылыс қасиеттері бойынша барлық грунттар 5 топқа бөлінеді (Соваренский жіктемесі):

1) Қатты, жартасты, жартылай жартасты, қолайлы, сығылмайтын грунттар. Кез келген жүктемелерге төзімді.

2) Қатты, айтарлықтай төзімді, суөтімді (1-ші топтың морылған жыныстары және қатты шөгінді жыныстар).

3) Пластикалық, суөтімсіз, механикалық қасиеттері ылғалдылыққа тәуелді. Құрылыс үшін ең күрделі болып табылады (сазды грунттар).

4) Дисперстік (күпсек), суөтімді, жоғары механикалық қасиеттерге ие (күмдар, ірі сынықтар).

5) Суға қаныққан, өте жұмсақ, органикалық кірікпелері көп, құрылысқа жарамсыз (шымтезек, лай).

### Грунттардың физикалық-техникалық қасиеттерінің көрсеткіштері.

Грунттардың физикалық-техникалық қасиеттерінің сандық сипаттамалары көрсеткіштер деп аталады.

Олар ғана құрылысқа қолайлы грунттарды таңдауға және құрылыстың төзімділігіне ұзақ мерзімді болжау жасауға көмектеседі. Инженерлік-геологиялық зерттеулер тұрақты болуына байланысты, міндеті бойынша көрсеткіштер келесі түрлерге бөлінеді:

I. Жіктемелі.

II. Есептік;

а) жанама;

б) тікелей.

I. Жіктемелі – грунттарды біртүрлілерге бөлуге, яғни типтеуді жүргізуге мүмкіндік береді. Оларға жатады: түсі, жылтырауы, ылғалдылығы, пластикалық қасиеттері және т.б.

II. Есептік көрсеткіштер – түрлі есептеулерді жүргізу үшін анықталады. Сонымен қатар, жанама есептік көрсеткіштер типтеуді жүргізуді сандық тексеру үшін қызмет етеді, ал тікелей есептеулер инженерлік-геологиялық зерттеулердің соңғы мақсаты – жобаланатын құрылыстың сенімділігі мен төзімділігін негіздеу үшін қызмет етеді.

Оның критерийлері болып табылады:

1. Іргетастың отыруы ( $S$ )

2. Отыру ( $S_n$ )

3. Грунттың тасымалдаушы қабілеті ( $F$ )

Әдетте тікелей есептік көрсеткіштер зерттеудің толық сатыларында зерттеледі.

Төменде негізгі көрсеткіштер мен олардың сипаттамалары келтірілген.

*Грунттардың физикалық қасиеттердің көрсеткіштері.*

№	Көрсеткіштің атауы	Белгіленуі	Өлшеу бірлігі	Өлшеу шегі	Есептік тәуелділік	Көрсеткіштің түрі	Алу әдісі	Қолдану аймағы және классификация
1	Түйіршікті құрамы және біртектіліктің коэффициенті	$K_n$	бірлік бөлігі %	0-1	$K_n = \frac{d_{60}}{d_{10}} > 3$ Біртектілік коэффициенті.	классификациялық (жүйелеуі)	зертханалық елеулік, аэрометриялық, фотометриялық	Фракция атауы                      Бөлшек өлшемі, мм; Дөңбектастар(тастар)            800-200 Тасмалталар(малтатас)            200-20 Гравий                                    20-2 Құмды                                    2-0,05 Шаңды                                    0,05-0,005 Сазды                                    0,005-тен кем 1. Біртектілік дәрежесінің сандық бағасы 2. Кеуектіліктің, ылғал көлемінің сапалы және сандық бағасы 3. Оптималды қоспаны үлгілеуге, фильтрді таңдау, механикалық суффозияның бағасы.
2	Көлемдік масса	$\rho_0$ $\gamma_0$	г/см <sup>3</sup>	1,5-2,2	$S_0 = \frac{m_T}{V}$	Тура, есептік жанама	Кескіш сақина әдісі, ядрелік, пенитрациялық	1. Ғимарат тұнбасының есебі. 2. Тунелдегі таулы қысым есебі. 3. Грунд көлемінің бірлігін салмақ бірлігіне ауыстыру және керісінше.

								4.Басқа физикалық көрсеткіштер есебіне.
3	Құрғақ грунт тығыздығы	$\rho_s$ $S_{ск}$	г/см <sup>3</sup>	1,3- 1,85	$\rho_{ск} = \frac{M_T}{V_T}$	Жанама- есептік	Зертханалық	Құрғақ грунт тығыздығы грунт көлеміндегі бөлшек концентрациясымен мінезделеді, ол грунттың табиғи түзілуінің физикалық қасиеттерін жанама бағалауға мүмкіндік береді. 1. Грунттың тығыздығы жасанды тығыздалу және грунттың тығыздалуының коэффициентін есептеу кездеріндегі тура мінездемесі. 2. Кеуектілікті есептеу кезінде.
4	Құрғақ грунт тығыздығы (удельная масса)	$P_s$ $S$	г/см <sup>3</sup>	2,5- 2,8	$\rho_s = \frac{M - M_0}{V}$ $S = \bar{V}$	Жанама- есептік	Пикнометриялық зертханалық жолмен, ядерлі каротаж	Кеуектілікті есептеу және кеуектілік коэффициентіне грунтталуда қолданылады. Құмдар 2,66 супеси 2,70 Суглинки 2,71 саз 2,74 Лессы 2,68 торф 0,60



№	Көрсеткіштің атауы	Белгіленуі	Өлшеу бірлігі	Өлшеу шегі	Есептік тәуелділік	Көрсеткіштің түрі	Алу әдісі	Қолдану аймағы және классификация
5	Кеуектілік коэффициенті	$e$	г/см <sup>3</sup>		$e = \frac{V_n}{V_e}$ $= \frac{n}{1 - n}$	Жанама-есептік	Зертханалық, Далалық.	1. Типизацияны тексеру. 2. Деформациялық мінездемелерді есептеу. 3. СНиП I-Б; I-62 кестесі бойынша С, φ, Е, анықтау. 4. Ылғалдық дәрежесін есептеу үшін.
6	Сүзілу коэффициенті	$K_\phi$	м/тәулік	0,001-150	$K = \frac{Q}{FJ}$	Тура есептік	Зертханалық есептеу. а) КФ-00 түтігінде құмдарға арналған; б) Ф-ІМ аспабымен сазға арналған	Дренаж дәрежесін есептеу үшін. 1. Құрылыс алаңдарының құрғату жағдайын есептеу. 2. Сумен қамтамасыз ету, сутарту, суқоймадан, каналдардан су жоғарылатумен байланысты есептерді шешу. 3. Сазды грунттардағы шөгінділерді есептеу
7	Толық ылғал көлемі	$W_B$	%	0-1	$W_B = \frac{100e}{\rho}$	Жанама-есептік	есеппен	1. Грунттың физикалық жағдайын мінездейді. 2. Суқоймадан сусіңірушіге жайылған жыныстың жоғалымдарын есептеу, кеуектілік көрсеткіштерін

								анықтау.
8	Абсолютті кеуектілік	n	бірлік бөлігі %	10-20 0-1 0-100	$n = \frac{V_n}{V_o}$ $n = \frac{S - S_c}{S}$	Классификациялық	Сусіңіру әдісі	ірікесекті 0.0025 кұм 0,25-0,35 супесь 0,35-0,45 суглинок 0,45-0,55 саз 0,55-0,6 1. Су астындағы грунт салмағын есептеу үшін. 2. Тығыздалу және қисық сығылудың көрсеткіштерін есептеу үшін 3. Су қайтарым және құмды грунттың сүзілу коэффициентін есептеу үшін
9	Ылғалдылық	W <sub>e</sub>	%	0-100	$W_e = \frac{M1 - M2}{M2 - M_o} * 100$ %	Жанама-есептік	Термосалмақты, нейтронды картаж	1. Типизацияны тексеру. 2. Грунттың механикалық беріктілігін анықтау.

№	Көрсеткіштің атауы	Белгіленуі	Өлшеу бірлігі	Өлшеу шегі	Есептік тәуелділік	Көрсеткіштің түрі	Алу әдісі	Қолдану аймағы және классификация
10	Ылғалдылық деңгейі	G	%	0-100 0-1	$G = \frac{W}{W_n}$ $W = \frac{W_p}{e}$	Классификациялық, жанама	есеппен	<p>аз ылғалды 0-0,5  ылғалды 0,5-0,8  сусіңірімді 0,8-1</p> <p>1.Грунттың толық сусіңіру кезіндегі ылғалдылық есебін анықтау.  2.Бағыттық анықтама кезінде шөгінділерді есепке алынады.</p>
11	Суқайтарым коэффициенті	$\mu$	бірлік бөлігі	0,01-0,5	$M = 0,117 \sqrt{K_{\Phi}}$	Классификациялық, жанама есептік	есеппен	<p>1.Дренажды ғимараттарды есептеу.  2.Ылғал көлемі бойынша тау жыныстарының классификациясы.</p> <p>а)ылғалкөлемді <math>M &lt; 0,1</math>  б)аз ылғалкөлемді <math>0,1-0,3</math>  в)ылғалкөлемді емес <math>M &gt; 0,3</math></p>

## Грунттардың сулы-физикалық қасиеттердің көрсеткіштері

№	Көрсеткіш атауы	Белгіленуі	Өлшем бірлігі	Өлшеу шегі	Есептік тәуелдік	Көрсеткіш түрі	Алу әдісі	Қолданылу аймағы ж/е классификация
12	Илімділіктің жоғарғы деңгейі. (ағудың шекарасы-границы текучести)	$W_T$	%	0-100		Классификациялық, жанама	Теңгермелі, конусты, зертханалық әдіспен	Саз 42-100 Суглинки 26-42 Супеси 16-26 1.Илімділік санын анықтау үшін. 2. $W \approx 0,6W$ формуласы бойынша оптималды ылғалдылықтың бағытын анықтау үшін.
13	Илімділіктің төменгі деңгейі. (илеудің шекарасы-граница раскатывания)	$W_p$	%	0-100		Классификациялық, жанама	Грунтты зертханалық әдіспен жгутқа илеу	1.Илімділік санын анықтау үшін. 2. СНиП I-Б;I-62 кестесі бойынша С және Ф анықтау. 3.Консистенция көрсеткішін есептеу үшін.

14	Иілімділік саны	$I_p$	бірлік бөлігі	0-1	$I_p = W_T - W_P$	Классификациялық	Есеппен	Супесь $0,01 \leq I_p \leq 0,07$ Суглинок $0,07 \geq I_p \geq 0,17$ Саз $I_p \geq 0,17$ 1.Консистенцияның және тығыздықтың дәреженің көрсеткішін есептеу үшін.
<b>№</b>	<b>Көрсеткіштің атауы</b>	<b>Белгіленуі</b>	<b>Өлшеу бірлігі</b>	<b>Өлшеу шегі</b>	<b>Есептік тәуелділік</b>	<b>Көрсеткіштің түрі</b>	<b>Алу әдісі</b>	<b>Қолдану аймағы және классификация</b>
15	Консистенция коэффициенті	$I_L$	бірлік бөлігі	0-1	$I_L = \frac{W_T - W_P}{I_p}$	Классификациялық, жанама-есептік	Зондылау әдісімен	1.Е-ні анықтау үшін және кесте бойынша. қатты $I_L < 0$ иілімді $I_L < 1$ ағымды $I_L > 1$
16	Қатыстық ісіну бірлігі	$\delta_n$	бірлік бөлігі	0-1	$\delta_n = \frac{h_1 - h_2}{h_0}$	Классификациялық, жанама-есептік	Васильев аспабы	Әлсіз ісінушілер 0-0,008 Орташа ісінулер 0,008-0,2 Қатты ісінушілер 0,2
17	Қатыстық тұну		Б/р		$\frac{E_m}{I + E_\delta}$	Тура есептік	>0,01	1.Грунттық жағдайлардың тұнуын бағалау үшін 2.Қосалқы тұнба есебі



**Грунттардың механикалық қасиеттердің көрсеткіштері.**

№	Көрсеткіш атауы	Белгіленуі	Өлшем бірлігі	Өлшеу шегі	Есептік тәуелдік	Көрсеткіш түрі	Алу әдісі	Қолданылу аймағы ж/е классификация
18	Компрессия (қысымдылық) коэффициенті	a	МПа, см <sup>2</sup> /кг	0,001-0,1	$A = \frac{I}{\approx E}$	Классификациялық тура есептік	Компрессиялық аспап, далалық штампо тәжірибелерме	1. Грунттың сығылу мінездемесі үшін 2. Ғимарат шөгінділерін ж/е ғимарат негізіндегі грунттар консолидациясын есептеу үшін 3. Ісіну ж/е қатыстық қалыпты есептері 4. Ортақ деформация модулін есептеу үшін Әлсіз сығылу 0,001-0,01 Орташа сығылу 0,01-0,1 Қатты сығылу >0,1 Сығылмайтындар a<0,001
19	Ортақ деформация модулі	E <sub>o</sub>	МПа, кг/см <sup>3</sup>	0,01-50	$E_o = \beta \frac{1+e}{\approx E}$	Тура есептік	Есеппен	Іргетастың шөгінділерін есептеу үшін
№	Көрсеткіштің атауы	Белгіленуі	Өлшеу бірлігі	Өлшеу шегі	Есептік тәуелділік	Көрсеткіштің түрі	Алу әдісі	Қолдану аймағы және классификация

20	Ішкі үйкелу бұрышы	$\phi$	граду с	0-3		Зертханада, қозғалмалы аспапта	Есеппен	Ішкі үйкелу күшін мінездейді(грунт бөлшектері арасында). Ысырма байланыс құралдарының қарсылығын мінездейді.
21	Байланыс (сцепление) коэффициенті	C	МПа кг/см <sup>2</sup>	1-3		Тура есептік	Ысырмалы аспап	«C» сазды бөлшектері арасындағы байланыс күшін сипаттайды
22	Сығылу модулі	E	мм/м	0-100	$E_c = 1000 \frac{\Delta H}{H}$	Классификация лық	Компрессиял ық аспап	Әлсіз сығылу 0-5 Орташа сығылу 6- 20 Үлкейген сығылу 21- 60 Қатты сығылу 60 жоғары Сығылмайтындар 1- ден төмен
23	Консолидация дәрежесі	V	%	0-100	$V = \frac{\Delta H_t}{\Delta H}$	Жанама- есептік	Есеппен	Грунт тығыздығын бағалау үшін
24	Деңгейлік ысыру күші	$\tau$	МПа		$\tau = p_{tg} + C$	Есеппен	Ысырма аспапта	Борттар мен карьерлер шыдамдылығын бағалау үшін





Сонымен қатар физикалық-техникалық қасиеттердің көрсеткіштеріне аязға төзімділік пен суөтімділік жатады.

Аязға төзімділік қатты жыныстардың қаптаушы материал ретіндегі әрекетін анықтайды. Ол бірнеше рет мұздату және еріту кезінде тау жыныстарының төзімділігі мен тұтастығының өзгеруін сипаттайды. Аязға төзімділік коэффициенті қатынас ретінде анықталады:

$$K_m = R'_z / R_z,$$

мұнда  $R_z$  және  $R'_z$  - мұздатудың 15-25 циклынан кейін ауалы-құрғақ және суға қаныққан үлгілердің сығуға төзімділік шегі;  $K_m > 0,75$  болғанда, жыныс аязға төзімді деп есептеледі.

Суөтімділік – грунттардың өзінен суды өткізу қабілеті. Бұл белгі бойынша тау жыныстарын 2 топқа бөледі: суөтімді және суөтімсіз. Г/г-да және и/г-да суөтімділік коэффициенті  $K_\phi$  болып табылады.

$$\text{Судың шығымы } Q = K_\phi \cdot F \cdot I \Rightarrow K_\phi = \frac{Q}{F \cdot I}$$

В.А.Приклонский, түрлі түйірөлшемді құрамды грунттар үшін бұл көрсеткіштің өзгеру диапазоны туралы түсінік беретін,  $K_\phi$  орташа мәндерін келтірді.

Грунт	$K_\phi$ , м/тәу
Таза малтатас	> 100
Құмды толтырғышы бар малтатас	100-20
Ірілігі түрліше таза құмдар	50-2
Сазды құмдар және құмдақтар	2-0,1
Саздақтар	< 0,1
Саздар	< 0,001

#### Грунттардың механикалық қасиеттері.

Грунттардың механикалық қасиеттеріне сыртқы күштердің әсер етуінен көрінетін грунттардың қасиеттерін жатқызу керек. Ажыратады:

- 1) деформациялық;
- 2) төзімділік.

Төзімділіктің азаюы есебінен тік жүктеменің ықпалынан грунттардың тығыздалуы грунттардың деформациясы деп аталады. Сол кезде құрылымдық байланыстар бұзылады және жүктеме алынғаннан кейін көлемі шамалы түрде қалпына келуі мүмкін. инженерлік геологияда компрессия деп аталатын грунттардың деформациясы кең таралған.

Компрессия деп, бүйірінен кеңею мүмкіндігі болмағанда, грунттардың тік тығыздалуы аталады.

Компрессия компрессиондық аспаптарда  $e = f(P)$  тәуелділігін анықтау жолымен зерттеледі, мұндағы  $P$  - тік жүктеме:

$$P_1 = 0,1 \text{ МПа}$$

$$P_2 = 0,2 \text{ МПа}$$

$$P_3 = 0,3 \text{ МПа}$$

Әр уақытта кеуектілік коэффициенті ажыратылады:  $e_1, e_2, e_3$ .

Нәтижелері бойынша график құрылады, ол компрессиялық қисық деп аталады.

## Бақылау сұрақтары:

1. Инженерлі геология, оның бөлімдері.
2. Тау жыныстары грунт ретінде (есептеу), олардың тегі бойынша түрлері.
3. Шөгінді тау жыныстарының литогенезі, оның кезеңдері.
4. Құрылыс қасиеттері бойынша грунттардың топтары (Саваренский жіктемесі).
5. Шөгінді тау жыныстарының құрылымы (белгілердің жиынтығы).
6. Грунттардың физика-техникалық қасиеттерінің көрсеткіштері.

## Тақырып 2.2. Грунттардың физикалық-химиялық қасиеттері

### 1) Пластикалылық.

Сыртқы күштердің ықпалынан сазды грунттың тұтастығын бұзбай, формасын өзгерту, ал күштің ықпалы аяқталған соң алған форманы сақтау қабілетін пластикалылық деп атайды. Пластикалылық – серпінділікке қарама-қарсы қасиет. Ылғалдылықтың белгілі диапазондарында грунттар пластикалық қасиеттерге ие болады. Бұл ылғалдықтар пластикалылықтың шектері мен шекаралары деп аталады.

Пластикалылықтың жоғарғы шегі немесе аққыштық шекарасы  $W_h$  - бұл грунт пластикалық қалыптан аққыш қалыпқа өтетін ылғалдылық.

Пластикалылықтың төменгі шегі немесе жаймалау шекарасы  $W_p$  деп, грунт пластикалық қалыптан жартылай қатты және қатты қалыпқа өтетін, ылғалдылық аталады.

2) Консистенция – бұл берілген грунтқа тән ылғалдылықпен байланысты, сазды бөлшектердің қозғалғыштық деңгейі.

Консистенцияның бірнеше формасы бар: аққыш, аққыш-пластикалық, жұмсақ-пластикалық, серіппелі пластикалық, жартылай қатты және қатты.

Сазды грунттардың пластикалылық бойынша жіктелуі:

- жоғары пластикалық (саздар)
- пластикалық (саздақтар)
- төмен пластикалық (күмдақтар).

Классификацияның негізіне пластикалылық саны  $I_p$  алынған – бұл грунт пластикалық қалыпта болатын, ылғалдылық интервалы және берілген грунттың аққыштығы мен жаймалануы шекараларының арасындағы айырма ретінде анықталады.

$$I_p = W_L - W_p$$

$I_p$  бойынша жіктеу:

Грунт	$I_p$ (бірлік үлестері)
Күмдақ	$0,01 < I_p \leq 0,07$
Саздақ	$0,07 < I_p \leq 0,17$
Саз	$I_p > 0,17$

$W_L$  бойынша жіктеу:

Грунт	$W_L$ (%)
-------	-----------

Саз	42 артық
Саздақтар	42-26
Күмдақтар	26-16

Түйірөлшемдік құрамы мен  $I_p$  бойынша жіктеу:

Грунт	Саздық фракциялардың құрамы, %	$I_p$ (%)
Күмдақ, жеңіл саздақ	6-10	$1 < I_p \leq 7$
Орташа саздақ	11-15	$7 < I_p \leq 15$
Салмақты саздақ	16-30	$15 < I_p \leq 17$
Саз	>30	$I_p > 17$

$W_e \leq W_p$  ылғалдықта грунт қатты күйде болатыны анық;

$W_p < W_e < W_L$  кезінде – пластикалық күйде;

$W_e \geq W_L$  кезінде – аққыш күйде.

Грунттың консистенциясы аққыштық коэффициентімен сипатталады

$$I_L = \frac{W_e - W_p}{W_L - W_p}$$

Аққышқытқ көрсеткішіне қарай сазды грунттарды келесідей жіктейді:

Грунт	$I_L$ , бірлік үлестері
Күмдақтар мен саздар:	
Қатты	$I_L < 0$
Жартылай қатты	$0 \leq I_L < 0,25$
Серіппелі пластикалық	$0,25 \leq I_L < 0,50$
Жұмсақ-пластикалық	$0,50 \leq I_L < 0,75$
Аққыш-пластикалық	$0,75 \leq I_L < 1,0$
Аққыш	$I_L > 1$
Саздақтар:	
Қатты	$I_L < 0$
Пластикалық	$0 < I_L \leq 1$
Аққыш	$I_L > 1$

### **Жабысқақтық.**

Белгілі бір ылғалдылық кезінде байланысқан грунттың онымен түйісетін түрлі заттарға жабысуын жабысқақтық деп атайды.

Жабысқақтық, гидратты қабықтар мен басқа дененің беті қаптап жататын, грунт бөлшектерінің арасындағы «грунт-бөгде дене» бөлімінің шектерінде туындайтын, жұлу күштеріне негізделген.

Жабысқақтық бөгде денені грунттан жұлуға қажетті күшпен өлшенеді. Зертханада бұл мақсат үшін В.В.Охотин ұсынған аспап қызмет етеді.

Жабысқақтықтың шамасы грунттардың түйірөлшемдік және химиялық-минералды құрамына, сонымен қатар олардың ылғалдылығына тәуелді. Жабысқақтық сазды және шаңды грунттарда жақсы көрінеді. Көбінесе бұл сорлы, қарашірікті грунттар.

Берілген грунт үшін жабысқақтық, аққыштық пен жайылмалылық шекараларының арасында жататын жабысқақтық шегіне сәйкес келетін, ылғалдылық кезінде максималды шамасына жетеді.

## **Сему.**

Кебу кезінде грунт үлгісі көлемінің және сызықтық өлшемдерінің азаюы сему деп аталады.

Сему құбылысы сазды және ортаногенді грунттарға тән. Оған кебу кезінде грунттың біркелкі емес деформациясы, онда жарықшақтардың пайда болуы, оның суөтімділігінің артуы ұласады. Бұл үрдіс суландырғыш және құрғатқыш каналдардың еңістерінде, суы алынған сазды және шымтезекті грунттарда жиі байқалады. Сему сазды грунттың пластикалық күйден жартылай қатты және қатты күйге өтуіне әкеледі. Сонымен қатар грунт салмағының көлемі белгілі бір шекке дейін азаяды, одан соң тұрақты болып қалады. Грунттың тұрақты көлеміне сәйкес келетін ылғалдылық сему шегі  $W_y$  деп аталады.

Семуді үш көрсеткішпен сипаттайды: салыстырмалы сызықтық сему, салыстырмалы көлемдік сему және сему шегі (суме ылғалдылығы), оларды зертханалық жолмен анықтайды.

## **Ісіну.**

Сазды грунттардың сумен әрекеттесу кезінде көлемін ұлғайту қасиеті ісіну деп аталады. Оған грунт кеуектілігі мен ылғалдылығының артуы ұласады; сонымен қатар грунттың консистенциясы жұмсағырақ бола түседі (грунт қатты күйден жартылай қатты, серіппелі пластикалық және тіпті пластикалық күйге көшеді).

Ісіну грунтта гидрофильді минералдардың болуына (монтмориллонит тобының минералдары бар грунттар қатты ісінеді), сазды фракцияның айтарлықтай мөлшерінің, жоғары үлестік беттің болуына негізделеді. Көптеген саздар, ауыр құмдақтар ісіну қабілетіне ие, алайда жеңілдеу грунттарда да ісінуге деген бейімділік байқалады. Мысалы, УСРО оңтүстігіндегі лесс-тәріздес құмдақтардың кейбір түрлері.

Бұл үрдіс семуге қарама-қарсы болып табылады; ол грунттағы ішкі байланыстардың әлсіреуіне, оның төзімділігінің азаюына, сығылғыштықтың артуына, суөтімділіктің азаюына әкеледі.

Мысалы, жер каналдарының немесе гидротехникалық үймелердің еңістерінде орын алатын, айнымалы ылғалдау және шылату кезінде сему және ісіну құбылыстары бір-бірін алмастырады. Соның салдарынан грунт төзімділігін жоғалтады: ішкі байланыстар әлсірейді, грунт ішінара қатпарланады, ішінара құлайды, бұл форманың жоғалуына және каналдардың көлденең қималарының деформацияларына әкеледі.

Ісіну екі көрсеткішпен сипатталады: еркін ісіну және ісіну қысымы.

Еркін ісіну бастапқы көлемге қатысты ісінген грунт көлемінің өсуіне негізделеді. Жанама түрде бұл көрсеткіш сазды және коллоидты фракциялардың болуы туралы түсінік береді. Еркін ісіну зертханалық жолмен анықталады.

Ісіну қысымы, құрылыстан немесе грунттың шаймалағыш қатқабатының салмағынан грунтқа берілетін, сыртқы жүктемесіне реакция ретінде сазды грунтта дамиды. Бұл қысым 0,8 МПа жетуі мүмкін және су жіберуден кейін гидротехникалық құрылыстардың іргетасында пайда болады. Бұл іргетастың түрлі учаскелерінде біркелкі емес көтерілу салдарынан осы құрылыстардың деформациясына әкеледі.

## Жібу.

Сумен әрекеттесу кезінде ішкі байланыстардың әлсіреу немесе бұзылу салдарынан грунт тұтастығы мен төзімділігінің жоғалуы жібу деп аталады. Ол грунттардың сутөзімділік деңгейін сипаттайды.

Бұл құбылыс каналдарда, гидротехникалық үймелерде және басқа гидротехникалық құрылыстарда инженерлік-геологиялық маңызға ие болады. Жібудің соңғы нәтижесі грунт төзімділігінің жоғалуы, қатпарлануы мен еңістерде құлап түсуі болып табылады. Ол кейбір грунттардың жібу қасиетіне негізделеді.

Басқа сулы-физикалық қасиеттер сияқты, жібу минералды құрамға, ішкі байланыстардың сипатына, сіңірілген кешеннің құрамына, сонымен қатар бастапқы ылғалдылыққа байланысты.

Тез жібуге бейім грунттардың түрлеріне лессстар және лессстәріздес құмдақтар, сорлар, шаңды грунттар жатады. Көптеген грунттар жібудің алдында ісінеді, содан соң құрылымсыз массаға айналып, тұтастығын жоғалтады. Кейбір грунттар жібіген кезде жарылады және жеке қабыршақтарға қатпарланады.

Жанама түрде жібу төмен тығыздықты, отыруға бейімдікті немесе ішкі байланыстардың әлсіз төзімділігін (мысалы, лёсс грунттарында) сипаттайды және жібу жылдамдығымен (уақытымен), жібіген үлгінің ылғалдылығымен және үлгінің суда ыдырау сипатымен беріледі.

## Грунттардың коррозиялық қасиеттері.

Грунттар мен грунт суларының коррозиялық белсенділігін зерттеу ГОСТ 9.015-74 талаптары бойынша жүргізіледі.

Грунттардың коррозиялық белсенділігінің белгілері кестеге берілген.

Коррозиялық орта	Жерасты металл конструкциялардың материалы	Коррозиялық белсенділіктің көрсеткіштері								
		Үлесті электрлі кедергі, Ом*м	Болат үлгінің салмағын жоғалту шамасы, г	Полярлаушы токтың тығыздығы, мА/см <sup>2</sup>	pH	Органикалық заттар	Жалпы қаттылық, ммоль/л	Нитрат-ион	Хлор-ион	Темір ионы
Грунттар (топырақтар)	Көміртекті болат	<100	>1	>0,05	-	-	-	-	-	-
	Қорғасын қабықтар	-	-	-	<6.5	>0,01%	-	>0,0001%	-	-
	Алюминий қабықтар	-	-	-	<6,0	-	-	-	>0,001%	>0,002%

Грунттық (топырақтық) коррозия. Коррозиялық үрдістердің белсенділігі, белгілі бір электрлі орта, өзіндік «грунт электролиті» болып табылатын, грунттардың құрамы мен жағдайына тәуелді.

Грунт түрінің әрбіреуі үшін айнымалы фактор ретінде ылғалдылық негізгі ықпал етеді. Ол грунттардың электр кедергісін айтарлықтай өзгертеді. Үлесті электр кедергісі аз болған сайын, соншалықты грунттардың электр өткізгіштігі мен коррозиялық белсенділігі артады.

Үлестік электр кедергісі кеуек суларының минералдану деңгейіне тәуелді болады – минералдану деңгейі қаншалықты жоғары болса, соншалықты электр кедергісі төмен болады. Ішінара суға қаныққан жыныстардың жауын-шашындармен және еріген сулармен қосымша қанығуы олардың электр кедергісін арттырады және коррозиялық белсенділігін азайтады.

## Бақылау сұрақтары:

1. Грунттардың физикалық қасиеттері, оның көрсеткіштері.
2. Грунттардың сулы қасиеттері, оның көрсеткіштері.
3. Грунттардың химиялық қасиеттері, оның көрсеткіштері.

## Тақырып 2.3. Грунттардың физикалық-механикалық қасиеттері Дисперсті грунттар.

Қасиеттер мен деформациялардың түрлері.

Сыртқы күштердің ықпалынан грунттарда көрінетін және грунт көлемінің өзгеруіне, не массивте оның төзімділігі мен тұтастығының бұзылуына әкелетін қасиеттер грунттың механикалық қасиеттері деп аталады. Осыған сәйкес механикалық қасиеттер деформативтік, төзімділік және реологиялық деп бөлінеді.

Грунттардың деформативтік қасиеттері, бұзылуға әкелмейтін, сыртқы күштердің грунтқа ықпал етуі салдарынан форма мен көлемнің өзгеруінен көрінеді.

Кепсек е, байланысқан да сазды грунттар жүктеме жасалғанда тығыздалады, яғни кеуектілігін азайтады. Бұл олардың формасының өзгеруіне әкеледі: қабат қалыңдығының өзгеруі, жүктелетін аудан бетінің белгілерінің төмендеуі, зертханалық аспапта сығылатын үлгі биіктігінің азаюы. Мұндай өзгеріс деформация деп аталады.

Суреттелетін деформациялар сыртқы жүктемені түсіргеннен кейін грунтта туындайтын кернеулердің ықпалынан жүзеге асады. Олар түсірілетін жүктеменің шамасы артқан сайын, олардың маңызы артады және грунттың бастапқы қалпына тәуелді: түрі, құрылымы, кеуектілігі, құрамы, ылғалдылығы.

Дисперстік грунтта бұл деформациялар көлемдік сипатқа ие, өйткені кернеулі кеңістікте болатын грунт көлемінің азаюына тәуелді.

Әдетте, деформациялар қаңқаға қалыпты жүктеме түсірудің ықпалынан туындайды және грунттың тығыздалу қабілетін сипаттайды, ол құрылыс астында оның отыруынан көрінеді.

Түсірілетін жүктемелердің шамасына қарай грунттар деформациясының зерттеген, кеңестік грунт механикасының негізін қалаушы Н.М.Герсиванов грунт күйі өзгерісінің үш фазасын ажыратты: тығыздалу, ығысу, көтерілу (5.1 сурет).

5.1. сурет. Жүктеме астындағы грунттың деформациясы.

*a* – деформация графигі; *b* – грунтта деформацияның даму аймақтары (1 – тығыздалу аймағы, 2 – жергілікті ығысулар аймағы, 3 – пластикалық деформациялар аймағы – грунттың көтерілуі); *I-III* – деформация сатылары.

Графиктен көріп отырғанымыздай, жүктемелердің кейбір мәндерінде (0-ден  $P_1$  дейін) грунт тығыздалады. Оның нәтижесінде деформация сызықтық сипатқа ие және  $S_1$  отыру уақыт өткен соң сөнеді. Грунтта жүктеме  $P_1$ -ден  $P_2$ -ге дейін ұлғайғанда, тығыздалу деформацияларынан басқа, жергілікті

ығысулардың деформациясы  $S_2$  басталады. Бұл деформацияның сызықтық сипатының бұзылуына әкеледі – ол біртіндеп өсе береді  $S_3$ . Осылайша, II сатының басында грунт төзімділігі бұзылуының алғышарттары туындайды.  $P_3$  дейін жүктеме одан әрі өскен сайын жергілікті ығысулар грунт іргетасының бүкіл қатқабатында дамиды. Деформация жүктеменің артуынсыз өседі және осы фазаның соңында ығыстырушы күштердің ықпалынан құрылыс астынан грунт көтеріледі және бұзылады. Бұл құбылыс дисперстік грунттардың төзімділік қасиеттерін сипаттайды, грунттардың ығысуға қарсы кедергісіне негізделеді және іргетас төзімділігінің жоғалуынан, не жер құрылыстары еңістерінің төзімділік бұзылуынан көрінеді.

Деформациялардың мұндай бөлінуі шартты, өйткені грунттың кез келген массивінде сыртқы күштердің ықпалынан бөлшектердің жақындауы да, қарапайым ығысулары да туындайды. Алайда тығыздалу үрдісі басым болғанда, сығу (отыру) деформациясы, ал ығысулар барлық жерде орын алғанда – грунт төзімділігінің жоғалуы және бұзылуы орын алады.

Уақыт ішіндегі деформациялардың жүру және грунт төзімділігінің өзгеру заңдылықтарын грунттардың реологиялық қасиеттері деп атайды.

Дисперстік грунттарда бұл қасиеттер релаксация, өрмелегіштік және ұзақ төзімділік түрінде көрінеді.

Серпінді деформацияның қайтымсыз пластикалық деформацияға өту үрдісі релаксация деп аталады. Сонымен қатар бұл үрдіс ұзаққа созылады және агрегаттар бөлшектерінің ұсақталуы, бөлшектердің ығысуы, бір-бірімен жапсарласқан жерлерінде жергілікті шиеленістердің тегістелуі салдарынан оған шиеленістердің біртіндеп азаюы ұласады.

Бұзушы жүктемеден азырақ, тұрақты жүктеме кезінде грунттардың ұзақ уақыт бойы деформациялану қабілеті өрмелегіштік деп аталады.

Жүктеме ұзақ уақыт бойы ықпал еткен кезде біртіндеп азаятын грунт төзімділігі ұзақ төзімділік деп аталады.

Реологиялық қасиеттер үлгідегі немесе массивтегі грунт құрылымына, бөлшектердің жапсарларында шиеленістердің біркелкі емес таралуына, осы бөлшектер мен олардың агрегаттарының тең төзімсіздігіне, сонымен қатар түсірілетін жүктемелердің шамасына тәуелді.

Салыстырмалы шамалы қысымдар кезінде деформациялар, негізінен, бөлшек жапсарлары санының өсуіне, грунттың тығыздалуына, тіпті кейде төзімделе түсуіне негізделеді. Олар белгілі бір уақыт аралығынан кейін сөнеді.

#### **Дисперстік грунттардың сығылғыштығы.**

Адамның өндірістік әрекетінің үрдісінде грунттар құрылыстардың іргетастары, материалы немесе ортасы ретінде түрлі күш ықпалдарына ұшырауы мүмкін: қысым, тығыздалу, опырылу, созылу, бұралу, кесілу. Бірақ көбінесе оларға грунттың тығыздалуына және сығылуына әкелетін құрылыстардың жүктемелері жатқызылады.

Түрлі грунттар немесе түрлі фазалық қалыпта болатын бірдей грунттар бұл деформацияға қалай жауап қайтаруы бойынша құрылыстың іргетасы немесе үйме материалы ретінде грунттың жарамдылығын бағалайды.

Деформативтік қасиеттерді зерттеу міндеті сығылғыштық сипатын зерттеуден, бұл үрдістің шамасы мен жылдамдығынан, құрылыс



іргетастырының отыруын және іргетасқа түсірілетін қысымдарды есептеуге қажетті объективті сипаттамаларды алудан тұрады.

Қалыпты қысымға (мысалы, құрылыстың түсіретін қысымы) ұшырайтын грунттың кейбір көлемі әрекет етуші шиеленістердің ең үлкеніне қарай сығылады және оған перпендикуляр бағытта кеңейеді. Бүйірден кеңеюге айналадағы грунттың кедергісі тосқауыл болады. Сондықтан сығылғыштық бүйірден кеңеюдің шектеулі мүмкіндігі кезінде жүзеге асады.

Белгілі бір шектеулерді енгізе отырып, грунттануда компрессия деп аталатын бүйірден кеңеюдің мүмкінсіздігі жағдайында грунттардың сығылғыштығын қарастырады. Компрессия кеуектілік пен қысымның, сығылу мен қысымның және ылғалдылық пен қысымның арасындағы үш математикалық тәуелділіктерінің бірімен түсіндірілуі мүмкін.

Бұл тәуелділіктер графикалық түрде компрессиялық қисықтар түрінде берілуі мүмкін, олардың кең таралған түрлері болып табылады.

5.2. сурет. Дисперстік грунт сығылуының үлгісі.

$a$  – жүктеме артқан кезде үлгі биіктігінің өзгеруі (отыру);  $b$  – жүктеме артқан кезде үлгі кеуектілігінің өзгеруі (тығыздалу);  $c$  – тәуелділік қисығы  $\Delta h = f(P)$ ;  $e$  – тәуелділік қисығы  $e = f(P)$ .

$$e = f(P)$$

Компрессиялық қисықтарды эмпирикалық теңдеулермен, әдетте логарифмдік формада білдіреді:

$$e = e_0 - 1/B \ln(P + C),$$

мұнда  $e$  – кеуектілік коэффициенті, бірлік үлестері;  $P$  – грунтқа түсетін сәйкес қалыпты жүктеме, МПа;  $B$  және  $C$  – мәндері тәжірибеден анықталатын параметрлер (мөлшерсіз шамалар).

Компрессиялық қисықтарды компрессиялық аспаптарда грунт үлгілерін сынау кезінде эксперименталды түрде алады.

Компрессия сипаттамаларын анықтау үшін келесі схеманы қарастырамыз (5.2 сурет).

Дисперстік грунтты бекітілген көлемді біртіндеп артатын жүктемелердің  $P_0, P_1, P_2, \dots, P_n$  қатаң шеңберімен сығымдайды. Сонымен бірге үлгінің бастапқы биіктігінің  $H, \Delta H_1, \Delta H_2, \dots, \Delta H_n$  шамасына төмендеуі және сәйкесінше кеуектер көлемінің  $V_{П1}, V_{П2}, V_{Пn}$  азаюы байқалады (5.2, а, б суретін қараңыз).

Бұл тәуелділікті «жүктеме-деформация» компрессиялық қисығы немесе  $\Delta H = f(P)$  түрінде көрсетуге болады (5.2, в суретін қараңыз).

Жүктеменің әр сатысы үлгі кеуектері көлемінің  $V_{П}$  азаюына әкеледі. Сонымен қатар қаңқаның көлемі  $V_c$  тұрақты болып қалады.  $V_{П}/V_c = e$  болғандықтан, жүктеменің артуы грунт кеуектілігі коэффициентінің төмендеуіне әкеледі. Бұл «кеуектілік коэффициенті - жүктеме» тәуелділігінің қисығымен немесе, грунт тығыздығының өзгеруін білдіретін,  $e = f(P)$  сипатталады (5.2, г суретін қараңыз).

$e_0$ -ден  $e_n$ -ге дейінгі грунттың кеуектілік коэффициентінің төмендеуі (5.3 суретті қараңыз)  $P$  жүктемесіндегі жалпы деформацияны сипаттайды. Онда серпінді және қалдықтық деформацияны ажырату керек.

Егер грунт үлгісін босатсақ (5.3 суреті, 2 тармақты қараңыз), онда ординаталар осіндегі I кесінді қалдықтық деформацияны, яғни сығымдау кезінде бөлшектердің орын ауыстыруы және құрылымдық элементтердің бұзылуы нәтижесінде туындаған, жалпы деформацияның қайтымсыз бөлігін көрсетеді. Ал II қимасы жалпы деформацияның серпінді бөлігін немесе грунттың болбырау шамасын бекітеді.

5.3. сурет. Компрессиялық қисықтың тура (1) және кері (2) тармақтары: I, II – деформациялар (I – қалдықтық, II – серпінді).

Грунттардың компрессиялық қасиеттері мынаған тәуелді:

а) грунттың құрылымына: дара-түйірлі грунттар жылдамырақ сығылады, ал барлық тең жағдайлардағы олардың соңғы шөгінділері, сазды грунттарға қарағанда, азырақ; соңғыларында сығылу үрдісі өте баяу жүреді;

б) минералды құрамына және жұқа дисперстік фракцияның құрамына; грунттарда монтмориллонит тобының минералдарының болуы ісіну құбылысының пайда болуынан сығылғыштықты төмендетеді, керісінше, органикалық қоспалардың және органикалық-минералды қосындылардың болуы грунттардың сығылғыштығын арттырады;

в) ішкі байланыстардың түріне және сипатына: байланыстар берік болған сайын, сығылғыштық азаяды;

г) грунттың физикалық жағдайына – құрғақ грунттың тығыздығына және табиғи ылғалдылыққа: грунт бөлшектерінің орналасу тығыздығы артқан сайын, оның сығылғыштығы азаяды; ылғалдылық деңгейі артқан сайын, сазды грунттардың сығылу үрдісі ұзаққа созылады;

д) грунттың жүктелу тарихына, яғни сығылу кезеңдерінің толық немесе толымсыз аяқталуын негіздейтін, жүктемелер түсіру қарқынына.

Грунттарды зерттеу кезінде  $e = f(P)$  түріндегі компрессиялық қисық қолданылады. Зерттелетін грунттың қасиеттерін сипаттайтын, бұл қисық мүмкіндік береді: а) сығылғыштық шамасы бойынша грунттарды жіктеуге; б) грунттың құрылымдық төзімділігінің шамасын белгілеуге; в) грунттың жалпы деформациясының модулін анықтауға.

5.4. сурет. Сығылғыштық коэффициентінің геометриялық мәні.

Компрессиялық қисықты қарастыра отырып (5.4 суретті қараңыз), жүктеменің  $P$  әр мәніне кеуектілік коэффициентінің  $e$  белгілі мәні сәйкес келеді.

Егер жүктеменің өзгеруі шамалы болса, бұл кеуектілік коэффициентінің шамалы өзгеруіне әкеледі. Бұл  $e_1, e_2$  ординаталары бар қисықтың бөлігін түзу деп қабылдауға мүмкіндік береді. Онда КЛМ үшбұрышынан  $e_1-e_2$  ординаталар айырмасының  $P_2-P_1$  абсциссаларының айырмасына қатынасы  $tg \alpha$  немесе  $a$  сәйкес келетін болады.

$$tg \alpha = \frac{e_1 - e_2}{P_2 - P_1} = a$$

Зерттелетін компрессиялық қисықтың берілген учаскесіндегі  $a$  артық болған сайын, үлесті қысымның дәл сондай мәндерінде грунт күштірек сығылғыш болады. Грунттар механикасында  $a$  шамасы сығылғыштық коэффициенті деп аталады.

Сығылғыштық коэффициенті грунттарды сығылғыштық деңгейі бойынша төрт категорияға бөлуге мүмкіндік беретін, жіктеуші сипаттама болып табылады.

Грунт	$a$
Сығылмайтын	0,0001 кем
Шамалы сығылғыш	0,001-0,01
Орташа сығылғыш	0,01-0,1
Өте жоғары сығылғыш	0,1 артық

Дисперстік грунттардың деформативтік қасиеттерінің екінші сипаттамасы жалпы деформацияның модулі болып табылады

$$E_0 = \beta \frac{1+e}{a},$$

мұнда  $a$  – көршілес жүктемелердің интервалына арналған сығылғыштық коэффициенті;  $\beta$  - грунттың салыстырмалы көлденең деформациясына қатысты мөлшерсіз коэффициент, ол мынаған тең: құмдар үшін 0,8; саздақтар үшін 0,7; құмдақтар үшін 0,5; саздар үшін 0,4.

Жалпы деформация модулін грунттың жалпы деформациясы мен оны тудыратын шиеленістердің арасындағы сызықтық тәуелділік сақаталатын, жүктемелердің белгілі бір интервалы үшін есептеледі. Бұл көрсеткіш құрылыстар іргетастарының деформацияларын есептеу тәжірибесінде қолданылады.

Үшінші сипаттама, грунттардың сығылғыштығы – бұл сығылғыштық модулі  $E_c$ . Ол Н.Н.Маслов ұсынған  $P$  жүктемесінің ықпалынан грунттың салыстырмалы сығылу шамасын білдіреді.

Сығылғыштық модулі сыртқы жүктемені  $P$  түсіру кезінде қалыңдығы 1м үлгінің немесе грунт қабатының сығылу шамасын көрсетеді.

$$E_c = 1000 \frac{\Delta H}{H},$$

мұнда  $\Delta H$  -  $P$  жүктемесі кезіндегі үлгінің немесе грунт қабатының сығылуы, мм;

$H$  - үлгінің биіктігі немесе қабаттың қалыңдығы, м.

Төменде салыстырмалы сығылғыштық шамасы бойынша грунттардың жіктелуі келтіріледі.

Грунт	$E_c$ , мм/м
Сығылмайтын	1 кем
Шамалы сығылғыш	1-5
Орташа сығылғыш	6-20
Жоғары сығылғыш	21-60
Өте жоғары сығылғыш	60 артық

Құрылымдық байланыстар берік болса немесе грунттар аса тығыздалған болса (мысалы, беткі қабаттан айтарлықтай тереңдікте жататын саздар), олардың құрылымдық төзімділік шамасы үлкен болады. Егер грунттың құрылымын бұзса, құрылымдық төзімділік күрт төмендейді.

Құрамында монтмориллонит тобының минералдары бар сазды грунтта сумен әрекеттесу кезінде ісіну қысымы пайда болады. Ол тәжірибе үрдісінде компрессиялық қисық графигінде (5.6, а суретін қараңыз) үлгі биіктігінің немесе кеуектілік коэффициентінің айтарлықтай артуына әкеледі. Ал аспап

шеңберінде үлгіні жүктеу кезінде ісіну күшін  $P_n = P_1$  (5.6, б суретін қараңыз) анықтауға мүмкіндік береді.

Табиғи тығыздалмаған лёсс грунттарын сынау жағдайында табиғи ылғалдылық кезінде биік емес құрылымдық ұласу байқалады. Оның салдарынан бастапқы учаскедегі қисық дөңес болады (5.7, а суретін қараңыз). Егер бұл грунтты сумен қанықтырсақ, компрессиялық қисық грунттың күрт тығыздалуын көрсетеді (5.7, б суретін қараңыз).

5.6. сурет. Құрамында мономориллонит бар ісінген грунттың компрессиялық қисықтары:

1-2 – қисықтар (1 – еркін ісіну, 2 – үлгісі жүктелген).

5.7. сурет. Табиғи тығыздалмаған (отырымды) грунттың табиғи ылғалдылық (1) және қанығу (2) кезіндегі компрессиялық қисықтары.

5.8. сурет. «Әлсіз» грунттың компрессиялық қисығы.

5.9. сурет. Бірінші (а) және екінші (б) түрдегі грунттардың консолидация грунттары.

Тұрақты жүктеме кезінде уақыт ішінде сазды грунттардың тығыздалу үрдісі нығаю деп аталады.

Бұл үрдістің ұзақтығы келесі негізгі факторларға тәуелді болады: а) грунттың құрылымдық тығыздығы; б) суөтімділік; в) жабысқақтық немесе өрмелеу (грунттың реологиялық қасиеттері).

Нығаюдың жылдамдығы мен сипаты туралы нығаю қисықтары, яғни отырудың уақыт ішіндегі жүктемеге тәуелділік қисықтары түсінік береді. Оларды зерттелетін грунттың әрбір сатысы үшін құрады. Олар 2 түрлі болады (5.9 сурет).

Бірінші түрдің қисықтары (5.9, а суретін қараңыз) сығылу шамасының  $\Delta H$  немесе отырудың  $s$  жүктеменің сатыларындағы  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$  уақыттан тәуелділігін көрсетеді.

Екінші түрдің қисығы (5.9, б суретін қараңыз) уақыт ішіндегі нығаю деңгейінің  $V$  өзгеруін көрсетеді.

Берілген уақыт сәтінде сығылу шамасының аяқталған нығаю кезіндегі сығылудың толық шамасына қатынасын нығаю дәрежесі деп атайды.

$$V = \frac{\Delta H_t}{\Delta H},$$

мұнда  $V$  - нығаю дәрежесі;  $\Delta H_t$  - уақыттың осы сәтіндегі сығылу немесе отыру ( $P$  жүктемесіндегі сығылудың басталуынан  $n$  сағаттан кейін);  $\Delta H$  -  $P$  жүктемесінен аяқталған нығаю кезіндегі толық сығылу.

Екіфазалы қалыпта болатын, яғни суға қаныққан сазды грунттарда нығаю баяу (айлар, жылдар, ондаған жылдар) жүреді.

Тығыздалу жылдамдығы, негізінен, суды сығу жылдамдығымен анықталады. Ал соңғысы, өз кезегінде, сүзілу коэффициентіне негізделеді және оның есептелуі грунттар механикасында сүзіле нығаю теориясына негізделеді.

**Дисперстік грунттардың төзімділігі.**

Құмдарда және басқа дара-түйірлі грунттарда, бөлшектердің арасындағы жапсарларда әрекет ететін, ішкі үйкеліс күштері болады. Олар құмдардың көлеміне, формасына, беткі қабатының сипатына және минералдық құрамына, сонымен қатар олардың тығыздалу дәрежесіне тәуелді. Бөлшектер ірілеу, кедір-бұдырлы болса және домаланған болмаса, олардың үйкеліске қарсы кедергісі үлкен болады. Бұл кедергі үйкеліс коэффициентімен  $f$  көрсетіледі. Оған негізінен таза құмдардың ығысу кедергісі тәуелді.

1773ж. француз физигі Ш.Кулон төзімділіктің келесі тәуелділігін орнатты: сусымалы грунттардың ығысуға шекті кедергісі қалыпты қысымға тура пропорционалды үйкеліс кедергісі болып табылады.

Геометриялық түрде бұл тәуелділік координаттардың басынан өтетін,  $\tau - P$  координаттар жүйесінде түзу түрінде көрсетіледі (5.10 суретті қараңыз) және теңдеулер түрінде жазылуы мүмкін.

$$\tau = fP; \quad (5.7)$$

$$\tau = P \operatorname{tg} \varphi, \quad (5.8)$$

мұнда  $\tau$  - шекті ығыстырушы күш, МПа;  $P$  - қалыпты қысым, МПа;  $f$  - материалдың (құмның) ішкі үйкеліс коэффициенті;  $\varphi$  - ішкі үйкеліс бұрышы.

5.10. сурет. Байланыспаған грунттар үшін ығысу кедергісінің графигі:

$\tau_1, \tau_2, \tau_3$  - ығыстырушы күштер;  $P_1, P_2, P_3$  - қалыпты қысымдар;  $\varphi$  - ішкі үйкеліс бұрышы.

Құмның түрі	$\varphi$ , тығыздығы түрліше құмдарға арналған градус	
	Орташа тығыз	Тығыз
Ұсақ	27	30
Орташа	28	32
Ірі	29	33
Гравийлі	30	35

Графиктен көріп отырғанымыздай (5.10 суретті қараңыз),  $\tau = fP$  тәуелділігі түзу болып табылады. Сонымен бірге  $f$  қысымдардың осіне түзудің еңістік бұрышының тангенсіне тең бұрыштық коэффициент.

$$f = \operatorname{tg} \varphi \quad (5.9)$$

(5.8) теңдеуі байланыссыз грунттарға арналған Кулон теңдеуі деп аталады.

Тұтасу бірқатар факторларға, соның ішінде, грунттың ылғалдылық дәрежесіне тәуелді.

Қалыпты қысымға тәуелді үйкеліс күштерінен басқа, байланысты грунттарда, грунттағы ішкі байланыстардың кедергісіне негізделген, күштер ығысуға қарсы тұрады. Көрсетілгендей, бұл күштер қалыпты қысымға тәуелді емес.

Бұл жағдайда Кулон теңдеуі мынадай түрге енеді:

$$\tau = P \operatorname{tg} \varphi + C, \quad (5.10)$$

Мұнда  $C$  – тұтасу, МПа.

Геометриялық түрде, бұл тәуелділік координаттардың басынан өтпейтін,  $\tau - P$  координаттарындағы түзумен сипатталады (5.11. сурет).

Н.Н. Масловтың ұсынысы бойынша, ығысудың жалпы кедергісі ығысу коэффициентімен сипатталады, ол келесі формуламен анықталады:

$$\operatorname{tg}\Psi = \operatorname{tg}\varphi + \frac{C}{P}, \quad (5.11)$$

мұнда  $\Psi$  - ығысу коэффициенті.

Құмды грунттар үшін  $\operatorname{tg}\Psi$   $\operatorname{tg}\varphi$ -ге тең және шамамен құмдардың табиғи еңістігінің бұрышына сәйкес келеді. Сазды грунттардың ығысу коэффициенті – айнымалы шама: қалыпты қысым артқан сайын, азаяды. Мұндай грунттардағы ығысудың жалпы кедергісі сазды фракция құрамының артуымен бірге артады, алайда ішкі үйкелісі азаяды.

Құмды-сазды грунттардың төзімділік көрсеткіштері зертханалық ығысу аспаптарында және арнайы қондырғыларда анықтайды.

Зертханалық тәжірибеде грунттарды ығысуға сынаудың кең таралған әдісі бір жазықтықтағы қима әдісі болып табылады (5.12 сурет). Ол алдын ала бекітілген жазықтықта бір бөлігіне қатысты екінші бөлігінің ығысуы арқылы берілген қалыпты қысым  $P$  кезінде тығыздалған, грунттың цилиндрлі үлгісін қиюдан тұрады.

Берілген шекті жағдайларға қарай, ығысу тәжірибелері алдын тығыздаумен немесе тығыздаусыз, жылдам немесе баяу, тығыздаушы және қиюшы жүктемелердің түрлі үйлесімінде, құрылымы бұзылмаған (монолит) немесе бұзылған (паста) грунттарда жүргізілуі мүмкін.

Екінші әдіс – бұл стабилومترде үш осьтік сығымдауда сынау (5.13 сурет).

### **Қатты жыныстардың механикалық қасиеттері**

Барлық механикалық қасиеттерді біз шартты түрде негізгі және қосымша деп бөлеміз. Біріншісіне төзімділік пен түрін өзгертуі, екіншісіне беріктік, қаттылық, ұнтақталғыштық, өңделгіштік, бұрғыланғыштық, қопарылғыштық, суыққа төзімділік жатады.

Алғашқыда деформация кернеуге пропорционалды өседі, алайда пропорционалдылықтың шегіне  $P_{\text{пр}}$  жеткен соң, қирау емес, езілу немесе жыныстың пластикалық ағуы орын алады. Ол жарықшақтардың пайда болуынан, үлгі формасының өзгеруінен көрінеді (6.1 суретті қараңыз, б – қызық сызықты аудан). Бұл кернеу аққышқытқа сәйкес келеді және кей жағдайда деформация кернеудің өсуінсіз артуы мүмкін -  $P = \text{const}$  (өрмелегіштік).

6.1. сурет. Жартасты (а) және жартылай жартасты (б) жыныстар деформацияларының қисығы:

$P_{\text{пр}}$  - пропорционалдылық шегі;  $R_T$  - аққышқыт шегі;  $R_z$  - төзімділік шегі.

Өрмелегіштік міндетті түрде қираумен аяқталатындықтан, өрмелегіштік құбылысы уақыт ішіндегі жыныстың төзімділігін сипаттайды 6.1, б,  $R_3 = R_z$  нүктесін қараңыз).

Осылайша, қатты жыныстардың төзімділігі тау жынысының бұзылу (тегістігінен айырылу) сәтінде оның үлгісіне түсірілген максималды жүктемемен бағаланады және сандық түрде мына формуламен беріледі:

$$R_z = \frac{P_{\text{max}}}{F}, \quad (6.5)$$

мұнда  $R_z$  - сығылуға уақытша кедергі немесе төзімділік шегі, МПа;  $P_{\text{max}}$  - сыртқы жүктеме;  $F$  - үлгінің ауданы.

Дәл осылай жыныстардың созуға және сындыруға төзімділігін есептеуге болады. Бірдей жыныстардың сығуға төзімділігі созу төзімділігінен 2-3 есе, сыну төзімділігінен 20-30 есе артық деп шамалап айтуға болады.

Қатты жыныстардың төзімділігіне келесі факторлар әсер етеді: а) минералды құрам; б) ішкі байланыстардың сипаты; в) жарықшақтылық; г) морылу дәрежесі; д) жұмсару дәрежесі.

Қатты жыныстардың түрін өзгерту көрсеткіштеріне жатады: серпімділік модулі, жалпы деформация модулі, көлденең деформация коэффициенті, бүйірлі қысым коэффициенті.

Серпімділік модулі – тау жыныстарының серпінді қасиеттерінің негізгі сипаттамасы.

Жалпы деформация модулі – серпімділік модуліне ұқсас шама, алайда кернеулер мен жалпы деформациялар – серпінді және қалдық деформациялар арасындағы тәуелділікті есепке алады. Осы екі сипаттама, сыртқы жүктемені түсірудің нәтижесінде жыныстың бірлік салыстырмалы деформациясын тудыратын, кернеулердің шамасын анықтайды.

Көлденең деформация коэффициенті (Пуассон коэффициенті) көлденең және бойлы деформациялардың арасындағы тәуелділікті анықтайды.

Бүйірлі қысым коэффициенті (распор коэффициенті) қырларға берілетін тік жүктеменің бөлігін есепке алады. Екі коэффициент те мөлшерсіз.

Тау жыныстарының қосымша физикалық-механикалық қасиеттері жұмыстардың арнайы түрлерін жүргізу жағдайында қызығушылық тудырады: қопару, бұрғылау, рифулерлы және т.б. Оларға жатады:

Беріктік – жыныстағы ішкі байланыстарды бұзуғы ұмтылатын, сыртқы күштерге тау жынысының жалпы кедергісі.

Бұл сипаттаманы М.М. Протодьяконов ұсақтауға, қопаруға, бұрғылау инструментін енгізуге қарсы төзімділікті, тау-кен қазбалары қабырғаларының төзімділігін және т.б. кешенді бағалау үшін ұсынды.

Бағалаушы критерий беріктік коэффициенті болып табылады, ол барлық тау жыныстарын он категорияға бөледі. Олар үшін беріктік коэффициенті 0,3-тен 20 дейінгі аралықта өзгереді және  $R_z$  шамасына қарай Протодьяконов немесе Баронның эмпирикалық формулалары бойынша есептеледі.

Қаттылық – кесуші инструменттердің енуіне тау жынысының кедергісі. Ол жыныстың минералды құрамына, құрылымдық байланыстардың беріктігіне және жыныстың жағдайына (морылу дәрежесіне, жұмсақтығына) байланысты. Тау-кен және бұрғылау инструментін іріктеуге үшін қызмет етеді және жаншу күшін анықтап, арнайы штамптарды жаншу әдістерімен анықталады.

Ұнтақталғыштық (тозу). Бұл сипаттама жынысқа соққылы және ұнтақтаушы әсерлерді түсіру жағдайында уақыт ішіндегі механикалық төзімділіктің өзгерістері туралы жанама пікір айтуға мүмкіндік береді (мысалы, жыныс көркемдеуші материал ретінде, жол төсеміне және басқа ұқсас жағдайларда қолданылғанда). Ұнтақталғыштық үлгіні ұнтақтау шеңберінде немесе Деваль барабанында механикалық өңдеуден кейін салмақтың кемуімен сипатталады.

Тау жыныстарының өңделгіштігі қазу, бұрғылау, опыру, экскавациялау, қопару кезіндегі бұзылуға қарсы кедергісімен сипатталады. Жыныстың бірлік

көлеміне кететін уақыттың, энергияның меншікті шығынымен немесе жұмыс инструментінің шығынымен өлшенеді.

Тау жыныстарының бұрғыланғыштығы бұрғылау инструментін енгізуге қарсы олардың кедергісімен сипатталады. Бұрғылануы бойынша тау жыныстарының жіктелуіне мүмкіндік туғызады. Шпурдың ұзындық бірлігіне кететін уақыттың шығынымен өлшенеді.

Тау жыныстарының қопарылғыштығы қопару кезіндегі ажырауға қарсы жыныстың кедергісімен сипатталады және жыныстың  $1 \text{ м}^3$  қопарғыш заттардың шығынымен өлшенеді.

Суыққа төзімділік. Бұл сипаттама шұғыл континенталды және қатаң климатты аудандарда ерекше маңызға ие және қаптау материалы ретіндегі қатты жыныстардың әрекетін анықтайды. Ол көп реттік қатыру және жібіту кезіндегі тау жынысының беріктігі мен тегістігінің өзгеруін сипаттайды. Суыққа төзімділікті тексеру үшін, мұздатқыш камерада қатыру-жібітудің 15-25 циклынан кейін де ауалы-құрғақ күйде жыныстың сығылуға механикалық төзімділігін анықтайды. Суыққа төзімділік коэффициентін  $K_M$  мынадай қатынаспен анықтайды:

$$K_M = \frac{R'_Z}{R_Z}, \quad (6.6)$$

мұнда  $R_Z, R'_Z$  - қатырудың 15-25 циклынан кейінгі сәйкесінше ауалы-құрғақ және суға қаныққан үлгілердің сығылуға төзімділік шегі;  $K_M > 0,75$  болғанда, жыныс суыққа төзімді деп саналады.

### **Сары топырақты грунттар**

Литологиялық сары топырақты грунттар, құрамында шаң-тозаң фракциясы көп, құмдақтармен, саздақтармен, саздармен беріледі. Бірқатар жағдайларда сары топырақты грунттардың ішінде негізінен жаралуы эолдық бастапқы түзілім ретінде сары топырақтың өзін ажыратады.

Отыру мөлшері, олардың жүру жылдамдығы екі параметрмен сипатталуы мүмкін: а) бастапқы отыру қысымымен және б) салыстырмалы отырымдылықпен.

Құрылымдық төзімділігіне қарай грунттардың қосымша тығыздалуы жоғары немесе төмен қысым кезінде жүруі мүмкін.

Бастапқы отыру қысымы  $P_{\text{отр}}$  - бұл грунттың толық қанығуы жағдайында отырымдылығы байқалатын, минималды қысым. Ол грунтты зертханалық немесе далалық сынау кезінде анықталуы мүмкін.

Зертханалық зерттеу кезінде бастапқы отыру қысымы ретінде салыстырмалы отырымдылық  $0,01$  тең қысымды қабылдайды (7.1 сурет).

Салыстырмалы отырымдылық  $\delta_{\text{отр}}$  деп, жібітуден кейінгі грунт үлгісінің немесе қабатының қосымша отыруының табиғи-қауырт жағдайдағы үлгінің бастапқы биіктігіне немесе сол грунттың қабат қалыңдығына қатынасын атайды. Ол бірлік үлесімен анықталады:

$$\delta_{\text{отр}} = \frac{h' - h_{\text{отр}}}{h_0}$$

7.1. сурет. Грунтты отырымдылыққа сынаудың графигі:



1-2 – табиғи ылғалдылық пен суға қанығуға сәйкес грунт сығылуының қисықтары; 3 – жібітуден кейінгі қосыша отыру; 4 -  $\delta_{PP}$  P-ға тәуелділік қисығы ( $P_{PP}$  - бастапқы отыру қысымы;  $\delta_{PP}$  - салыстырмалы отырымдылық).

мұнда  $h'$  - берілген қысымдағы табиғи ылғалдылығы бар грунт үлгісінің биіктігі;  $h_{PP}$  - жібітудің нәтижесінде отырудан кейінгі грунт үлгісінің биіктігі;  $h_0$  - үлгіні іріктеу тереңдігіндегі табиғи қысым кезіндегі табиғи ылғалдылығы бар грунт үлгісінің биіктігі.

Осылайша, салыстырмалы отырымдылығының шамасы  $\delta_{PP} \geq 0,01$ , сары топырақты грунттар отырымды грунттарға жатады.

Отырымдылықты алдын ала бағалаудың екі критерийі бар: біріншісі ( $I_{ss}$ ) – табиғи бітімдегі және аққыштық пен иілгіштік күйіндегі грунт кеуектілігінің арасындағы эмпирикалық тәуелділік; екіншісі ( $K_d$ ) – В.А. Приклонский бойынша табиғи тығыздықтың көрсеткіші.

$I_{ss}$  көрсеткіші мына формула бойынша бірлік үлестерінде анықталады

$$I_{ss} = \frac{e_L - e}{1 + e}, \quad (7.3)$$

мұнда  $e$  - табиғи бітімдегі және ылғалдылықтағы кеуектілік коэффициенті;  $e_L$  - аққышқытқ шегіндегі ылғалдылыққа сәйкес келетін, кеуектілік коэффициенті, ол мынаған тең

$$e_L = W_L (\rho_s / \rho_B), \quad (7.4)$$

мұнда  $W_L$  - аққышқытқ шегіндегі ылғалдылық;  $\rho_s$  - грунт бөлшектерінің тығыздығы;  $\rho_B$  - 1,0 тең судың тығыздығы.

7.3 формула бойынша есептелген  $I_{ss}$  мәндері төменде берілген мәндерінен төмен болса, сары топырақты грунттар отырымды грунттарға жатады

$I_p$	$I_{ss}$
$0,01 > I_p \leq 0,10$ .....	0,10
$0,10 > I_p \leq 0,14$ .....	0,17
$0,14 > I_p \leq 0,22$ .....	0,24

$K_d$  көрсеткіші де мына формула бойынша бірлік үлесінде анықталады

$$K_d = \frac{e_L - e_0}{e_L - e_p}, \quad (7.5)$$

мұнда  $e_L$ ,  $e_p$  - аққыштық шегі мен иілгіштік шекарасындағы ылғалдылыққа сәйкес келетін, кеуектілік коэффициенттері;  $e_0$  - табиғи бітім мен табиғи ылғалдылықтағы кеуектілік коэффициенті.  $K_d \leq 0$  болғанда, грунттар отырымды деп есептеледі.

Нәтижелеріне отырымдылық бойынша грунт жағдайларының түрін белгілеу негізделетін, отырымдылықты тікелей анықтау зертханалық немесе далалық эксперименталды сынақ жолымен жүзеге асырылады (14 және 16 тарауларды қараңыз).

Салыстырмалы отырымдылық шамасын тікелей анықтаудың мәліметтері бойынша грунт жағдайларының түрі, яғни берілген грунттың отыру

құбылыстарының қауіптілік дәрежесі және оларды жою мен алдын алуда қолданылатын шаралар кешені белгіленеді.

Іргетастың қысымынан немесе сыртқы жүктеменің өзге түрінен табанның деформацияланатын аймағының шектерінде отырады, ал грунттың өз салмағынан отыруы жоқ немесе 5 см аспағанда, отырымды грунттар грунт жағдайларының түрі бойынша отырымдылықтың I түріне жатқызылады.

Отырымды қатқабаттағы (негізінен оның төменгі бөлігінде) грунттың меншікте салмағынан отырған жағдайда және оның шамасы 5 см аспағанда, отырымдылықтың II түрінің грунттарына жатқызылады.

Отыруды салыстырмалы отырымдылықтың шамасына, қабаттар санына және әр отырғыш қабаттың қалыңдығына қарай есептейді (2 тарауды қараңыз).

Грунт жағдайларының түріне қарай, мүмкін отыру деформацияларының алдын алу бойынша немесе отырудан болған салдарды жою бойынша іс-шараларды таңдайды. Бұл шаралар үш түрлі болуы мүмкін: судан қорғағыш, мысалы, отырымды грунттарда салынатын, гидротехникалық құрылыстардың әр түрлі «киімдері», отырымды грунттардың физикалық-техникалық қасиеттерін жақсарту бойынша конструктивтә шаралар (тығыздау, термиялық бекіту, силикаттау және т.б., 9 тарауды қараңыз).

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Грунттардың механикалық қасиеттері.
2. Дисперсті грунттар туралы түсінік.
3. Грунттардың деформациясы туралы түсінік және күйінің (состояние) өзгеруінің үш фазасы (сатысы).
4. Дисперсті грунттардың сығылғыштығы, компрессия туралы түсінік.
5. Грунттардың компрессиялық қасиеттері неге тәуелді.
6. Нығаю (консолидация) және нығаю дәрежесі туралы түсінік.
7. Қатты жыныстардың механикалық қасиеттері, олардың ішіндегі негізгісі мен қосымшасы.

## Тақырып 2.4. Қазіргі геологиялық үрдістер мен құбылыстар (экзогенді үрдістер).

### Мору.

Бірқатар сыртқы факторлардың ықпалынан тау жыныстарының үздіксіз өзгеру және бұзылу үрдісі мору деп аталады: ауа температурасының ауытқуы, судың механикалық және химиялық әсерлері, өсімдіктер мен жануарлардың тіршілік әрекеті.

Мору үрдісі беткі қабаттан басталып, біртіндеп жыныстың түпнегіз таужынысты өзгертіп, тереңге таралады. Осылайша тау жыныстарының мору қыртысы немесе элювий түзіледі.

Морудың 3 түрін ажыратады: физикалық, химиялық және биологиялық.

Физикалық мору негізінен, олардың түйірөлшемдік құрамының өзгеруіне және сынық грунттардың түзілуіне әкелетін, жыныстардың механикалық бұзылуынан көрінеді.

Физикалық мору шұғыл континенталды климатты (шөлдер мен шөлейттер) және суық климатты (Қиыр Солтүстік және биік таулы аймақтар) аудандарда айқын көрінеді.

Химиялық мору тау жынысының құрамына енетін минералдарды ерітудің, тотықтырудың, гидратациялаудың және дегидратациялаудың нәтижесінде тау жыныстарының химиялық құрамының өзгеруінен көрінеді. Бұл өзгеріс жыныстардың және олардың құрылыс қасиеттерінің өзгеруіне әкеледі.

Химиялық мору жұмсақ жылы климатты ылғалдылығы жоғары аудандарда, яғни тропиктер мен субтропиктерде қарқынды түрде байқалады.

Биологиялық мору – бұл өсімдіктердің, жануарлар мен микроағзалардың тіршілік әрекетінің үрдісінде жыныстардың бұзылуы. Морудың бұл түрі барлық жерде таралған, алайда ол жұмсақ климатта қарқынды көрінеді.

Жоғарыда көрсетілгендей, мору тау жыныстарының қасиеттерін беткі қабаттан тереңге қарай өзгертеді.

Н.В. Коломенский морылған қатқабатты (төменнен жоғары қарай) 4 аймаққа бөлуді ұсынады:

Монолитті аймақ, сәл морылған, алайда түпнегіз жынысының қасиеттерін сақтаған.

Шойтасты аймақ, мұнда мору агенттері енген, соның салдарынан түпнегіз жыныс жарықшақтармен жеке шойтастарға бөлінген. Аймақ жоғары суөткізгіштікпен сипатталады.

Ұсақ сынықтар аймағы. Мұнда шойтастар ұсақ фракцияларға – тастарға, тасшақпаларға, тасқиыршықтарға ұсақталған. Ұсақтау үрдісінде бастапқы жыныс түзішу минералдарды ажыратумен қатар, екінші қатарлы (қайта түзілген) сазды минералдар пайда болады. Аймақ төмен төзімділікпен, жоғары сығылғыштықпен, өте біртекті суөткізгіштікпен сипатталады.

Ұсақ ұнтақтау аймағы. Атмосферамен тікелей шектесетін, морудың ең жоғарғы бөлігі. Онда мору үрдісі аяқталу сатысында болады. Жыныс қайта түзілген: екінші қатарлы минералдар бастапқы минералдар мен түпнегіз жынысының сынықтары кірікпелер түрінде кездеседі.

Морудың соңғы нәтижелері түпнегіз жыныстың жарылуы, ұнтақталуы, физикалық қасиеттерінің және химиялық құрамының өзгеруі болып табылады,

бұл оның құрылыстық қасиеттерінің нашарлауына әкеледі және жылжымалардың, опырылымдардың, селдердің пайда болуына мүмкіндік тудырады.

### **Тоң үрдістері**

Тау жыныстарының қату және еру үрдістерінің анықтаушы факторы климат болып табылады.

Тоңның пайда болуы мен режимі климатқа тәуелді. Тоң аймағындағы тоң (криогенді) және тоңнан кейінгі (потскриогенді) құбылыстар климатпен, сонымен қатар тоң жыныстарының генезисімен және петрографиялық құрамымен анықталады.

Температурасы теріс немесе нөлге тең және құрамында мұз бар тау жыныстар мұздаған жыныстар деп аталады.

Жазда еритін, ал қыста қататын жыныстар маусымдық-мұздаған жыныстарға жатады. Жүздеген және мыңдаған жылдар бойы мұздаған күйін сақтайтын жыныстарды көп жылдық тоң жыныстар деп атайды. Көп жылдық тоң жыныстарының даму аймағы криолит аймағы деп аталады.

Жарықшақтар мен қуыстардағы мұздың болуынан, жартасты тау жыныстарының механикалық қасиеттері мұздағанда өзгереді. Бұл үрдіс аяздық мору сипатына ие.

Аяздық көмпью – бұл мұздау кезінде кеуектердегі судың кеңеюі нәтижесінде сазды және шаң-тозаңды құрамдағы суға қаныққан грунттар көлемінің ұлғаюы.

Аяздық көмпью көмпимелер – созылған формалы 0,2-0,5 м биіктікке жер бетінің көтерілімдері түрінде және көмпиме төбешіктері, немесе тоңасты суларына қанығу нәтижесінде көлемін үздіксіз ұлғайтатын, төмен жатқан мұз массасының көтерілуі салдарынан түзілетін булгунняхтар түрінде көрінеді.

Термокарст – көктемгі кезеңде мұз жиындарының еруі кезіндегі көп жылдық тоң жыныстардың бетіндегі отыру және одан кейінгі ойылымдардың, көлдеулердің, шұңқырлардың түзілу құбылысы.

Қызылсу мұз. Морфологиялық тұрғыда қызылсу мұздар көмпиме төбешіктерінен ерекшеленеді: олар өзен немесе жерасты суларының төгілуінің және қатуының нәтижесінде түзілген, жер бетіндегі мұздың жамылғытәрізді немесе ағынтәрізді жиынтығы болып табылады.

Солифлюкция деп – көп жылдық тоң грунттардың еруі нәтижесінде ауырлық күшінің ықпалынан жұмсақ суға қаныққан түзілімдердің беткейлерден жылжуын атайды. Солифлюкция құбылысы беткейлердің етегінде орналасқан, қатынас жолдары мен құрылыстар үшін қауіп төндіреді.

Көмпьюге қарсы күрес шаралары құрғатқыштардың және жерүсті сутөкпенің көмегімен көмпиме аудандарды құрғатуға; жолды жылусақтағыш материалмен жабудың көмегімен қату тереңдігін азайтуға және т.б. келіп саяды.

Қызылсу мұздарға қарсы күрес үшін, өзен жағаларының бойында жердегі қоршау белдері, ал грунтты қызылсу мұздар кезінде – тоң белдемдер, яғни терең орлар қолданылады.

Жоғарғы беткейді өсімдіктермен бекіту, беткейлерді жоспарлау және орнату, арнайы оқшаулау құрылыстарын құру арқылы солифлюкцияға қарсы күрес жүргізіледі.

### **Желдің әрекетімен байланысты үрдістер.**

Желдің әрекеті екіжақты сипатқа – бұзушы және жасампаз сипатқа ие.

Тау жыныстарының бұзылуы, жылдамдығына тура тәуелділікте болатын, желдің динамикалық күшінен туындайды. Желдің бұзушы күші үрдістердің екі түрімен – үрлеу (дефляция) және жел тасымалдайтын ұсақ сынық материалмен бедердің кедір-бұдырларының тегістеу (коррозия) үрдістерімен көрінеді. Бұл үрдістер параллель дамиды, алайда коррозияның салдары қатты кристалды немесе шөгінді жыныстардың даму аймағында айқын көрінеді, ал дефляция жұмсақ, негізінен құмды-сазды түзілімдерде үрлеу формаларының түзілуіне әкеледі.

Төменде эол түзілімдерінің кейбір формаларына сипаттама береміз.

**Шағылдар.** Бұл план мен қимада ассиметриялы орақ тәрізді формалы, жайпақ, 5-70 м/жыл жылдамдықпен үнемі үрлейтін желдің бағытында жылжитын, құмды төбелер. Тізбектерді құрайтын шағылдардың жылдамдығына қарағанда, жалғыз шағылдардың жылдамдығы әлдеқайда артық.

**Жағалық шағылдар.** Материктің ішіне қарай қозғалатын, жағалау бойындағы құмды қырқатәрізді, созылып жатқан төбелер. Теңізден құрлыққа қарай үрлейтін жел қамтитын және тасымалдайтын, жағажай алқабында теңізден жағалауға шығатын, құмнан жағалық шағылдар түзіледі. Алдымен жағалық шағылдың түзілуі үшін, өсімдік, тас немесе басқа зат түріндегі кедергі қажет. Оны айналдыра құм жиналады және шоғырланады.

**Қырқалы құмдар** шөлейттер ауданында қырқалар немесе белдер формасында созылған эол құмдарының түзілімдері.

**Төбешікті құмдар.** Бұл, қырқалы түзілімдерден әлдеқайда төмен, өсімдікпен қапталған, жазық беткейлі төбетәрізді түзілімдер.

### **Жерүсті суларының әрекетімен байланысты үрдістер.**

Тау жыныстарының шайылу үрдісінің қарқыны тау жыныстарының шайылуға қарсы кедергісіне тәуелді. Ол өз кезегінде тау жыныстарының литологиялық құрамына, беріктілігіне және құрылымдық байланыстардың сипатына, сорылу дәрежесіне және қозғалатын судың кинетикалық энергиясының мөлшеріне негізделеді.

$$K_k = \frac{mv^2}{2}, \text{ мұнда } K_k - \text{ кинетикалық энергия (кг/м);}$$

$m$  - су массасы (кг);

$v$  - су қозғалысының жылдамдығы.

**Эрозия** – бұл ағынды су энергиясымен жер бетінің шайылуы және бұзылуы. Атмосфералық жауын-шашындар жауған кезде әр тамшы өз әрекетін орындайды – топырақ немесе грунт өсімдік қабатымен қапталмаған жағдайда, олардан грунттың қарапайым шағын көлемін үзіп алып, аслыған күйде оны беткейдің бойымен төмен қарай тасымалдайды.

Беткі қабатқа түскен судың барлығы, грунттың үстіңгі қабатын қамтып және шайып, жұқа қабат болып жайылады. Бұл құбылыс **жазықтық шайылу** атауына ие. Халық шаруашылығы тұрғысында жазықтық шайылу құнарлы жерлердің үлкен шығындарына әкеледі. Геологиялық тұрғыдан жазықтық шайылу делювий-пролювий түзілімдерінің түзілуіне әкеледі.

Жұмсақ элювий және делювийден құрылған, тік беткейлерде жеке ағыстар, максималды ылди сызығының бойымен ағатын, ағындарға бірігеді. Су массасы мен оның жылдамдығының артуы жырмалардың, науалардың түзілуіне әкеледі. Бұл эрозияның екінші сатысы – ағыстық эрозия. Ағыстық эрозия жыралардың түзілуінің алдын алады және оның тікелей себебі болып табылады.

Жыралардың түзілуі – бұл беткейдің бойында бірлік созылған депрессиялардың немесе бедердің жағымсыз формалары – жыралардың тұтас жүйесі түзілетін, беткейде тау жыныстарының экзогенді шайылу үрдісі.

Жыраның құрылыс:

1 – төбе; 2 – арна; 3 – саға; 4 – эрозия базисі; 5 – шығарынды конусы; 6 – тепе-теңдік кескінінің орналасуы; 7 – суайрық.

Дамуында жыра 4 сатыдан өтеді:

I саты – жырмалар. Бұл жыра түзілудің бастапқы сатысы, онда ағыстық эрозияның нәтижесі ретінде беткейде жырмалар түзіледі.

II саты – жыра төбесінің орнауы. Бұл жыра өсуінің белсенді сатысы. Төбеде ағынды сумен шайылудың салдарынан кертпеш түзіледі.

III саты – тепе-теңдік кескіні. Бұл сатыда жыраның төбесі суайрыққа, ал сағасы эрозия базисіне жетеді. Жыра өсуін тоқтатады, беткейлер өсімдік жамылғысымен қапталады.

IV саты – сай. Эрозиялық әрекетін толық тоқтатқан жыраны сай деп атайды.

Су эрозиясына қарсы күрес шараларына жатқызады: орман шабуға тыйым салу, беткейлерді бойлы жыртуға тыйым салу, малдың жайылуына тыйым салу, шөптер мен бұталарды отырғызу арқылы ашық жерлерді жою.

### **Өзендердің геологиялық әрекеті.**

Әр өзеннің бойында 3 бөлікше бар: жоғарғы, ортаңғы және төменгі ағыс. Бастаудан басталатын, жоғарғы бөлікше планда максималдыеңістік пен түзу сызықты кескінге ие. Мұнда арнаның тереңге қарай шайылуы – түп эрозиясы жүзеге асады. Ағыстың бойымен төмен қарай өзеннің 2-ші бөлікшесі орналасады, бұл ортаңғы ағыс. Мұнда өзен түзу сызықты емес, оның бұрылыстары мен иіндері – бүйірлі эрозиясы бар, ол шайылған жағалардың бұзылуына, соның салдарынан, өзен аңғарының кеңеюіне әкеледі.

Үшінші, төменгі бөлікшеде түп ылдилары минималды бола бастайды, өзен шаюын тоқтатады және оның орнына жоғарғы екі бөлікшенің тасындларының түзілімдері келеді.

Инженерлік-геологиялық тұрғыдан өзендердің әрекеті жағымсыз, осы әрекеттің салдары бірқатар шараларды талап етеді, оларға мыналар жатады: түзету және жерді шығарып алу жұмыстары. Түзету жұмыстары: өзеннің бағытын өзгертуге мәжбүрлейтін, ағын қозғалысының режимін өзгертетін, құрылыстардың құрылысы. Жерді шығарып алу жұмыстары: түбін тереңдетеді, өзен қайраңдарында ойықтарды құрудан тұрады.

### **Теңіздер мен көлдердің геологиялық әрекеті.**

Теңіз абразиясы жағаның құрлыққа қарай жылжуына, жағалық беткей жыныстарының ірі блоктарының құлауына, қорғаныс және өзге инженерлік құрылыстардың бұзылуына әкеледі. Теңіз абразиясының анықтаушы факторы –

толқынның массасы мен оның қозғалыс жылдамдығына тәуелді, теңіз толқыны соққысының кинетикалық энергиясы.

Теңіздердің абразиялық әрекетінің жағымсыз салдарына қарсы күрес 2 түрлі: белсенді және пассивті құрылыстарды тұрғызу жолымен жүргізіледі. Біріншілеріне молдар мен толқынбұзғыштар жатады. Бұл жағадан белгілі бір қашықтықта толқын соққысының кинетикалық энергиясы сөндіруге арналған, көлемді ауыр құрылыстар. Пассивті құрылыстарға жағалаулар, тас аброска және жағаны толқынның шаюынан қорғауға арналған өзге құрылыстар жатады.

### **Селдер.**

Селдер – негізінен нөсерлі жауын-шашындар немесе қар еру және қатты материалмен қанығу кезінде кейбір су жинағыш бассейндерде қалыптасатын, тау ағындары. Олардың қозғалыс жылдамдығы айтарлықтай, бұзушы күші жоғары және оларға тән түзілімдерді құрады.

Сел ағынындағы су мен қатты фазаның қатынасына қарай, селдер байланысты және байланыссыз деп бөлінеді. Байланыссыз селдер бастапқы-тасты және сулы-тасты болып бөлінеді.

Байланысты селдер деп, құрамына 30% дейін сазды материал кіретін селдерді атайды. Сазды материал оларды айтарлықтай жабысқақ етеді және қозғалысы салыстырмалы баяулайды (төмен таулы және тау алды аудандарға орайластырылған).

Байланыссыз селдер жартасты жыныстардың сынық материалдан және қатты шөгінді жыныстардың қойтастарынан қалыптасады. Су мен қатты фазаның қатынасы 30-дан 70% дейін. Селдің құрамында ірі сынықтармен қатар, 15% дейін ұсақ қиыршықтар болса, оны батпақты-тасты селдерге жатқызады.

Байланыссыз селдер байланысты селдерден жоғары қозғалыс жылдамдығының, шағын тығыздықтың және ірі бұзушы күштің болуымен ерекшеленеді.

Сулы-тасты селдерде ұсақ қиыршықтар жоқ дерлік және ірі сынық материалға қаныққан.кез келген сел ағыны 3 аймақтан тұрады: қуаттану, тасымалдау және босау.

Селдерге қарсы күрес сел қалыптасуының барлық аймақтарында жүргізілуі тиіс және қуаттану аймағында сел жиналымдарын мезгілінде алудан тұруы тиіс.

### **Жерасты суларының әрекетімен байланысты үрдістер.**

Арын градиентінің сындарлы мәніндегі грунт айтарлықтай кеуекті болғанда, грунтта қатты бөлшектердің орын ауыстыру, шайылу және бетке шығу құбылыстары туындайды. Мұндай құбылыстарға суффозия мен қорыстылық жатады.

Суффозия – бірқатар жағдайларда жер бетінің отыруына ұласатын, қуыстар, шұңқырлар, ойылымдар түзілетін, жерасты суларының ағынымен грунт бөлшектерін шығару үрдісі.

Суффозияның келесі түрлерін ажыратады:

а) механикалық – негізінен түйірөлшемдік құрамы біртекті емес жұмсақ құмды грунттарда болады;

б) химиялық – тұздалған грунттар суффозиясының бастапқы сатысы болып табылады;

в) сазды немесе сары топырақты карст - өзендердің немесе жыралардың жағаларының тік беткейлерінде жататын, шаң-тозаңды сары топырақты грунттарда байқалады;

г) суффозиялық отыру – грунт қабатында бөлшектерді шаю мен шығарудың нәтижесінде туындайды;

д) суффозиялық жылжымалар - екі қабаттың жапсарында грунт бөлшектерін шығару есебінен туындайды.

Қорыстар – бұл жабысқақ сұйықтықтар сияқты, құмды-сазды суға қаныққан грунттар. Олардың ойықпен ашу кезінде олар сұйылтылады, қозғалысқа келеді, жерасты қазбаларын және қазаншұңқырларды толтырады, ауыр заттарды тартып әкетеді; еркін күйде тасымалдаушы қабілетіне ие емес.

### **Жерүсті және жерасты суларының бірлескен әрекетімен байланысты үрдістер.**

Пайда болуы бір тәртіптегі себептердің әрекетімен – жерүсті және жерасты суларының әрекетімен түсіндірілуі мүмкін болатын, құбылыстар бар. Мұндай құбылыстарға жатқызылады: сары топырақты грунттардың отырымдылығы және карсттүзілу.

#### **Сары топырақты грунттардың отырымдылығы.**

Табиғи немесе жасанды жолмен жібітудің нәтижесінде сыртқы жүктеменің немесе өз салмағының ықпалынан, күштелген күйдегі сары топырақты грунттардың қосымша шөгуін отыру деп түсінеді. Отыру, мұндай грунттарда тұрғызылған, ғимараттар мен құрылыстардың деформациясына әкеледі. Отырымдылықты бағалаудың критерийі қызметін 2 көрсеткіш атқарады: 1) салыстырмалы отырымдылықтың шамасы, 2) бастапқы отыру қысымы.

Жібітуден кейінгі грунт үлгісінің немесе қабатының қосымша шөгуінің табиғи-күштелген күйдегі осы грунт үлгісінің бастапқы биіктігіне немесе қабат қалыңдығына қатынасын салыстырмалы отырымдылық деп атайды.

Грунттың суға толық қанығуы жағдайында отырымдылық байқалатын, минималды меншікті жүктемені бастапқы отырымдылық қысым деп атайды.

Жібіту кезінде өз салмағынан отыруы 5 см аспайтын сары топырақты айырымы I түрдің отырымды грунттарына жатады.

Дәл осындай жағдайда отыруы 5 см асатын және ондаған сантиметр шамасына жететін айырымдар II түрдің отырымды грунттарына жатады.

Отырымдылықтың алдын алу мен оған қарсы күрес мақсатында келесі шаралар ұсынылады:

- а) судан қорғайтын (оқшаулау, суды қайыру)
- б) конструктивтік (отырымды грунттардың қысымын азайту)
- в) сары топырақты грунттардың қасиетін жақсарту (грунттарды тығыздау, бекіту, ауыстыру).

Карст – бұл қозғалыстағы жерүсті және жерасты суларының еритін жыныстарды шаймалау үрдісі. Оған жыныстардың бетінде және массивінде шұңқырлардың, ойылымдардың, үңгірлердің және басқа қуыстардың түзілуі ұласады.

Карсттың дамуы үшін мыналар қажет:

- а) еритін тау жыныстары және олардың эрозия базисінен жоғары жатуы;
- б) қозғалыстағы жерүсті және жерасты сулары, жоғары суөткізгіштік;



в) жерасты суларының турбулентті сипаты мен жоғары суөткізгіштікті қамтамасыз ететін, жарықшақ және ұсақталған тау жыныстарының болуы.

Карст ашық (беткі) және жасырын (жерасты) болады.

Егер карстталатын, яғни еритін жыныстар беткі қабатта жатса, ашық карст түзіледі. Егер карстталатын жыныстардың беті ерімейтін, бірақ суөткізгіш жыныстармен жабылса, жасырын карст түзіледі.

Карстты инженерлік-геологиялық бағалау және жобалау екі бағыт бойынша жүргізіледі:

1. карстталатын жыныстардың таралу жылдамдығы бойынша;
2. карстқа қарсы территорияның төзімділік дәрежесі (Макеев әдісі).

Карстқа қарсы шараларды таңдау карст түріне де, берілген территорияда тұрғызылған құрылыстардың түріне де тәуелді және келесі жұмыстардан тұрады:

- 1) территорияны жоспарлау
- 2) жерүсті суларын қайыру
- 3) жерасты суларын шегендеу немесе сорғыту
- 4) гидротехникалық құрылыстардың іргетасындағы сүзілуге қарсы бүркемелерді құру
- 5) керіштеу, шайырлау және т.б. әдістермен еритін карстталған жыныстарды бекіту.

#### **Беткейлердегі ауырлық күшінің әрекетімен байланысты үрдістер.**

Өзінің таралуы және адам мен оның тәжірибелік әрекетіне қауіптілік дәрежесі бойынша экзогенді үрдістердің арасында жылжымалар, опырылымдар, көшкіндер және т.б. жататын беткейлік үрдістер маңызды орынға ие.

#### **Жылжымалар.**

Бірқатар жағдайларда жерүсті немесе жерасты суларының әрекетімен байланысты және жыныстардың беткейден сырғу, жылжу немесе баяу ағу сипытаны ие, ауырлық күшінің ықпалынан беткейдің бойымен төмен қарай тау жынысы массаларының орын ауыстыруын жылжыма деп атайды.

Жылжымалар дамыған жергілікті жерлердің табиғи жағдайларына қарай, яғни климатқа, геологиялы құрылысы мен литологиясына, г/г-қ жағдайларына, топографиясына, геоморфологиясына және т.б. қарай, жылжымалардың әр түрлерін ажыратады. Олар мынадай белгілер бойынша ажыратылады:

- 1) түзілу орны (таулардағы, өзен аңғарларының беткейлеріндегі, теңіз жағалауларындағы жылжымалар).
- 2) көлемі (кіші  $1000 \text{ м}^3$  дейін, орташа  $100$  мың  $\text{м}^3$  дейін, ірі  $100$  мың  $\text{м}^3$  асатын).
- 3) пландағы формалар (глетчерлік, шептік, цирктәрізді).
- 4) төзімділіктен айырылудың себептері (суффозиялық, консистентті және құрылымдық жылжымалар).
- 5) қозғалыс түрі (итеруші және сырғушы жылжымалар).
- 6) қозғалыс сипаты (сырғанау жылжымалары, ағын-жылжымалар, опырылым-жылжымалар).
- 7) жылжымалы беткейдің құрылысы (біртекті қаттардағы жылжымалар, 2 жыныстың жапсары бойынша және қатталуға қарсы жылжымалар).

Жылжымаларға қарсы күрес шаралары алдын алу шараларына және инженерлік шараларға бөлінеді.

Екпе ағаштарды баптау, беткейде жер жұмыстарын жүргізуді бақылау, жылжымалардағы суқайырғыш, сорғытқыш және басқа инженерлік құрылыстардың қалыпты жұмысын бақылау алдын алу шараларына жатады.

Инженерлік шараларға жатады:

а) жоспарлау жұмыстары – төзімділікті арттыру үшін, беткейдің жоғарғы бөлігін кесу және төменгі бөлігіне жүктеу.

б) жерүсті суларын қайыруға арналған құрылыстарды орнату.

в) жерасты суларын қайыруға арналған сорғытқыштарды орнату.

г) тіреуіш қабырғалар мен жағалауларды орнату.

д) жылжымалы беткейдің кейбір жеке бөлікшелерін бекітуге арналған тіреуіш-бағананы орнату.

Опырылымдар, тас құлаулар, сусымалар.

Жыныстардың төңкерілуі және ұнтақталуы қабаттасатын, тау беткейлеріндегі ірі жыныс массивтерінің күрт құлауы опырылым деп аталады. Жыныстың морылуы немесе ылғалдануы салдарынан ішкі байланыстардың әлсіреуінің нәтижесінде опырылымдар пайда болады. Опырылымдарды қопарылған жыныстардың көлемі мен құрамы бойынша ажыратады. Опырылымдар, таулы жолдардағы, туристік соқпақтардағы қозғалысқа, түрлі құрылыстарға қауіп төндіретін, таулардағы қауіпті геологиялық құбылыс болып табылады.

Тас құлау – беткейлерден жеке тастардың немесе шойтастардың құлауы. Әдетте жаңбырдан кейін немесе қар ерігеннен кейін, тастар мен олар орналасқан сазды толтырғыштар арасындағы тұтасу күштерінің азаюы салдарынан пайда болады.

Беткейде немесе оның етегінде морылу өнімдерінің тасты сынық немесе шойтасты материалының сырғуын сусымалар деп атайды. Сынған материалдың түріне, жағдайына және өсімдік жамылғысымен жабылу дәрежесіне қарай, сусымалар әрекеттегі және сөнген деп бөлінеді.

Әрекеттегі – бұл табиғи баурайының бұрышы сусыма бетінің бұрышынан кіші, сынған материалдың жаңа, үнемі толығын массалары.

Сөнген – беткейді кесу немесе сейсмикалық дүмпудің салдарынан қозғалысы жандануы мүмкін, сынған материалдың тығыздалған, өсімдік жамылғысымен қапталған, қозғалыссыз жиынтықтары.

Сусымалардың ерекше түрлері – қорымдар мен осовтар.

Құрымдар – бұл бетінің бұрыштары аса жайпақ етек түріндегі, беткей баурайында орналасатын сусымалар. Мұндай сусыманың іргетасында, атмосфералық жауын-шашындармен ылғалдануы кезінде сырғыламы болатын, сазды материал жатады, соның салдарынан барлық сусыма еңістік бойымен баяу жылжи (аға) бастайды.

Осовтар – бұл толық қаныққан жағдайда, сазды тактатастар, әксаздар, опокалар сияқты, жұмсаратын жыныстардан құрылған, сусымалардың ығысқан бөлікшелері. Мұндай сусымалардың қозғалысы пластикалық ағын сипатына ие.

Опырылымдар мен сусымаларға қарсы күрес шаралары алдын алу шаралары мен инженерлік шараларға бөлінеді.

Алдын алу шаралары беткейлік үрдістердің бастапқы сатысындағы әрекетінің алдын алуға немесе тоқтатуға бағытталады. Олар мынадан тұрады: беткейлердің жағдайын бақылау, өте морылған бөлшектерді, аспалы қабақтарды немесе жеке тастарды құлату; сусымалардың, құрымдардың, осовтардың қозғалыс жылдамдығын өлшеу, олардың табиғи баурайының бұрышы мен сусыма бетінің бұрышын өлшеу.

Инженерлік шаралар түрлі беткейлік үрдістер үшін әртүрлі. Опырылымдар мен тас құлауларға қарсы күрес үшін, жолдың қауіпті жерлерінің үстінен қармаушы алаңдар, темір-бетон галереялар, жеке жағдайларда – тоннельдер үңгілуін, сонымен қатар су жинағыш және су қайырғыш гидротехникалық құрылыстарды, тығындауды, керіштеуді және өзге шараларды қолданады.

### **Сейсмикалықпен байланысты құбылыстар.**

Бұдан бұрын сипатталған экзогенді үрдістерге қарағанда, сейсмикалық құбылыстар (жерсілкінулер) Жердің ішкі күштерінен туындайды және тектоникалық күштердің ықпалынан жыныс қаттарының айырылуы кезіндегі энергияның үлкен көлемінің босауы нәтижесін құрайды.

Энергияның босауына, жер бетінің тербелуіне әкелетін, күшті жерасты дүмпүлері қабаттасады.

Сейсмикалық дүмпудің максималды күші эпицентрде пайда болады, өйткені ол жерсілкіну ошағынан ең қысқа қашықтықта жатыр.

Жерсілкінудің күшін бағалау үшін, маятник түріндегі аспаптар – сейсмографтар қолданылады.

Жерсілкінулердің күші 1-ден 12 балға дейін болады, күші 1-5 балл болатын жерсілкінулер адамдардың өмірі мен құрылыстарға қауіпті салдарды тудырмайды.

Жерсілкінудің күші мен оның салдары бірқатар факторларға тәуелді, олардың ішінде келесілерді ажыратайық:

1) жыныстардың құрамы мен күйі. Қатты жыныстарға қарағанда, жұмсақ жыныстардағы жерсілкіну күші жоғары.

2) г/г-қ жағдайлар. Суға қаныққан жұмсақ тау жыныстары жерсілкінудің қарқындылығын күшейтеді.

3) Сейсмикалық толқынның жолындағы тектоникалық бұзылыстар жерсілкінудің күшін азайтады.

4) Бедер. Тау жұрнақтары, жыралар, жарлар жерсілкінудің күшін арттырады және сейсмикалық қауіпті территориялар болып табылады. Жерсілкінудің алдында жыныстардың электрөткізгіштігі мен магнитті қасиеттері өзгереді, жарықшақтылық дәрежесінің артатынын, су- және газөткізгіштік өзгереді, жерсілкіну ошақтарының маңындағы ұңғымалар деңгейінің тербелуі мен шығыны байқалатынын геофизиктердің, геохимиктердің және г/г-ң еңбегі дәлелдеді.

Жерсілкінулердің мұндай белгілері оның пайда болуын болжаудың негізіне алыну керек. Бұл белгілер жерсілкіну жаршылары атауына ие.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Мору немесе үгілу үрдістері.
2. Тоң үрдістері.

3. Желдің әрекетімен байланысты үрдістер.
4. Жерүсті суларының әрекетімен байланысты үрдістер.
5. Өзендердің геологиялық әрекеті.
6. Теніздер мен көлдердің геологиялық әрекеті.
7. Жерасты суларының әрекетімен байланысты үрдістер.
8. Жерүсті және жерасты суларының бірлескен әрекетімен байланысты үрдістер.
9. Беткейлердегі ауырлық күшінің әрекетімен байланысты үрдістер.
10. Сейсмиялықпен байланысты құбылыстар.

## **Тақырып 2.5. Адамның инженерлік-геологиялық әрекетімен байланысты үрдістер**

Адамның өндірістік әрекеті массивтегі табиғи жағдайдың және тау жыныстары қасиеттерінің тепе-теңдігін бұзады, оның нәтижесінде әркез салдарының алдын ала болжап білу мүмкін емес, жағымсыз құбылыстар туындайды. Бұл үрдістер пайдалы қазбаларды өндірудің жерасты және ашық тәсілдеріндегі қарқынды қалалық және өнеркәсіптік құрылыс аудандарында, ірі мелиоративтік жүйелер мен ірі бөгендерде және көптеген басқа орындарда кең таралған.

### **Ғимараттар мен құрылыстар іргетасының отыруы.**

Тұрғызылатын құрылыстан болатын сыртқы (тік) жүктеменің нәтижесінде оның іргетасының грунттары тығыздалады және құрылыс астындағы теріс белгілі жер беті нүктелерінің вертикалды орын ауыстыруы, яғни іргетастың отыруы деп аталатын үрдіс пайда болады. Бұл өзгеріс (құрылыс іргетасының отыруы) миллиметрмен, сантиметрмен, ондаған сантиметрмен өлшенуі мүмкін. Мүмкін және мүмкін емес отыруды ажыратады.

Құрылыстың бұзылуына, оның қалыпты жұмысының бұзылуына немесе пайдалану үрдісінде архитектуралық формалары мен жобалық көлемдерінің өзгеруіне әкелмейтін, отыруды мүмкін отыру деп атайды.

Соңғы (ең үлкен) шамасына жеткенге дейінгі уақыт ішіндегі грунттың отыруы түрлі грунттар үшін бірдей жүрмейді. Құмдар мен басқа бөлек түйірлі грунттар жылдам тығыздалады.

### **Жібіту нәтижесінде құрылыстар іргетасының отыруы.**

Отырулар тек сары топырақты грунттарда пайда болуы мүмкін. құрылыс тәжірибесінде айтарлықтай отырулар:

а) су жүргізетін немесе канализациялық желілердің апаты нәтижесінде ғимараттар мен құрылыстардың іргетасын жібіту кезінде;

б) ГСД көтерілуін немесе құрылыс іргетасының астына жерүсті суларының ағуын тудыратын, дұрыс емес пайдалану кезінде;

в) отырымды сары топырақты грунттарда құрылған, мелиоративтік құрылыстардың каналдары мен құрылыстарында болады.

Күшті отырымды жыныстардан құрылған ірі территорияда өнеркәсіптік құрылыс жағдайында, жұмыстардың алдында сейсмикалық әдіспен грунттарды аудандық тығыздау жүргізіледі.

### **Іргетас грунттарының керілуі.**

Құрылыс түсіретін меншікті жүктеме айтарлықтай артқан кезде іргетас грунттарында пластикалық деформация аймақтары пайда болады. Олар грунттың бір бөлігінің басқа бөлігіне қатысты ығысуына әкеледі. Бұл үрдіс жылдам жүреді: құрылыс төмен құлайды, яғни күрт төмен түседі. Ал оның астындағы грунт керме белі түрінде итеріледі. Бұл үрдіс іргетас грунттының керілуі атауына ие болды.

Грунттардың тасымалдаушы қабілетін жақсарту немесе іргетастың ерекше конструкцияларын қолдану жолымен керілу құбылыстарына қарсы күрес жүргізіледі.

### **Таужыныс қысымы және тау жыныстарының қозғалысы.**

Массивтегі тау жыныстары, олардың қалыптасу үрдісінде түзілген, табиғи күштелген күйде болады. Бұны белгілі бір гравитациялық,

гидродинамикалық, геотермиялық жағдайлар деп түсінеді. Кез келген жерасты жұмыстары бұл қалыптасқан режимді бұзады және қазбалардың қабырғалары мен күмбезінің деформациясына, жыныстардың сүйретпелерінің түзілуіне, күмбездерді құлауына әкеледі.

Қазбаға қарай жыныстың жыныстың қозғалуынан туындаған, тіреуішке түсетін қысымның күші таужыныс қысымы деп аталады. Бұл жағымсыз құбылыс тау-кен қазбасының болуына тікелей қауіп төндіруден басқа, қазбаның айналасындағы массивте және тіпті жер бетінде күштелген күйдің өзгеруіне әкеледі.

Жыныстардың құлауы және ығысу мұлдасының түзілуі қабаттасатын, қазылған кеңістіктің үстіндегі қаттардың иілуін жер бетінің ығысуы деп атайды. Мұндай аудандар үшін қорғаныстың құрылыс шараларын – қазылған кеңістіктің бос жынысын орнатуды және тау-кен қазбаларын сәйкес үңгілеуді қолдануды ұсынады.

### **Сұйық және газтәрізді тау жыныстарын қазу кезінде жер бетінің отыруы.**

Өнеркәсіптің, ауыл шаруашылығының қарқынды дамуы, қала халқының өсуі соңғы жылдары жер қойнауларынан суды, мұнайды және газды тартумен байланысты құбылыстарға әкеліп отыр. Тарту тұтас аймақтардың г/г-қ жағдайларын айтарлықтай өзгертеді және сүтұтқыш қатқабаттардың күштелген күйінің өзгеруіне әкеледі. Табиғи қысымның өсуімен бірге, құмды-сазды грунттардың кеуектерінің сығылмайтын судан босауы өз салмағының ықпалынан жыныстардың тығыздалуына әкеледі. Бұл өз кезегінде жер бетінің отыруын тудырады.

### **Су шаруашылық және гидротехникалық құрылыспен байланысты құбылыстар.**

Тұрақталған г/г-ық және инженерлік-геологиялық жағдайлардың бұзылуымен байланысты, инженерлік-геологиялық үрдістер мен құбылыстардың тұтас тобы осыған жатады.

Сыйымдылығы жоғары бөгендерді құрып, ірі өзендердің ағысын реттеу табиғи геологиялық жағдайды мүлдем өзгертеді. Бүкіл г/г-қ режим өзгереді: бөген жағасы бойынша ағыс жылдамдығы өзгереді; инженерлік құрылыстарға тікелей қауіп төндіретін – жағалардың бұзылуы мен қайта жасауға әкелетін, соқпа толқынды әрекетін арттырады. Өзендегі суды тіреу г/г-қ режимнің өзгеруіне әкеледі: беткейлердегі жылжыма құбылыстары жанданады немесе пайда болады. Бұл құбылыс ~ 100 м шамасына дейін бөген толған соң, жерсілкінулердің саны мен балдылығы артуынан тұрады және қат және қатқабат суларының қысымы аномальді жоғары учаскелердегі күштелген жағдайдың туындауымен байланысты немесе бөгендегі су массасының жүктемесінің ықпалынан тау жыныстары жағдайының өзгеруімен байланысты болуы мүмкін.

Жоғарыда аталған құбылыстардың бүкіл кешені инженерлік-геологиялық құбылыстарға жатады, өйткені оның анықтаушы факторы адамның шаруашылық және құрылыс әрекеті болып табылады.

## **Бақылау сұрақтары:**

1. Адамның инженерлі-геологиялық әрекетімен байланысты үрдістер, олардың түрлері.
2. Ғимараттар мен құрылыстар іргетасының отыруы.
3. Жібiту нәтижесiнде құрылыстар іргетасының отыруы.
4. Іргетас грунттарының керiлуi.
5. Тау жыныс қысымы және тау жыныстарының қозғалысы.
6. Сұйық және газтәрізді пайдалы қазбалардың қазу кезінде жер бетінің отыруы.
7. Сулы шаруашылық және гидротехникалық құрылыспен байланысты құбылыстар.

### 3 бөлім. Гидрогеологиялық зерттеулер.

#### Тақырып 3.1. Гидрогеологиялық зерттеулердің әдістері туралы жалпы мәліметтер.

Жасанды немесе табиғи факторлардың ықпалынан халық шаруашылығында қолдануға жеткілікті сапада және қажетті мөлшерде сынамаларды іріктеу үшін қолайлы жағдайлар түзілетін, сүтұтқыш қабаттың бөлігі жерасты суларының кенорны деп танылады. Тікелей суды іріктеу жүргізілетін, кенорынның бөлігі сұтартқы деп аталады.

Сумен қамтамасыз ету мақсатындағы гидрогеологиялық зерттеулерді сатылар бойынша белгілі бір бірізділікпен жүргізеді: (жалпы және түбегейлі) іздеу, алдын ала, түбегейлі және игере барлау.

**Жалпы іздеу.** Геологиялық құрылысты, гидрогеологиялық жағдайларды, жерүсті ағынының режимін және т.б. сипаттайтын, аудан бойынша бұрынғы зерттеулердің материалдары осы сатыда жинақталады және жүйеге келтіріледі. Жиналған материалдардың нәтижелері бойынша ауданның жалпы гидрогеологиялық жағдайларының және жерасты суларының табиғи және игерілетін қорларының жалпы жағдайларының сипаттамалары берілуі тиіс, келешегі бар аудандар мен өнімді сүтұтқыш горизонттар айқындалуы тиіс, болжамды игерілетін қорлардың алдын ала сандық бағасы берілуі тиіс және алдағы зерттеулер негізделуі тиіс.

**Түбегейлі іздеу.** Келешегі бар аудандарда өнеркәсіптік типтегі жерасты суларының кенорындарын анықтау үшін,  $C_1$  және  $C_2$  категориялары бойынша жерасты суларының игерілетін қорларын бағалау үшін және алдын ала барлау учаскелерін таңдау үшін түбегейлі іздеу қажет. Бұл сатыда далалық гидрогеологиялық жұмыстардың белгілі бір кешені орындалады. Жұмыстардың негізгі түрлері – 1:50 000 және одан ірі масштабтағы геологиялық-гидрогеологиялық түсірім, аудандық геофизикалық жұмыстар, іздеу ұңғымаларын бұрғылау, тәжірибелік-сүзу жұмыстары, ұңғымалардағы геофизикалық зерттеулер, гидрометриялық, топографиялық-геодезиялық және зертханалық.

**Алдын ала барлау.** Алдын ала барлаудың негізгі міндеттері мыналар болып табылады:

- түбегейлі іздеулердің нәтижелері бойынша барлауға ұсынылған, перспективті учаскелердің геологиялық құрылысының негізгі ерекшеліктері мен гидрогеологиялық жағдайларын зерттеу;
- учаскенің жерасты суларының игерілетін қорларын қалыптастыру көздерінің сандық және сапалық сипаттамасы;
- барланатын учаскенің ауданында гидрогеологиялық параметрлерді нақтылау, есептеу схемасын негіздеу және игерілетін қорларды бағалау әдісін таңдау;
- болашақ сұтартқының тиімді схемасын негіздеу;
- учаске шектерінде жалпы игерілетін қорларды анықтау.

Алдын ала барлау сатысында гидрогеологиялық жұмыстардың келесі түрлерін орындау ұсынылады:

1. Учаскенің шекараларын, геоморфологиялық, геологиялық және гидрогеологиялық ерекшеліктерін нақтылау, сонымен қатар түрлі жұмыстарды



жүргізудің техникалық-экономикалық жағдайларын анықтау мақсатында перспективті учаскенің шектерінде *территорияны тексере зерттеу*.

2. Бұрғылау ұңғымаларының геологиялық-гидрогеологиялық жағдайлары мен орналасу планын түзету мақсатындағы *түбегейлі жерүсті геофизикалық зерттеулері*.

3. Барлау және бақылау ұңғымаларын үңгілеу – *бұрғылау жұмыстары*. Барлау және бақылау ұңғымаларының саны, олардың тереңдігі мен учаскеде орналасуы нақты гидрогеологиялық жағдайларға байланысты.

4. Өнімді сүтұтқыш горизонттың негізгі гидрогеологиялық параметрлерін анықтау, планда және қимада сүтұтқыш қаттың шекаралық жағдайларын зерттеу, жерасты суларының сапасын белгілеу бойынша *тәжірибелік-сүзу жұмыстары*. Алдын ала барлау сатысында бұрғылау үрдісінде тәжірибелік бірлік аймақтық сутартуларды, бұрғылау аяқталған соң тәжірибелік бірлік сутартуларды және шоқ сутартуларды жүргізеді.

5. Жерасты суларының сапасын және учаске ауданының санитарлық жағдайын зерттеу мақсатындағы *жерасты суларын сынамалау*. Су сынамаларын әдетте өнімді және олармен іргелес сүтұтқыш горизонттардан және жерүсті ағын сулардан іріктейді. Су сынамаларын зерттеу, бұрғылау, тәжірибелік бақылаулар және режимдік бақылаулар үрдісінде іріктеуге болады. Сынамалардың саны, оларды іріктеудің жиілігі учаскенің нақты гидрогеохимиялық жағдайларына тәуелді. Алдын ала барлау сатысында санитарлық қорғау аймақтарын гидрогеологиялық негіздеу үшін, санитарлық бақылау органдарының өкілдерімен бірлесіп, учаскенің санитарлық жағдайын зерттейді.

6. *Жерүсті және жерасты суларының режимін зерттеу*. Өзен аңғарларының жерасты суларын және карбонатты түзілімдердің жарықшақ-карст суларын зерттеу кезінде бұл жұмыстар ерекше зор маңызға ие болады, өйткені олардың режимі метеорологиялық және гидрологиялық факторлармен тығыз байланысты. Жерасты суларының режимін бақылауды ұңғымалардан, өзендердегі суөлшегіш орындардан тұратын бақылау желісінде және бұлақтардың алдындағы босау орнында жүргізеді. Режимдік бақылаулардың ұзақтығы бір жылдан кем болмауы тиіс, сондықтан оларды іздеу сатысында бастаған дұрыс.

**Түбегейлі барлау.** Алдыңғы сатылардың жұмыс нәтижелері бойынша өнеркәсіптік оң баға алған және судың бастапқы қажеттілігін қанағаттандыру мақсатында игеру көзделген, кенорындарда ғана түбегейлі барлау гидрогеологиялық жұмыстарын жүргізеді. Оларды қажетті қатынаста *A, B* және *C<sub>1</sub>* категориялары бойынша олардың берілген мөлшерін есепке ала отырып, қорларды есептеуді қамтамасыз ететін дәлдікпен барлайды.

*Бұрғылау ұңғымалары* міндеті бойынша барлау, барлау-игеру және бақылау ұңғымалары деп бөлінеді. Кенорындардың барлық түрлерінің шектерінде бұрын бұрғыланған ұңғымаларды есепке алып және сутартқының белгіленген схемасына қатысты, барлау және барлау-игеру ұңғымаларын негізінен сутартқы учаскенің шектерінде орналастырады.

Кенорнын түбегейлі барлау үрдісінде *тәжірибелік-сүзу жұмыстарын*, өнімді горизонттың гидрогеологиялық параметрлерін түбегейлі зерттеу және нақтылау, сүзу ағынының шекаралық жағдайларын нақтылау, барлау

ұңғымаларының жобалық өнімділігінің тәжірибелік жолмен анықтау, ұңғымалардың өзара әрекеттесуі кезінде деңгей қималарының биіктігін белгілеу, берілген суіріктемесі кезінде жерасты сулары деңгейінің қима биіктіктерін анықтау және күрделі гидрогеологиялық жағдайларда жерасты суларының сапасының мүмкін өзгерістерін тәжірибелік жолмен зерттеу үшін, учаскеде бұрғыланған барлық ұңғымаларда жүргізіледі.

*Геофизикалық каротажды зерттеулер* электрлі, радиоактивті, резистивиметриялық және шығын өлшегіш каротаждардан тұрады.

Түбегейлі барлау сатысында *жерасты және жерүсті суларының режимін* зерттеу бойынша жұмыстар жалғастырылуы тиіс. Бұл жұмыстардың барысында қоршаған ортаны қорғау және жерасты суларын ластанудан қорғау бойынша қосымша мәселелер шешіледі.

Химиялық құрамды, бактериологиялық және органолептикалық көрсеткіштерді зерттеу үшін *су сынамаларын* сутартуларды жүргізу кезінде де, режимдік бақылауларда да іріктейді. Жерасты суларының қорларын бағалау кезінде қолданылатын, барлық ұңғымалар үшін сынамаларды іріктеу міндетті. Сынамаларды іріктеу жиілігі мен олардың көлемі гидрогеохимиялық жағдайлардың күрделілігімен анықталады.

**Игере барлау.** Қолданылатын сутартқылардағы жерасты суларының кенорындарын өнеркәсіптік меңгеру кезінде игере барлау сатысының аясында гидрогеологиялық зерттеулер жалғастырылады. Барлаудың негізгі міндеттері деп санайды:

- сутартқы учаскедегі жерасты суларының игеру режимін стационарлық бақылау;
- депрессиялық шұңқырды қалыптастыру жағдайын зерттеу;
- игеру үрдісінде жерасты суларының сапасын өзгерту сипатын зерттеу;
- игерілетін сутұтқыш горизонттың гидрогеологиялық параметрлерін нақтылау;
- жерасты суларының игеру қорларын қайта бағалау;
- сутұтқыш жұмысының тиімді режимін және оның мүмкін кеңеюін негіздеу;
- қорғау шараларын негіздеу үшін, геологиялық және қоршаған ортаға жағымсыз ықпалын тигізуі мүмкін, техногенді үрдістерді зерттеу;
- игеру қорларын өсіру және т.б. мақсатында кенорын флангілерін барлауды жалғастыру.

Аталған міндеттерді шешу үшін, гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жұмыстардың кешенін сутұтқыш учаскеде жүргізеді.

*1. Жерасты суларын игеру режимін стационарлық бақылау.* Бұл жұмыстарға жеке сутартқы ұңғымалардың шығынын және сутартқының қосынды өнімділігін зерттеу, барлық бақылау ұңғымалары бойынша деңгей режимін және температуралық режимді зерттеу, жерасты суларының химиялық және бактериологиялық құрамын және олардың өзгеруін анықтау кіреді. Бақылауларды үнемі әрекет ететін тірек желісінің бақылау ұңғымалары бойынша және игере барлаудың барысында ұйымдастырылуы мүмкін қосымша желі бойынша жүргізеді. Бақылау ұңғымаларының орналасуы сутұтқыш қаттың шекаралық жағдайларына, сутартқы ұңғымаларды орналастыру жүйесіне және өзге факторларға тәуелді. Бірақ барлық жағдайда бақылау ұңғымалары

сутартқының ортасында ғана емес, депрессиялық шұңқырдың бүкіл ауданында орналасуы тиіс.

2. *Табиғи геодинамикалық және техногенді үрдістерді зерттеу мақсатындағы инженерлік-геологиялық зерттеулер.* Бұл сутартқы учаскесін кезеңдік тексере зерттеу және жер бетінің деформациясын тірек геодезиялық желі бойынша бақылауды ұйымдастыру.

3. *Тірек және қосымша режимдік желіні (бақылау) ұйымдастыру үшін, геодинамикалық үрдістерді (инженерлік-геологиялық) және кенорындардың флангілерінде игерілетін қорларды өсіру мүмкіндіктерін (барлау-игеру) зерттеу үшін гидрогеологиялық ұңғымаларды бұрғылау.*

4. *Сутартқы ұңғымалардың техникалық жағдайын анықтауға және сүзгіштердің жұмысын тексеруге арналған геофизикалық жұмыстар.*

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Жерасты суларының кенорны не болып танылады, сутартқы дегеніміз не?
2. Гидрогеологиялық зерттеулердің сатылары, олардың міндеттері.
3. Гидрогеологиялық іздеу (жалпы іздеудің нәтижелері мен түбегейлі іздеудің жұмыстардың кешені).
4. Гидрогеологиялық алдын ала барлаудың негізгі міндеттері мен жұмыстардың түрлері.
5. Гидрогеологиялық түбегейлі барлаудың жұмыстары.
6. Гидрогеологиялық игере (пайдаланудағы) барлаудың негізгі міндеттері мен жұмыстардың кешені.

### **Тақырып 3.2. Жерасты суларының қорларын қорғау және толтыру мақсатындағы гидрогеологиялық зерттеулер.**

Табиғи сулардың түрлі ластануының көздері (химиялық, бактериялық, техногенді, табиғи және т.б.) көптеген техногенді және табиғи жүйелер болып табылады (33.1 сурет). Өңделетін пайдалы қазба кенорындарын құрғату, жерлерді суландыру және құрғату, бөгендерді, бөгеттерді, каналдарды және өзге құрылыстарды құру, тұщы, минералды және өзге сулардың игеру ұңғымаларын ірі іріктеу кезінде табиғи суларда ірі өзгерістер болады.

*Е.В.Пиннекер және басқалары (1979) жерасты суларының ластануы деп, адам әрекетінің нәтижесінде олардың сапасының кез келген нашарлауын түсінеді.*

Жерасты суларына түсуі мүмкін химиялық заттардың көптүрлілігі (ауыр металдар, мұнай өнімдері, көмірсутектер, фенолдар және т.б.) *химиялық ластануға* тән. *Биологиялық ластану* суға түрлі микроағзалардың (вирустардың, бактериялардың, балдырлардың және т.с.с.) түсуімен байланысты. Суға уран, стронций, цезий, тритий және өзге радиоактивті элементтер түскен кезде *жерасты суларының радиоактивті ластануы орын алады*. Олардың бір бөлігі жоғары көші-қон қабілетіне ие. Судың температурасын айтарлықтай арттыратын, техногенді факторлар *жерасты суларының жылулық ластануын* тудырады.

*Ластанулар жергілікті немесе аймақтық сипатқа ие болуы мүмкін.* Сулардың аймақтық ластануының түрлерінің бірі тыңайтқыштар мен улы химикаттарды суландыру болып табылады.

Жерасты суларын тиімді пайдалану, олардың ластануына қарсы күрес жерасты суларының режимін бақылау жүйесіне сәйкес келгенде ұйымдастыруға болады.

*Судың ластану және азаю салдарының алдын алуға және жоюға, оларды халық шаруашылығында пайдалануға және гидродинамикалық тепе-теңдікті сақтауға мүмкіндік беретін, жерасты суларының сапалық және сандық жағдайын сақтауға бағытталған, шаралардың жүйесін жерасты суларын қорғау деп түсінеді.*

Қорғау объектілері негізінен игерілетін сутұтқыш горизонттар мен сутартқы құрылыстар болып табылады. Оларға кәсіпорындар жауапты болады, олардың әрекеті жерасты суларының жағдайына ықпал етеді.

*Суларды қорғау шаралары алдын алу және арнайы шаралары болуы мүмкін.*

**Алдын алу шаралары.** Мұндай шаралар:

- жерасты суларын қорғау бойынша КСРО заңдарын және суларды қорғауды пайдалану бойынша нормативтік құжаттарды сақтау;
- оларды пайдалану кезіндегі мүмкін ластануды болдырмау үшін, салынып жатқан объектілердің тиімді орналасуы;
- өнеркәсіптік қалдықтарды максималды пайдаға асыруды және залалсыздандыруды қамтамасыз ететін, өндірістік-техникалық үрдістерді құру;
- суды пайдаланудың тұйық циклдарын енгізу;
- техникалық, астық және өзге дақылдарды өсіру үшін, ағынды суларды пайдалану;

- жер жұмыстарын, сонымен қатар жер қойнауларын өңдеуді шектеу және негіздеу;
- ауыл шаруашылығында су мен тыңайтқыштарды пайдалануды қатаң мөлшерлеу және т.б.

Жерасты суларын пайдалану кезінде сүтұтқыш ұңғымаларды санитарлық қорғау аймақтарын құру, бақылау ұңғымаларының желісі бойынша жерасты суларының жағдайын бақылау көзделу керек. Ұлы өнеркәсіптік ағынды суларды терең көму, жерасты суларының қорларын жасанды толтыру, жасанды жерасты бөгендерді құру және т.б. бойынша жұмыстарды кеңейту қажет.

*Арнайы шараларға* жатады: 1) ластану көздерін жою және олардың таралуын болдырмау үшін арнайы ұңғымалардан сутарту; 2) ластанған жерасты суларды ұстап қалуға арналған қорғаныс сутартқыларын құру; 3) ластану ошағының маңынан өткізбейтін перде құру және т.б. Түрлі гидрогеологиялық зерттеулердің жобаларында қоршаған ортаны қорғау бойынша шаралар көзделеді: 1) сүтұтқыш горизонттарды мұқият оқшаулау; 2) су лықсымасы топырақ-грунттардың су басуына, батпақталуына, қызылсу мұздың түзілуіне, тұздалуына, шайылуына әкелмеу керек; 3) нұсқауларға сәйкес, өз міндетін атқарған ұңғымаларды жою; 4) режимдік бақылауларға қалдырылатын ұңғымаларды герметизациялау, оларды тиекті құрылғылармен жабдықтау; 5) сүзуге қарсы арнайы экрандары бар арнайы бөгендерге жоғары минералды және температуралы тартылатын суларды лықсыту және т.б.

«Жерасты суларын қорғау туралы ережеге» (1985) сәйкес шаруашылық-ауыз су мақсатындағы жерасты суларының барлық сутартқыларында үш белдеуден тұратын санитарлық қорғау аймақтары көзделу керек. Белдеулердің саны (1-3) сүтұтқыш горизонттың жатыс тереңдігіне, оны беттен оқшаулауға, қуаттану жағдайларына және т.б. тәуелді.

*Санитарлық қорғау аймағының (СҚА) бірінші белдеу* суды көтерумен, тазартумен, жинаумен және таратумен байланысты барлық негізгі өнідірістік құрылыстар орналасқан ауданнан тұрады. Белдеудің шектері грунт және таяз арынды суларды пайдалану кезінде сутартқыш құрылғылардан 50 м кем емес қашықтықта орналасады, сүтіреуші қатқабаттарымен сенімді жабылған қатаралық суларды пайдалану кезінде 30м кем емес қашықтықта орналасады. Бірлік сутартқылар үшін бірінші белдеудің шегіне дейінгі қашықтық 15-20 м құрауы мүмкін. Бірінші белдеудің территориясы қоршалады, жабдықталады және қорғалады.

*СҚА екінші белдеуі* біріншімен шектеседі және, пайдаланудың есептік мерзімінде (әдетте 25 жыл және одан артық) сәйкес сападағы сумен сутартқыны қамтамасыз ететін, сүтұтқыш қаттың бөлігін ластану мүмкіндігінің алдын алуға мүмкіндік беретін территорияны қамтиды. Бұл белдеудің көлемін анықтайтын СҚА негізгі параметрі деп, белдеу шекарасынан және сутартқыға дейінгі ағынның жылжуы кезіндегі патогенді микроағзалардың тіршілік қабілеті мен вируленттілігін жоюға жеткілікті, ластанған сулардың қозғалысының есептік уақыты саналады.

Егер сутартқыны пайдалану кезеңінде химиялық ластанған суларды тарту мүмкін болса, СҚА үшінші белдеуін құрады. Оған ластануды тудыруы мүмкін объектілер ену керек және жерасты суларының ластануын оқшаулау және жою бойынша шараларды қолданады.

*Артып келе жатқан су қажеттілігі жерасты суларының жаңа кенорындарын пайдалануды ғана емес, игерілетін кенорындарды жақсартуды талап етеді. Жерасты суларының қорларын жасанды реттеу – судың қажетті мөлшерін алуға ғана емес, оларды азаюдан оқшаулауға мүмкіндік беретін, су балансын жоспарлы жақсарту әдістерінің бірі.*

*Жерасты суларын қосымша жасанды қуаттандыруды қамтамасыз ететін, гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық шаралардың кешенін жерасты суларын жасанды толтыру деп біледі.*

Жерасты суларының қорларын жасанды толтыру бойынша жұмыстарды жүргізу үшін көптеген факторларды зерттеу талап етіледі: табиғи (гидрологиялық, гидрогеологиялық, климаттық) және жасанды (су қажеттілігі, санитарлық жағдайлар, судың сапасы, сутартқының түрі және т.б.).

*Сүзудің гидрогеологиялық жағдайлары мен тәсілдері бойынша жасанды толтырудың екі тобы ажыратылады: 1) жер бетінен судың еркін инфильтрациясы кезінде; 2) сіңіруші ұңғымалар, құдықтар арқылы арынды сүзу кезінде.*

Бірінші топқа, үстінен сутірек жыныстармен жабылмаған, грунт суларын жасанды толтыру жатады, ал екіншісіне – Жер бетінде қалыңдығы 5 м кем емес сутірек қатқабаттармен бөлінген, әлсіз арынды немесе қатаралық арынсыз горизонттарды толтыру жатады.

*Конструктивтік ерекишеліктерге қарай ажыратады: 1) жасанды толтырудың беткі ашық құрылыстары; 2) жерасты құрылыстары және 3) аралас. Жер бетіндегі құрылыстарға бассейндер, траншеялар, каналдар галереялар және т.б. жатады, жерасты құрылыстарға бұрғылау ұңғымалары, шурфтар, шағын шахталар жатады.*

### **Жерасты суларының қорларын жасанды толтыруға арналған гидрогеологиялық зерттеулер**

Зерттеулер әдетте бес сатыда жүргізіледі. Алайда учаскенің күрделілігіне және зерттелу дәрежесіне қарай, жеке сатылар түсіп қалуы немесе бірге қолданылуы мүмкін (Н.А.Плотников, К.И.Сычев, 1976).

**Болжамды саты.** Бұл сатыда  $C_2$  категориясы бойынша қорларды бағалайды және жерасты суларының қорларын жасанды толтыруды есепке алып, суға деген қажеттілікті қанағаттандыру мүмкіндігін бағдарлы анықтайды. Ауданның гидрологиясы, гидрогеологиясы және оның санитарлық жағдайлары бойынша бар материалдарды қорытады. Ұқсас жағдайлардағы жерасты суларын толтыру бойынша (әдебиеттік, қорлық, заттық) материалдарды зерттейді.

**Іздеу сатысы.**  $C_1 + C_2$  категориялары бойынша таңдалған перспективті учаскеде қорларды жасанды толтыру жағдайларын бағдарлы сандық және техникалық-экономикалық бағалауға мүмкіндік беретін, геологиялық-гидрогеологиялық және геофизикалық жұмыстардың (түсірім, бұрғылау, зертханалық жұмыстар мен режимдік бақылаулар) кешенінен тұрады.

**Алдын ала барлау сатысы.** Бұл сатыда  $C_1$  категориясы бойынша жасанды толтыруды есепке алып, жерасты суларының игерілетін қорларын бағалау үшін сутартқыш және инфильтрациялық құрылыстарды орналастырудың перспективті учаскесінде зерттеулер жүргізіледі: барлау және тәжірибелік ұңғымаларды бұрғылайды, тәжірибелік және зертханалық

жұмыстарды, режимдік бақылауларды жүргізеді, аэрация аймағындағы жыныстардың сүзу қасиеттерін зерттейді, жерасты суларының қорларын жасанды толтыру бойынша зертханалық тәжірибелер жүргізеді, толтыру көздерін бағалайды және т.б. Барлық жұмыстардың негізінде жерасты суларының қорларын жасанды толтырудың есептік схемасына қатысты таңдалған учаскеде барлаудың түбегейлі сатысының мақсатқа сәйкестілігін негіздейді.

**Түбегейлі барлау сатысы.** Зерттеулердің бұл сатысы барлау, барлау-игеру және бақылау ұңғымаларын бұрғылауды, шурфтарды, қазаншұңқырларды үңгілеуді, түрлі тәжірибелік-сүзу жұмыстарын, сулар режимін бақылауды, зертханалық және өзге жұмыстарды көздейді. 2-12 айдың ішінде (бассейндерден, ұңғымалардан және т.б.) суды тәжірибелік инфильтрациялау қойылымы міндетті. Осы жұмыстардың негізінде  $C_1 + B$  бойынша қабылданған есептік схема бойынша жерасты суларын жасанды толтыруды есепке ала отырып, олардың игерілетін қорларын бағалайды, қабылданған схеманың технологиясы бойынша ұсыныстар береді.

**Игеру кезіндегі стационарлық бақылаулар.** Бұл саты  $B + A$  бойынша игерілетін қорларды нақтылау мақсатында жерасты сулары мен сутартқылардың қорларын жасанды толтыру жүйелерінің әрекеттегі құрылыстарын стационарлық режимдік бақылаудан, сутартқыларды кеңейту перспективаларын бағалаудан және олардың құрылыстарының жұмысын болжаудан тұрады.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Жерасты суларының ластануы, олардың түрлері мен сипаты.
2. Жерасты суларын қорғау деп не түсініледі, оның алдын ала және арнайы шаралары.
3. Санитарлық қорғау аймағының (СҚА) белдеулері.
4. Жерасты суларын жасанды толтыру деп нені біледі, осыған арналған екі тобы.
5. Жерасты суларының қорларын жасанды толтыруға арналған гидрогеологиялық зерттеулер.

**4 бөлім. Инженерлік-геологиялық зерттеулер**  
**Тақырып 4.1. Инженерлік-геологиялық зерттеулерді жүргізудің жалпы принципі.**

Г/г-қ зерттеулер сияқты, инженерлік-геологиялық зерттеулер сатылы түрде жүргізіледі. Алайда, мұнда жобалау сатысымен қоса, далалық жұмыстарды орындаудың кезеңдерін ажыратады. Жобаға дейінгі және жобалық сатыларды ажыратады.

Жобаға дейінгі сатылар түрлі міндеттегі схемалардан тұрады: халық шаруашылығының салалары мен өндіргіш күштерді дамыту және орналастыру схемалары.

Инженерлік-геологиялық жұмыстардың келесі түрлерін ажыратуға болады:

- а) ауданды зерттеу бойынша жұмыстар;
- б) перспективті учаскедегі жұмыстар;
- в) таңдалған учаскедегі жұмыстар;
- г) болашақ құрылыстың іргетасы шектеріндегі жұмыстар;
- д) құрылысты салу және игеру кезеңіндегі жұмыс.

Төмендегі кестеде жобалау сатылары мен жобаланатын жұмыстар кезеңдерінің қатынасы келтірілген.

Жобалау сатылары	Жобаланатын жұмыстардың мақсаттары	Орындалатын жұмыстардың кезеңдері	Циклдар	
			4	5
1	2	3	4	5
1. Сатыдан тыс жобалау (жоба алдындағы жұмыстар)	Жоспарлы құрылыс ауданымен танысу, нұсқаларды белгілеу, ең тиімді нұсқаны таңдау	1) қор материалдарын, әдеби және өзге көздерді талдау, жинақтау, жүйелеу 2) учаскелерді (бағытжолдарды) тексере зерттеу а) күрделі жағдайларда, егер ТЭН мәліметтері жеткілікті болмаса, ұсақ масштабты түсірімді жүргізеді	инженерлік-геологиялық іздніс	инженерлік-геологиялық сынамау
2. Негізгі сатылар а) жоба	Іргетастың орнын таңдау үшін перспективті учаскелерді зерттеу	3) ірі масштабты геологиялық түсірім жүргізіледі	инженерлік - геологиялы	инженерлік - геологияшы
б) жұмыс құжаттамасы	Төзімділік критерийлерін негіздеу	4) ҰГЗ іргетасының контуры бойынша барлау қазбалары үңгіленеді, тәжірибелік жұмыстар мен режимдік бақылаулар	Инженерлік-геологиялық барлау	инженерлік-геологиялық сынамау



3. Сатыдан тыс жобалау (жобалық жұмыстардан кейін)	Болжамдарды тексеру, авторлық бақылау	5) Сынамалары соңғы рет іріктелетін бақылау қазбалары үңгіленеді, іргетастың отыруын геодезиялық бақылаулар	Инженерлік-геологиялық барлау	инженерлік-геологиялық сынамау
--	---------------------------------------	---	-------------------------------	--------------------------------

Жалпы мәселелерді шешетін жұмыстардың кешенін инженерлік-геологиялық цикл деп аталады. Мысалы, инженерлік-геологиялық ізденістердің мақсаты, перспективті учаскені таңдау және зерттеу.

Инженерлік-геологиялық барлаудың мақсаты – құрылыстардың төзімділік критерийлерін негіздеу.

### **Инженерлік-геологияқы ізденістер мен далалық жұмыстардың ерекшеліктері**

Инженерлік-геологиялық ізденістер құрылыс түрлері бойынша бөлінеді:

- 1) гидротехникалық құрылысқа арналған ізденісер;
- 2) **ЛЭП** сызықтық құрылысына арналған ізденістер;
- 3) өнеркәсіптік және азаматтық құрылысқа арналған ізденістер;
- 4) аэродром құрылысына арналған ізденістер.

Барлық құрылыс түрлері үшін бастапқыда учаскені техникалық-экономикалық негіздеу (ТЭН) міндеті қойылады, ол өзіндік құны ең төмен және экономикалық тиімділігі ең жоғары объекті таңдау жолымен анықталады.

Геологиялық міндеттер: жобалау сатысына қарай шешіледі, инженерлік-геологиялық ізденістер кезінде – түрлі масштабтағы ізденістер; инженерлік-геологиялық барлау кезінде – қиманы түбегейлі зерттеуге бағытталған жұмыстардың кешені. Инженерлік-геологиялық түсірімнің құрамына жұмыстардың келесі стандартты жиынтығы кіреді:

Аэро-фото және ғарыштық түсірім – морфологиялық құрылымдарды зерттеуге арналған ұсақ масштабты түсірім кезінде қолданады.

Жер бетіндегі түсірім немесе бағытжол - өзге жобаланған жұмыстардың ұңғымаларының орналасуын түзетуге, беткі қабатты және бетінен кейін орналасқан бірінші қабатты зерттеуге арналады.

Геофизикалық жұмыстар – электробарлау, сейсмосбарлау, каротаж – литологияны, жатыс жағдайларын, физикалық-механикалық қасиеттерді, ұңғымаларды бұрғылау кезінде іргелес учаскеден алынған мәліметтерді экстраполяциялауға арналады.

Таулы-бұрғылау жұмыстары – сынамаларды іріктеу және тәжірибелік жұмыстарды жүргізу мақсатында қиюға арналады.

Сынамалау – физикалық-механикалық қасиеттердің көрсеткіштерін анықтау мақсатында бұзылған құрылымның сынамаларын және монолиттерді іріктеуге арналады.

Тәжірибелік жұмыстар – тура есептік көрсеткіштердің дәлірек мәндерін далалық жағдайларда алуға арналады.

Режимдік (стационарлық) бақылаулар – жобалық объектілерге ықпалын анықтау мақсатында табиғи жағдайдың (жылжымалардың) табиғи сипаттамаларын бақылауға арналады.

Зертханалық – зертханалық жағдайларда (камералдық) грунттардың физикалық-механикалық қасиеттерін алуға арналады.

**Барлау жұмыстары** тікелей болашақ құрылыстың астындағы қиманы түбегейлі зерттеуге бағытталады.

Жұмыстардың негізгі түрлері іргетастың контуры бойынша шоғырланған, яғни:

1) монолиттерді іріктеу үшін барлау ұңғымаларын және шурфтарды бұрғылау.

2) тәжірибелік жұмыстар іргетастың аса жүктелген учаскелері үшін, тура есептік көрсеткіштерді дәлірек анықтау үшін жүргізіледі.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Инженерлі-геологиялық зерттеулердің жобалау сатылары мен орындалатын жұмыстардың кезеңдері (и/г цикл).

2. Инженерлі-геологиялық жұмыстарының түрлері.

3. Инженерлі-геологиялық ізденістер мен далалық жұмыстардың ерекшеліктері.

4. Инженерлі-геологиялық түсірім құрамындағы жұмыстардың стандартты жиынтығы.

5. Инженерлі-геологиялық барлаудың мақсаты мен жұмыстардың негізгі түрлері.

## **Тақырып 4.2. Геологиялық ортаға техногенді әсерлер**

Геологиялық орта – көп құрамды және динамикалық табиғи орта. Қазіргі кезеңде геологиялық орта, оның құрамдас бөліктерінің шарасыз өзгеруі мен экзодинамикалық үрдістердің көрінуін негіздейтін, техногенді үрдістердің тұтас кешені ықпалынан өзгереді.

Адамның шаруашылық әрекеті ықпалынан геологиялық ортаның негізгі құрамдас бөліктерінің өзгеруін және осы өзгерістердің алдын алуға бағытталған шараларды қарастырайық.

**Тау жыныстары (грунттар).** Түрлі өнеркәсіптік объектілер мен қалалық агломерацияларды тұрғызу үрдісінде жер массаларын жер бетінде, жер астында және су астында тасымалдау кезінде жер қыртысы өзгереді.

Грунттың үлкен массаларын пайдалы қазба кенорындарын өндіру кезінде тасымалдауға тура келеді.

Пайдалы қазбаларды өндірудің ашық тәсілінде табиғи геологиялық ортаға келтірілетін зиянның орны толмас, өйткені бұл кезде құнды ауылшаруашылық жерлер мен орман алаптарының ондаған және жүздеген гектарлары толық жойылады. Олардың орнында шұңқырлар, карьерлер және тау жыныстарының көтерілетін қайырмалары көрінеді. Көмірді шахталық өндіру кезінде бос жыныстардың ірі конустәрізді террикондары түзіледі, жылу станциялары айтарлықтай территорияларды қайырмалармен (күл, шлак) және т.б. басады. Жер қыртысы мен тау жыныстарының өзгеруі әртүрлі ықпалдар (ғимараттар мен құрылыстардың статикалық жүктемесі, динамикалық ықпалдар, жылу ағындары) кезіндегі урбанизацияланған территорияларда ерекше қарқынды жүреді.

Грунттардың физикалық-механикалық қасиеттерінің өзгеруіне гумидті және аридті жағдайлардағы ірі территориялардың мелиорациясы кезіндегі құрғату және суландыру шаралары, сонымен қатар қалалық агломерациялардағы құрғату мен суландырудың үйлесімі зор әсерін тигізеді. Тау жыныстарының қатты өзгертін қасиеттері мыналар болып табылады: тығыздық, ылғалдылық, консистенция, сығылғыштық, отырымдылық, тұтасу, үйкелу, жұмасрғыштық, беріктік және басқалары.

**Жерасты сулары.** СРО Кеңесінің және кеңес республикаларының Су заңнамасының негіздеріне сәйкес жерасты сулары бірыңғай мемлекеттік су қорының құрамдас бөлігі болып табылады және халық денсаулығына зиян келтіретін, сумен қамтамасыз ету жағдайларын нашарлататын, сонымен қатар сулардың физикалық, химиялық, биологиялық қасиеттерінің өзгеруінен, олардың өздігінен тазару қабілетінің төмендеруінен өзге жағымсыз құбылыстарды тудыратын, ластанудан, қоқысталудан және азаюдан қорғалады.

Жерасты суларының ластануы химиялық, бактериологиялық, радиоактивті және жылулық болуы мүмкін.

Жерасты суларының химиялық ластануы жерүсті суқоймаларынан және ағын сулардан, тұндырғыш-тоғандардан және жинақтағыш-тоғандардан, артқы бөгендерден, күлді-шлакты қайырмалардан және т.б. болады. Пайдаланылған суларды тазартқан жағдайда, олармен егін өрістерін суландыруға болады.

Жерасты суларының қорларын құрамында ББЗ бар жерасты суларымен толтыру кезінде жерасты суларына беткі-белсенді заттар түсуі мүмкін.

Биологиялық ластану түрлі микроағзалардың түсуімен байланысты: вирустар, бактериялар, балдырлар, қарапайым саңырауқұлақтар және басқалары.

Радиоактивті элементтермен байытылған суларының апаттық азаюының нәтижесінде, радиоактивті заттарды шығару немесе өндіру кезінде, ядролық жарылыстардың немесе АЭС апаттарының салдарынан туындайтын, ыдырау өнімдерінің түсуі кезінде радиоактивті ластану туындайды.

Жылу электорталықтарының, металлургия және тау-кен өнеркәсіптерінің жұмысы кезінде техногенді факторлардың ықпалынан жерасты сулары температурасының өзгерісінен жылулық ластану көрінеді.

Сутартқыларды тұрғызу орындарындағы сүтұтқыш горизонттардың ластануының алдын алу үшін, екі белдеуден тұратын, санитарлық қорғау аймағы көзделеді: қатаң режим және шектеу (10).

**Геодинамикалық үрдістер (қазіргі геологиялық үрдістер мен құбылыстар).** Кейде антропогендік әрекет инженерлік-геологиялық жағдайдың жағымсыз өзгерістеріне әкеледі, олар беткейлердегі жылжымалардың дамуынан, жолдарды салу, гидротехникалық құрылыс, суқоймалар мен ағынды сулардың жағалауларындағы жыралы эрозия, карсттың қарқынды дамуы, отыру көріністері, мелиоративтік құрылыстағы жерлерді су басу және батпақтау, сейсмикалық белсенділікті арттыру және т.б. кезінде грунт массаларының жылжуынан көрінеді.

Бұл құбылыстар мен үрдістердің көріну сипаты таңдамалы болып табылады және аймақтық-климаттық және аймақтық-геологиялық жағдайларға байланысты. Осылайша, таулы-қатпарлы аймақтарда беткейлік үрдістер (опырылымдар, жылжымалар, сусымалар, селдер) басым, сары топырақты жыныстардың даму территориясында – отырулар, карбонатты жыныстар мен галогендердің даму территориясында – карст, аридді аймақтарда – тұздану және т.б. басым.

Геодинамикалық үрдістердің жағымсыз ықпалынан территорияларды қорғау бойынша міндеттерді шешу кезіндегі негізгі кемшілік, құрылыстарды инженерлік қорғау және игеру мәселелерін шешудің ведомстволық тәсілімен байланысты, шаралардың оқшаулылығы болып табылады.

**Инженерлік-геологиялық ізденістер кезінде қоршаған ортаны қорғау шаралары.** Инженерлік-геологиялық ізденістер жүргізу кезінде олардың келтіретін зиянын барынша азайту қажет. 41.2 кестеде инженерлік құрылыстард тұрғызу және игеру кезінде қоршаған геологиялық ортаны қорғау және тиімді пайдалану бойынша негізгі шаралар келтірілген, ал 41.3 кестеде инженерлік-геологиялық ізденістерді жүргізу кезінде қоршаған геологиялық ортаны қорғау бойынша шаралар келтірілген.

41.2 кесте

Шаралар	Геологияқы ортаның жағымсыз өзгерістерінің алдын алу және оларға қарсы күрес тәсілдері
Грунт суларымен басуға қарсы күрес	Сутасымалдағыш коммуникациялардан судың азаюын болдырмау; суару нормаларын шектеу; сорғытқышты орнату

Батпақтануға және тұздануға қарсы күрес	Батпақталған учаскелерді құю; территорияның тік тегістелуін жақсарту; жерүсті суларының ағынын реттеу; сутасымалдағыш коммуникациялардан судың азаюын болдырмау; сорғыту шаралары мен грунтты шаймалау
Гравитациялық үрдістерге қарсы күрес	Беткейлерді қалыптау және террасалау; жерүсті және жерасты суларын қайыру; тірек және қармаушы құрылыстарды тұрғызу; агроорман мелиорациясы
Карстқа қарсы күрес	Өнеркәсіптік және ағынды агрессивті сулардың азаюының алдын алу; саңылаулар мен қуыстарды грунт массасымен толтыру
Сары топырақты түзілімдердегі шөгуге қарсы күрес	Суды қорғау шараларын орындау; грунттарды тығыздау және техникалық мелиорациялау
Жағалаулардың бұзылуына (абразияға) қарсы күрес	Жағалауды нғайту шаралаы; орман отырғызу
Шахталық өрістердің, карьерлердің, метрополитендердің үстіндегі деформацияларға қарсы күрес	Пайдаланылған кеңістіктерді түрлі материалдармен толтыру; грунт пен тоннельдер төсенішінің арасындағы саңылауды азайту; грунттардың техникалық мелиорациясы
Карьерлерді, қайырмаларды, террикондарды қалпына келтіру	Жергілікті жерді тегістеу; агроорман мелиорациясы; тоған шаруашылығының құрылысы
Жерасты суларының ластануына қарсы күрес	Өнеркәсіптік пайдаланылған сулардың лықсымасының алдын алу; суөткізбейтін грунттардың қатқабаттарымен қорғалмаған, улы үйінділерді және қайырмаларды территорияларда болдырмау

41.3 кесте

Шаралар	Жүргізілетін шаралардың міндеті	Технологиялық үрдістің схемасы
Бұрғылау жұмыстарының алдында бұрғылау алаңында қорғаныс жамылғыларын (экрандарды) орнату	Жерасты суларының ЖЖМ және өзге реагенттермен ластануының алдын алу үшін	Топырақ қабатын құрылымдау, қазып алу, тасымалдау, 0,6 м дейінгі қабатта қорғаныс грунттын салу, қалпына келтіру

<p>Тау-кен қазбаларын жою</p> <p>Ұңғымаларды үңгілеуде немесе гидрогеологиялық сынамауда ЖЖМ реагенттерінің қалдықтарын жою</p> <p>Тәжірибелік сутартулар кезінде құрамында лаптаушы заттары бар жерасты суларын құрылымдау:</p> <p>а) тартылатын суларды қазаншұңқырларға құрылымдау;</p> <p>б) тартылатын жерасты суларын сіңіруші ұңғымаларға құю</p> <p>Жерлерді қалпына келтіру</p> <p>Пайдаланылған газдарды тексеру</p>	<p>Жануарлар әлемін, өсімдік ландшафтын және жерасты суларын қорғау</p> <p>Өсімдік және жануарлар әлемін қорғау; жерасты және жерүсті суларын ластанудан қорғау</p> <p>Топырақтың, грунт және жерасты суларының ластануының алдын алу</p> <p>Жерлерді және жерасты суларын ластанудан қорғау</p> <p>Атмосфераны қорғау</p>	<p>Қазбалардан алынған грунтты тегістеп, қабаттық тығыздау</p> <p>Қазаншұңқырлар қазу, оларды кейіннен жабу және жерлерді қалпына келтіру; лықсыма объектісіне дейін су тасымалдаушыны салу; сіңіруші ұңғымаларды бұрғылау және жабдықтау; қажет жағдайда герметикалылығын тексеріп, оны кезеңдік сіңіруге сынамалап, сіңіруші ұңғымаға құрылымдалған суларды сықау</p> <p>Орман-парк аймақтарында, қалалық және қала маңындағы территорияларда көгалдандыру учаскелерін тазарту және жоспарлау; грунтты механикалық жолмен қалпына келтіру (бульдозермен топырақты алу және 30 м дейінгі қашықтыққа тасымалдау, топырақты құрылымдау, сақталған топырақты бұрынғы орнына тасымалдау); грунтты қолмен қалпына келтіру</p> <p>Пайдаланылған</p>
--	--	--

### **Техногенездің геологиялық ортаға ықпалын бағалауда сынамаларды іріктеудің тәсілдері.**

1) Ашық тау-кен қазбаларынан сынамаларды іріктеудің тәсілдері.

Мұнда 2 тәсіл қолданылады: қолмен және кескіш сақиналардың көмегімен.

Қолмен орындауда пышақтың, күректің, балғаның және т.б. көмегімен қажетті көлемдегі монолиттер кесіліп алынады.

Кескіш сақинаның көмегімен монолитті алудың тәсілі жұмсақ жыныстарға ғана қолданылады. Ол жыныс бағанын біртіндеп кесуден және өткір кескіш қыры бар металл сақинаны түсіруден тұрады.

2) Бұрғылау ұңғымаларынан сынамаларды іріктеудің тәсілдері.

Бұрғылау ұңғымаларынан сынамаларды іріктеу үшін, грунт тасымалдағыштар деп аталатын, түрлі конструкциялы снарядтар қолданылады.

Сынамаларды іріктеудің бірнеше тәсілін ажыратады:

а) Грунт тасымалдағышты басу тәсілі – статикалық жүктеменің көмегімен жынысқа біркелкі түсірілетін цилиндрлі грунт тасымалдағыш қолданылады.

б) Грунт тасымалдағышты тығындау тәсілі – үшкір башмақпен жабдықталған, жұқа қабырғалы цилиндр минутына 20-30 соққы жиілігімен салмағы 150 кг дейінгі шой балғаның соққысымен жынысқа түсіріледі.

в) Айналмалы тәсілмен бағаналы, шнектік және қолмен бұрғылаудың көмегімен жыныстардың сынамалары іріктеледі.

г) Бұрғылау тәсілі – грунт тасымалдағышты жынысқа енгізу кезінде корпус жыныстың бағанын бұрғылап және шнектердің көмегімен бұрғыланған жынысты көтеріп, айналады.

д) Вибрациялық тәсіл. Оның мәнісі мынадан тұрады: грунт тасымалдағышқа вибратордың көмегімен штанга арқылы импульстер беріледі (1200-1500 имп/мин).

3) Көздерден, өзендерден, құдықтардан, таяз ұңғымалардан су сынамаларын арнайы дайындалған шөлмектермен тікелей іріктеледі. Терең ұңғымалардан су сынамаларын шарикті қақпақпен немесе сынама іріктегішпен желондармен іріктеледі (ВСЕГИНГЕО су тасымалдағышы және басқалары).

Бактериологиялық талдауға су сынамаларын, ұңғыма сағасынан шығатын, су ағысынан залалсыз ыдысқа іріктейді.

4) Газ сынамаларын іріктеу үшін мынадай аспаптар қолданылады: қақпақсыз піспекті сынамаіріктегіш (ҚПС), герметикалық сынамаіріктегіш (ГС), терең сынамаіріктегіш (ПВ), М.Н. Воробьев газажыратқышы.

### **Бақылау сұрақтары:**

1. Инженерлік құрылыстарды тұрғызу және игеру кезіндегі қоршаған геологиялық ортаны қорғау және тиімді пайдалану бойынша негізгі шаралар.

2. Инженерлі-геологиялық ізденістері жүргізу кезінде қоршаған геологиялық ортаны қорғау бойынша шаралар.

3. Техногенездің геологиялық ортаға ықпалын бағалауда сынамаларды іріктеудің тәсілдері.