

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ  
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ  
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ-МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ  
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**ГИДРОГЕОЛОГИЯ ВА МУҲАНДИСЛИК ГЕОЛОГИЯСИ  
йўналиши**

**«ГРУНТШУНОСЛИК ВА ГРУНТЛАР МЕХАНИКАСИ»  
модули бўйича**

**Ў Қ У В - У С Л У Б И Й М А Ж М У А**

**Тошкент -2021**

Мазкур ўқув-услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 7 декабрдаги 648- сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув дастур асосида тайёрланди.

**Тузувчилар:** ТДТУ, проф. А.Д.Каюмов  
Кат.ўқит.Д.Қ.Бегимкулов

**Такризчи:** ТДТУ, доцент А.Тангиров  
М.Осими ном. Тож.Р техника университет  
проф., т.ф.д.Н.Хасанов

Ўқув-услубий мажмуа Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 2020 йил 18 декабрдаги 4 сонли йиғилишида кўриб чиқилиб, фойдаланишга тавсия этилди.

## МУНДАРИЖА

I. Ишчи дастур .....	4
II. Модулни ўқитишда фойдаланиладиган интерфаол таълим методлари. ....	11
III. Назарий материаллар .....	20
IV. Амалий машғулот материаллари.....	98
VI. Глоссарий.....	116
VII. Адабиётлар рўйхати .....	124

# **I. ИШЧИ ДАСТУР**

## **Кириш**

Дастур Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда тасдиқланган “Таълим тўғрисида”ги Қонуни, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сон, 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сон, 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармонлари ҳамда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрь “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарорида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касб маҳорати ҳамда инновацион компетентлигини ривожлантириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади.

Ушбу ишчи ўқув дастурда дисперс грунтларнинг ҳосил бўлиш қонуниятлари, тарқалиши, структураси, текстуралари, уларни ўрганиш усуллари, грунтларнинг физик, физик-кимёвий, механик хоссалари ва хусусиятлари, грунтларнинг таснифлари, турли иншоотлар учун асос сифатида қўлланилиш тафсилотлари ҳақида маълумот берилади.

## **Модулнинг мақсади ва вазифалари**

Модулнинг мақсад ва вазифалари - грунтларнинг таркиби, хоссаси, хусусиятларини ўрганиш услублари, фан тарихи, ривожланиш тенденцияси, истиқболи ҳамда республикамиздаги ижтимоий-иқтисодий ислохотлар натижалари ва ҳудудий қурилиш ишлари муаммоларининг инженер-геологик ишлари истиқболига таъсири масалаларини ечишдан иборат.

Бундан ташқари дисперс грунтларнинг ҳосил бўлиш қонуниятлари, тарқалиши, структураси, текстуралари, уларни ўрганиш усуллари, грунтларнинг физик, физик-кимёвий, механик хоссалари ва хусусиятлари, грунтларнинг таснифлари, турли иншоотлар учун асос сифатида қўлланилиш тафсилотлари ҳақида маълумот беришдир.

**Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар**

**“Грунтшунослик ва грунтлар механикаси”** курсини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

***Тингловчи:***

-грунтларни замин ва иншоот қурилиш объекти сифатида ўрганишда республикамиздаги ижтимоий-иқтисодий ислохотларнинг натижалари, ҳудудий муаммолар, техника ва технология ютуқларини ҳисобга олиш;

-грунтларни таҳлил материаллари, конструктив ечимлар ва ҳолатларини иншоотлар ва асосининг мустаҳкамлигига таъсири;

-грунтларнинг материалларини таҳлили натижасида замин ва қурилиш объектини мустаҳкамлигини таъминлаш;

-грунтларни таҳлил қилиш ишлари натижасида замин ва қурилиш объектини танлаш ва қуриш;

-грунтларни таҳлили натижасида ҳисоблаш ишларини бажариш ва уларни қўллаш шароитлари ҳақида **билимларга эга бўлади.**

***Тингловчи:***

-замин ва қурилиш объекти мустаҳкамлигини аниқлаш ва лойиҳалаш;

-грунтларни таҳлил қилиш натижасида конструктив ечимларни тўғри аниқлаш бўйича **кўникма ва малакаларга эга бўлади.**

***Тингловчи:***

-олинган маълумотларни ижодий-танқидий таҳлил қилиш;

-изланишлар натижаларини таҳлил қилишга замонавий ёндашиш;

-грунтларнинг генетик турларини аниқлаш;

-грунт-геология кидирув ишлари босқичларида изланишларни лойиҳалаш;

-изланишлар натижаларининг таҳлил қилиш **компетенцияларига эга бўлади.**

### **Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар**

“Грунтшунослик ва грунтлар механикаси” курси назарий ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Модулни ўқитиш жараёнида:

-таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши;

-маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологияларини;

-ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш ва бошқа интерактив таълим усулларини қўллаш назарда тутилади.

### **Модулнинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан боғлиқлиги ва узвийлиги**

“Грунтшунослик ва грунтлар механикаси” модули ўқув режадаги куйидаги фанлар билан боғлиқ: “Муҳандис-геологик тадқиқотларни лойиҳалаш”, “Умумий инженерлик геологияси”, “Ер ости сувлари, минерал сувлар ва унинг амалий аҳамияти”.

### **Модулнинг олий таълимдаги ўрни**

Грунтшунослик ва грунтлар механикаси фани – Олий ўқув юртларининг “Гидрогеология ва муҳандислик геологияси”, шунингдек қурилиш соҳасига тегишли олий ўқув юртларининг “Био ва иншоотлар”, “Автомобил йўллари ва аэродромлар”, “Темир йўллари қурилиши”, “Транспорт тунеллари ва кўприклар” каби мутахассислигини асосий ўқув фани ҳисобланади.

Бундан ташқари грунтлар билан қурилишга оид кўплаб ташкилотлар: автомобиль- ва темир йўллари, аэродромлар ва гидротехник иншоотларини, тоннел ва кўприкларни лойиҳаловчи ва қурувчи ташкилотлар ва корхоналар шуғулланадилар. Шу сабабдан олий таълим ўқитувчиларининг малакасини оширишда “Грунтшунослик ва унинг асослари” модулининг алоҳида ўрни бор.

### Модулар бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат			
		Жами	Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот
1.	Грунтшунослик ва грунтлар механикасининг долзарб муаммолари, соҳадаги замонавий техника ва технологиялар, амалдаги меъёрий ҳужжатлар.	4	2	2	
2.	Грунтларнинг тузилиши, структураси ва текстураси.	4	2	2	
3.	Грунтларнинг физик, физик-кимёвий ва уларни ўрганиш усуллари.	4	2	2	
4	Муҳандислик иншоотларини лойиҳалаш, муҳандис-геологик тадқиқотларни ўтказишда грунтшунослик ва грунтлар механикасининг қўлланилиши.	4	2	2	
5	Грунт массивида зўриқишларни тақсимланиши ва деформацияни ҳисоблари.	2		2	
	<b>Жами:</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	

## **НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ**

**1-мавзу: Грунтшунослик ва грунтлар механикасининг долзарб муаммолари, соҳадаги замонавий техника ва технологиялар, амалдаги меъёрий хужжатлар.**

Грунтларнинг ҳосил бўлиш қонуниятлари, генетик турлари, уларнинг хусусиятларини шаклланишига таъсир этувчи асосий омиллар. Ўзбекистон Республикаси ҳудудидаги грунтларнинг геологик-генетик турлари, таснифлари ва тарқалиши.

**2-мавзу: Грунтларнинг тузилиши, структураси ва текстураси.**

Гранулометриқ таркибни лабораторияда аниқлаш усуллари. Макроструктура ва микроструктура.

**3-мавзу: Грунтларнинг физик, физик-кимёвий ва уларни ўрганиш усуллари.**

Грунтларнинг зичланиши, сув ўтказувчанлиги, сурилишга қаршилиги, структуравий фазали деформацияланувчанлиги.

**4-мавзу: Грунт массивида зўриқишларни тақсимланиши ва деформацияни ҳисоблари.**

Грунтларнинг мустаҳкамлик, деформацион ва реологик хусусиятлари. Табиий ва сунъий заминлар. Заминларни механик, физик ва кимёвий мустаҳкамлаш усуллари.

## **АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ**

**1-амалий машғулот: Грунтларнинг таркиби. Грунтларнинг гранулометриқ таркибини элаш усулида аниқлаш.**

Грунтларнинг қайси гуруҳга мансублигини уларнинг гранулометриқ таркибини аниқлаш. Катта ва ўртача элақларда элаш ёрдамида турли заррачали грунтлар гранулометриқ таркиби аниқлаш. Гранулометриқ таркиб



тажриба натижалари фоиз ҳисобида ҳисоблаш. Икки энг кўп фоиз миқдорига қараб заррачалар асосида грунт номлаш.

### **2-амалий машғулот: Грунтларнинг структураси ва текстураси.**

Грунтларнинг зичлиги бир томондан бошқа хусусиятларини аниқлашга ёрдам берса, иккинчи томондан грунтнинг ўзига хос структураси ва таркибий тузилиши ифодалаш.

### **3-амалий машғулот: Гилли грунтларнинг зичлигини аниқлаш.**

Грунтларнинг асосий физик хусусиятларидан бири уларнинг зичлигидир. Грунтларнинг зичлиги уларнинг минерал таркибига, зичлигига ва ғовақлигига боғлиқлигини аниқлаш.

### **4-амалий машғулот: Грунтларнинг хоссалари. Грунтларнинг табиий намлигини аниқлаш.**

Грунтларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари аввалом бор намлигига боғлиқ бўлади. Максимал гигроскопик намлик дисперс грунтларнинг энг асосий тавсифловчи белгиларидан биридир: гигроскопик намлик эса лаборатория шароитида ҳаводаги намликнинг грунт томонидан ютилиш миқдорини аниқлаш.

## **ТАЪЛИМНИ ТАШКИЛ ЭТИШ ШАКЛЛАРИ**

Таълимни ташкил этиш шакллари аниқ ўқув материали мазмуни устида ишлаётганда ўқитувчини тингловчилар билан ўзаро ҳаракатини тартиблаштиришни, йўлга қўйишни, тизимга келтиришни назарда тутати.

Модулни ўқитиш жараёнида қуйидаги таълимнинг ташкил этиш шаклларидан фойдаланилади: маъруза, амалий машғулот, мустақил таълим.

Ўқув ишини ташкил этиш усулига кўра: жамоавий, гуруҳли (кичик гуруҳларда, жуфтликда), яқка тартибда турларга бўлинади.

**Жамоавий ишлаш** – Бунда ўқитувчи гуруҳларнинг билиш фаолиятига раҳбарлик қилиб, ўқув мақсадига эришиш учун ўзи белгилайдиган дидактик ва тарбиявий вазифаларга эришиш учун хилма-хил методлардан фойдаланади.

**Гуруҳларда ишлаш** – бу ўқув топшириғини ҳамкорликда бажариш учун ташкил этилган, ўқув жараёнида кичик гуруҳларда ишлашда (2 тадан – 8 тагача иштирокчи) фаол роль ўйнайдиган иштирокчиларга қаратилган таълимни ташкил этиш шаклидир. Ўқитиш методига кўра гуруҳни кичик гуруҳларга, жуфтликларга ва гуруҳларора шаклга бўлиш мумкин. Бир турдаги гуруҳли иш ўқув гуруҳлари учун бир турдаги топширик бажаришни назарда тутди. Табақалашган гуруҳли иш гуруҳларда турли топшириқларни бажаришни назарда тутди.

**Якка тартибдаги шаклда** - ҳар бир таълим оловчига алоҳида-алоҳида мустақил вазифалар берилади, вазифанинг бажарилиши назорат қилинади

## II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

Интерфаоллик – бу ўзаро икки киши фаоллиги, яъни, бунда ўқув- билув жараёни ўзаро суҳбат тариқасида диалог шаклида (компьютер ёрдамида) ёки ўқувчининг ўзаро мулоқотига асосан кечади. Интерфаол усулнинг бош мақсади: ўқув жараёни учун энг қулай вазият яратиш орқали ўқувчининг фаол, эркин фикр юритишига муҳит яратишидир.

Интерактив ўқитишда маъруза ва амалиёт бир бутун машғулотнинг қисмлари деб қаралади ва бу ўқитувчи ҳамда талабанинг ўзаро таъсири ҳамда талабаларнинг машғулот давомида фаол иштирок этиш даражаси билан белгиланади. Маълумки, анъанавий маъруза дарсларида ўқитувчи фаоллиги таъминланса, амалий машғулотларда талаба фаоллиги талаб этилади. Интерактив услубда ўқитувчидан машғулот давомида талаба ва ўқитувчи ўртасидаги ўзаро таъсир даражасининг бир кўринишидан иккинчисига мавзуга боғлиқ ҳолда устамонлик билан равон ўтиши талаб этилади. Интерактив услубдаги маъруза дарслари жараёнини фан бўйича мавзунинг мақсад ва вазифаси ҳамда таълим олувчиларнинг эҳтиёжига боғлиқ ҳолда тахминан қуйидагича тақсимлаш мумкин:



1-расм. Интерактив услубда машғулотлар нисбати

## Модулни ўқитишда фойдаланиладиган интэрфаол таълим методлари

### Баҳс-мунозара

#### Методнинг тавсифи

**Мазкур метод** - бирор мавзу бўйича таълим олувчилар билан ўзаро баҳс, фикр алмашинув тарзида ўтказиладиган ўқитиш методидир. Ҳар қандай мавзу ва муаммолар мавжуд билимлар ва тажрибалар асосида муҳокама қилиниши назарда тутилган ҳолда ушбу метод қўлланилади. Баҳс-мунозарани бошқариб бориш вазифасини таълим олувчиларнинг бирига топшириши ёки таълим берувчининг ўзи олиб бориши мумкин. Баҳс-мунозарани эркин ҳолатда олиб бориш ва ҳар бир таълим олувчини мунозарага жалб этишга ҳаракат қилиш лозим. Ушбу метод олиб борилаётганда таълим олувчилар орасида пайдо бўладиган низоларни дарҳол бартараф этишга ҳаракат қилиш керак.

#### Методнинг ўқув жараёнига татбиқ этилиши

Баҳс-мунозара учун мавзулар:

1. Грунтлар таркибидаги компонентларни айтинг.
2. Грунтлар таркибидаги қаттиқ компонентлар.
3. Грунтлар таркибидаги суюқ компонентлар.
4. Грунтлар таркибидаги газ компонентлар.
5. Грунтлар таркибидаги тирик организмлар.
6. Грунтларда капилляр кўтарилиш ва намликни башоратлаш.
7. Грунтларни намланишини олдини олиш чоралари.

### “Блиц ўйини”

методи

#### Методнинг тавсифи

Ушбу метод тингловчиларни ҳаракатлар кетма-кетлигини тўғри ташкил этишни, мантиқий фикрлаш, турли маълумотлар ичидан кераклигини танлаб олишни ўрағатишга қаратилган. Ушбу метод орқали тингловчиларга тарқатилган қоғозларда кўрсатилган ҳаракатлар кетма-кетлигини аввал яқка тартибда мустақил равишда белгилаш, кичик гуруҳларда ўз фикрини бошқаларга ўтказа олиш ёки ўз фикрида қолиш, бошқалар билан ҳамфикр бўлиш каби кўникмаларни шакллантиради

Гуруҳ баҳоси	Гуруҳ хатоси	Тўғри жавоб	Якка хато	Якка баҳо	Грунтлар таркибидаги компонентлар
		3			Грунтларнинг қаттиқ компонентлари
		5			Грунтларнинг қаттиқ компонентларини морфологияси
		2			Грунтларнинг суюқ компонентлари
		4			Грунтларнинг газ ва тирик компонентлари
		1			Грунтларда капилляр кўтарилиш натижасида намликни ўзгариши

### “Кейс-стади” методи

#### Методнинг тавсифи

«Кейс-стади» - инглизча сўз бўлиб, («case» – аниқ вазият, ҳодиса, «stadi» – танмоқ, таҳлил қилмоқ) аниқ вазиятларни ўрганиш, таҳлил қилиш асосида ўқитишни амалга оширишга қаратилган метод ҳисобланади. Мазкур метод дастлаб 1921 йил

Гарвард университетиде амалий вазиятлардан иқтисодий бошқарув фанларини ўрганишда фойдаланиш тартибида қўлланилган. Кейсда очик ахборотлардан ёки аниқ ҳа-ҳодисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўзига қуйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қерда (Where), Нима учун (Why), Қандай/ Қанақа (How), Нима-натижа (What).

## “АҚЛИЙ ҲУЖУМ” методи

### *Ақлий ҳужум методининг асосий қоидалари:*

- илгари сурилган фикрва ғояларни танқид остига олинмайди ва баҳоланмайди;
- таклиф қилинаётган фикр ва ғоялар қанчалик фантастик ва антиқа бўлса ҳам, уни баҳолашдан ўзингизни тийинг;
- танқид қилманг! Ҳамма билдирилган фикрлар бир хилда бебаҳодир;
- фикр билдирилаётганда гапни бўлманг;
- мақсад-фикр ва ғоялар сонини кўпайтириш;
- қанча кўп ғоя ва фикр билдирилса, шунчалик яхши. Янги, бебаҳо фикр ва ғоянинг туғилиш эҳтимоли пайдо бўлади;
- агар фикрлар қайтарилса, рад этманг;
- фикрлар ҳужумини ўтказиш вақтига қатъий риоя қилинг;
- берилган саволларга қисқача жавоб беринг.

**Тингловчиларни фаоллаштириш, бирламчи билимларини аниқлаш мақсадида қўйидаги саволлар берилди:**

1. Грунтлар таркибидаги компонентларни айтинг.
2. Грунтлар таркибидаги қаттиқ компонентлар.
3. Грунтлар таркибидаги суюқ компонентлар.
4. Грунтлар таркибидаги газ компонентлар.
5. Грунтлар таркибидаги тирик организмлар.
6. Грунтларда капилляр кўтарилиш ва намликни башоратлаш.
7. Грунтларни намланишини олдини олиш чоралари.

## “ВЕНН” ДИАГРАММА

### методи

#### **ВЕНН ДИАГРАММАСИ**

2 ва 3 жиҳатларни ҳамда умумий томонларини солиштириш ёки таққослаш ёки қарама-қарши қўйиш учун қўлланилади.

Тизимли фикрлаш, солиштириш, таққослаш, таҳлил қилиш кўникмаларини ривожлантиради.

Венн диаграмма тузиш қондаси билан танишадилар. Алоҳидакичик гурҳларда Венн диаграммасини тузадилар ва кесишмайдиган жойларни (х) тўлдирадилар.

Жуфтликларга бирлашадилар, ўзларининг диаграммаларини таққослайдилар ва тўлдирадилар.

Доираларни кесишувчи жойида, икки-уч доиралар учун умумий бўлган, маълумотлар рўйхатини тузади.

«Венн» диаграмма методи - 2 ёки 3 объектни, тушунчани, ғояни, ходисани таққослаш фаолиятини ташкил этиш жараёнида ишлатилади. У талабаларда таққослаш, таҳлил қилиш, гуруҳлаш малакаларини шакллантиради.

**1-босқич**

Талабалар ушбу диаграммани тузиш қоидалари билан таништирилади

**2-босқич**

Якка, жуфтликда ёки гуруҳ ичида диаграмма асосида таққослаш фаолияти ташкил этилади

**3-босқич**

Ўхшаш ва фарқли хусусиятлар диаграммага ёки жадвалга туширилади.

**4-босқич**

Фаолият натижалари таҳлил қилинади ва баҳоланади.

**“Венн” диаграмма методининг мавзуга қўлланилиши:**

Тингловчиларни 4-та кичик гуруҳга ажратилади. Уларга Кузатиш усуллари:

- 1) Бевосита (контактли).
- 2) Билвосита (воситали).
- 3) Дистанцион (контактсиз) ўлчовларни “Венн” диаграммаси асосида таққослаш ва умумий жиҳатларини аниқлаш топширилади.

Шахсининг индивидуал хусусиятларини аниқловчи методикаларни талаба тўлиқ англаб этиши учун

1-гуруҳ – Бевосита ва билвосита ўлчовларнинг ўрганадиган хусусиятларини аниқлаш ва умумий жиҳатларини кўрсатиш.

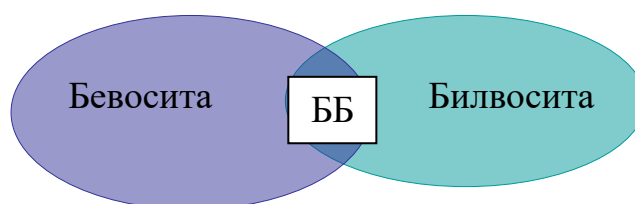


2-гурӯх – Дистанцион ва билвосита ўлчовларнинг ўрганадиган хусусиятларини аниқлаш ва умумий жиҳатларини кўрсатиш.

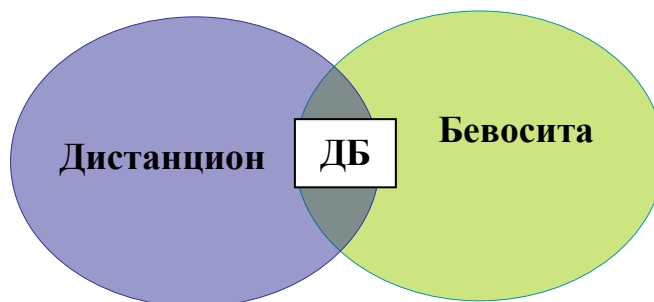
3-гурӯх – Дистанцион ва бевосита ўлчовларнинг ўрганадиган хусусиятларини аниқлаш ва умумий жиҳатларини кўрсатиш.

4-гурӯх – Дистанцион, бевосита, билвосита ўлчовларнинг ўзига хос хусусиятларини аниқлаш ва умумий жиҳатларини кўрсатиш.

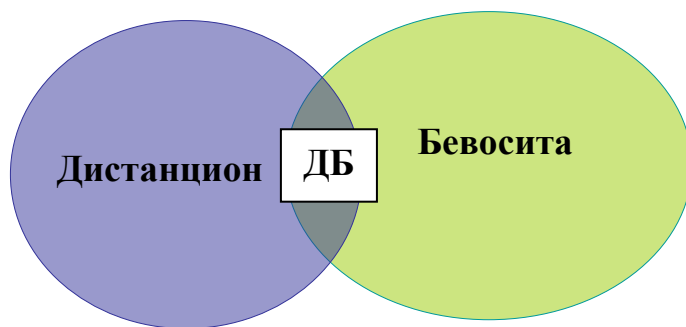
### 1-гурӯх бланкаси



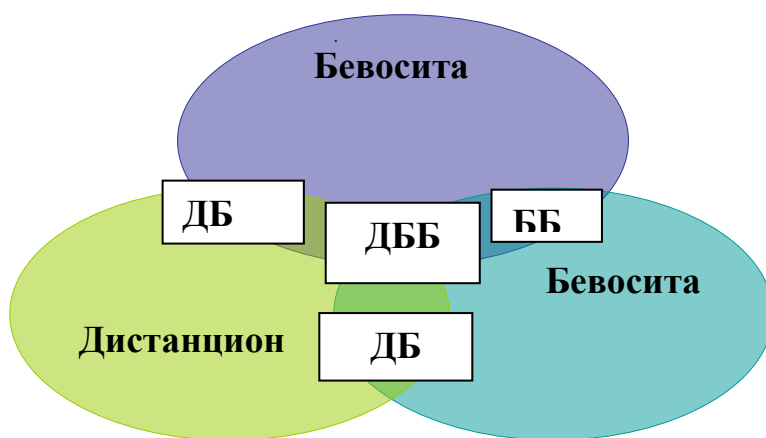
### 2-гурӯх бланкаси



### 3-гурӯх бланкаси



#### 4-гурух бланкаси



#### Б-Б-Б методи

“Биламан-Билишни хоҳлайман-Билиб олдим” методи - янги ўтиладиган мавзу бўйича таълимолувчиларнинг бирламчи билимларини аниқлаш ёки ўтилган мавзунини қай даражада ўзлаштирганлигини аниқлаш учун ишлатилади. Методни амалга ошириш учун аудитория доскасига янги ўтиладиган мавзу бўйича асосий тушунча ва иборалар ёзилади, таълим олувчилар берилган вазифани ўзларига белгилайди. Юқорида берилган тушунча ибораларни билиш мақсадида қуйидаги жадвал тўлдирилади:

#### Б-Б-Б методи

№	Мавзу саволлари	Биламан	Билишни истайман	Билиб олдим
1.	Грунтлар таркибидаги компонентларни айтиш			

<b>2</b>	Грунтлар таркибидаги қаттиқ компонентлар			
<b>3</b>	Грунтлар таркибидаги суюқ компонентлар			
<b>4</b>	Грунтлар таркибидаги газ компонентлар			
<b>5.</b>	Грунтлар таркибидаги тирик организмлар			

### **Ш. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР**

#### **1-мавзу: Грунтшунослик ва грунтлар механикасининг долзарб муаммолари, соҳадаги замонавий техника ва технологиялар, амалдаги меъёрий ҳужжатлар.**

##### **Режа:**

1. Грунтшунослик фанинг мақсади ва вазифалари.
2. Грунтларнинг қаттиқ компонентлари, морфологияси ва ўлчамлари.
3. Грунтларнинг суюқ компонентлари.
4. Грунтларнинг тирик ва газли компонентлари.

Тоғ жинсларини грунт сифатида тадқиқот қилишда жинсни минерал қисми (қаттиқ компоненти) ўрганиб қолинмасдан, ҳар қандай тоғ жинсини таркибида бўладиган сув (суюқ компоненти) ва ҳаво (газсимон компоненти) ҳам мажбурий равишда ўрганилиши керак.

“Грунт” атамасига Е.М.Сергеев қуйидагича таъриф берган. Грунтлар - кўп компонентли динамик тизим сифатида кўриладиган, инсоннинг муҳандислик фаолияти билан амалга ошириладиган, оширилган ва режалаштириш билан боғлиқ бўлган тадқиқотлар ўтказиладиган ҳар қандай тоғ жинси, тупроқ, чўкинди ва антропоген йўли билан ҳосил бўлувчилардир.

Шунда қилиб ҳозирги вақтда грунтшуносликнинг ривожланишида унинг асосий вазифаси тоғ жинси, тупроқ ва техноген йўли билан ҳосил бўлувчиларни геологик муҳитни рационал ўзлаштириш мақсадида микросатҳдан массивгача грунт сифатида кўришдир.

Грунтшунослик уч қисмдан: умумий, регионал ва геодинамик турларга фарқлаш кераклигини такидлаш керак.

#### **1.1. Грунтларнинг қаттиқ компонентлари**

Грунтлар таркибидаги қаттиқ компонентлар ҳар хил минераллар, органик-минерал брикмалар ва қаттиқ ҳолдаги сувдан иборат. Тоғ жинсларини муҳандис-геологик жиҳатдан ўрганишда унда кўп миқдорда бўладиган ва уни хоссасига сезиларли таъсир қилувчи асосий жинс ҳосил

килувчи минераллар ўрганилади. Магматик жинслар орасида энг кўп тарқалган қаттиқ компонентлар таркибига биринчи галда дала шпати, кейинги ўринда кварц, пироксен, слюда ва оливинлар кирадилар.

Метаморфик жинсларнинг минерал таркиби кўп жиҳатдан, асосан, магматик тоғ жинсларига ўхшаш бўлади. Аммо, уларнинг таркибида кўп учрайдиган кварц, дала шпати, пироксен, амфибола билан бирга-ликда метаморфик йўл билан ҳосил бўлган гранат, дистен, андалузит, хлорит, эпидот ва бу тоғ жинсларини таснифига сезиларли таъсир қилувчи минераллар ҳам мавжуд.

Чўкинди тоғ жинслари таркибида асосан кварц, дала шпати, слюда, шунингдек, гилли минераллар, карбонатли, сульфатли, галоидли минераллар билан биргаликда органик моддалар ва органик-минерал бирикмалар ҳам кенг тарқалган.

кристалл структура-сидаги электронларининг ўзаро боғлиқлиги ионли, ковалентли, металл, водородли ва молекулярли кўринишда бўлиши мумкин. Келтирилган турдаги боғлиқликларнинг энергиясини миқдори катта ораликда ўзгариши мумкин. Уларни ичида энг мустаҳками ионли ва ковалентли боғлиқлик ҳисобланади.

Грунтнинг қаттиқ компонентларни таркибига кирувчи минераллар орасидаги атомларни боғлиқлигини тузилиши ва асосий туриги (турлари) қараб бирикмаларни ўзининг физик, физик-кимё ва механик хоссаси бўйича бешта гуруҳини ажратиш мумкин:

- 1) ковалент боғлиқликка эга бўлган бирламчи силикатли минераллар синфи;
- 2) ионли боғлиқлик асосий бўлган ионли минераллар ва оддий тузлар (галоидлар, сульфатлар, карбонатлар);
- 3) металл боғланиш асосий ҳисобланувчи металл бирикмалар;
- 4) ковалентли боғланиш асосийси бўлган, шунингдек молекуляр ва водородли боғлиқликка эга бўлган гилли минераллар;

5) молекула боғланиш асосийси ва ковалент боғлиқлиги мавжуд бўлган органик моддалар ва органик-минерал комплекслар;

б) молекулярли ва водородли боғланиш асосий ҳисобланган ва ковалент боғлиқлиги бўлган музлар.

## **1.2. Грунтларни қаттиқ компонентларининг элементларини ўлчами, морфологик хусусияти ва миқдорий нисбати**

*Структуравий элементларни ўлчами.* Ҳамма грунтларнинг қаттиқ компонентлари “структурани элементлари” номини олган айрим кристалллардан, кристалл бўлаги ёки жинс бўлагидан тузилган бўлиб, қисман фарқ қилиши мумкин. Структуранинг элементини ўлчамлари микронни бир улишидан ўнлаб сантиметргача ўзгариши мумкин. Грунтнинг структуравий элементини ўлчамини бундай кенг миқдорда ўзгариши қаттиқ компонентларни солиштирма юзаси ва уни юза энергиясини катта фарқланишга олиб келади, бу умуман олганда грунтнинг хоссасига кучли таъсир қилади.

Тоғ жинсларининг доналаниш даражаси ва айрим хоссаларига боғлиқ равишда ГОСТ 25100-95 структурасининг боғланишини тавсифи бўйича уларни иккита асосий синфга бўлади: 1) қаттиқ структурали боғланган грунтлар (қоя тоғ жинслари) ва 2) структурали боғланиши қаттиқ бўлмаган (дисперс тоғ жинслари).

С.С.Морозов кенг равишда ўтказган тажрибаларини натижасидан ўлчами 1 мкм дан кичик бўлган заррачаларни минерал таркиби, физик ва физик-кимё хоссалари кескин ўзгаришини аниқлади, бу ҳолат бундай заррачаларни *гилли* деб номланган алоҳида фракцияга ажратишга сабабчи бўлди, чунки уларда асосий ташкил қилувчилари гилли минераллардир.

*Қумли* зарраларни қуйи чегараси деб структурали элементларнинг диаметрини ўлчами 0,05 мм дан каттаси қабул қилинган. Бундай ўлчамли зарраларни жинсларда оддий кўз билан енгил ажратиш олиш мумкин, шунингдек бундай зарралардан иборат бўлган фракциялар сочулувчан хусусиятига эга бўлади.

*Гравий* доналарига структурали элементнинг 2 мм дан йириклари киради. Уларда амалда молекуляр сув сифими ва капилляр кўтарилиш кузатилмайди; уларни сув ўтказиш қобилияти жуда юқоридир. гравий фракциясининг юқори чегараси -доналарнинг диаметри 40 мм га тенг деб қабул қилинган.

Шундай қилиб, **гилли** зарралар фракцияси <0,001 мм, **чанглилар** – фракциясини гуруҳи 0,001 – 0,05 мм, **қумлилар** – 0,05 – 2 мм ва **гравийлар** 2 – 40 мм дан иборат бўлади. Уларни ўзларидан йирикроқ элементлари билан биргаликда бўлиниши 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал. Грунтнинг қаттиқ структурали элементини ўлчами бўйича таснифи

Элементлар таркиби		Элемент таркибининг ўлчамлари, мм
Синфлари	Фракциялари	
Ҳарсанглар ва тошлар	йирик	>800
	ўрта	400-800
	майда	200-400
Галька (силлиқ тош) ва щебень (чақир тош)	йирик	100-200
	ўрта	60-100
	майда	40-60
Гравий (силлиқ тош) и дресва (емирилган тош)	жуда йирик	20-40
	йирик	10-20
	ўрта	4-10
	майда	2-4
Қумли зарралар	жуда йирик	1-2
	йирик	0,5-1
	ўрта	0,25-0,5
	майда	0,10-0,25
	нозик	0,05-0,10
Чангли зарралар	йирик	0,01-0,05
	майда	0,001-0,01
Гилли зарралар		<0,001

Одатда кўндаланг ўлчами 0,2 мк дан кичик бўлган зарраларни коллоидлар, уларга ҳос бўлган хоссалар эса коллоидли хоссалар деб аташ қабул қилинган. Зарраларнинг тахминий коллоидли хоссалари аниқроқ билинадиган ўлчами 1 мкм деб белгиланди, яни ҳамма грунтларнинг гилли-коллоид қисми коллоид хоссасига эга бўлади.

*Структуранинг элементини морфологик хусусиятлари.* Грунт тузилган минерал зарралари ва доналарининг юзасини шакли ва тавсифи жуда хилма хилдир. Қаттиқ боғлиқликка эга бўлмаган чўкинди грунтлардаги элементларини морфологияси айрим зарралар ва доналарни бир-бири билан туташтириш шароитига сезиларли таъсир қилади. Бу айниқса жинснинг бирлик ҳажмидаги туташ жойларини миқдорига, туташ жой майдонига ва туташ жойда бўлган майдонининг юзасини нотекистик (норовонлик) даражасига, бу жинсларни мустаҳкамлик ва деформация хусусиятларида билинади. Бундан ташқари структурали элементни силликланиш даражаси ғовакликнинг тавсифи ва ўлчамини аниқлайди, шундай қилиб сув ўтказиш қобилиятига ва грунтларнинг капиллярларидан сувни кўтарилиш баландилигига таъсир қилади. Баён қилинганларни ҳаммаси морфологик аломатлар жинснинг элементлар-ини тавсифловчи эканлигини белгилайди.

*Дисперс грунтларининг гранулометрик ва микроагрегат таркиби.* Ҳамма дисперс тоғ жинслари битта ёки кўпинча бирнечта фракциялардан иборат бўлади. Дисперс жинсларда ҳар хил фракцияларни миқдорий нисбати уларни *гранулометрик таркиби* билан тавсифланади. Гранулометрик таркиб, у ёки бошқа бирорта жинсда қандай ўлчамли зарра қанча миқдорда бўлишини кўрсатади. У бир қанча қўлланмаларда келтирилган маҳсус усуллар билан аниқланади: бунда ҳар бир фракцияни миқдори куритилган намунани оғирлига нисбатан фойиз ҳисобида ифодаланади.

Жинсларни гранулометрик таҳлилинини бажаришда аввало ундаги бирламчи заррачаларни миқдори, яъни айрим кристалларни ва тоғ жинсларини доналари аниқланади. Аммо кўпчилик грунтларда, айниқса нозикдисперсларида, бирламчи зарралар билан биргаликда бирнечта бирламчи агрегатларни бирлаштириш (агрегация) натижасида ҳосил бўлган микроагрегат сифатида иккиламчи деб аталувчи заррачалар бўлади. Шунинг учун гранулометрик таркибни аниқлашда, иккиламчи зарраларни бирламчи зарралар қаторига ўтказиш мақсадида жинс намунасини маҳсус ишловдан ўтказиш керак.



Жинсда бирламчи зарралар билан иккиламчи зарралар ҳисобга олинганда, яъни уни табиий дисперслиги аниқланганда, жинсни иккиламчи дисперслиги тўғрисида маълумот бўлиши керак. Иккиламчи жинсни таркиби гранулометриқ бўлмасдан *микроагрегат таркиби* билан тавсифланади.

**Дисперс грунтларни гранулометриқ таснифи.** Дисперс грунтларни гранулометриқ таркибини ўрганишдан мақсад уни таснифлашдир, яъни гранулометриқ таркиби орқали уни петрографик тури ёки гуриҳини аниқлаш. Бунинг учун гранулометриқ таснифдан фойдаланилади.

Кўпчилик ишлаб чиқариш ташкилотларида кумли ва йирик донали грунтларни қурилиш нормалари ва қоидаларида таклиф қилинган (ҚМҚ 2.02.01-98) таснифидан (3-жадвал) фойдаланилади.

### **1.3. Грунтларнинг суюқ компонентлари**

Суюқ компонентлар – кўпчилик грунтларни асосий қисми ҳисобланади. Улар грунтда табиий ва суний йўл билан ҳосил бўлиши мумкин. Суюқ компонентларнинг кимёвий таркиби жуда хилма хилдир. Суюқликлар таркиби бўйича органиқ бўлмаган, органиқ ва аралаш, эмульсиялар билан биргаликдаги турларга бўладилар.

3-жадвал. ҚМҚ 2.02.01-98 бўйича йирикдонали ва кумли грунтларнинг гранулометриқ таснифи

Йирикдонали ва кумли грунтнинг тури	Йириклиги бўйича зарраларнинг тарқалиши, ҳаводақурилган грунтнинг оғирлигига нисбатан % да
<b>А. Йирикдонали</b>	
Ҳарсанг тош (силлиқланмаган доналари кўп – “глыблар”)	ўлчами 200 мм дан катта бўлган доналарнинг оғирлиги 50% дан кўп
Галечникли грунт (силлиқланмаган доналари кўп – “щебёнка” ли)	ўлчами 10 мм дан катта бўлган доналарнинг оғирлиги 50% дан кўп
Гравийли грунт (силлиқланмаган доналари кўп – “дресва”)	ўлчами 2 мм дан катта бўлган доналарнинг оғирлиги 50% дан кўп
<b>Б. Кумли</b>	
Гравийли кум	ўлчами 2 мм дан катта бўлган доналарнинг оғирлиги 25% дан кўп
Йирик кум	ўлчами 0,5 мм дан катта бўлган

Ўртача йирикликдаги кум	доналарнинг оғирлиги 50% дан кўп ўлчами 0,25 мм дан катта бўлган
Майда кум	доналарнинг оғирлиги 50% дан кўп ўлчами 0,1 мм дан катта бўлган
Чангли кум	доналарнинг оғирлиги 75% дан кўп ўлчами 0,1 мм дан катта бўлган
	доналарнинг оғирлиги 75% дан кам

Грунт таркибидаги неорганик суюқликлар ичида энг аҳамиятлиги сув – Ерда энг кўп тарқалган моддadir. Деярли Ер юзининг 70,8% сув билан қопланган. Денгиз, океан ва сув ҳавзаларидаги (музларни дунё бўйича захираси билан) сув миқдори тахминан 1,4 млрд км<sup>3</sup>, литосферадаги тоғ жинсларида (ер ости сувлари) ҳар хил муаллифларни ҳозирги вақтдаги баҳолаши бўйича – тахминан 0,73-0,84 млрд км<sup>3</sup> ташкил қилади.

Сув ва бошқа суюқликлар грунт таркибида ҳар хил бўшлиқликларда (ёриқлик, ғоваклик, каналлар ва бошқалар) учрайди. Табиятда кичик миқдорда бўлса ҳам ғоваклиги бўлмаган абсолют бутун грунтлар учрамайди. Бу бўшлиқларни сув ёки бошқа суюқликлар ўзларини ҳаракатчанглиги билан эгаллаб турадилар. Грунт сувларидан тахминан 4-5 км ва ундан ҳам чуқурликда тоғ жинсларида сувли эритма билан тўлган ғоваклик бўлиши аниқланган

Табиий ҳолатда ётган грунтнинг намлиги *табиий намлик* деб аталади. Уни ҳажмий ёки оғирликда ифодалашда фоиз ёки бирнинг улишида ёзиш мумкин. Аэрация худудидаги грунтнинг табиий намлиги доим бир хил бўлмасдан йилнинг мавсумига қараб ўзгариб туради.

**Грунтдаги сувларнинг турларини таснифи.** Сув грунтда ҳар хил фазада кўринишда бўлади: газсимон, суюқ, қаттиқ. Грунтаги сувнинг ҳолати фақат ҳароратга боғлиқ бўлмасданг, грунтнинг қаттиқ компонентларини ҳолатига ҳам боғлиқ бўлади.

Грунт таркибида бўлувчи сувли суюқликни энергияси турлича бўлади: минерал юзага яқин турган сувнинг молекуласи ионларнинг гидратация жарайни каби тортиш кучини таъсирида бўлиб структурани ўзгартиради.

Ундан ташқари грунт таркибидаги сув молекуласини минералга боғлашда гидратацияланишда катионларни алмашинув катта аҳамиятга эга бўлади. Шунинг учун грунтларда *эркин* сувлардан ташқари *боғланган сувлар* деб аталувчи турлари ҳам бўлади.

Боғланган сувлар тоғ жинсининг кичик ғовакликларида ва ёриқликларида бўлади ва қаттиқ компонентларнинг юзаси томонидан ҳархил табиатли ва жадалликдаги “*боғланиш*” таъсирига учрайди, натижада эркин сувлардан фарқ қилади ва структураси бошқача бўлади. Ернинг литосфера-сида боғланган сувларнинг миқдори 0,31-0,35 млрд км<sup>3</sup>, яъни ер қобиғидаги умумий сувларнинг 42%ни ташкил қилади. Аммо боғлаган сувларни тоғ жинсларидан ажратиб олиш енгил иш эмас. Ҳар хил табиатли юза кучлари таъсирида боғланган сувлар минерал юзасида маҳкам ушланиб туради, гравитация кучига бўйсинмайди, уларни грунт ичидаги ҳаракати бошқа кучлар таъсирида бўлади (4-жадвал).

4-жадвал. Грунтдаги сув турларининг таснифи

Сувнинг даражаси (тури)	Сувнинг тури ва хили
Боғланган	1. Минералларнинг кристал панжарасидаги сув (конституционли, кристалли боғланиш) 2. Адсорблаган сув (оролли, молекуляр ва ярим молекуляр адсорблаган)
Ўтувчи турдаги (боғлангандан эркинга)	1. Осмотик ютилган сув 2. Капилляр сувлари (капилляр конденсацияли ва капилляр шимилган)
Эркин	1. Ёпиқ йирик ғовакликлар ичидаги (иммобиллашган) 2. Оқувчи

**Ўтувчи турдаги сувлар.** Уларга осмотик жараёнлар ва капилляр конденсацияда ҳосил бўлган сувлар тааллуқли эканлиги аввал айтиб ўтилди.

*Капилляр сувлари* капилляр-ажралган, осилган, хусусий капиллярларга бўлинади. Капилляр-ажралган сувлар ғоваклик бурчакларидаги, ёки туташ сувлар, ёки грунт сувларини капилляр-ҳаракатсиз суви деб ҳам аталади. Капилляр-ажралган сувлар, одатда, зарралар ва ғовакликни қисилган

участкаларини туташ жойларида ҳосил бўлади. Сувнинг бу хили кумларда 3 – 5%, супесларда - 4 – 7% намликда учрайди.

Грунтнинг намлиги ошган сари капилляр ғовакликлар сув билан тўла бошлайди. Бу ҳолатда, грунт сувлари сатҳи билан бирлашадими ёки йўқлигига қараб хусусий-капилляр ва осилган сувлар ҳосил бўла бошлайди.

Хусусий капилляр сувлари грунт суви сатҳидан юқорига қараб кўтарила бошланади. Грунт ичида, бўғланишда, капилляр сувларини миқдори камайганда, грунт сувларининг янги қисмини капилляр ғовакликлар ҳисобига, бир томони билан сувга туширилган капилляр турибқада рўй берадигандек, уни тикланиши кузатилади.

Осилган сувлар, кўпинча, кумларда рўй беради. Улар бир хил, шунингдек қатламли қатламларда юқоридан намланганда ҳосил бўладилар. Бир хил таркибли қатламларда осилган сувларни ҳосил бўлиши, кумнинг гранулометриқ таркибига ва бошланғич намликка боғлиқ бўлади. Йирик донали кумларда осилган сувлар ҳосил бўлмайди.

Ҳар хил грунтларнинг капилляр сув сифими уларнинг капилляр ғовакликлари ва умуман олганда таркиби ва структураси билан белгиланади. Капилляр сувлар гравитацион сувлар каби гидростатик босимни узатади. Шу каби айрим хоссалари билан у гравитацион сувлардан фарқ қилмайди, аммо боғланган сувларга яқин туради. Хусусан, капилляр сувлари ҳарорат 0°С дан пастда музлайди, шу билан биргаликда уни музлаш ҳарорати у жойлашган ғовакликни диаметрига боғлиқ бўлади. Суглинокли ва гилли грунтларнинг ғовакликларда бўлган капилляр сувлар -12°С дан юқори ҳароратда музлайди. Аксинча ультра ғоваклик сувлари -12°С дан паст ҳароратда музлайди.

*Осмотик сувлар* ғовакликдаги эритмаларда бўлувчи ва грунт заррасига яқин турувчи ионн концентрацияларини фарқлари натижасида ҳосил бўлади. Ионлар концентрациясини тенглашиши сувнинг бошқа бир хилини, яъни молекулалари заррага яқин масофада ушланиб турувчи ионни дифузияқатламининг катиони билан боғланган турини ҳосил бўлишига олиб келади.

Осмотик сувлар – боғлиқлик энергиясининг қиймати ( $<0,4$  кДж/моль) унча катта бўлмаган сувлардир. У зарранинг юзаси билан бўш боғланган ва шунинг учун бўш боғланган сувларга таркибига киради. Осмотик сувнинг зичлиги бўш боғланган сувнинг зичлигига яқинлашади; музлаш ҳарорати –  $1,5^{\circ}\text{C}$ , аммо бу қиймат капилляр сувларининг бир неча хилини музлаш ҳароратига нисбатан анча катта миқдордир.

Кўпчилик гилли грунтларда мумтахкам боғланган, капилляр ва қисман осмотик сувларнинг умумий миқдорини максимал гиграскопик ва пластикликни қуйи чегараси орасида кузатилади ва мос равишда уларни намлигини ифодалайди. Бу намлик А.Ф.Лебедев грунтларни максимал молекуляр сув сифими ( $W_{\text{mmc}}$ ) деб атаган намликка яқин бўлади.

**Эркин сувлар.** Эркин ёки гравитацион сувлар иммобиллашган ва гравитация сувларига бўлинади. *Иммобиллашган* сувлар грунтнинг ёпик ғовакликларида бўлади ва гравитация кучлари таъсирида ҳаракатлана олмайди. *Гравитация ёки оқувчи* сувлари гравитация таъсирида ҳаракатланади. Агар гравитация сувлари грунт сувлари сатҳидан юқорида турса, улар асосан вертикал йўналишда (сингиб кирувчи гравитация суви) ҳаракатланади. Грунтсувининг оқимини гравитация сувлари горизонтал йўналиш бўйича ҳаракатланади. Грунтда максимал миқдорда боғланган сувлар (ҳамма турдагилари) бўлганда ва ғовакликлар гравитация сувлари билан тўлиқ тўлганда, *грунтнинг тўлиқ сув сифими* ( $W_0$ ) тушунчаси билан тавсифланади. Грунтда гравитация сувининг миқдори тўлиқ ва капилляр сув сифимларининг орасидаги фарқлари билан белгиланади. Агар грунтда йирик капиллярлари бўлмаган ғоваклик бўлмаса, тўлиқ сув сифимини қиймати капилляр сув сифимини қиймати билан мос келиши мумкин. Бу, грунтда эркин сув йўқ деганидир. Аксинча, макроғовакликлар бўлганда грунт-нинг тўлиқ сув сифимини қиймати унинг капилляр сув сифимининг қийматидан сезиларли катта бўлади.

Гравитация сувлари оддий сувнинг ҳамма хоссасига эга бўлади. Ўзида эриган туз ва газларни сақлайди, шунингдек коллоид ҳолатдаги моддалар

бўлгани учун кимёвий таркиби бўйича ҳар хил бўлиши мумкин. Грунт сувларида бўладиган моддаларнинг миқдори, сувнинг умумий минерализацияси деб аталади ва кенг миқдорда: литирида бир неча юз миллиграмдан бир неча юз грамгача ўзгариши мумкин, шуни ҳам такидлаш керакки денгиз сувининг шўрлиги тахминан 35‰ ташкил қилади. Ер ости сувининг минерализацияси, одатда, чуқурлик ошиши билан ошади. Сувда эрийдиган тузларнинг энг кўп миқдори тузли фойдали қазилма конлари бор туманларда, шунингдек чўл ва ярим чўл ҳудудларда учрайди.

#### **1.4. Грунтларнинг газли компонентлари**

Грунтлардаги газлар генезисини шароити ва хусусиятига қараб табиий ва антропоген (техноген) йўли билан ҳосил бўлиши мумкин. Табиий ва техноген газларни таркиби бир-биридан фарқ қилади.

Табиий газлар генетик тури бўйича – геология, атмосфера ва биология йўли билан ҳосил бўлган турларга бўлинади. Биринчи гуруҳ газлари хусусий геологик жараёнлар (экзоген ва эндоген); иккинчиси асосан атмосфера билан газ алмашинув; учинчиси –грунтдаги организмларни ҳаёт фаолияти ҳисобига ҳосил бўладилар. Ундан ташқари табиий газлар *сингенетик* (жинсни шакилланиши билан бир вақтда ҳосил бўлган) ва *эпигенетик* (грунтга қўшни қатлам ёки атмосферадан газ алмашинуви натижасида кирган) бўлиши мумкин. Аэрация ҳудудсидаги газлар кўпинча эпигенетик бўлиши мумкин, чунки унда атмосферадан кирган ҳар хил қўшимчалар учрайди.

*Геологик йўл* билан (эндоген ва экзоген) ҳосил бўлган газлар магматик (вулқонли), метаморфик вачўкинди жараёнлар натижасида шакилланганлар. Улар тўрт хил генетик турга бўлинадилар: вулқон газлари (асосан сув буғлари 90-95%, қолганлари  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ , кам миқдорда  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{He}$ , шунингдек органик бирикмалар); катогенетик газлар (тоғ жинсларини катогенез ҳудудсида органик моддаларни ўзгариши билан ҳосил бўлувчи оғир углеводород газлари,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}$ ); метаморфик газлар (тоғ жинсларини метамор-физм шароитида ҳосил бўлганлар, асосийлар  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}$ ); радиоген газлари (табиий радиактив элементлар уран, торий,

калийни парчалани-шидан ҳосил бўлган газлар гелий, ксенон, аргон, радон ва бошқалар).

*Атмосфера йўли* билан ҳосил бўлган газлар. Уларга асосан  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ , муҳим кўшимчалар –  $\text{Ar}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$  киради.

*Биология йўли* билан ҳосил бўлганлар. Улага метан ( $\text{CH}_4$ ), этан, пропан, бутан, изобутан ва пентанлар кирадилар. Улардан ташқари биокимё йўли билан ҳосил бўлган карбонат ангидрид вази ( $\text{CO}_2$ ), водород сульфиди ( $\text{H}_2\text{S}$ ) ва водород ( $\text{H}$ ) киради.

*Техноген йўли* билан ҳосил бўлган газлар. Грунтларда бундай газларни ҳосил бўлиши инсоннинг фаолияти билан боғлиқдир. Газлар энг кўп миқдорда шаҳар шароитида, саъноат ишлаб чиқарувчи ҳудудларда, кимё ва нефткимё саъноатида, коммунал ва қишлоқ хўжалигида юзага келади. Энг ҳовфли газларга экотоксикант ҳисобланувчи *диоксинлар* киради. Ерга кўмилган чиқиндилар таркибида олтингугурт (метилмеркаптан, диметильсульфид, диметилдисульфид, олтингугурт углероди ва бошқалар), углеводородлар (терпень, спиртлар ва карбонил бирикмалари, метан) бўлган газларни ажратиб чиқаради.

Кимёвий таркиби бўйича газлар: 1) углеводородли, 2) азотли ва 3) углекислотлиларга бўлинадилар.

**Грунтлардаги газларнинг ҳолати.** Грунт ғоваклигида газлар эркин, адсорлашган ва ҳаракатланувчан ҳолатда бўлиши мумкин. Улар грунт таркибида ғовакликни тўлдирувчи сувларда, майда сиқилган ҳаво шарчаси шаклида ёки эриган ҳолатда учраши мумкин. Газлар адсорб-лашган ва сиқилган ҳолатида грунтларнинг маълум хоссаларига таъсир қилади.

*Адсорблашган газлар* грунт заррасининг юзасида молекуляр кучлар таъсирида бўлади. Қуруқ грунтдаги бу кучлар натижасида зарралар юзасида, қуйи қатлами бир неча ўн ёки юз мегапаскалли босим остида бўлган, юқори қатлами грунт зарралари билан кам мустаҳ-камликда боғланган (атмосфера босимига яқин бўлган босимга тенг) кўпмолекулярли газли плёнка ҳосил бўлади. Грунтдаги адсорблашган газнинг миқдори унинг минерал таркибига,

гумуснинг борлигига ва бошқа органик моддаларга, грунтнинг дисперслигига ва грунтнинг ғоваклик қийматига боғлиқ бўлади. Одатда сарғиш-қизғиш тупроқларда адсорбланишган газларнинг миқдори 100 г грунтда 2 дан 7 см<sup>3</sup> гача, қора тупроқларда 8-15 гача бўлади. Грунтнинг дисперслиги ошиши билан унда адсорбланишган газнинг миқдори оша боради. Майда донали кварцли қумларда адсорбланишган газнинг миқдори 100 г грунтда 1 см<sup>3</sup> дан кам бўлади, яни тупроқларга нисбатан бирнеча мартаба кам бўлади.

Грунтларнинг намлиги ошганда адсорбланишган газлар сув плёнкаси билан сиқиб чиқарилади. Адсорбланишган газларнинг энг кўп миқдори абсолют қуруқ грунтларда кузатилади; намлик 5-10% бўлганда уларнинг миқдори нолга тенглашади. Грунтларнинг бу намлиги максимал гигроскопикка мос келади деб тахмин қилиш мумкин, яни адсорбланишган газлар грунтларда мустақам боғланган сувларни миқдори максимал миқдорга тенг бўлганда йўқолади.

Агар намланиш сувларни капиллярлар орқали кўтарилиши натижасида бўлса, очик ғовакликлардан сиқиб чиқарилган газлар эркин ҳолда атмосферага чиқади. Бу ҳолда уларни *сиқилган газлар* деб аталади, ёки агар бу ер қобиғини юза қисмида юз берса *сиқилган ҳаво* дейилади. Сиқилган газлар грунт ичидаги анча жойни эгаллаши ёки ингичка микропорларда унча кўп миқдорда бўлмаслиги мумкин.

### **1.5. Грунтларни тирик компонентлари**

Микроорганизмлар - фақат микроскоплар ёрдамида кўринади. Уларнинг ўлчамлари бирнеча микрон ёки уларни бўлагига тенг бўлиб, жуда турли туман тирик организмларни бирлаштирувчи гуруҳлардир.

Тупроқ ва тоғ жинсларида яшовчи микроорганизмларнинг таркиби ғовқулодда хилма хил: Тупроқ ва тоғ жинсларида яшовчи организмлар грунтларнинг тирик компонентларини ташкил қилади.

Грунтларнинг тирик компонентлари макро- ва микроорганизмлардан иборат бўлади.



Макроорганизмлар тупроқда ва тупроқ ости қатламда яшайдилар. Уларни грунтларнинг таркиби, тузилиши ва хоссаларга таъсиричегарасини ер юзасидан бир неча метрда ҳам кўриш мумкин. Бу таъсир жуда сезиларли бўлиши мумкин. Таъсир тўғрисида тушинча бўлиши учун жуда катта миқдордаги ўсимликлар ўзининг илдизлари билан тоғ жинсининг тупроқли ва тупроқ ости қатламига кириб бориши, умиртқасиз жонзотлар 1 га да 12 млн дан 2 млрд бўлишини, маълум бир шароитларда бундай умиртқалилардан крот, землиройка, чичқон ва бошқаларнинг фаолияти жуда жадал бўлишини эслаш кифоя. Кўпинча, енгил ювиладиган лессли тоғ ёнбағриларида, кротларнинг қовлаган йўллари жарнинг ҳосил бўлишини бошланишига сабаб бўлиши мумкин. Тоғ жинсларида ва уни ташкил қилувчи тупроқларда яшовчи жонзотлар ва ўсимлик илдизлари, уларни органик модда билан бойитиб ва тузилишини ўзгартириб, ўзлари яшайдиган қатламни муҳандис-геологик хоссаларини тубдан ўзгартиради. Тупроқларни муҳандис-геологик хусусиятини баҳолаш, фақат уларга макроорганизмларни таъсирини билган тақдирдагина бўлиши мумкин. Шу билан биргаликда макроорганизмларнинг тоғ жинсларига таъсири микроорганизмларнинг таъсирига нисбатан солиштириб бўлмайдиган даражада камлигини такидлаш керак. Булар – бактериялар, актиномицетлар, гриблар, сув ўсимликлари, дрожжлар, вируслар, майда физиологик турғун амеб, жгутиконослар, инфузор ва “протозой фаунаси” деб аталувчи содда организмлардир.

Бактерияларга бактерияларни ўзи, актиномицетлар, миксобактериялар, спирохетлар, микоплазмала ва бошқалар киради. Бактерияларнинг шакли турли хил: шар кўринишидан (коккилар) чўзилган, ипсимон ва спиралгача бўлади.

Микроорганизмларнинг яшаш ва фаолият кўрсатувчи шароитлари хайратланарли даражада хилма хилдир. Уларни ҳар хил номоёндалари аэроб (кислород бўлганда) ва анаэроб (кислород бўлмаганда) шароитда ҳам яшашлиги мумкин. Манфий ҳароратда ( $-7^{\circ}\text{C}$ ) ва  $90^{\circ}\text{C}$  дан юқори иссиқ манъбаларда яшовчи микроорганизмларни турлари ҳам учрайди. Бу ҳолат

микроорганизмларни катта чуқурликларга кириб бориш имконини беради. Водород сульфидларини ишқорловчи ва ёнувчи газларни ҳосил қилувчи ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) бактериялари Шимолий Устюртни разрезидида 1100 м чуқурликда, Шимолий Кавказнинг сувларида – 2000 м чуқурликда ҳам кузатилган.

Темир бактериялари водопровод ва дренаж қувурларида, ер ости сувлари билан бирга тушувчи тикланган темир, шунингдек қувирнинг ўзидаги темирнинг ишқорланиши ҳисобига кейинчалик ривожланиши мумкин. Ҳосил бўлган темир окиси қувурни тўлдириб қўйиши ёкитемирли дренаж қувурлари 4-5 йил давомида каррозияланиб ишдан чиқиб ярамас ҳолга келиши мумкин.

Ҳозирги вақтгача микроорганизмлар геологияда, диагенез ва гипергенез жараёнларига таъсир қилувчи омил сифатида, рудали (темир, рангли металллар ва бошқалар) ва руда бўлмаган (нефт, олтингугурт ва бошқалар) фойдали қазилмалар ҳосил бўлишига таъсир қилувчи омиллар сифатида ўрганилиб келинади. Аммо тоғ жинслари ва тупроқларни муҳандис-геологик жиҳатдан ўрганишда уларга жуда кам эҳтибор берилган. Кўриб ўтилган материаллар грунтлардаги тирик компонентлар уларни хоссаларига сезиларли таъсир қилишини ва шунинг учун уларни муҳандис-геологик мақсадларда ўрганишни келажаги порлоқлигини кўрсатади.

#### **Назорат саволлар:**

1. Грунтшунослик фани қандай йўналишларга ажралади ?
2. Грунтшунослик фанининг вазифалари нимадан иборат ?
3. Грунтлар неча фазадан иборат ?
4. Грунтдаги сувларнинг турлари таснифи.
5. Мустаҳкам боғланган ва эркин сувлар.
6. Грунтларнинг тирик компонентлари.
7. Грунтлардаги газларнинг ҳолати.
8. Грунтлардаги газларнинг таркиби.

### **Фойдаланилган адабиётлар:**

1. Braja M.Das. Principles of Geotechnical Engineering. 2010. United States. 470 p.
2. David George Price. Engineering Geology principles and practice. 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 450 p.
3. Craig R.F. Craig's soil mechanics. London and New York, 2010. 446 p.
4. Казарновский В.Д. Основы инженерной геологии, дорожного грунтоведения и механики грунтов. (Краткий курс). –М.: 2007. 284 с.
5. Трофимов В.Т. и др. Грунтоведение. –М.: Изд-во МГУ, 2005. 1024 с.
6. Qayumov A.D. Geologiya va gruntshunoslik. -Toshkent: 2006. 169 b.
7. Kayumov A.D. Muhandislik geologiyasi va gruntshunoslik asoslari. - Toshkent: 2012. 160 b.
8. Rasulov H.Z. Gruntlar mexanikasi, zamin va poydevorlar. –Toshkent: Tafakkur, 2010. 272 b.
9. Kayumov A.D., Adilov A.A., Kayumova N.M. Gruntshunoslik. O'quv qo'llanma. –Toshkent: Cho'lpon, 2012. 144 b.
10. Добров Э.М. Механика грунтов. –М.: Академия, 2008. 272 с.

## 2-мавзу: Грунтларнинг тузилиши, структураси ва текстураси.

### Режа:

1. Грунт компонентларининг ўзаро таъсири ва уларда структурали боғланишлар.
2. Грунтларни структураси ва текстураси.
3. Ёриқлик кўринишидаги ғовақлик.

*Таянч сўз ва иборалар:* Грунт компонентлари, структурали боғланишлар, боғланиш табиати, тугаш жой назарияси, структура ва текстура, бўшлиқлар, ёриқликлар.

### 2.1. Грунт кўпкомпонентли тизим

**Грунт компонентларининг ўзаро таъсири ва уларда структурали боғланишлар.** Тоғ жинси таркибидаги ҳамма структурали элементлар (минерал доначалар, зарралар ва кристаллар)ўзаро структурали боғланишга эга. Бу боғланишнинг тавсифи жинсларнинг асосий хоссаларини шакилланишида жуда катта аҳамиятга эга. Айрим минерал доначаларини, зарраларини ва кристалларини мустаҳкамлиги ички кимёвий боғланишга боғлиқ бўлиб, юзлаб мегапаскал билан ўлчанувчи жуда юқори миқдорда бўлиши мумкин. Шу билан биргаликда структурали элементлардан тузилган жинснинг мустаҳкамлиги, сезиларли кам бўлади, айрим дисперс цементлашмаган грунтларда у нолга яқин бўлиши ҳам мумкин. Демак, грунтларнинг мустаҳкамлик хоссалари айрим структурали элементларни мустаҳкамлиги билан белгиланиб қолмасдан, улар орасидаги боғланишни мустаҳкамлигига, яъни *структурали боғланишига* боғлиқ бўлади.

Грунтларнинг *структурали боғланиши* деб кимёвий, физиковий, физик-кимёвий ёки механик табиатга эга бўлган ва жинснинг шакилланиш ва кейинчалик ўзгариш даврида элементларнинг тугаш жойларида ҳосил бўлган структурали элементлари орасидаги ўзаро тортишиш кучи тушинилади. Ҳозирги вақтда ҳар хил петрогенетик турдаги грунтларда структурали

боғланишни тавсифловчи умумий қонуниятлар аниқланган, улар қуйидагилардан иборат.

Грунтларни турли хил петрогенетик турларида маълум табиатли структурали боғланиш асосийси ҳисобланади: магматик, метоморфик ва цементлашган чўкиндиларда – асосан кимёвий боғланиш; чўкинди боғланган дисперс грунтларда – физик ва физик-кимё боғланиш; боғланмаган дисперс грунтларда – механик боғланиш.

Структурали боғланишни энергияси ва мустаҳкамлиги қуйидаги қатор бўйича ўзгаради: кимёвий > физик-кимёвий > физик > механик.

Литогенезни ҳар хил босқичларида маълум бир структурали боғланиш юзага келади: ривожланувчи литогенезда кам мустаҳкам-ликдаги боғланиш юқори мустаҳкамликка ўтиб боради, регрессив литогенезда аксинча юқори мустаҳкамлик кам мустаҳкамликка ўтади.

Структурали боғланиш мураккаб физик-кимё жараёнлари натижасида шаклланади. Улар зичлаштириш жараёнлари, қариш ва синерезис, шунингдек табиатда бор бўлган бирикмалар конденсацияси ёки адсорбциялаш, шимилиш, миграция, атроф муҳитдаги қандайдир цементлаштирувчи моддаларни кристаллашувлари таъсирида ҳосил бўлади. Структурали боғланишни ҳосил бўлиши – бу грунтнинг “геологик ҳаёти” давомида ривожланувчи жуда узоқ давом этувчи тарихий жараён ҳисобланади.

*Структурали боғланишни табиати.* Структурали боғланишлар мустаҳкамлиги бўйича жуда хилма хил: оддий ҳолатларда сезилмас даражада бўлувчи ва жинсинг хоссаларига жуда кам таъсир қилувчи жуда бўшдан, кристалл зарраларини мустаҳкамлиги билан ўлчанувчи жуда юқори мустаҳкамликкача бўлиши мумкин. Бу ўзаро таъсирлар ўзларининг табиати бўйича бир неча турга ажраладилар:

1. Кимёвий боғланиш – бу молекула ва кристалларни ҳосил бўлишига олиб келувчи атомларнинг ўзаро тортишиши (ковалент, ионн, металл ва водородли боғланишлар);

2. Физик - турли табиатли физик майдонда зарралар атрофида ўзаро таъсирда бўлувчи боғланиш (ерни тортиш кучи, электростатик, магнит ва механик кучланишни майдони);

3. Физик-кимё – ҳар хил физик-кимё юза жараёнлари ва ҳодисалари ҳисобига зарраларни ўзаро илашишини келтириб чиқарадиган боғланиш (молекуляр, ионн-электростатик, капилляр);

4. Биогенли боғланиш – асосан тирик организмлар иштирокида бўладиган (биоэлектростатик, бикимёвий, фитоген, зоогенли) боғланиш.

*Кимёвий табиатли структурали боғланиш.* Бу турдаги структурали боғланиш ўзининг табиатига қараб минералларнинг ички кристалли боғланишига яқин туради. У минерал заррачаларини бир бири билан ўзаро туташ жойида ёки зарралар орасидаги бўшлиқни цементлаштирувчи моддалар билан тўлишидан юзага келиши мумкин. Бунда цементлашадиган зарраларнинг ташқи кристалл панжараси кимёвий боғланиш ҳисобига мустаҳкамланади.

Кимёвий боғланиш структурали боғланишларни ичида энг мустаҳками ҳисобланади. Айрим ҳолларда (масалан, кварцитларда, кристалли охактошларда) у мустаҳкамлиги бўйича кристаллар ичидаги кимёвий боғланишдан кам бўлмайди. Шунинг учун бундай жинсларда синиш чизиғи минерал зарраларини туташ жойида, шунингдек уларни ўзида ҳам бўлиши мумкин.

Кимёвий структурали боғланиш ҳар хил усуллар билан боғланади. Магматик жинсларда минерал зарраларини ўзи билан бир вақтда – магматик эритмаларни кристаллашуви ва қотиши жараёнида; метаморфик жинсларда – она тоғ жинсини қайта кристаллашувида; цементлашган чўкинди жинсларда – эритмаларни инфильтрацияси натижасида ва улардан тузларни ажралишида, шунингдек коллоид кремнотўқма ёки темир гидроокисини ғовақлик фазосида чўкиши, уларни қариши ва зарралар орасидаги туташ жойларни кристаллашувида ҳосил бўлади.

Кимёвий боғланишлар ўзининг табиатига қараб электромагнит тавсифли кучларни акс эттиради. Улар атомларнинг валентли электронлари

орқали амалга оширилади. Ўзаро таъсирда бўлган атомларнинг электроманфийлик қийматига боғлиқ, улар орасида, валентли электронларни бўлиниши ҳар хил бўлиши мумкин. Бунда кўпинча асосий жинс ҳосил қилувчи минералларда икки хил турдаги кимёвий боғланиш ҳосил бўлади: ковалент ва ионн. Кимёвий боғланишни тавсифли хусусияти, биринчидан ўзаро таъсирда бўлган атомларнинг орасини яқин бўлиши (тахминан  $0,5-3,5\text{\AA}$ ), атомлар орасидаги масофани ошиши билан у тез камаяди; иккинчидан  $1200\text{ кДж/моль}$  га етувчи юқори энергиядан иборат бўлади, бузилиши орқага қайтмайдиган тавсифга эга.

*Физик ва физик-кимё табиатли структурали боғланишлар.* Нозик дисперс цементлашмаган ва бўш цементлашган грунтларда (гилли ва лёссли, бўр ва мергел, диатомит ва трепел), шунингдек биоген йўл билан ҳосил бўлган (торфлар) ва тупроқларда структурали боғланишни шакилланишида физик ва физик-кимё табиатли боғланишлар катта аҳамиятга эга. Уларни ҳосил бўлиши нозик дисперс жинсларини қаттиқ компонентларини юқори солиштирма юзаси ва минерал-сув чегарасидаги физик ва физик-кимё ходисалар билан боғлиқ. Физик ва физик-кимё табиатли кучлар нозик дисперс зарраларни туташ жойида таъсир қилувчи бир неча хилли турларга фарқланади: молекуляр, электростатик, магнит, ионн-электростатик, капилляр. Жинсларнинг умумий структурали боғланишини шакилланишида келтирилган ҳар бир кучнинг аҳамияти жинсларни литификациясини даражасига ва уни сувга тўйинишига боғлиқ ўзгариши мумкин. Масалан, гилли чўкиндиларда, бўшлиштирилган гиллар ва торфларда асосийси молекуляр, электростатик ва магнитли ўзаро таъсирлар ҳисобланади. Сезиларли литификацияга учраган гилли жинсларда, шунингдек лёсслар ва тупроқларда структурали боғланишни белгиловчи ионн-электростатик ва капилляр кучлар мавжуд бўлади.

*Механик табиатга эга структурали боғланиш.* Юқорида кўриб ўтилган физик ва физик-кимё табиатли кучлар, сувга тўлиқ ёки қисман тўлган ғовакли нозик дисперс тизмларда таъсир қилади. Масалан кумли ва йирик

донали грунтларда, келтирилган кучлар ҳисобига структурали боғланишни самарадорлик йеғиндиси сезиларли даражада камаяди. Шунинг учун бундай жисмлар одатда сочилувчан (боғланмаган) тизимга тааллуқли бўлади. Уларни структурали боғланиши унча катта эмас ва тоза механик табиати билан тавсифланади. Бунга зарраларни юзасининг рельефини микро-бирхиллик эмаслиги натижасида юзага келадиган ўзаро боғланиши хосдир.

Заррачалар ва доналарни илашишининг миқдори жинснинг зичлигига, унинг заррачаларининг таркиби ва қиррасига боғлиқ. Илашиш жинс зарралари таркибини бирхил эмаслиги, йириклиги ва минерал таркибининг қирралигини ошиши билан ошади.

*Туташ жой таъсирлари назарияси.* Тоғ жинсларида структурали боғланишни ҳосил бўлиши зарранинг ҳамма юзасининг фазалари орасида бўлмай, фақат уларнинг энг бир-бирига яқин келган туташ жой-ларида рўй беради. Туташ жойлар, одатда, жинсларда энг кўп бўшашган қисми ҳисобланади, шунинг учун ташқи таъсирда улар биринчи бўлиб бузилади. Натижада тоғ жинсларининг бузилишга қаршилиги зарраларнинг туташ жойлардаги (яни заррачанинг туташ жойдаги ҳудудининг механик мустаҳкамлиги) илашиш кучини қиймати ва ғовакли тизмнинг ҳажмини ичидаги туташ жойлар миқдори билан белгиланади.

Ғовакли жисмларнинг физик-кимёвий механикасининг тасаввурига асосан, тоғ жинсларида ўзининг табиати, ҳосил бўлиш шароити ва мустаҳкамлиги бўйича бир нечта туташ жойларни ажратиш мумкин: 1) фазовий, 2) цементлашган, 3) коагуляцияли, 4) ўтувчи (нуқтали) ва 5) механик.

Фазовий туташ жой жинсни ташкил қилувчи зарраларнинг кристалларини бевосита туташ жойларини юзасида, фақат боғланган сувлар бўлганида ва улар орасидаги мустаҳкам кимёвий боғланишни ҳосил бўлишида шакилланади. Бундай туташ жойга кўпчилик магматик, метаморфик ва айрим чўкинди жинслар (гипслар, тош ва калий тузи, кристалли оҳақтошлар ва доломитлар) эга бўлади. Магматик ва чўкинди жинсларда фазовий туташ жойни ҳосил бўлиши магмани совиши ва



кристаллашуви ёки жинснинг кимёвий чўккан моддасининг йегилиши билан бир вақтда кечади. Метаморфик жинсларда фазовий туташ жойлар метаморфизим жараёнида қаттиқ компонентларни қайта кристаллашувида шакилланади. Иккала ҳолатда ҳам муҳим фазовий туташ жойни ҳосил бўлишига сабабчи омил бўлиб юқори босим (кристаллашув, гравитацион, тектоник) ва ҳарорат ҳисобланади. Бундай туташ жойлар орасида юзага келадиган кристалли жинсларни узилишга мустаҳкамлигининг қиймати, ғоваклиги 1-3% ва кристаллар ўлчами  $2r = 2\div 3$  мм бўлганда, 5-10 МПа дан ортиқ бўлади.

Фазовий контакли жинсларнинг юқори мустаҳкамлигидан ташқари бузилиши мўрт тавсифли, кам эрувчан (тузлардан ташқари) ва юмшоқ бўлиши кузатилади.

*Цементлашган туташ жойлар* ҳам фақат боғланган сувлар бўлганда кузатиладилар ва ўзининг табиати бўйича фазовийгаўхшаш, аммо улардан шароитлари ва ҳосил бўлиш механизми билан фарқланадилар. Бундай турдаги туташ жой кўпчилик чўкинди цементлашган жинслар учун тавсифли бўлади. Цементлашган туташ жойни ҳосил бўлиши жинсларда диагенез ва катагенез жараёнида, циркулашаётган эритмада янги кристалли ёки аморф фазани ажралиб чиқиш ҳисобига рўй беради.

Цементлашиш шароитининг асосий шартларидан бири цементлаштирувчи модда ва дисперс фазасининг заррасини юзаси орасидаги кимёвий муҳитдир. Бундан ташқари цементлашган туташ жойни шакилланиш жараёнлари ҳар хил физик-кимё омилларини таъсирини йеғиндиси: эритманинг тўйинганлик миқдори, жинснинг сув ўтказувчанлиги, фазалар орасидаги эркин энергиянинг қиймати, туташ жойли ҳудудда кучланишнинг қиймати билан назорат қилинади.

Цементлашган туташ жойни мустаҳкамлиги 1 МПа дан кам бўлмаган миқдор билан баҳоланади.

*Коагуляционли туташ жойлар* нозик дисперсли цементлашмаган гил, суглинок, торф, диатомитлар, бўрнинг айрим турлари каби жинсларда ҳосил

бўлади. Бундай туташ жойларда структурали боғланишни ҳосил бўлиши боғланган ва ўтувчи турдаги сувлар бўлганда, узокдан таъсир қилувчи молекуляр, айрим ҳолларда – электростатик ва магнитли ўзаро таъсирлар ҳисобига кечади. Коагуляцияли туташ жойни тавсифли хусусиятини асосийси зарралар орасида юпқа, қалинлиги берилган шароитда тизимниг эркин энергиясини минимумига мос келувчи, мувазанатда бўлган боғланган ва ўтувчи сувнинг бўлишидир.

Коагуляционли ва нуқтали туташ жой “базис-базис”, “скол-скол” ва “базис-скол” бўлиши мумкин.

Коагуляцион туташ жойнинг муҳим хусусиятларидан бири бузилишни орқага қайтишини тавсифлигидир. Фазовий ва цементлига нисбатан коагуляцион туташ жойлар, улар бузилгандан сўнг қайта тикланадилар. Коагуляцион туташ жойни бу хусусияти асосида тиксотроп ҳодисаси ётибди. Критикдан паст юкда коагуляцион туташ жойли ғовакли жисмлар одатдаги пластик хусусиятни, яни бутинлиги йўқолмаган қайтмас деформацияга олиб келувчи қовушқоқ оқувчанликни намоеён қиладилар.

*Ўтувчи туташ жойлар* қисман дегидратлашган ҳолатда бўлувчи ёки сезиларли литогенетик зичлашишга учраган қуруқ ҳолдаги боғланган ва боғланмаган нозик дисперс жинслар (лёсслар ҳам кирадилар) учун тавсифлийдир. Бунда зарранинг атрофида боғланган сув бўлмаслиги ёки юпқа адсорбланишган сув бўлиши мумкин. Бу шароитда жинслар орасидаги қатламини ингичкаланиши ва кейинчалик гидрат плёнкасини айрим ионн-электростатик ва кимёвий табиатга эгатуташ жойли участкаларга ажралиши юз беради. Туташ жойда қўшимча катта миқдордаги босимни келтириб чиқарувчи капилляр кучлар кўпинча дегидротация давомида зарраларни ўзаро сиқилишига сабабчи бўладилар.

Ўтувчи туташ жойнинг муҳим хоссаларидан бири – сувга нисба-тан уларни турғун бўлмаслигидир, яни гидратланиш қобилияти ва ташқи босим олинганда ва намланганда коагуляцион туташ жойга ўтишидир. Ўтувчи туташ жойларни орқага қайтиш хусусияти, ионн-электростатик боғланишни

ҳосил бўлишида иштирок этувчи, алмашинув катионини гидротациясини юқори энергияси билан боғлиқ.

Шундай қилиб, маълум бир шароитда кўриб ўтилатган коагуляционтуташ жой фазовий турга ўтиши мумкин, бу уни ўтувчи турдаги туташ жой деб аталишига сабабчи бўлади. Ҳисоб ишлари ва экспериментал тадқиқотлар ўтувчи турдаги бирлик туташ жойни мустаҳкамлиги  $10^{-8}$  -  $10^{-6}$  Н бўлишини кўрсатади.

*Механикконтакли* структурали боғлиқлик ниҳоятда кам бўлган ва тоза механик табиатга эга бўлган йирик донали ва қумли цементлашмаган жинслар учун тавсифлийдир. Бу жинсларда, айниқса қумларда, намликни маълум бир оралиғида, структурали боғланишни сезиларли даражада оширувчи капилляр кучлари юзага келиши мумкин. Бошқа қолган ҳамма кўринишдаги боғланишлар (молекуляр, ионн-электростатик) бундай жинсларда унча катта аҳамиятга эга эмас.

Механик туташ жойини ҳосил бўлиши минераллар ва жинсларнинг йирик доналарининг ўзаро туташган жойида кузатилади. Бунда структурали элементларни ўзаро сиқилиши гравитация кучлари ҳисобига амалга оширилади ва кимёвий табиатли контакт боғланишни ҳосил қилиш учун етарли бўлмайди. Бундай туташ жойларда қисман боғланишни ҳосил бўлиши туташ жойда бўлган юзаларнинг норавонлиги сабабидандир, у структурали элементларнинг юзасини микрорельефи қанча норавон ва сиқувчи куч юқори бўлса шунча катта бўлади. Юзаси силлиқ бўлган зарралар орасида механик боғлиқлик бўлмайди.

Механик туташ жойининг бирликка тўғри келувчи бузилиш юзасида (структурали элементларнинг ўлчамини катталиги учун) мустаҳкамлигини пастлиги ва уларни миқдориникамлиги натижасида жинсни узилишга мустаҳкамлиги бундай кантактларда МПа ни юздан ва мингдан бир бўлагига тенг бўлади. Шунинг учун табиий шароитда донадор боғланмаган грунтлар ўзини сочилувчан жисмлардек тутаяди.

**Грунтларни структураси ва текстураси.** Грунтларнинг структураси ва текстурасини акс эттирувчи компонентли таркиби, грунт элементларини ўлчами ва морфологик хусусияти, уларни фазода жой-лашиши ва ўзаро таъсири жинсларни умумий тавсифини белгилайди.

Структура ва текстура жинсларни таркиби ва ҳосил бўлиш шароити билан узвий боғланишда бўлади ва уларнинг асосий генетик аломати ҳисобланади. Шу билан биргаликда структуравий ва текстуравий хусусияти – уларни физик ва физик-механик хоссаларини белгиловчи жинсларнинг асосий сифатидир. Шунинг учун, тоғ жинсларини муҳандис-геологик мақсадларда ўрганишда табиий объект сифатида жинсларнинг асосий сифати ва уни хоссалари ўртасида структура ва текстурани аниқлаш асосий вазифа каби кўрилади.

“Структура” ва “текстура” атамалари жуда яқин тушинчалардир. Лотин тилидан “структура”ни таржима қилинганда – бу тузилиш, жойлашиш, таркиби, қурилиш, “текстура” – мато, бирикиш, боғланиш маъносини беради.

**Грунтларни структураси.** Грунтшуносликда *грунтларни структураси деб унинг элементларини (айрим доначалар, заррачалар, агрегатлар, толалар) ўлчами, шакли, юзасини тавсифи, миқдорий нисбати ва уларни бир бирига ўзаро боғлиқлиги тушинилади.* Структурали элементларни ўзаро таъсири грунтда бўлган суюқ, тирик ва айрим ҳолларда газсимон компонентларга боғлиқ бўлади, бундай ёндашувда структура грунтнинг кўпкомпонентли тизими эканлигини аломати ҳисобланади.

Тоғ жинсларнинг структурали элементларини ўлчами – асосий аломатларидан бири – кенг қамровда ўзгаришини такидлаш жойиз. Масалан, йирик донали тоғ жинсларида доначаларини ўлчами ўнлаб сантиметрга, қумли, магматик (интуризив) ва метаморфик жинсларда улар миллиметрни юздан бир улишидан бир неча миллиметргача, нозик дисперс чўкинди жинсларда – миллиметрни мингдан бир улишига етади. Структурали аломатларини масштабига боғлиқ равишда жинсларни структураси кўз билан чамалаб (очилмаларда ва жинсларни намуналарида) ёки оптик ва электрон

микроскопларда (шлиф ва аншлифларда) ўрганилади. Иккила ҳолатда ҳам “структура” атамаси *макроструктура* ва *микроструктура* тушунчасига мос равишда фойдаланилади.

Грунтлар орасида тавсифли бўлган структурани бир неча хил турини ажратиш мумкин: кристаллашган, цементлашган, коагуляциялашган, ўтувчи, аралаш ва боғланмаган (сочилувчи).

Асосийси фазовий туташ жой бўлган грунтлар учун *кристаллашган структура* тавсифли бўлади. Бундай грунтлар тоифасига кўпчилик магматик ва метоморфик жинслар, шунингдек хемоген кристаллаш йўли билан ҳосил бўлган (тузлар, оҳактошлар, доломитлар)лар киради.

Асосийси цементлашган туташ жой бўлган чўкинди цементлашган грунтлар учун *цементлашган ёки конденсацион-кристаллашган структура* тавсифли бўлади. Буларга кўпчилик конгломератлар, брекчия, кумтошлар, алевролитлар, мергелни мустаҳкам тури, карбонатли гиллар, опока, айрим оҳактошлар ва бошқалар тааллуқлийдир.

*Коагуляционли структура* коагуляцион туташ жой туридаги ётқизикларда: илларда, бўшлиштифцирланган гилли грунтларда, тупроқларда, торфларда кенг тарқалган.

Ўтувчи туташ жой асосийси бўлган грунтлар учун *ўтувчи структура* тавсифли бўлади. Бундай жинслар таркибига бўшлиштифцирланган сувга тўйинган гиллар, шунингдек литификациянинг ҳар қандай туридаги дегидратлашган гилли чўкиндилар, лёсслар ва тупроқларни айрим турлари киради.

Ҳар хил турдаги туташ жойлар бир вақтда бўлган жинслар учун *аралаш (коагуляцион-цементлашган ёки коагуляцион-кристаллашган) структура* тавсифлийдир. Бундай жинслар қаторига зич, кучли литифицирланган гиллар, тошсимон лёсслар, мергелларни айрим турлари, бўр, диатомитлар, трепел, гилли цементлар билан биргаликда қисман кумтошлар ва бошқалар киради.

*Боғланмаган (сочилувчан) структуралар* – механик туташ жойи ҳисобига кам боғланишга эга бўлган структуралар тааллуқлидир. Бундай структурани турига йирик донали (гилли тўлдирувчисиз) ва қумли грунтлар киради.

**Грунтларни текстураси** деб уларнинг структурали элементларини фазода нисбатан жойлашиши ва бўлинишини тавсифловчи аломатларни умумлашгани тушинилади.

Текстура структурага ўхшаб жинснинг таркиби ва ҳосил бўлиш шароити билан жуда яхши боғланган. Масалан, магматик жинсларни текстураси магма эритмаларини кейинчалик ҳар хил совиш шароитида ҳосил бўлган шакли билан тасифланади. Бу ерда энг кўп тарқалгани бир хилли (массивли) ва ҳар хилли (шарли, флюидалли, шлакли ва бошқалар) текстуралардир.

Метаморфик жинсларни текстураси массивли ва сланцли кўринишлиларга бўлинади. Сланцлилар орасида энг кўп тарқалган текстурани турлари юпқапаралеллилар, тўлқинсимон (плойчатли), йўлакчасимон, ҳолли, ойнакли ва бошқалар. Массивли текстура энг кўп мраморда, кварцитда ва шоҳ алдамчисида учрайди. Юпқа паралелли ва ҳолли – метоморфик сланецларда, тўлқинсимон ва ойнакли – гнейсларда учрайди. Келтирилган метоморфик текстуралар билан, шунингдек, она жинсини текстурали хусусиятини сақлаб қолган реликтли, масалан, қатламли чўкинди жинслар учрайди.

Чўкинди жинслар ичида массивли (қатламсимонсиз) ва қатламли текстуралар ажралиб туради. Энг кўп тарқалгани қатламли, жинс таркибида қатлам ва қатламчалари борлиги билан тавсифланадиган, таркиби, структураси, ранги ва бошқалар билан ажралиб турадиган текстуралардир. Текстуралар қатламини тавсифи бўйича параллел қатламли, эгри қатламли, линзосимонларга бўлинади. Улар орасида қатламини қалинлиги бўйича йирик-, нозик- ва микроқатламли текстуралар ажратилади.

Умуман олганда жинснинг қалинлигини тавсифловчи текстурали аломатларга, шунингдек, магматик жинсларни бирламчи алоҳида кўринишлари ва уларни таркибидаги ёриқликлари тааллуққийдир. Бу жинсларнинг бирламчи алоҳида кўриниши совувчи магматик массада кристаллашаётган чўзувчи кучланиш таъсирида юзага келади. Устунли, плитасимон, матрицали ва бошқа бир неча хил текстурани ҳосил бўлиши улар кабидир.

**Грунтларда бўшлиқлар.** Грунтларнинг энг керакли структура-текстурали тавсифларидан бири, грунт ҳажмини қаттиқ компонентлар билан тўлдириш даражасини белгиловчи тавсиф, ундаги бўшлиқлардир. Тоғ жинсларида учровчи бўшлиқлар ўзининг кўринишига қараб ғовакли ва ёриқликлар кўринишида бўладилар.

*Ғоваклик кўринишидаги бўшлиқлар.* Ҳамма грунтлар ғоваклик тузилмасига эгалар. Грунтлар таркибидаги структурали элементлар, бир бирига зич жойлашмаганда, ҳар хил қийматли оралиқ ҳосил қилади, уларнинг ҳажмини йегиндиси жинсларни ғоваклик кўринишидаги бўшлиғини тавсифлайди. Грунтларнинг ғоваклик кўринишидаги бўшлиғи иккита кўрсаткич билан тавсифланади – ғоваклиги ва ғовакалик коэффиценти. Грунтларнинг ғоваклиги ( $n$ ) тоғ жинсидаги бўшлиқларни (ғовакликларни) ҳажмини унинг умумий ҳажмига нисбатига тенг бўлади. Ғоваклик коэффицентини ( $e$ ) бўшлиқларни (ғовакликларни) ҳажмини унинг қаттиқ компонентлари ҳажмига нисбати сифатида аниқланади. Ғоваклик одатда фоизларда, ғоваклик коэффиценти – бирликни улишларида ифодаланади.

Ғоваклик ва ғоваклик коэффицентини грунтнинг қаттиқ зарраларини зичлиги ( $\rho_s$ ) ва грунт скелетини зичлиги ( $\rho_d$ ) бўйича ҳисоблаб чиқиш мумкин:

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \text{ ва } e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} . \quad (1)$$

$n$  ва  $e$  ўзаро қуйидаги нисбатлар билан боғланганлар

$$n = \frac{e}{1 + e} \text{ ва } e = \frac{n}{1 - n} \quad (2)$$

Тоғ жинсларининг ғоваклиги тавсифлари бўйича очик, ёпик ва умумийларга бўлинадилар. Агар ғоваклик бир бири ва атмосфера билан боғланмаган ғовакликлардан иборат бўлса ёпик ҳолатда деб аталади. Очик ғовакликда бундай боғланиш бўлмайди. Очик ва ёпик ғовакликларни умумий йеғиндиси грунтларнинг умумий ғоваклиги деб аталади. Улар қуйидагилардан иборат бўладилар:

1) *кристаллар орасидаги* (зарралар орасидаги) кристалли заррала жинсларнинг ғоваклиги (магматик, метоморфик ва чўкинди цементлашган жинсларнинг бир қисми);

2) *гранулалар орасидаги* – кумли ва йирик донали жинсларга хос бўлган ғоваклик;

3) *гранулалар ичида* – минерал таркибининг (тоғ жинсининг доналари, ўсимлик ва ҳайвонларнинг қолдиқларини скелети, минерал зарралар) ғоваклиги;

4) *агрегатлар орасидаги* - гилли грунтларда кўп учрайдиган минерал зарраларининг агрегатлари орасида учрайдиган ғоваклик;

5) *агрегатлар ичида* – агрегатлар ташкил топган бирламчи зарралар орасидаги ғоваклик;

6) *ишқорланиш ғовакалиги* – оҳактош, доломит ва гипсларни илма-тешиклиги, каваклиги;

7) *шарсимон* – кўпчилик эффузив жинслари учун тааллуқли бўлган ғоваклик;

8) макроғоваклик – лёссимон жинслар учун тааллуқли бўлган.

Жинслардаги хамма ғовакликларнинг ўлчамларини катталигига, генетик таллуқлилига ва уларда сувнинг ҳаракатланишини тавсифига нисбатан ва Е.М.Сергеев бўйича қуйидагича бўлиш мумкин: макро (>1 мм)-, мезо (1-0,01 мм)-, микро (10-0,1 мкм)- ва ультракапиллярлар (<0,1 мкм).

**Ёриқлик кўринишидаги ғоваклик.** Арим ҳолларда жинсларнинг умумий ғоваклигини баҳолашда уларнинг таркибидаги ёриқликларини ҳисобга олмасдан амалга ошириб бўлмайди. Кўпчилик жинслар, айниқса



магматик ва метоморфиклар, ғоваклик 1-5% бўлганда ёриқликғоваклиги 10-20% га етиши мумкин.

Ёриқликлар кенглиги бўйича қуйидагича бўлиши мумкин: нозик (<1 мм), майда (1-5 мм), ўртача (5-20 мм), йирик (20-100 мм) ва жуда йирик (>100 мм).

Генетик аломатларига қараб ёриқликларни бир неча турга бўлиш мумкин.

1. Литогенетик – тоғ жинсини ҳосил бўлишида шакилланади, масалан, магма эритмасини қотишида, метоморфизмда, чўкиндиларни қайта шакилланишида.

2. Тектоник – жинсларни тектоник деформацияланиши, сиқилиш ва эзилишида ҳосил бўлади.

3. Экзоген – жинсларнинг нурашида, кўчкилар юз беришида карстли ғорларни ҳосил бўлишида юзага келади.

### **Назорат саволлари:**

1. Грунтларнинг структурали боғланиши деб нимага айтилади ?
2. Қандай боғланиш турларини биласиз ?
3. Кимёвий табиатли структурали боғланиш.
4. Физик ва физик-кимё табиатли структурали боғланишлар.
5. Механик табиатга эга структурали боғланиш.
6. “Структура” ва “текстура” атамалаи нимани билдиради ?
7. Структуранинг турлари.
8. “Макроструктура” ва “макротекстура” атамалари нимани билдиради ?
9. Структуравий боғланишлар ва уларнинг грунт структурасига таъсири қандай бўлади ?
10. Молекуляр ва молекуляр-ион-електростатик боғланиш нима ?
11. Грунтларда бўшлиқлар ва уларнинг грунт мустаҳкамлигига таъсири.
12. Ғовакликларнинг турлари.

### Фойдаланилган адабиётлар:

1. Braja M.Das. Principles of Geotechnical Engineering. 2010. United States. 470 p.
2. Craig R.F. Craig's soil mechanics. London and New York, 2010. 446 p.
3. Трофимов В.Т. и др. Грунтоведение. –М.: Изд-во МГУ, 2005. 1024 с.
4. Qayumov A.D. Geologiya va gruntshunoslik. -Toshkent: 2006. 169 b.
5. Kayumov A.D. Muhandislik geologiyasi va gruntshunoslik asoslari. - Toshkent: 2012. 160 b.
6. Kayumov A.D., Adilov A.A., Kayumova N.M. Gruntshunoslik. O'quv qo'llanma. –Toshkent: Cho'lpon, 2012. 144 b.
1. Одилов А.А., Қаюмова Н.М. Грунтшунослик фанидан лаборатория ишлари бажариш учун услубий кўрсатма; ТошДТУ. - Т., 2000.
2. Тупроқлар. Гранулометрик ва микроагрегат таркибини лабораториявий аниқлаш услублари; ЎзРСТ 817-97. - Т., ЎзР Давархитектқурилишком., 2004.
3. Эргашев Й. Инженерлик геологияси асосларидан амалий машғулотлар: Ўқув қўлланма. - Т.: Ўзбекистон, 2002
4. Қурилиш учун муҳандислик изланишлар. ШНК 1.02.07-15. 2015.
5. Қаюмова Н.М., Одилов А.А. Инженерлик геодинамикаси. Ўқув қўлланма. ТошДТУ. - Т.: 2003.
6. Амарян Л.С. Свойства слабых грунтов и методы их изучения. - М.: Недра, 2005.

### **3-мавзу: Грунтларнинг физик, физик-кимёвий ва уларни ўрганиш усуллари.**

#### **Режа:**

1. Грунтларнинг кимёвий хоссалари.
2. Грунтларнинг физик-кимё хоссалари.
3. Грунтларнинг физик ва биотик хоссалари.
4. Грунтларнинг физик-механик хоссалари.

*Таянч сўз ва иборалар:* хоссалари, физик, кимёвий, механик, биотик, эрувчанлик, ютилиш қобилияти, ётишқоқлик, пластиклик, кўпчили, киришили, капилляр, сувга мустаҳкамлиги, зичлиги, намлиги, электрокинетик ва электроосмос, коррозия, биотик, деформация, мустаҳкамлик, чўкувчанлик.

Грунларнинг хоссалари деб бошқа грунлар (жисмлар) билан ўхшашлиги ёки фарқини билдирувчи хусусиятлари ва уларни ёки ҳар хил майдонлар ва моддаларни (масалан, ранги, пластиклиги, мустаҳкамлиги, электрўтказувчанлиги ва бошқалар) таъсири бўлганда юзага чиқувчи омиллар тушинилади. Амалда грунларнинг жуда кўп хоссалари мовжуд. Грунларнинг кимёвий хоссалари ўзининг табиатига қараб кимёвий, физик-кимёвий, физик ва биотк синфларга бўлинадилар. Грунларнинг кимёвий хоссалари уларда кечадиган кимёвий жараёнларни тавсифлайди; физик-кимёвий – грунларда молекуляр ва микро сатҳда рўй берадиган, ҳар хил юза ҳодисалари ва физик-кимё жараёнларни тавсифлайди, аммо ҳеч қандай кимёвий алмашинув ҳодисаси рўй бермайди. Грунларнинг физик хоссалари уларга ҳар хил майдонларни: гравитация, иссиқлик, электр, магнит, гидродинамик, аэродинамик, радиация, механик ва бошқаларни таъсири бўлганда юзага чиқади. Грунларнинг биотек хоссалари тирик организм иштирокида бўладиган жараёнларни ўзида акс эттиради

### **3.1 Грунларнинг кимёвий хоссалари**

**Грунларнинг эрувчанлиги.** Грунларнинг эрувчанлиги деганда уларни табиий сув ёки бошқа эритмалар таъсирида эриш қобилияти тушинилади. Эриш жараёнида диполь тузилишга эга бўлган сув молекулалари минералларни кристал панжарасини бузади. Бунда панжарадаги ионлар сувга ўтади ва сувли эритмани ҳосил қилади. Эриш ва кейинчалик груннинг қаттиқ компонентлари таркибига кирувчи моддаларни

чиқиб кетиши натижасида уни ҳолати ва хоссаси ўзгаради, шунингдек массивда ҳар хил ўлчамдаги ғоваклик ҳосил бўлади.

Грунтларни эриши ҳар хил йўл билан кечади. *Тўғридан тўғри эриш* ғовакликлар ёки ёриқликларда бўлган сувлар (ёки бошқа ҳар қандай эритма), берилган шароитда грунт таркибидаги минерал билан ўзаро таъсирланишида ривожланади. Ер ости сувларининг оқиш тезлиги ошиши билан у ошади. *Диффузияли эриш* (ишқор ювилиши) тўғридан тўғри эришга нисбатан фарқли равишда ҳаракатланувчи сув оқимининг минералларни эришига таъсири билан боғлиқ эмас. У грунт массивининг ҳар хил майдонида, ионларни ғоваклик эритмасида концентрациянинг фарқларини таъсирида, ўз-ўзидан ҳаракатланиб, грунтнинг қаттиқ қисмини ва ғовакликдаги сувларни таркибини ўзгаришга олиб келиши тушинилади.

Грунтларнинг эрувчанлиги уларни кимё-минерал таркиби ва структурали хусусияти, эритувчини эритиш қобилияти (ер усти ва ости ёки бошқа эритувчилар), шунингдек термодинамик шароити билан белгиланади. Ҳамма турдаги грунтлар, кимё-минерал хусусияти ва тоғ жинсини ташкил қилувчи элементлар орасидаги боғлиқликни тавсифига боғлиқ ҳолда эрийди. Мутлоқ эримайдиган грунтлар учрамайди. Аммо амалиёт нуқтаий назаридан корбанатлар (оҳактош, доломит, бўр), сульфатлар (гипс, ангидрид) ва галоидларни (галит, сильвин, сильвинит, карналлит), шунингдек бошқа турдаги жинслар (мрамор, шўраланган гилли ва лёссимон жинслар ва бошқалар) таркибига кирувчи галит, гипс, кальцит ва уларга яқин минералларни эриши катта қизиқиш уйғотади.

**Грунтларни кимёвий ютилиш қобилияти.** Бу турдаги ютилиш қобилияти грунт ва филтрланаётган эритмани ўзаро таъсир жараёнида қийин эрийдиган ёки эримийдиган бирикмаларни ҳосил бўлишига асосланган. Бунда ҳосил бўлган материал чўкиндига тушади ва грунтнинг қаттиқ компоненти билан аралашади, айрим ҳолларда уни мустаҳкам *цементлайди*.

Грунтларни *кимёвий ютилиш қобилияти* деб қаттиқ, суяқ ва газ фазалари орасида ўзаро кимёвий таъсир остида кечадиган жараёнлар

натижасида қийин эрийдиган тузларни ҳосил бўлиши тушинилади. Грунтларда “кимёвий ютилиш” бир неча йўл билан амалга ошади. Биринчидан, грунтнинг ўзини қаттиқ, суюқ ва газ компонентлари ва унга қўшилувчи суюқ ва газ компонентлари орасида кечадиган тўғридан-тўғри кимёвий реакциялар натижасида қийин эрийдиган бирикмалар ҳосил бўлади. Масалан, агар таркибида  $\text{CaCl}_2$  ёки  $\text{CaSO}_4$  бўлган грунтга фосфорнатрий нордон эритмасини қўшилса, кимёвий реакциялар натижасида чўкиндига тушувчи жуда қийин эрийдиган  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  ҳосил бўлади.

Грунтларни кимёвий агрессивлиги. Грунтларни кенг маънода *агрессивлиги* деб табиий-техноген тизимни ҳар хил компонентларига негатив таъсир қилувчи хоссаси, яъни муҳандис иншоотларининг қурилиш материалларини (пойдевори, металл конструкцияси) бузи-лишга олиб келувчи кимёвий ва физик-кимёвий таъсири тушинилади. Нам грунтларнинг кимёвий агрессивлиги суюқ компонентини таркибига, эритувчи тузларга ва уларни концентрациясига боғлиқ бўлади.

Грунтларни бетонга агрессивлиги ҳар хил кўринишда ва турли йўллар билан кечиши мумкин.

### **3.2. Грунтларнинг физик-кимё хоссалари**

*Грунтларнинг адсорбцион хоссалари.* Дисперс грунтларнинг орасидан ҳар хил суюқлик ёки газли аралашмалар ўтганда уларнинг таркибида бўлган моддалар қисман ушланиб қолади. Натихада бу эритмалар ёки газли аралашмалардан айрим ионлар, молекулалар, коллоидлар ёки гил зарралари дисперс грунтлари ичида ютиладилар. Грунтларнинг бу хоссалари *ютилиш* ёки *адсорбция* қобилияти деб аталади.

*Грунтларнинг механик ютилиш қобилияти.* Ҳар қандай ғовак жисим каби грунтлар орасидан фильрланаётган сувдаги зарраларни ушлаб қолиниш қобилияти тушинилади. Ҳар бир грунт учун зарраларни чегаравий ўлчами бўлади, ундан каттаси грунт қатлами орасидан ўта олмайди. Ўлчами кичик бўлган зарраларни бир қисми фильрланади, айрим қисми грунтда қуйидаги сабаблар натижасида ушланиб қолади: 1) ғовакликни бўлинганлиги; 2)

уларни нотўғри, хилма хил шакиллар; 3) майда зарраларда молекуляр тортиш кучини борлиги, қиймати уларни диаметри камайиши билан ошади. Охириги ҳолатда механик ютилиш билан физик ютилиш қобилиятини бирорта тури уйғунлашади.

*Грунтларнинг физик ютилиш қобилияти.* Бу турдаги ютилиш грунтларни сувли эритма ёки суспензиядан, улар ва грунт зарралари орасида ҳосил бўлган қандайдир моддаларни молекуляр ўзаро таъсирлар ёрдамида ютилишини акс эттиради. Бунда ютилаётган модда ва грунт зарралари орасида кимёвий ўзаро таъсир бўлмайди.

*Грунтларнинг физик-кимё ютилиш қобилияти.* Грунтларни физик-кимё алмашинув қобилиятини мазмуни уларни бирорта мадданинг эритмаси билан ўзаро таъсирда бўлганда айрим ионлар эритма таркибидан йўқолади, уларни ўрнига эритмада уларга эквивалент миқдорда бошқаси ҳосил бўлади деб тушинилади. Масалан,  $\text{CaCl}_2$  эритмаси билан гилли грунт ўзаро таъсирланганда эритмадан кальций ионини бир қисми йўқолади. Аммо эритмани таҳлил қилганда бошқа ионлар, масалан йўқолган  $\text{Ca}^{2+}$  миқдорига эквивалент бўлган  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ , ёки  $\text{K}^+$  йеғиндисихосил бўлганига енгил ишониш мумкин. Эритмада, грунт билан ўзаро таъсирланганда, ҳосил бўлган ионларни миқдори, биринчи галда эритмадан кетган ионларнинг миқдоридан кам бўлгандек кўриниши мумкин. Аммо бунда, ҳар доим эритмани рН қиймати доимо камаяди, бу уни кислоталиги ошганини кўрсатади, яъни унда  $\text{H}^+$  ион концентрацияси ошади. Агар эритмада  $\text{H}^+$  ион концентрацияси ва бошқа аниқланган ионларни йеғиндисининг ўзгаришини ҳисобга олинса, эритма ва грунт орасидаги ион алмашинув реакцияси эквивалент миқ-дорда бўлгани келиб чиқади.

*Грунтларни биологик ютилиш қобилияти.* Бу турдаги ютилиш қобилияти грунтларнинг юқори қатлами учун тавсифлий ҳисобланади. Ҳусусан қатламда, ғоваклик эритмаларида ёки газли аралашмада бўлувчи, макр- ва микроорганизмларнинг ҳаёт фаолияти натижасида қаттиқ компонентларга аралашини мумкин бўлган янги моддалар ҳосил бўлади ва йегилади. Бу

турдаги ютилишни фаоллиги ва танланиши грунтни ташқи кўринишини, уларни физик ҳолатини ва хоссасини ўзгаришга олиб келади. Биологик ютилишни аҳамияти, хусусан тоғ жинсларини нурашида, шунингдек чўкинди қатламни шаклланишини бошланғич босқичида яхши билинади.

**Грунтларнинг ёпишқоқлиги.** Грунтларнинг ёпишқоқлиги (жисимларга ёпишиши) деб маълум миқдорда таркибида сув бўлганда ҳар хил буюмларнинг юзасига ёпишиб қолиш қобилияти тушинилади. Бу ҳолат боғланган (гилли ва лёссли) грунтлар учун муҳим тавсифга эга. Улар унча катта бўлмаган ташқи юк (0,1-0,5 МПа) ва намлигини миқдори пластикликни қўйи чегарасидан қисман юқори бўлганда, шунингдек, юк катта (бир ва ўнларча МПа) ва намлик – максимал молекуляр сув сифидан кам бўлганда юз беради. Кейинчалик намликни ошиши билан ёпишқоқлик тез оша бошлайди ва берилган грунт учун максимал қийматга эришиб тез камаяди.

Ёпишқоқлик қиймати ва намликни тавсифий миқдори грунтларнинг гранулометрик ва минерал таркиби, катионларни алмашинув таркиби, грунт ҳолати (уни намлиги, зичлиги, структураси ва бош.), шунингдек, ёпишувчи жисмни ҳолати, унинг юзасини тавсифи, грунтни жисмга босувчи юкнинг қиймати ва бошқа омиллар билан аниқланади. Грунтларда ёпишқоқликни ҳосил бўлишини асосий шартларидан бири уларда гил минераллари ва органик юқори дисперс зарралар, шунингдек, миқдор жиҳатидан максимал гигроскопик қийматдан ортиқ бўлган сувларни борлигидир. Қолган омилларни ҳаммаси ёпишқоқликни мутлоқ қийматига таъсир қилади.

Ёпишқоқлик миқдори грунтни қандай жисмга (метал, резина, тери, ёғоч ва бошқалар) ёпишиб туришига ҳам боғлиқ. Эксперимент йўли билан гилли грунтлар ёғоч ва резинкага нисбатан темирга кучли ёпишиши, шунингдек қумли ва торфли грунтлар аксинча металлга кўпроқ ёпишиши аниқланган. Ўзаро таъсирланаётган грунт-жисм тизимини ҳарорати ошиши билан ёпишқоқлик камаяди.

Грунтларнинг ёпишқоқлиги йўл ва тупроқларни қайта ишловчи машиналарни ишлаш шароитини аниқловчи омиллардан бири ҳисобланади.

Ер ва транспорт машиналари ва механизмларининг ишчи элементларини юзасига грунтларни ёпишиб қолиши, карьерларда, котлованлар ва бошқаларни казишда, уларни иш унумдорлигини пасайтиради.

**Грунтларнинг пластиклиги.** Грунтларнинг пластиклиги деганда ташқи таъсир натижасида бутинлигини бузмасдан шаклини ўзгартириш (деформацияланиши) ва бу таъсир тўхтатилгандан сўнг унга берилган шакилни сақлоб қолиш қобилияти тушинилади. Грунтларнинг бу хоссаси унда қолдиқ деформацияни юзага келиш имконини тавсифлайди.

Боғланган грунтларнинг пластиклиги муҳандис-геологик тадқиқотларда икки хил намлик кўрсаткичи билан тавсифланади: 1) пластикликни юқори чегараси, ёки оқувчанликни қуйи чегараси ( $W_{OK}$ ), бу чегаровий намликдан кўп бўлганда грунт пластикликдан оқувчан ҳолатга ўтади, уни 25-расмда келтирилган асбоб билан аниқланади; 2) пластикликни қуйи чегараси ( $W_{ж}$ ), бу грунтларнинг ярим қаттиқ ва пластиклик ҳолатлари орасидаги чегаровий намлигини акс эттиради; у минимал намликни тавсифлайди, бунда заррачалар бир бирига нисбатан грунтни бутунлигини бузмасдан ҳаракатланади. Пластикликни юқори ва қуйи чегарасидаги грунт намлигининг қийматини фарқлари *пластиклик сони* деб аталади (5-жадвал). Пластиклик сони, грунт пластик хоссага эга бўлган, намликни ўзгариш оралиғини кўрсатади. Пластиклик сони қанча катта бўлса, грунт шунча пластик бўлади.

Боғланган грунтларнинг пластиклигига сезиларли даражада грунт билан ўзаро мулоқотда бўлган сувли эритманинг таркиби ва концентрацияси таъсир қилади. Бунга сувда эриган бирикманинг таркиби грунтдаги аралашув

5-жадвал. Гилли грунтларни пластиклик сони бўйича таснифи

Гиллигрунтларнинг турини номи	Пластиклик сони, %
Супесь	$1 < I_p \leq 7$
Суглинок	$7 < I_p \leq 17$



Глина	$I_p > 7$
-------	-----------

катионини таркибига таъсир қилиши сабаб бўлади. У аввал кўрсатиб ўтилганидек грунтларнинг пластиклигига таъсир қилади, эритманинг концентрацияси кўп ҳолатларда диффузив қатламнинг қалинлигини белгилайди. Кўп миқдордаги тузларни бўлиши грунтларнинг пластиклик чегарасини камайтиради, айниқса юқори дисперс грунтларда (монтмориллонит) кучли сезилади. Каолинли ва монтмориллонитли (аскангил) гилларни пластикли сони, учнормал NaCl ни дисперсия муҳити сифатида ишлатилганда, сезиларли кичик бўлади. Туз концентрацияси катта бўлганда грунтларнинг пластиклигини камайиши, грунт мицелласининг диффузия қатламини камайиши, табиий ҳолда грунтларда бўш боғланган сув миқдорини камайиши, грунт зарраларини дегидротация жараёни билан боғлиқ бўлади.

**Грунтларнинг кўпчиши.** Дисперс грунтларининг сув ёки эритмаларни ўзаро таъсир жараёнида ҳажмини кенгайтириши кўпчиш деб тушинилади. Унинг қиймати грунтларни кўпчиш қийматини аниқлаш имконини берувчи асбобда аниқланади. Бу хосса боғланган грунтларнинг нозик дисперс қисмини гидрофилтаснифи ва уларни катта солиштирма юзаси билан боғлиқ. У асосан грунтда бўш боғланган сувнинг ҳосил бўлиши билан юзага келади.

Гилли грунтларда кўпчиш боғланган сувларни гилли минералларни гидратацияси ва нозикдисперс оргоноген ва орғано-минерал қисмини гидротациясида ҳосил бўлувчи сольват қобиғини бузувчи ҳаракати натижасида юзага келади. Бузувчи ҳаракатга структурали боғланишни келтириб чиқарувчи тортиш кучлари қарши туради. Агар тортиш кучи боғланган сувнинг қобиғини бузувчи босимга тенг ёки ундан катта бўлса кўпчиш ҳосил бўлмайди. Агар структурали боғланиш бузувчи босимга нисбатан кичик бўлса, унда грунтли тизим зарралар орасидаги масофани узайтириш йўли билан мувозанат ҳолатига ўтишга ҳаракат қилади. Бу ҳолатда грунтларнинг кўпчиши содир бўлади. Бунда грунтли тизимда

**кўпчиш босими** деб аталувчи маълум босим ривожланади (6-жадвал). Уни ташқи куч ёрдамида пайқаш ва ўлчаш мумкин. Бу босим, гидратация жараёнида, грунтнинг ҳажмини кенгайтиши кузатилмайдиган чегарадаги юкка тенг бўлади.

**Грунтларни киришиши.** Грунтларни киришиши (ҳажмий кичрайиши) деб уни қуриганда ёки физик-кимё жараёнлар (синерезис, осмос) бўлганда сувни чиқиб кетиши натижасида ҳажмини камайтиши тушинилади. Грунтларни киришиши субаэраль шароитда ҳароратларни (нисбий намликни 6-жадвал. Кўпчувчи грунтларнинг таснифи

Грунт турлари	Эркин кўпчишнинг деформациясини қиймати	Кўпчиш босимининг меъёрий қиймати, МПа
Кўпчимайдиган	<0,04	<0,02
Кам кўпчидиган	0,04-0,08	0,02-0,09
Ўртача кўпчидиган	0,08-0,12	0,09-0,17
Кучли кўпчидиган	>0,12	>0,17

фарқи) фарқи натижасида намликни буғланишида, шунингдек субакваль шароитда электролитларни концентрациясини фарқлари таъсирида коллоидларни қариши натижасида юз бериши мумкин. Киришиш фақат нам грунтларга ҳос бўлади.

Киришиш натижасида грунтларни зичлиги ошади ва қуригандан сўнг каттиқлиги ҳам ошади. Гилли грунтларни киришишида зичлашиши деформацияга қаршилигини оширади, аммо ёриқликларни бўлиши, одатда киришишида юзага келадиган, сувўтказувчанлигини оширади ва ён қияликларда грунт қатламининг юзасини турғунлигини камайтиради. Қурик ва иссиқ иқлимли шароитларда киришишли қозиксимон ёриқликлар гилли грунтларнинг массивини 5-7 м ва ундан катта чуқурликкачанг доналарга бўлади.

**Грунтларнинг капилляр хоссалари.** Грунтларнинг капилляр хоссалари уларда сувларни вертикал (юқорига) ва горизонтал йўналиш бўйича ғовакликларда ва грунтларни капилляр боғлиқлигида ҳаракатланиш қобилиятида акс этади.

*Грунтларда сувни капиллярлардан кўтарилиши.* Грунтларнинг капиллярлардан кўтарилиши ёки сув кўтариш қобилияти деб грунтнинг ҳар хил компонентларини орасидаги чегараларида ҳосил бўладиган капилляр кучлар таъсири натижасида уларни сув кўтариш хоссаси тушинилади. Бу хоссалар асосида сув ва ҳавони грунтнинг қаттиқ зарраси билан ўзаро таъсир, кейингисини намланишида юзага келадиган, минск ғоваклигида ва бошқа ҳодисаларда ҳосил бўладиган кучи ётибди.

Муҳандис-геологик тадқиқотлар амалиётида капилляр хоссалари, одатда, капилляр кўтарилишни максимал баландлиги ( $h_c$ , сантиметр ёки метрда ўлчанадиган) ва капилляр кўтарилишни тезлиги ( $v_c$ , одатда см/соатда ўлчанадиган) ва капилляр босим ( $p_{кап}$ ) билан тавсифланади. Уларни қиймати кўп омиллар билан аниқланади, уларнинг ичида энг муҳими грунтнинг гранулометрик ва кимё-минерал таркиби, уларни структура-текстурали хусусияти, шунингдек сувли эритмани таркибидир.

Сувларнинг капилляр кўтарилишини баландлиги ва тезлиги фавқулотда грунтнинг гранулометрик таркибига боғлиқ бўлади, чунки у ғовакликни ўлчами ва тавсифини ифодалайди. Грунтларнинг дисперслигини ошиши билан уларда ғовакликни ўлчами кичраяди ва шунга мос равишда капилляр кўтарилишни баландлиги ошади, аксинча сувни кўтарилиш тезлиги камаяди. Сувнинг капилляр ҳаракатини бошланғич тезлиги қанча катта бўлса, уни ҳаракати шунча тез камаяди ва аксинча капилляр сувларни кўтарилиши қанча секин бўлса у шунча баландга кўтарилади. Ҳамма ҳолатларда ҳам капилляр кўтарилишни тезлиги кўтарилишни бошланғич моментида энг катта қийматга етади.

Ўртадонали қумларда капилляр кўтарилишни баландлиги 0,15-0,35 м га тенг, майдадоналиларда – 0,5-1,0 м, супесларда у 1-1,5 м гача ошади,

суглинокларда – 3-4 м гача. Гилларда сув П.С.Коссовични фикрича 8 м баланликка, лёссларда – 3-4 м гача (икки йил ичида) етади.

Грунтларда сувнинг капилляр кўтарилишини баландлиги уларнинг бирламчи намланиш ҳолатига ҳам боғлиқдир. Хусусан, куруқ кумлар намлиларга нисбатан кам сув кўтариш қобилиятига эга эканлиги аниқланган. В.Я.Стапернис маълумотларига асосан нам грунтда капилляр кўтарилишнинг баландлиги куруқ грунтга нисбатан 3-4 марта кўпдир. Бундай фарқни нам ва куруқ грунтнинг минералларнинг заррасини намланиши бир хил эмаслиги билан тушинтириш мумкин.

Боғланган сув билан тўлган ультрағовакликлар капилляр кўтарилишда иштирок этмайди. Шунинг учун грунтда ультрағовакликни келтириб чиқарувчи ҳамма омиллар (зичлаштириш, оғир гилларда кўп валентли ионларни бир валентлигига алмаштириш) сувни капиллярлардан кўтарилиш баландлигини камайтиради.

Капилляр кўтарилишни баландлиги ва тезлигига грунтларнинг структура-текстура хусусияти ҳам катта таъсир қилади. Монолитли грунтларда, сувни капилляр кўтарилиши, грунтнинг ҳамма катлами бўйича тўсиқсиз амалга ошади. Аниқ айрим микроструктурага эга бўлган грунтларда сувнинг капилляр кўтарилиши, айрим структурали элементлар орасида капилляр бўлмаган ғовакликни бўлгани учун қийин кечади. Бундай грунтларда капилляр кучлар таъсирида сувларни ҳаракати агрегат ичидаги структура элементини атрофи юзасида кечади.

Грунтларда капилляр кўтарилишининг баландлиги бир қанча муҳандис иншоотларини (фуқоро, саъноат, йўл, аэродром ва бошқалар) лойиҳалашда ҳисобий тавсиф бўлиб бошқа кўрсаткичлар билан биргаликда, шунингдек, қишлоқ хўжалик ерларини дренажлашда грунт сувларини чуқурлигини оширишда, уларни ботқоқланишини ва шўрланишини олдини олишда фойдаланиладилар.

Структурали боғланишга эга бўлган грунтлар куруқ ҳолатида энг катта мустаҳкамликка эга бўладилар. Бундай грунтларни капилляр намланишида

мустаҳкамлиги камаяди. Зарралари орасида структурали боғланиши бўлмаган грунтларда (чанг, сочилувчан кумлар, грунтли кукунлар) капилляр намланишда тескари манзара намоён бўлади. Бу ҳолатда зарралар орасида боғланиш ҳосил бўлади, грунтларнинг мустаҳкуамлиги ошади.

**Грунтларни сувга мустаҳкамлиги.** Грунтларни сувга мустаҳкамлиги (сувга турғинлиги) деб уларни сув билан ўзаро таъсирланганда механик мустаҳкамлиги ва турғунлигини сақлаб қолиш қобилияти тушинилади. Бу таъсир статик ёки динамик бўлиши мумкин. Биринчи ҳолатда грунт ва сув ўзаро таъсирланганда дисперс грунтларда кўпчиш ва бўкиш ҳодисаси, қоя тоғ жинсларида – уларни юмшаши, иккинчисида, грунтга гидродинамик таъсир бўлганда – грунтларни ювилиши юз беради. Шунга мос равишда грунтларни сувга мустаҳкамлигини уларни бўкиши, юмшаши ва ювилиши бўйича тавсифлаш мумкин.

**Бўкиш** деб грунтларни тинч турган сув билан ўзаро таъсирланганда мустаҳкамлигини тўлиқ йўқотиб боғлиқлигини жуда камайтириб бўш массага айланиш қобилияти тушинилади. Бу ҳодиса – грунтларни элементар зарралари ёки агрегатлари орасида, уларни гидротация жараёнида, структурали боғлиқлигини бўшаши натижасидир. Дисперс грунтлари, шунингдек эрувчи ёки гилли цементлар билан кам цементлашган чўкинди жинслар бўкиш қобилиятига эга бўладилар.

Бўкиш грунтнинг тузилиш тавсифига ҳам боғлиқдир. Уларни макроғоваклиги, енгил сув ўтказувчиси ва одатда бўш структурали боғланган хили бўкишни катта тезлиги билан тавсифланади. Аксинча, юқори қийматли структурали боғланган нозикдисперс, кам сув ўтказувчи ва зич грунтлар катта сув ўтказувчанлиги ва секин бўкиши билан ажралиб туради.

Грунтларни бўкиш тезлиги ва тавсифига уларни таркибида бўлган табиий цемент (масалан, карбонатлар, гипслар, гумуслар) катта таъсир қилади. Грунтлардаги макро- ва микроёриқликлар уларни бўкишига ёрдам беради. Структурасибузилган тузилишга эга грунтлар бузилмаган структурали жинсларга нисбатан жуда катта бўкиш тезлигига эга, чунки

биринчиси иккинчисига нисбатан кам боғланганлиги билан фарқланади.

Грунтларни *юмшаши* деб қоя тоғ грунтларини сув билан ўзаро таъсирланганда ўзининг мустаҳкамлигини камайтириши тушинилади. Ёмшашда рўй берадиган асосий жараён грунтларни бўкишига ўхшаб, жинс зарралари орасига сув молекуласи кириб боғланишни бўшаштиришдан иборат. Аммо, бошланғич мустаҳкамлик жуда юқори бўлган ҳолатлар учун грунтлар тўлиқ юк кўтариш қобилиятини йўқотмайди ва бўкмайди.

Юмшашиш грунтларни сув шимган ҳолатидаги бир ўқли сиқилишдаги вақтинчалик қаршилигини уни ҳоводаги куриқ ҳолатидаги қаршилигига нисбати билан белгиланувчи юмшатиш коэффициентини ( $K_{ЮМ}$ ) билан тавсифланади. Юмшатиш коэффициентининг қиймати қанча юқори бўлса, умуман у 0 дан 1 гача ўзгаради, грунт шунча юмшамайдиган бўлади. ҚМҚ 2.01.02-98 га асосан қоя тоғ жинслари юмшайдиган ( $K_{ЮМ} < 0,75$ ) ва юмшамайдиган ( $K_{ЮМ} \geq 0,75$ ) турларга бўлинади.

Грунтларни *ювилиши* деб грунт қатламини юзасига таъсир қилувчи ҳаракатдаги сувлар таъсири натижасида улардаги агрегат ва элементар зарраларини бузилиш қобилияти тушинилади. Грунтларнинг бу хоссалари сувнинг динамик таъсири билан биргаликда грунт массивини ювилишни аниқлайди.

Грунтларни ювилишини тавсифлаш учун иккита кўрсаткичдан фойдаланилади: 1) грунтлардаги айрим зарра ва агрегатларни ажралиб чиқиши ва уларни оқим билан аралашини бошланишида оқимнинг ўртача тез-лигини акс эттирувчи сув оқимининг ювиш (ёки критик) тезлиги, 2) ювилишни жадаллиги – ювилган грунт қатламини ўртача қалинлигини, берилган ювиш тезлигида, ювилиш фаолиятига нисбати. Улардан биринчисини ўлчамми – метр/секунд, иккинчисиники – миллиметр/минут бўлади.

Грунтларнинг сувга мустаҳкамлигини аниқлаш учун махсус дала тадқиқотлари, лаборатория ва моделлаштириш ишлари ўтказилади. Бўкувчанликни, кўпинча, стандарт ўлчамли ва шакилли намуналарда ҳар хил намликда аниқланади. Одатда, бунда намуна ҳамма томонидан намланади.

Аммо бундай схема “шартли” ҳисобланади, чунки массивда қандайдир жинс намунасини ҳамма томонидан сув кириб намланиши ва уларни ҳамма томонидан структурали элементга ажралишини тасаввур қилиш қийин. Шунинг учун ювилишни тезлиги ва тавсифи маълум даражада, грунтларнинг сувга мустақамлигини тахминан тавсифлаши мумкин.

### **3.3. Грунтларнинг физик ва биотик хоссалари**

*Грунтларнинг зичлиги.* Зичлик – грунтларнинг физик хоссаси бўлиб, унинг массасини эгаллаган ҳажмига нисбати билан баҳоланадиган миқдорий қийматдир. Муҳандис-геологик тадқиқотларда бу хоссаларни тавсифловчи қуйидаги кўрсаткичлардан фойдаланилади: қаттиқ зарранинг зичлиги, грунт скелетини зичлиги, нам грунтларнинг зичлиги, қуритилган грунт скелетининг зичлиги.

*Қаттиқ зарранинг зичлиги.* Грунтларнинг қаттиқ заррасини (қаттиқ компонентлар, қаттиқ фазалар) зичлиги деб унинг бирликдаги массасини ҳажмига нисбати тушинилади.

Қаттиқ зарранинг зичлигини қиймати минерал таркиби ва органик ва органоминарал моддаларнинг борлиги билан белгиланади. У грунтлар таркибидаги оғир минералларни ошиши билан ошади. Шунинг учун асосий ва ультраасосий жинсларда қаттиқ зарраларнинг зичлиги (3,00-3,40 г/см<sup>3</sup> гача) сезиларли даражада нордонларникидан (гранитларда 2,63-3,75 г/см<sup>3</sup>) юқори бўлади. Органик моддаларни бўлиши унинг қийматини кескин камайтиради, чунки уларнинг зичлиги (гумусники 1,25-1,40 г/см<sup>3</sup>) минерал компонентларга нисбатан унча катта эмас.

Таркибида органик моддалар ва сувда эрувчи тузларнинг қўшимчалари бўлмаган айрим турдаги дисперс грунтларнинг қаттиқ зарраларини зичлиги керакли даражада барқарор бўлган қийматга эга. Уларни қийматлари қумлар учун - 2,66, супеслар учун – 2,70, суглинклар учун - 2,71 ва гиллар учун – 2,74 г/см<sup>3</sup> бўлади.

*Грунтнинг зичлиги ёки нам грунтнинг зичлиги* – табиий намлик-даги ва тузилишдаги (бузилмаган) грунт массасининг ҳажмига нисбати. Бу қийматни  $\text{г/см}^3$  ёки  $\text{кг/м}^3$  билан ўлчанади.

Грунтнинг зичлик қийматлари минерал таркибига, намлигига ва грунтнинг тузилишига (ғоваклигига) боғлиқ бўлади: 1) оғир минералларнинг миқдорини ошиши билан грунтларни зичлиги ортади, аммо органик моддаларни миқдори ошиши билан камаяди; 2) намликни ошиши билан зичлик ортади; берилган ғовакликда ғовакликлар сувга тўлиқ тўйинганда максимал қийматга эга бўлади; 3) грунтнинг ғоваклиги ортиши билан камаяди.

Грунт *скелетини* зичлиги ёки *қуруқ* грунтнинг зичлиги деб табиий (бузилмаган) структурасининг қаттиқ компонентларининг массасини грунтнинг бирлик ҳажмидаги оғирлигига нисбатига айтилади. Унинг қиймати грунт зичлигига нисбатан кам ўзгаради, чунки у фақат грунтнинг минерал таркибига ва тузилиш (ғоваклиги) тавсифига боғлиқ бўлади. Грунтда ғоваклик қанча кам ва оғир минералларнинг миқдори қанча кўп бўлса скелет зичлиги шунча юқори бўлади. Органик моддаларнинг кўшимчалари бўлмаган дисперс грунтларда, грунт скелетини зичлиги амалда фақат унинг тузилишига боғлиқ бўлади.

Грунт скелетининг зичлиги ( $\rho_d$ ) тажриба ишлари ёрдамида аниқланади ёки кўпинча грунт зичлиги ( $\rho$ ) ва унинг намлигини қийматидан, бирлик улушида, қуйидаги ифодадан ҳисоблаб топилади

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W} . \quad (3)$$

Амалда, қумли грунтлар учун ҳар доим ҳам табиий ҳолатида уларни скелетининг зичлигини аниқлаб бўлмайди. Шунинг учун уларни, кўпинча, ҳавода-қуриқ бузилган тузилишида, икки ҳолатда (бўш ва зич ҳолатда) аниқланади. Шунга мос равишда қумларни бўш ва зич тузилишдаги зичлиги топилади.

***Грунтларнинг ўтказувчанлиги.*** Босимнинг фарқи бўлганда грунтларни ўзидан суюқлик, газлар ва уларни аралашмаларини ўтказиш



ўтказувчанлик деб аталади. Гидрогеологик ва муҳандис-геологик тадқиқотларда, одатда, *грунтларнинг сув ўтказувчанлигини* ўрганиш керак бўлади, бунда грунтларни сув ўтказиш қобилияти тушинилади. Грунтларда босимни фарқи натижасида сувнинг ҳаракати ёки фильтрацияси, сувга тўлик тўйинган грунтларда оқим тартиби ламинар бўлганда, фильтрациянинг чизиқли қонуниятига – Дарси қонунига бўйсинади.

Грунтларнинг сув ўтказувчанлиги уларнинг кимё-минерал таркиби, структура-текстура хусусияти, фильтрация бўлаётган суюқликни концентрацияси, таркиби ва хоссаларига, шунингдек фильтрациянинг шароитига (градиентни босимига, ҳароратни қийматига ва бош.) боғлиқ бўлади. Бу омилларнинг ичида энг муҳими ғовакликнинг шакли (ғовакликнинг ўлчами, юзасини кўриниши ва бош.) ва ёриқликни, шунингдек, фильтрация бўлаётган суюқликни тавсифидир.

***Грунтларнинг электрокинетик ва осмотк хоссалари.*** Электрокинетик ва осмотик ҳодисаси юқори дисперсли грунтларда (гилли, лёссли, торфли) яхши билинади. Бундай грунтларнинг ғоваклигида сувларнинг ҳаракатланиши, фақат берилган гидростатик босим градианти натижасида механик кучлар таъсирида бўлмасдан, бошқа физик ва физик-кимё кучлар таъсирида ҳам бўлиши мумкин. Эластикли ҳодисаси қуйида-гиллар бўлганда юз беради: 1) доимий электр токини градиент майдонида (электроосмос); 2) эриган электролитлар концентрациясининг градиенти; 3) ҳарорат градиенти (термоосмос). Бу омиллар таъсирида грунтларда сувнинг ҳаракати Дарси қонуниятига ўхшатиб ёзилиши мумкин бўлган қонуниятга бўйсинади:  $v = Kgrad\psi$ , бу ерда  $v$  - сув ҳаракатининг тезлиги;  $\psi$  – электр, ҳарорат ёки эриган модданинг концентрациясининг потенциали (учта қийматдан биттаси);  $K$  - пропорция коэффиценти, агар электроосмос бўлса электроосмос коэффиценти, осмос бўлса – осмос коэффиценти, ҳарорат осмоси бўлса – термо осмос коэффиценти деб аталади.

Электроосмос, осмос ва термоосмосда сув ҳаракатини механизми бир хил – зарра юзаси бўйлаб суюқликни ҳаракати (эркин сувнинг ҳаракати боғ-

ланган сув қатламини юзаси бўйича бўладиган фильтрацияга нисбатан фарқли равишда) кузатилади. Бу ҳодиса юза кучини борлиги учун кечади: юза кучлари қанча кўп бўлса, кўрилатган ҳодиса шунча аниқ билинади. Масалан, қум ва йирик донали грунтларда физик-кимё омиллар таъсирида сувнинг ҳаракати жуда кам бўлади ёки тўлиқ бўлмайди, аммо гилли грунтларда у фильтрация тезлигига нисбатан бир неча баробар тез бўлиши мумкин.

*Грунтларда электрокинетик хоссалар ва ҳодисалар.* Сувга тўйинган гилли грунтларга доимий ток таъсир қилганда электрокинетик ҳодисаси – электроосмос ва электрофорез ҳосил бўлади. Электроосмос ташқи электр майдони (кўпчилик ҳолатларда у аноддан – мусбат “+” электроддан катодга қараб – манфий “-” электродга) таъсирида, грунт ғоваклигида, сувнинг ҳаракатини ўзида акс эттиради. Электрофорез деб суюқликдаги қаттиқ дисперс заррани электродлардан бирортасига қараб (электрофорезд зарранинг ҳаракати кўпинча анодга томон бўлади, чунки минерал зарралари юзасида манфий заряд бўлади) ҳаракатланиши тушинилади. Минерал зарралари ўзининг юзасида электр зарядига эга бўлгани учун, қаттиқ ва суюқ компонентларни бир бирига нисбатан ҳаракатланиши натижасида электр потенциали: заррани суспензияга тушиши натижасида чўкиш потенциали, суюқликни ғоваклик муҳитини орасидан ўтишида – оқиш потенциали ҳосил бўлади.

*Грунтларда сувларни электроосмотик ҳаракатланиши.* Сув шимган грунтга ташқи доимий электр майдонини таъсир эттирилганда мусбат ионлар (катионлар) катодга қараб ҳаракатланадилар, манфий ионлар (анионлар) эса - анодга томон ҳаракатланадилар. Улар билан биргаликда малекуляр кучларни ўзаро таъсири натижасида сув ҳам ҳаракатга келади. Грунтдаги диффузия қатламидаги мицелла катионга эга бўлгани учун сувнинг ҳаракати катод томонга бўлади.

*Грунтларда диффузия ва осмос.* Диффузия – тизимда концентрацияни ўз-ўзидан тенглашиш жараёнларидир. Концентрацияни мувазанатли

тарқалишини ўрнатилиши сув таркибида бўлган ионлар, молекула ёки нозик дисперс зарраларни тартибсиз ҳаракати натижасида кечади. Ионларни диффузияси – жуда секин кечадиган жараён ҳисобланади.

Осмос ярим ўтказувчи тўсиқ орқали иккита ҳар хил концентрацияли эритмани ажратувчи моддани (одатда эритмани) диффузиясини ўзида акс эттиради. Эритувчини диффузияси тизимда тўсиқни иккала томонида концентрацияни тенглашиши натижасида ёки осмотик босимни ҳосил бўлиши натижасида мувазанат ўрнатилгунча давом этади.

Грунтлар, шунингдек, юқори дисперс гиллар идеал ярим ўтказувчи тўсиқ ҳисобланмайди; уларда диффузия эриган электролитлардаги ионлардек, шунингдек эритувчини – сув молекуласини ҳаракатидек юз беради. Аммо грунтнинг структурасига (асосан ғовакликни ўлчамига) боғлиқ равишда у ёки бошқа жараёнларни устунлигини кузатиш мумкин.

Грунт қатлами билан ўзаро таъсирланаётган эритманинг туз концентрацияси грунтдаги ғоваклик эритмасидан кўп бўлса сувнинг сўрилиши рўй беради ва уни ҳажмини кичрайиши натижасида грунтларнинг зичлашиши кузатилади. Концентрлашган электролит эритмасининг сўриш таъсирини, Б.Ф.Рельтов таклифига асосан, сув шимган гилларни қуритиш ва зичлаштириш (осмотик дренаж) учун фойдаланиш мумкин.

***Грунтларнинг коррозион хоссалари.*** Коррозия деб материал-ларнинг атроф муҳит билан (газлар, суюқ ва қаттиқ компонентлар) кимёвий ёки электрокимё таъсирланиши натижасида бузилиш жараёнига айтилади. Коррозия бир неча хилга ажратилади. Улардан биттаси метал ва метал бўлмаган конструкцияларни грунт билан ўзаро таъсирланишида ҳосил бўладиган ер ости коррозиясидир.

Металларнинг ер ости коррозияси унинг энг мураккаб турлари қаторига киради. Уларни юзага келишини асосий сабаблари: 1) грунт намлигини металл конструкциясига таъсири, натижада коррозион элементлар ҳосил бўлади; 2) қувур ўтказгичларни атрофида бўладиган электролитларда бўлган адашган тоқларни таъсири натижасида грунтда кечадиган электролиз

ходисаси; 3) грунтларда бўлган микроорганизмларнинг (биокоррозия ходисасини келтириб чиқарувчи) таъсири. Унинг тезлиги жуда катта миқдорда грунтнинг коррозион фаоллиги билан белгиланади, бу янги қувур ўтказгичда биринчи тешик ҳосил бўладиган муддат билан баҳоланади. Уни ҳосил бўлиш муддати, В.А.Притул (1961) таснифи бўйича диаметри 300 мм, деворининг қалинлиги 8-9 мм бўлган пўлат қувир ўтказгичда, паст коррозион фаолликда 25 йилдан ошади; юқори коррозион фаолликда у 5-10 йилдан иборат бўлади, жуда юқори фаолликда – атиги 1-3 йил давом этади.

Ер ости коррозиясини боришига микроорганизмларни ҳаёт фаолияти ҳам сезиларли даражада таъсир қилади, хусусан бунда сульфат тикловчи, темирли, водород боғловчи бактерияларни алоҳида таъкидлаш лозим. Улар биокоррозияни ривожланишига олиб келадилар.

*Грунтларнинг иссиқлик физик хоссалар.* Грунтларнинг иссиқлик сизим. Иссиқлик сизими грунтларни иссиқлик энергиясини, иссиқлик алмашинувида ютиш қобилиятини тавсифлайди. Термодинамикани биринчи қонунига асосан, грунтга таъсир қилган иссиқлик ( $\Delta Q$ ), грунтни кенгайтишига боғлиқ бўлган ички иссиқлик энергиясини ( $\Delta U$ ) ўзгаришига ва  $A$  иш бажарилишига сарф бўлади:  $\Delta Q = \Delta U + A$ .

*Грунтларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги.* Грунтларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги уларни иссиқлик ўтказиш қобилиятини тавсифлайди. У грунтларни ҳарорат градиенти бирга тенг бўлганда бирлик вақтида бирлик майдонидан ўтадиган иссиқликка тенг бўлган қийматни акс эттирувчи иссиқлик ўтказиш коэффиценти ( $\lambda$ ) билан баҳоланади. Уни Вт/м·°С (СИ тизими), эрг/см·с·°С (СГС тизими) билан ўлчанади.

Грунтларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги, кўп компонентли тизим бўлиб, қаттиқ, суюқ ва газсимон таркибини нисбати, уларни кимё-минерал таркиби, структура ва текстурали хусусияти (дисперслиги, ғоваклиги, қатламлиги ва бошқалар), намлиги, агрегат ҳолати, суви ва ҳарорати билан аниқланади. Грунтларнинг намлиги ортиши билан иссиқлик ўтказувчанлиги тез

ортади, чункий жинснинг ғоваклигидан сиқиб чиқариладиган ҳовони иссиқлик ўтказувчанлиги 30 мартаба сувнинг иссиқлик ўтказувчанлигидан кам.

*Грунтларнинг музлашга қаршилиги.* Грунтларнинг музлашга қаршилиги деганда манфий ҳарорат таъсирига қарши тура олиш қобилияти тушинилади. У, одатда, грунтларнинг маълум миқдордаги цикилли музлаш ва эришидан сўнг мустаҳкамлигини ўзгариши, шунингдек намуналарни цикилли музлашдан сўнгги бир ўқли сиқилишга мустаҳкамлигини курик дастлабки намунани мустаҳкамлигига нисбати билан ҳисобланадиган музлашга қаршилиқ коэффициентини ( $K_M$ ) билан баҳоланади.

*Грунтларни электр ўтказувчанлиги.* Грунтларни электр ўтказувчанлиги деб грунтларни электр токини ўтказиш қобилияти тушинилади.

Солиштирма электр қаршилиги миқдорий жиҳатдан кубни перпендикуляр юзаси бўйича ўлчанган асоси  $1 \text{ м}^2$  ва узунлиги  $1 \text{ м}$  бўлган  $1 \text{ м}^3$  грунтни омга тенг қаршилигидир. Солиштирма электр қаршилиқ, одатда,  $\text{Ом} \cdot \text{м}$  да, солиштирма электр ўтказувчанлик -  $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$  да ўлчанади.

Грунтларни электр ўтказувчанлиги ва электр қаршилиги мураккаб ва керакли даражада ўзгарувчан тавсифдир. Уларнинг қийматлари омилларни катта комплексидан, грунтларда энг муҳим бўлган минерал таркиби, уларни дисперслиги, структура-текстурали хусусияти, намлиги, кимёвий таркиби ва ғоваклик эртмасини концентрацияси, ҳароратидан иборат бўлади.

*Грунтларнинг магнитли хоссалари.* Ҳамма грунтлар кўп ёки кам миқдорда магнит хоссасига эга бўлади. Уларни магнитли ҳолати грунтнинг бирлик ҳажмидаги ва массасидаги магнит моменти ва бошқа бир қатор кўрсаткичлар билан тавсифланади. Грунтнинг бирлик ҳажмидаги (массадаги) магнит моментини йеғиндиси, магнит майдонини бир хиллигидан келиб чиққан ва магнитлашиш деб аталадиган, уни айрим атомларини магнит моментларини геометрик йеғиндисидир.

Магнитли таъсирчанлик магнитли хоссасини энг муҳим тавсифларидан биридир. Минералларни у ёки бошқа синфга тааллуқлиги минерал таркибига

ва структурасини кристалл панжарасига кирувчи атомларнинг структурали қобиғи билан аниқланади.

*Грунтларнинг радиоция хоссалари.* Радиофаоллик деб битта кимёвий элементни турғун бўлмаган изотопининг элементар заррасини нурланиши билан бошқасини изотопига айланишига айтилади. Атомларни радиофаол бўлиниши ядрони тузилишини, таркибини ва энергиясини ўзгаришга олиб келади.

Литосферада энг кўп тарқалган жинс ҳосил қилувчи магматик, метоморфик ва чўкинди жинсларнинг минераллари радиофаоллиги бўйича тўртта гуруҳга бўлинадилар:

1) асосий жинс ҳосил қилувчи бўш радиофаол, кўпинча “салик” минераллар (кварц, калийли дала шпати, плагиоклаз, нефелин);

2) жинс ҳосил қилувчи, кўпинча меланкратли нормал ёки бўш юқори радиофаолли акцессор минераллар (биотит, амфиболлар, пироксенлар);

3) асосий (энг кўп учровчи) юқорифаолликдаги акцессор ва рудали минераллар (апатит, эвдиалит, флюорит, ильминит, магнетит ва бошқалар);

4) юқори радиофаолликдаги энг кам учровчи акцессор минераллар (сфен, ортит, монацит, циркон, лопарит ва бошқалар).

Грунтларда минералларга нисбатан фарқли равишда уран ва торий моддали (аввалам бор) таркибига катта боғлиқликда бўлади. Чўкинди грунтлар ичида радиофаоллиги бўйича терригенлар (конгломератлар, кумтошлар, гилли сланецлар), кремнийлар, карбонатлар, тузли ётқизиқлар ва каустобиолитлар ажралиб туради. *Метаморфик* жинслар ичида уран ва торийни миқдори бўйича: бўш радиофаолликдаги (сликатлилар-амфиболитлар, амфиболитли сланецлар, аподиабазлар; кварцитлар ва карбонатлилар-мрамор, кальцифир) ва нормал ва юқорилиги камроқ радиофаолликдаги (фельсик гнеслар, кристалли сланецлар, порфиرويدлар, метоморфлашган кумтошлар) учрайди. *Магматик* жинсларнинг радиофаоллиги энг мувафқасал ўрганилгандир. Эффузив жинсларнинг

радиофаоллиги интрузивларга нисбатан ўзгармасдир. Энг кўп тарқалган радиофаолминераллар: гранитлар, гранодиоритлар.

### **3.4. Грунтларни биотик хоссалари**

Грунтларни биотик хоссалари деб унинг таркибидаги микро- дан макросатҳгача бўлган биотикларни(тирик) ҳаёт фаолияти билан боғланган хусусияти тушинилади. Грунтларни биотик хоссалари уларни кимёвий, физик, физик-кимёвий ва физик-механик хоссалари билан жуда яқиндан боғланган бўлади. Грунтларни биотаси муҳандис-геология тушинчаси бўйича грунтларни биологик фаоллиги, биологик ютиш қобилияти, шунингдек грунтлардаги турли хил материалларга нисбатан биоагрессивлиги билан белгиланади.

Турли хил грунтларнинг биологик фаоллиги турлича бўлади. Грунтларни макро- ва микробиологик фаолликдаги турлари мавжуд.

Грунтларни биоагрессивлиги деб биоталарни ҳаёт фаолияти билан боғлиқ бўлган муҳандислик иншоотларининг турли материалларига таъсир қилиб, уни бузилишга олиб келувчи хусусияти тушинилади. Биоагрессивлик маталга, бетонга, ёғоч тузилмасига нисбатан бўлиши мумкин. Булар ичида энг муҳими металга нисбатан бўлишидир.

Грунтларни биокоррозияси деб грунтдаги биотик компонентларни металга биокимёвий таъсири натижасида бузилиш жараёни тушини-лади. Грунтда яшовчи турли хил микро- ва макроорганизмлар металда жадал микробиологик коррозияни келтириб чиқаради. Биокоррозиялар анаэроб (ҳавони таъсирсиз) ва аэроб шароитда кечиши мумкин. Анаэроб коррозия натижасида оғир гилли грунтларда ва ботқоқликдаги торфларда бўлган пўлат ва чўян қувирлар нураши мумкин. Аэроб биокоррозиялар тиан бактериялари, темирбактериялари, нитрифика-торлар ва бошқа организмлар таъсирида юз беради. Грунтдаги кабелли комуникацияларга таъсир қилади.

Грунтларнинг ғовакликдаги сувли эритмасида бўладиган темир-бактериялари ўзларининг ҳаёт фаолияти давомида метал билан таъсирланиб-ишқорланиб темир йегади. Натижада метални нураши юзага келади.

### Грунтларни физик-механик хоссалари

*Асосий тушунчалар.* Грунтларни физик-механик хоссалари механик кучланишни *физик майдонида* юзага келади. Грунтларни физик-механик хоссалари деб уларга механик таъсир бўлганда ва ташқи кучлар (аниқроғи механик кучланишни ташқи майдони) билан ўзаро таъсирланганда юзага келувчи бошқа грунтлар билан ўхшашлиги ёки фарқини билдирувчи хусусиятларига айтилади. Грунтларни кучлар билан ўзаро таъсирланиш шароитига қараб физик-механик хоссаларини бир неча хил тури бўлади: *деформацион* (критик кучдан кичик бўлганда юзага келадиган, яъни бузилишга олиб келмайдиган), *мустваҳкамлик* (аксинча критикдан катта кучда юзага келадиган, яъни грунтлар бузилганда). Ташқи кучлар статик (бир маротаба қўйилувчи куч таъсиридаёки стационар механик кучланиш майдонида юзага келувчи) бўлиши мумкин (масалан, бино ёки плотинани оғирлиги) ва динамик (кўп маротиба ўзгарувчи куч остида ёки кўп маротаба стационар бўлмаган кучланиш майдонида юзага келувчи), яъни ҳар хил тезлик билан, шунингдек инерция кучини ҳосил қилувчи вақт давомида ошувчи ёки камаювчи, масалан ер силкинишида ва портлатишда ерқобиғини тебраниши, денгиз тўлқинини урилиши, транспорт воситаси ҳаракатланганда грунтнинг титраши, машиналарни мувозанатсиз ишлаши ва бошқалар.

Умумий ҳолатда ўсувчи юк таъсирида грунтларни деформацияси учта жараёнлардан иборат: а) эластик (қайтувчи) деформацияланиш; б) пластик (қайтмайдиган) деформацияланиш; в) бузилиш.

*Деформация* деб заррани ўрнини нисбатан сурилиши билан боғлиқ бўлган ўзгаришга айтилади. Умумий ҳолда бу сурилиш ҳар хил: термик кенгайиш ва сиқилиш, механик кучланиш таъсирида ва бошқа сабаблар билан бўлиши мумкин.



Грунтга ташқи куч қўйилганда структурали элементларни сурилиши ва улар орасидаги масофани қисқариши натижасида унда деформацияни ривожланиши юз беради. Ташқи юк таъсирида структурали элементларда ҳосил бўладиган ички кучлар *механик кучланиш* деб аталади. Деформациялар нормал кучланиш ( $\sigma$ ) таъсирида юз берадиган *чизиқли* ва уринма куч ( $\tau$ ) таъсирида юз берадиган сурилиш турларига бўлинадилар.

Грунтга берилаётган босимни минерал скелет, ғоваклик суви ва ғовакликни тўлдирувчи ҳаво ўзига қабул қилади, улардаги кучланиш мос равишда қуйидагича белгиланади  $\sigma$ ,  $U_w$ ,  $U_a$ . Грунт скелетидаги кучланиш  $\sigma^1$  самарадор деб аталади, у доимо минерал зарраларни туташ жойи орқали берилади. Самарадор кучланиш тўлиқ кучланишни, грунт ҳажмини ўзгаришини келтириб чиқарадиган ва сурилишга қаршилик қийматини аниқлайдиган қисмини ташкил қилади. Ғоваклик сувидаги кучланиш  $U_w$  нейтрал ёки “ғовакликдаги сув босими” деб аталади. Ғовакликдаги сув босими босим қийматини ва грунтдан сувни сиқиб чиқарилишини ёки сўрилишини билдиради.

Босим остида грунтларни деформацияси грунтни структураси ва текстурасини ўзгаришга олиб келади, натижада компонентлар миқдори нисбий ўзгаради, шунингдек компонентларни деформацияси рўй беради. Босим остида грунтларни структураси ва текстурасини ўзгариши қуйидагилардан иборат: 1) ёриқликларни жипслашиши ва ғовакликларни ёпилиши натижасида ғовакликни камайиши; 2) структурали боғланишни узилиши, структурали элементларни бурилиши ва яқинлашиши, уларни шаклини қисман ўзгариши ва бузилиши. Структурали элементларни деформацияси, уларни бир бирига нисбатан сурилиши, шунингдек ғоваклик эритмасини грунт скелетига нисбатан сурилиши натижасида структурали элементларни бузилишга ва уларни ориентациясини ўзгаришга олиб келади ва 1) пьезоэлектрик ва пьезо-магнит ҳодисалар юз беради; 2) механо-кимё реакциялар; 3) электрокинетик ҳодисалар; 4) грунтларни ҳароратини кўтарилиши юз беради.

Дисперс грунтлар ҳар хил қаттиқликдаги структурали элементлардан иборат. Шунинг учун грунтларни гидростатик сиқишда айрим микроҳажмларда, локал уринма кучланиш уларни сурилишга мустаҳкамлигидан юқори бўлганда, структурали элементларни бир бирига нисбатан сурилишини келтириб чиқарувчи, структурали боғланишни узилишига ва структурали элементларни бузилишига олиб келувчи сурувчи кучланиш ҳосил бўлади.

**Грунтларнинг деформацион хоссалари.** Грунтларнинг деформацион хоссалари уларни бузилишга олиб келмайдиган юк остида ўзларини тутишларини тавсифлайди. Грунтларнинг деформацион хоссалари кўпинча статик юк остида аниқланади, аммо сейсмикага қарши қурилишда грунтларни динамик таъсирда ўзларини қандай тутишлигини билиш керак. Грунтларнинг деформацион хоссалари уни ҳажмини ўзгаришини (зичлашиш, бўшашиш) башоратлаш учун керак бўлади. Унча катта бўлмаган қайтар деформация қийматида, товуш тезлигида кечадиган, кучланиш ва деформация орасидаги боғлиқлик чизиқли эластик қонуни (Гук) билан тавсифланади, у бир ўқли сиқилишда қуйидаги ифода билан ифодаланади

$$\sigma = E \varepsilon , \quad (4)$$

бу ерда  $\sigma$  – нормаль кучланиш, Па;  $E$  – эластиклик модули (Юнг модули), Па;  $\varepsilon$  – нисбий чизиқли деформация (бир бирликда).

Агар уринма куч таъсир қилса  $\tau$  – Гук қонуни қуйидаги ифодадан аниқланади

$$\tau = G \gamma , \quad (5)$$

бу ерда  $G$  – сурилиш модули, Па;  $\gamma$  – нисбий бурчак деформацияси (бир бирликда).

Агар ҳар томондан ўзаро тенг бўлган  $P_0$  куч таъсир қилса, унда Гук қонуни қуйидаги кўринишни олади:

$$P_0 = -K \varepsilon_v \text{ или } -\varepsilon_v = \beta_v P_0, \quad (6)$$

бу ерда  $K$  – ҳажмий сиқиш модули, Па;  $\beta_v$  – ҳажмий сиқилиш коэффиценти, Па<sup>-1</sup>; тескари қиймат  $K: \beta_v = 1/K$ ;  $\varepsilon_v$  – нисбий ҳажмий деформация.

Қоя тоғ грунтлари куч қўйилгандан сўнг кучлланишни маълумбир қийматида эластиклик хоссасини намоён қилади, яъни эластик деформацияланиб Гук қонунига бўйсинади. Кўпчилик тоғ жинсларида эластиклик чегараси бузувчи кучнинг 70-75%га тенг кучланшгачанг сақланади. Бунда  $\epsilon_{\text{ҚАЙТ}} \gg \epsilon_{\text{ҚОЛ}}$  бўлади. Шунинг учун статик шароитда деформацион хоссасини тавсифлаш учун асосан эластиклик модули ( $E$ ) ва Пуассон ( $\mu$ ) коэффициентларидан фойдаланилади. Аммо умумий ҳолатда қоя тоғ грунтларининг эластиклиги уларни таркиби ва тузилишига, тадқиқот усулига (намунани кучланиш ҳолатини турига), кучни таъсир давомийлигига, уни қўйилиш тезлигига ва бошқаларга боғлиқ бўлади.

Дисперс грунтга берилаётган босим ва уни сиқилиши орасидаги боғлиқликни бикр (қаттиқ) ҳалқага жойлаштирилган намунани синаш йўли билан аниқланади. Грунтларни бундай синаш усули **компрессия** деб аталади. Шунинг учун компрессион сиқилишда грунт намунасини диаметри ўзгармайди, нисбий ҳажмий ва вертикал деформация ўзаро тенг бўлади, яъни  $\epsilon_v = \epsilon_z$ :

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta h}{h} \quad ,$$

(7)

бу ерда  $h$  ва  $V$  – намунани бошланғич баландлиги ва ҳажми;  $\Delta h$ ,  $\Delta V$  – мос равишда намунани баландлигини ва ҳажмини ўзгариши.

**Лёссимон грунтларнинг чўкувчанлиги.** Босим остида турган лёссимон жинсларда, уларни сув билан намлаганда, *чўкиш* деб аталувчи ҳажм кичрайишини қўшимча деформацияси кузатилади.

Лёссимон грунтларни чўкувчанлиги муҳандис иншоотларини бузилишига олиб келади. Грунтларни чўкишида ҳажмни ўзгаришида вертикал компонентлар қуйидаги ифода билан аниқланадиган нисбий чўкувчанлик билан баҳоланади:

$$\epsilon_{\text{чў}} = \frac{h_p - h_p'}{h_0} = \frac{\Delta h_p}{h_0} \quad , \quad (8)$$

бу ерда  $h_p$ – ташқи юк ва грунтнинг юқорига қатламини хусусий оғирлигидан тушаётган босимга тенг  $P$  босим остидаги табиий структурали ва намли грунт намунасини баландлиги;  $h'_p$  - тўлиқ нам шимгандан сўнгги  $P$  босим остидаги ўша грунт намунасининг баландлиги;  $h_0$ – грунтни хусусий босимига тенг бўлган босим остидаги ўша намунани баландлиги.

Агар нисбий чўкувчанлик  $\varepsilon_{q\dot{y}} \geq 0,01$  бўлса, унда бундай грунтлар чўкувчан ҳисобланадилар.

### **Грунтларнинг мустаҳкамлиги**

**Умумий тушунчалар.** Грунтларнинг мустаҳкамлиги деб уларнинг ташқи таъсирга тўлиқ бузилмасдан қаршилик кўрсатиш қобилияти тушинилади. Грунтларнинг мустаҳкамлигини кучланиш таъсирида камайиши сурилиш ёки узилиш натижасида юз бериши мумкин. Сурилиш маълум қийматга эга бўлган уринма куч таъсирида рўй беради. Сурилишда грунтнинг бир қисми иккинчи қисмига нисбатан сурилади (грунт массивидаги кўчки – грунтларни сурилиши натижасида бузилишига намунавий мисол бўла олади). Грунтларни бузилиши маълум миқдордаги нормал тортувчи кучлар таъсирида юз беради. Грунтларни бузилиши морфологик жиҳатдан ёриқликларни ҳосил бўлиши ва ёриқлик юзасига нормал бўйича грунтни бир қисмини иккинчи қисмидан ажралиши кўринишида ифодаланади. Тоғ ён бағри қошидаги, қуриган гиллар юзасидаги ёриқликлар – тиришиш натижасида грунтларни бузилишига мисол бўла олади, биринчи ҳодисада тортувчи гравитация кучланиш, иккинчисида – киришиш кучланиши натижасидир.

Грунтларни мустаҳкамлигини аниқлашда доими *чегаровий ҳолат назариясидан* фойдаланилади, унга асосан грунт намунаси бузилмасдан тура олиши мумкин бўлган кучланишни критик (чегаровий) қиймати аниқланади. Кўпинча бундай ҳолатни: *бир ўқли сиқиш* ва *чўзиш*, *юза сурилиши* ва *уч ўқли сиқиш* билан аниқланади.

**Бир ўқли сиқишда** грунтларнинг мустаҳкамлиги вақтинчалик сиқилишга қаршилик ( $R_{СК}$ ) қиймати билан баҳоланади ва у қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$R_{CK}=P_{CK}/S, \quad (9)$$

бу ерда  $P_{CK}$  – наmunани бир ўқли сиқишдаги чегаравий куч (минимал бузувчи), Н;  $S$  – наmunани кўндаланг кесим юзаси, м<sup>2</sup>.  $R_{CK}$  кучланишни бирлиги Па да ўлчанади.

**Грунтларни сурилишга қаршилиги.** Грунтда ташқи босим таъсир натижасида ҳосил бўлган кучланиш, уларни маълум қийматида, зарралар орасидаги структурали боғланишдан кўп бўлади ва уларни бир бирига нисбатан сурилишга сабабчи бўлади. Натижада сурилиш ҳудудси ҳосил бўлади ва грунтларни бузилиши юз беради.

Сурилишга қаршилиқ кўрсаткичлари – бу грунтларни ташқи кучга қаршилигини асосий мустаҳкамлик кўрсаткичларидир. Грунтларни сурилишга қаршилигини тўғри аниқлаш амалиёт учун муҳим аҳамиятга эга, чунки унга иншоотларни турғунлиги ва ишончилигини ҳисоблашаниқлиги боғлиқ бўлади.

Сурилишда (бир юзали қирқишда) грунтларнинг мустаҳкамлиги битта майдонда таъсир қилувчи нормал сиқувчи ( $\sigma$ ) ва уринма сурувчи ( $\tau$ ) кучланишларни нисбатига боғлиқ бўлиб, грунт намунасига қанча кўп сиқувчи вертикал куч қўйилса наmunани қирқиш учун шунча кўп сурувчи кучланиш қўйиш керак бўлади.

Боғланган грунтлар (гилли, қоя тоғ грунтлари) учун координат бошидан қандайдир масофада ординат ўқини кесиб ўтувчи график шаклида, боғланмаган грунтлар (қумлар, галкалар ва бошқалар) учун бу график координат бошидан ўтувчи қия тўғри чизиқни акс эттирувчи бўлади. Биринчи ҳолатда сурилиш графигини тенгламаси (Кулон тенгламаси) куйидагича бўлади:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c, \quad (10)$$

иккинчи ҳолат учун

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi, \quad (11)$$

бу ерда  $\tau$  - грунтларни сурилишга қаршилиги, МПа;  $\sigma$  - сурилиш юзасидаги нормал кучланиш, МПа;  $\varphi$  - ички ишқаланиш бурчаги;  $\operatorname{tg} \varphi$  - ички ишқаланиш

коэффициенти;  $c$ - боғланиш кучи, МПа.  $\varphi$  ва  $c$  тавсифлари грунтларни сурилишга қаршилик кўрсаткичлари бўлиб, улардан грунт массивини турғунлиги ва мустаҳкамлигини ҳисоблаш учун фойдаланилади.

*Боғланмаган грунтларни* мустаҳкамлик хоссаларини тавсифловчи асосий кўрсаткич ички ишқаланиш бурчаги бўлиб, у қуйидагиларга боғлиқдир: 1) зарраларни мувозанат ҳолатидан чиқаришдаги илашиш-қаршилик (структурасини қаршилиги)  $-\varphi_{ик}$ ; 2) зарраларни ўзаро сурилишида бир бирига ишқаланиши  $-\varphi_{иш}$ ; 3) зарраларни кесилишга (ёрилиш) ва майдаланишга қаршилиги  $-\varphi_{км}$ .

Умумий ҳолатда:

$$\varphi = \varphi_{ик} + \varphi_{иш} + \varphi_{км} . \quad (12)$$

Сурилишга қаршилик ифодаси келтирилган кўрсаткичларни аҳамияти ҳар хил омилларга боғлиқ бўлади. Масалан, зарраларни илашиши асосан заррани ўлчамига ва уларни жойлашиш зичлигига боғлиқ бўлади: заррани ўлчами қанча катта ва уларни зичлиги юқори бўлса, шунча, илашиш миқдори юқори бўлади. Зарраларни ўзаро ишқаланиш қаршилиги минерал таркибига, заррани ҳолати ва юзасини тавсифига боғлиқ бўлади. Ва охири, зарранинг материалини кесилишга қаршилиги минералларни кристал панжарасини мустаҳкамлигига ва кучланиш ҳолатига боғлиқ бўлади.

Боғланмаган грунтларда сурилишга қаршиликка намликни таъсири зарралар орасидаги ишқаланиш қийматини ўзгариши билан, тўлиқ сувга тўйинганда – уларни кучланиш ҳолатини ўзгариши орқали намоён бўлади. Намликни таъсири чангли қумлар учун яққол сезиларли бўлади. Бошқа ҳолатларда боғланмаган грунтларни намлиги уларни сурилишга қаршилигига сезиларли таъсир қилмайди.

**Уч ўқли сиқилишда** грунтларнинг мустаҳкамлиги умуман олганда бош нормал кучланишлар  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  ва  $\sigma_3$  ни ўзаро нисбатига боғлиқ бўлади. Кўпинча уч ўқли сиқишга синашни бош кучланишларни нисбати  $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3 > 0$  бўлган ҳолат учун ўтказилади. Бу ҳолат учун  $\tau = f(\sigma)$  боғлиқлик радиуси  $r = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$  бўлган Мор айланаси ёрдамида чизилади.

Грунтларни уч ўқли сиқишда тадқиқотлар иккитадан кам бўлмаган  $\sigma_1$  ва  $\sigma_3$  нисбатларда Мор айланаси ёрдамида чегаравий чизикни  $\tau=f(\sigma)$  кўринишида ўтказиб, Кулон-Морни мустаҳкамлик назариясига асосан грунтларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари бўлган  $\phi$  ва  $c$  қийматлари аниқланади.

Қоя тоғ грунтларининг **бир ўқли сиқилишга** мустаҳкамлиги кенг миқдорда ўзгаради: энг юқориси магматик ва метоморфик грунтларда, энг кичиги чўкинди қоя тоғ грунтларида ва нураган турларида кузатилади.

Грунтларнинг структура-текстурали хусусияти вақтинчалик сиқилишга қаршилиқ миқдорини белгиловчи энг муҳим ички омил ҳисобланади. Бир ўқли сиқилишга тадқиқот ўтказишда энг катта қиймат бўлган  $R_{СК}$  (бир хил шароитлар учун) мустаҳкам фазали (цементлашган ва кристаллашган), энг кичиги – аралаш ёки ўтувчи (нуктали) контакли грунтлар учун тавсифли бўлади. Бунда “куч-деформация” диаграммасини тавсифи, шунингдек деформацияланиш турлари мўрт, мўртпластик ва пластик грунтлар учун ҳор хил бўлади.

**Грунтларни реологик хоссалари.** Грунтларнинг реологияси грунтлар механикасини бўлими бўлиб, грунтларни механик томонидан кучланиш кўйилганда вақт давомида ўзини тутишини ўрганилиши тушинилади. Грунтларнинг ташқи кучга қаршилигини тавсифи уларни қиймати ва таъсир вақтига боғлиқ бўлади. Реологик хосса – вақт давомида доимий босим остида ёки кучларни қўйишда ҳар хил тезликдаги грунтларни деформациясидир. Грунт намунасига қўйилган юкни тез ошишида, грунтларнинг қаршилиги энг катта қийматга етади, унда эластик деформация асосийси бўлади ва ёрилиш (сурилиш) ёки узилиш йўли билан мўрт бузилиш кузатилади. Ташқи кучни аста-секин ошиши билан грунтларни қаршилиги кичик бўлади, сурилиш кўринишидаги бузилиш билан тугалланиши мумкин бўлган ёйилиш деформацияси юз беради.

Нам шимдирилган гилли грунтларни доимий юк остида орқага катмайдиган ҳажмий зичлашиш деформациясини ривожланиш жароёни

**консолидация** деб аталади. Грунтларни консолидациясини ўлчамлари намланган юқори ғовакликдаги гилли ва органино-минералли грунтларда иншоотларни чўкишини баҳолаш учун керак бўлади.

*Грунтларнинг динамик таъсирдаги ҳолати.* Халқ хўжалигида грунтларга бўладиган динамик таъсир билан доимо тўкнаш келинади. Бунга ерни қимирлашида, портлатишда, транспорт ҳаракатида, ҳар хил мувозанатланмаган машина ва механизмларни ишлашида, денгиз тўлкинини урилишида, шамолни таъсирида ва бошқларда ер қобиғини ва иншоотларни тебранишини мисол қилиб келтирса бўлади. Динамик таъсир натижасида грунтларда қайтадиган, шунингдек, қайтмайдиған ҳажмий деформация ҳосил бўлиши ва натижада мустаҳкамлик ўзгариши мумкин. Бу бино ва иншоотларда қўшимча чўкиш ҳосил қилиб, уларни турғунлигини бузилишга олиб келади. Натижада бино ва иншоотларда кутилмаган деформация ёки уларни фойдаланишда яроқсиз ҳолатга келишҳодисаси бўлиши мумкин. Шунинг учун бино ва иншоотларни лойиҳалашда динамик таъсирни ҳисобга олиш муҳим аҳамиятга эга.

#### **Назарий саволлар:**

1. Грунтларнинг физик хоссалари нимани билдиради ?
2. Минерал заррачалар зичлиги нимани билдиради ?
3. Грунт скелетининг зичлиги нима ?
4. Грунтнинг ғоваклиги ва ғоваклик коэффициенти нима ?
5. Грунтларнинг пластиклик чегараси тушунчаси.
6. Оқувчанлик чегараси.
7. Грунтларнинг эрувчанлиги тўғрисида нималарни биласиз ?
8. Грунтларнинг кўпчиш хусусияти.
9. Грунтларнинг сув ўтказиш қобилияти.
10. Электрокинетик ҳодисалар деганда нимани тушунасиз ?
11. Грунтларнинг деформатсион хоссалари тўғрисида нима биласиз ?
12. Деформацион модули тўғрисида нима биласиз ?
13. Пуассон коэффициенти нима ?



14. Сурилиш модули нима ?
15. Дисперс грунтларнинг сиқилувчанлиги тўғрисида гапириб беринг.
16. Грунтларнинг компрессион эгри чизиғи нима ?
17. Грунтларнинг реологик хоссалари тўғрисида нималар биласиз ?
18. Грунтларнинг сурилишга қаршилиги нима ?
19. Ички ишқаланиш бурчаги тушунчаси ?
20. Боғланиш кучи тушунчаси.

#### **Фойдаланилган адабиётлар:**

1. Braja M.Das. Principles of Geotechnical Engineering. 2010. United States. 470 p.

2. David George Price. Engineering Geology principles and practice. 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 450 p.

3. Kayumov A.D. Muhandislik geologiyasi va gruntshunoslik asoslari. - Toshkent: 2012. 160 b.

4. Rasulov H.Z. Gruntlar mexanikasi, zamin va poydevorlar. –Toshkent: Tafakkur, 2010. 272 b.

5. Kayumov A.D., Adilov A.A., Kayumova N.M. Gruntshunoslik. O‘quv qo‘llanma. –Toshkent: Cho‘lpon, 2012. 144 b.

1. Одилов А.А., Қаюмова Н.М. Грунтшунослик фанидан лаборатория ишлари бажариш учун услубий кўрсатма; ТошДТУ. - Т., 2000

2. Тупроқлар. Гранулометрик ва микроагрегат таркибини лабораториявий аниқлаш услублари; ЎзРСТ 817-97. - Т., ЎзР Давархитектқурилишком., 2000.

3. Эргашев Й. Инженерлик геологияси асосларидан амалий машғулотлар: Ўқув қўлланма. - Т.: Ўзбекистон, 2002

4. Қурилиш учун муҳандислик изланишлар. ШНК 1.02.07-15. 2015.

5. Қаюмова Н.М., Одилов А.А. Инженерлик геодинамикаси. Ўқув қўлланма. ТошДТУ. - Т.: 2003.

6. Амарян Л.С. Свойства слабых грунтов и методы их изучения. - М.: Недра, 2002.

7. Швецов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов. Основания и фундаменты: Учебник. - М.: Высшая школа, 2003.

**4-мавзу: Мухандислик иншоотларини лойиҳалаш, мухандис-геологик тадқиқотларни ўтказишда грунтшунослик ва грунтлар механикасининг қўлланилиши.**

**Режа:**

1. «Грунтунтшунослик» фанининг асосий вазифалари қуйидагилардан
2. Инженерлик геологияси геологик фанларнинг тармоғи
3. Инженер-геологик шароит

Геологик жараёнлар инженерлик амалиётида катта аҳамиятга эга бўлиб, улар бинолар инженерлик иншоотларига (кўприклар, тўғонлар, йўллар, аэродромлар, шахталар, карьерлар ва бошқаларга) таъсир кўрсатади.

Вилоятлар, туманлар ҳудудларида геодинамик жараёнлар бино ва иншоотлар жойлаштирилишига, қурилиш ишларининг бажарилиш усулига таъсир кўрсатади, иншоотлардан фойдаланишда маълум қийинчиликлар ва мураккабликлар туғдиради.

Шунинг учун емирилувчан, чўкувчан тоғ жинслари, сурилмалар, карстлар мавжуд бўлган, ҳамда сейсмик ҳудудларда қурилиш ишларини олиб боришда турли кўзда тутилмаган муаммоларни ҳал қилишга тўғри келади.

Бундай майдонларда қурилиш ишларини олиб бориш, лойиҳалаштиришда махсус меъёрий ҳужжатлардан фойдаланиш, эҳтиёткорлик чораларини кўриш зарур.

Юқорида қайд этилган масалалар ва муаммолар билан инженерлик геологияси фанининг энг мураккаб ва энг қизиқарли бўлими – «инженерлик геодинамикаси» фани шуғулланади. «Инженерлик геодинамикаси» фанининг асосий ҳал қиладиган масаласи мураккаб геологик шароитга эга бўлган ҳудудларда қурилиш ишларини асослаш, майдонларни хавфли геодинамик жараёнлардан асраш, геодинамик жараёнларни башоратлашнинг назарий асосларини ишлаб чиқишдан иборат.

**«Грунтунтшунослик» фанининг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат:**

1. Ер юзасида ва литосферанинг юқори қатламларида юз берувчи асосий экзоген ва баъзи эндоген жараёнларнинг тарқалиш қонуниятларини ва бунда грунтларнинг ўрнини ўрганиш.

2. Инсоннинг инженерлик фаолияти билан боғлиқ бўлган геологик жараёнлар ва ҳодисаларнинг тарқалиш қонуниятларини ўрганиш.

3. Турли табиий ҳамда сунъий омиллар таъсирида вужудга келувчи геологик ҳодисалар ва жараёнларнинг ривожланиш динамикасини, юзага келиш шаклини ўрганиш.

4. Геологик жараёнларнинг майдонлар мустаҳкамлигига, иншоотлар турғунлигига таъсирини сифат ва сон жиҳатидан баҳолаш.

5. Хавфли ҳамда талофатли геологик жараёнларни, шунингдек, табиий офатларни бошқариш, уларнинг таъсирини олдини олиш мақсадида уларни башоратлашнинг назарий асосларини яратиш.

6. Геодинамик жараёнларнинг олдини олиш мақсадида қўлланиладиган инженерлик иншоотларининг лойиҳаларини яратиш ҳамда қурилишини геологик нуқтаи назардан асослаш усулларини яратиш.

7. Геодинамик жараёнларни ўрганиш усулларини ишлаб чиқиш ва мукамаллаштириш ва б.

Саноат, йўллар, шаҳарлар, кўприклар, гидроузеллар ва бошқалар қурилишининг инженер-геологик шароити ёритилган. Қурилишнинг геологик шароити майдоннинг рельефи, геологик тузилиши, гидрогеологик шароити, у ёки бу тоғ жинсларининг тарқалиши, структуравий-тектоник шароити ва геологик жараёнлари тарқалганлиги билан белгиланади. Бу тушунчага шунингдек жамланган майдоннинг геологик шароитини баҳолаш, пойдевор ётқизилиш чуқурлигини аниқлаш, тоғ жинслари таркиби ва хусусиятларини аниқлаш, ер ости сувларининг гидрогеология кўрсаткичларини ўрганиш, ҳисоблаш формулаларини тузиш, ҳисоблар кўрсаткичларини танлаш, иншоот турғунлигини башоратлаш, хавфли геологик жараёнларни олдини олиш мақсадида тадбир чораларни танлаш киради.

Махсус инженерлик геологиясида изланиш ва лойиҳалаштиришнинг ҳамма босқичларида ўтказиладиган инженерлик изланишларнинг услуги ва уларни ташкил этиш масалалари ёритилади. Унинг назарий асоси бўлиб инженерлик петрологияси, инженерлик геодинамикаси, регионал инженерлик геология, юқорида санаб ўтилган умумий низомлар(қонунлар) билан бир қаторда қурилишни асослашда йиғилган тажрибалар ҳисобланади.

Бу ерда шуни таъкидлаш керакки, махсус инженерлик геологиясини ажратмаслик ёки уни инженер-геологик изланишлар услуги деб аташ мақсадга мувофиқ эмас. Акс ҳолда у ўз мустақиллигини йўқотади, мазмун ҳамда вазифаси жиҳатидан тўғри келмайди. Инженерлик геологияси фани қуйидаги йўналишларда ривожланмоқда:

1. Инженер-геологик қидирув ишлари ва ҳажмларини асослашда меъёрий ҳужжатларни ишлаб чиқиш.

2. Тоғ жинсларини хусусиятларини башоратлаш мақсадида уларнинг кимёвий таркибини ва микротузилишини ўрганиш.

3. Инженер-геологик шароитни ўрганиш усулларини такомиллаштириш.

4. Грунтларни техник мелиорациялаш усулларини такомиллаштириш.

5. ЭҲМ ёрдамида регионлар учун тоғ жинсларининг умумий инженер-геологик кўрсаткичлар базасини яратиш.

6. Тоғ жинслари хусусиятларини маконда ва замонда ўзгариш қонуниятларини ўрганиш.

7. Геологик муҳитни инсоннинг инженерлик фаолияти таъсирида ўзгаришини башоратлаш.

Шу аснода қуйидагилар ҳақида аниқ тасаввурга эга бўлиш ва қуйидагича тушуниш лозим:

-инженерлик петрологияси тоғ жинслари хусусиятлари ҳақидаги фан;

-инженерлик геодинамикаси геологик жараёнларни ривожланиш шароитидаги фан;

-регионал инженерлик геологияси-майдонларни инженер-геологик шароитнинг юзага келиши қонуниятларини ўрганувчи фан; у маҳсус инженерлик геологияси масалаларини ҳал қилишдаги асосдир. Ҳар бир бўлимда кўрилган усул ва услублар зарур маълумотлар тўплашда катта аҳамият касб этса ҳам геологик жараёнлар, майдонларни инженер геологик шароитни баҳолашда асос эмас.

**Инженерлик геологияси геологик фанларнинг тармоғи бўлиб,** техник фанлар, қурилиш, тоғ саноати ва бошқа фанлар билан боғлиқ равишда ривожланади ва геологик масалаларни ҳал қилади. Шунинг учун маҳсус инженерлик геологияси вазифалари ва муаммолари атроф муҳити муҳофазаси билан боғлиқ. Атроф муҳит муҳофазасини геологик муҳитдан алоҳида кўриш, тадбиқ чораларини ишлаб чиқиш мумкин эмас. Шунинг учун

дарсликда бу масалага катта эътибор берилган. Республикамиз инженер-геологлари олдида қуйидаги муаммолар бўйича иш олиб бориш мақсадга мувофиқдир:

1. Инсоннинг инженерлик фаолиятини литосферанинг юқори қатламларида кузатиладиган геологик омил сифатида ўрганиш.

2. Инженер-геологик шароитни баҳолашда иншоот қурилишини иқтисодий томондан мақсадга мувофиқ қилиб олиб бориш, қурилиш майдонларини танлаш. Иншоотлар конструктив кўрсаткичларини ҳисобга олган ҳолда пойдевор асоси вазифасини бажарувчи тоғ жинсларини техник мелиорациялаш усулларини танлаш.

3. Вақт ва замонда иншоот ҳамда геологик муҳит ўртасидаги муносабатни башоратлаш.

4. Геодинамик жараёнларни ўрганиш усулларини такомиллаштириш, инсоният ҳаётига хавф туғдирувчи жараёнларни башоратлаш ва олдини олиш.

5. Атроф муҳитни муҳофаза қилиш мақсадида майдонларни махсус гуруҳлаш ва районлаштиришни амалга ошириш муаммоларини ҳал қилиш.

Қурилишнинг геологик шароитини баҳолаш ва башоратлаш кўрсаткичларни сон қийматларига асосланиши лозим. Шунинг учун дарсликнинг деярли ҳамма босқичларида қурилиш мезонлари ва тартибига мурожаат қилинади.

Инженер-геологик текширишлар қурилиш учун олиб бориладиган инженерлик изланишнинг таркибий қисмидир.

Халқ хўжалигидаги ҳар бир техник ечим иншоотлар қурилиши майдонлардан хўжалик мақсадларида фойдаланиш билан боғлиқ.

Ҳар бир қурилишдан олдин геодезик, инженер-геологик, гидрологик изланишлар натижасига асосан унинг лойиҳаси тузилади. Демак, инженер-геологик изланишлар умумий инженерлик изланишларнинг таркибига кириб, у лойиҳалашда тайёргарлик ҳисобланади.

Инженерлик изланишларнинг асосий вазифаси табиий шароитни ўрганиш, шу жумладан ҳудудни ёки иншоот қуриладиган майдоннинг инженер-геологик шароитини ўрганиш, техник иқтисодий жиҳатдан тўғри, мақсадга мувофиқ ечимларни қабул қилишдан иборат. Инженер-геологик изланишлар турли масалаларни ҳал қилишда ўтказилади. Йирик объектларни лойиҳалашда бу ишлар қуйидаги мақсадларда ўтказилади;

а) биринчи галда қуриладиган иншоотлар лойиҳасини (майдонлардан комплекс фойдаланиш, табиий бойликлардан самарали фойдаланадиган ҳудудлари) инженер-геологик жойланиши ҳисобланиб, у атроф муҳитдан, хусусан геологик муҳитдан фойдаланиш, уларни асраш, қуриладиган иншоотларни хавфли геологик жараёнлар таъсиридан муҳофаза қилиш;

б) қурилиш объектини танланган майдондаги ўрнини аниқлаш, қурилиш лойиҳасининг инженер-геологик шароитини мукамал асоалаш, қурилиш шароитини иншоот туғунлигини, ундан фойдаланиш шароитини, хавфли геологик жараёнлар таъсиридан муҳофаза қилиш, қурилиш ва бошқа мақсадлардаги сарф харажатлар ҳажмини аниқлаш;

в) инженер-геологик шароитнинг баъзи масалаларини мукамал ўрганиш, яъни қурилиш ишларига, тоғ жинсларига ва иншоотлар турғунлигига, ундан фойдаланиш шароитига таъсир қилувчи омилларни аниқлаш ва уларни мукамал ўрганишдан иборат.

Инженер-геологик ишларни меърий кечишида шароит маълум кетма-кетликда ўрганилади, яъни умумийдан бошланиб хусусийга боради. Шунга мос равишда инженер-геологик изланишлар боқичларга бўлинади. Изланишдан олинган натижалар қурилиш иншооти лойиҳасининг у ёки бу босқичда асослашга хизмат қилади. Лойиҳалаш ташкилотлари томонидан берилган техник топшириқ асосида изланишлар олиб борувчи корхона инженер-геологик ишлар лойиҳасини тузади ва у асосида иш бажаради.

Техник топшириқ лойиҳалаш босқичида зарур бўлган барча комплекс маълумотлар олинishi кўзда тутилиши шарт. У изланувчи мутахассисларни иншоотни мақсадга мувофиқ жойлаштиришга йўналтирилиши, пойдеворнинг

ётқизилиш чуқурлиги, босим тури, қиймати тавсилоти ва бошқалар ҳақида маълумот бўлиши шарт.

Торшириқда қурилиш хом ашёлари тури ва хилига бўлган талаб, доимий ёки вақтинча сувга бўлган эҳтиёж кўтарилиши керак.

Лойиҳалаш амалиёти шуни кўрсатадики, лойиҳалаш босқичма-босқич бажариш, хом-ашё, вақт, маблағ ва ишчи кучларни иложи борича иқтисод қилишни кўзда тутиш керак.

Ҳозирги кунда лойиҳалаш икки босқичда: лойиҳа ва ишчи лойиҳаси босқичларида бажарилади.

Янги ўзлаштирилаётган майдонларда, қурилиш эҳтимоли, шунингдек йирик ва мураккаб объектлар қурилишида, халқ хўжалигида катта мавқега эга бўлган иншоотлар қурилишида лойиҳа босқичидан олдин (ТЭО) техник иқтисодий асослаш ишлари ўтказилади. Бу лойиҳа ишлари турли тафсилотга ва номга эга бўлиши мумкин, лекин уларнинг мақсади бир хил:

Қурилишни техник-иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқлигини, биринчи гада қурилиш зарур бўлган иншоотларни лойиҳалаш учун зарур бўлган маълумотларга эга бўлишни кўзда тутиш керак. Масалан: гидротехник иншоотлар қурилишида лойиҳа олди ишлари таркибига дарёдан комплекс фойдаланиш тизимини ишлаб чиқиш, энергетика, кема ҳаракати, ирригация, сув таъминоти, сув тақсимоти ва бошқалар, бирламчи қуриладиган иншоотларни техник иқтисодий асослаш киради.

Лойиҳалаш техник лойиҳа тузиш билан бошланади. Техник лойиҳа бу иншоот қурилишидаги асосий ҳужжат бўлиб, у бўйича қурилиш бажарилади. Уни тузишда танланган майдонда қурилиш объектларининг жойлашиши аниқланади, қурилиш конструкцияси жисмлари қурилиш шароити ва муддати белгиланади. Бу босқичда иншоотдан хавфсиз фойдаланиш, унинг турғунлигини таъминловчи барча тадбирлар асосланади.

Ишчи чизмаси лойиҳасида эса қурилиш мўлжалланган иншоот майдонига баландлик ва планда боғланади, қурилиш ишларини ташкил этиш ҳамда



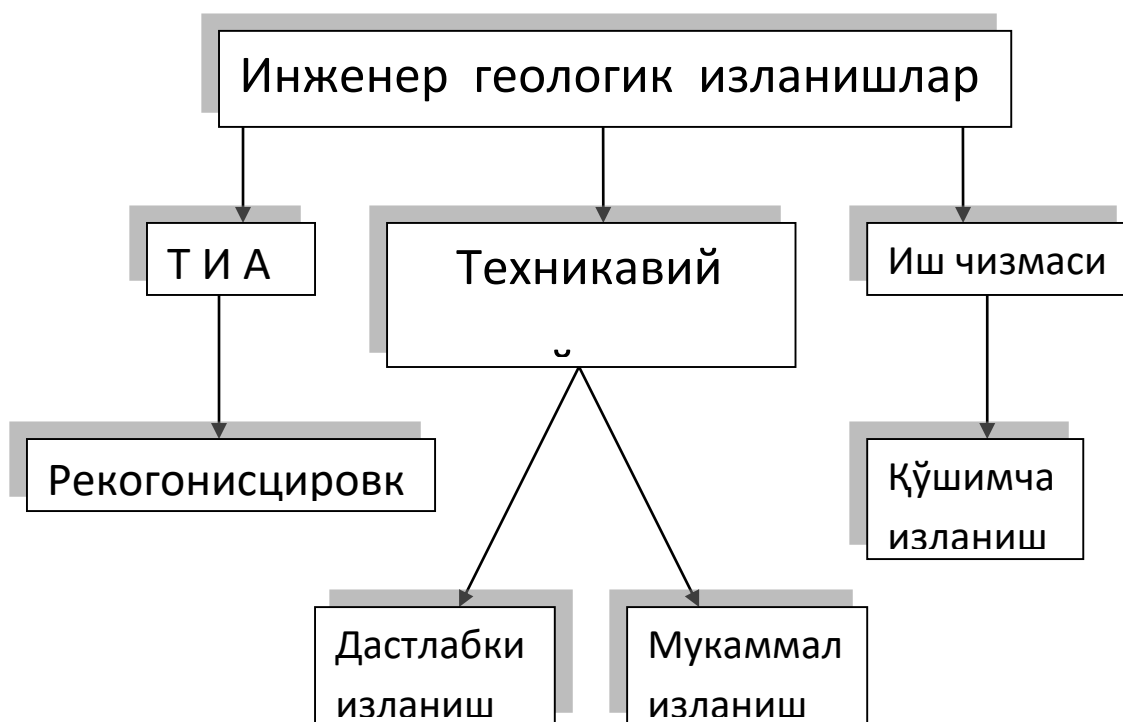
иншоот турғунлигига таъсир этувчи ҳамма масалалар мукамал ўрганилади. Бу ишлар асосан қурилиш атрофида бажарилади, шунинг учун ташкил этилган тадбирларни бажарилиши устидан муаллифлик назорати ўрнатилиши шарт. Бунда қурилиш хандақларини хужжатлаштириш, иншоот параметри ва конструкциясига таъсир этувчи барча тажриба ишлари ўтказилиб, улар бўйича маълум ечимлар қабул қилинади.

Агар бир хил турдаги иншоотлар кенг миқёсда қўрилса ёки баъзи иншоотлар қайта қурилса, у ҳолда лойиҳалаш ва инженерлик изланишлари бир босқичда ўтказилади. Агар табиий ресурслардан комплекс фойдаланиш ишлаб чиқилган бўлса, қурилиш бош плани тасдиқланган бўлса, у ҳолда техник-иқтисодий асослаш бажарилмайди. Техник иқтисодий асослаш адабиётлар, мавжуд геологик маълумотлар асосида тузилиб, инженер-геологик рекогносцировка ишлари билан биргаликда бажарилади. Бу ишлар халқ хўжалиги учун қурилиши зарур объектларни аниқлашга имкон беради.

Рекогносцировка инженер-геологик изланишлар қурилиш зарур бўлган ҳудудларни аниқлаш ва уларда қурилиш объектларининг жойлашишини белгилаш масаласини ҳал қилиш зарур. Шу йўсинда инженер-геологик шароит тўғрисида маълумотга эга бўлиб, иншоотларнинг жойлашиш ўрнини белгилашга ва дастлабки инженер-геологик изланишлари бошлаш, бир неча танланган вариантларни солиштириш имконини беради.

Дастлабки инженер-геологик изланишлар рақобатлашувчи ҳар бир майдонда ўтказилиб улардан бирини танлаш асосий мақсад ҳисобланади. Шунинг учун изланишлар муҳим табиий омилларни ўрганишга қаратилган бўлиб, бу омиллар майдон танлашга имкон беради. Дастлабки изланишлар қурилиш майдони танланган ҳолда фақатгина лойиҳалаш учун зарур бўлган баъзи маълумотларни аниқлаш мақсадида ўтказилиши мумкин. Бундай ҳолат қурилишнинг бош лойиҳаси тасдиқланган шароитларда ўтказилади. Масалан: шаҳар ҳудудида кўприк қурилиши шарт бўлсин, бунда йўллар, турар жой бинолари аниқ, яъни бундай шароитда кўприк қурилиш майдонини танлашнинг зарурияти йўқ, лекин кўприк қурилиши учун

тузиладиган лойиҳага баъзи маълумотлар зарур. Демак, дастлабки инженер-геологик изланишлар талабга қараб техник иқтисодий асослаш ёки иншоот лойиҳасини тузишнинг бошланғич босқичидир. Дастлабки изланишларни ўтказиб қурилиш жойи танлангандан сўнг мукаммал инженер-геологик изланишлар ўтказилади ва лойиҳани асослашга қаратилган. Бу изланишлар инженер-геологик шароитни барча комплексларини ёритиб, лойиҳалаш учун махсус маълумотлар олишга имкон беради. Бу маълумотлар асосида қурилиш майдонида иншоотларнинг жойлашиши тоғ ишларнинг бажарилиш шароити, иншоотлар турғунлиги, иншоотлар турғунлигини таъминловчи тадбирлар ишлаб чиқиш, атроф мухитни муҳофазалаш йўллари белгилаш мумкин бўлади.



Инженер-геологик изланишларнинг охириги босқичи қўшимча изланишдир. Бу босқичдаги изланишлар лойиҳа (техник лойиҳа) тасдиқлангандан сўнг, қурилиш ишлари билан бир вақтда олиб борилади. Бу босқичда ўтказилган

изланишлар натижалари баъзи техник ечимларни қабул қилишга имкон беради, иш чизмаларини асослайди. Юқорида қайд этилган босқичлилик меёрий ҳисобланади, баъзи ҳолларда бу ўзгариши мумкин.

**Инженер-геологик шароит** деб иншоот қурилиши ва ундан фойдаланиш шароитини белгиловчи барча табиий омиллар мажмуаси тушунилади.

Пойдевор асосидаги шартли ҳисобланган босимни йирик заррачали ва қум заррачали тоғ жинслари учун аниқлаш

Жадвал 4

Тоғ жинслари	$R_0, \text{кгс/см}^2$
Йирик заррачали тоғ жинслари	
қумлик галечник ва шебенли гравий ва галечниклар	6
гравий ва дресва бўлақларидан иборат:	
кристалли тоғ жинслари бўлақлари	5
чўкинди тош жинси бўлақлари	3
Қумлар	
дағал, йирик заррачали, намлигидан қатъий назар	6/5
ўта заррачали, намлигидан қатъий назар	5/4
майда заррачали:	
кам намлик	4/3
нам, сувга тўйинган	3/2
майин заррачали ва чанглик:	
кам намлик	3/2,5
нам	2/1,5
сувга тўйинган	1,5/1
Илова: суратда зичланган қумлар учун , махражда ўртача қийматлар келтирилган ( $R_0$ )	

Гил заррачали тоғ жинсларида қурилган бинолар ва иншоотлар учун шартли ҳисобланган босим (СНиП II-15-74)

Жадвал 5

Говаклик	$R_0, \text{кгс/см}^2$
----------	------------------------

Тоғ жинслари	коэффициенти, е	Қаттиқ консистенциялик $In \geq 0,25$	Пластик консистенцияли $In \leq 0,75$
Супеслар	0,5	3	3
	0,7	2,5	2
Суглиноklar	0,5	3	2,5
	0,7	2,5	1,8
	1	2	1
Гиллар	0,5	6	4
	0,6	5	3
	0,8	3	2
	1,1	2,5	1

Инженер-геологик шароитнинг асосий элементларига геологик тузилишда қатнашаётган тоғ жинслари, майдон рельефи, геологик жараёнларнинг тарқалганлиги, ер ости сувларининг қурилиш шароитига таъсири, шунингдек қурилиш майдонида тарқалган фойдали қазилмалар, қурилиш материаллари ҳақидаги маълумотлар киради. Шу билан бир пайтда тоғ жинслари турли иншоотлар учун асос ва муҳит бўлиб хизмат қилади. Шунинг учун вилоят, туман, участка инженер-геологик шароитини тарифлашда, биринчи галда турли таркиб тизими ва физик-механик хусусиятга эга бўлган тоғ жинсларининг тарқалиши қонуниятлари ёритилиши керак, инженер-геологик изланишларда инженер-геологик шароитни ташкил этувчи элементлар ўрганилишида маълум кетма-кетлик мавжуд бўлади, расмда турли изланиш босқичларида инженер-геологик элементларнинг ўрганилиш даражаси берилган.

Инженер геологик шароитни асосий элементлари	Инженер геологик изланишлар			
	рекогноссир	дастлабки	мукамал	қўшимча
	■	■	■	
Геологик тузилиш	■	■	■	■
Гидрогеологик шароит	■	■	■	■
Геодинамик жараёнлар	■	■	■	■
Тоғ жинслари физик-механик хусусиятлари	■	■	■	■
ФҚК ва курилиш хамашёлари	■	■	■	■

1-расм Инженер-геологик шароитни ташкил этувчи элементларнинг ўрганилиш кетма-кетлиги.

Чизмада инженер-геологик шароит элементлари босқичма-босқич ўрганиш хажми чизма қалинлиги билан тасвирланган.

Бошланғич босқичларда, яъни рекогносировка ва бошланғич босқичларда дала шароитида жойнинг рельефи, тапографиясини, аэрофотосуратлар ва геоморфология маълумотларини дала шароитида

ўрганиб аниқланади. Кўп холларда рельеф шакли жойларнинг геологик тузилиши ҳақида фикр юритиш ҳамда геодинамик жараёнларнинг тарқалганлиги ва лойихаланаётган қурилиш иншоотга таъсирини баҳолаш имконини беради.

Изланишнинг бошланғич босқичларида умуман майдондан фойдаланиш тизимини ишлаб чиқиш, автомобиль йўллари йўналишини белгилаш, кўприк қурилиш жойини танлаш рельефга, геологик жараёнларни тарқалганлигини даражасига, геологик тузилишга асосланган равишда танланади. 1-расмга мувофиқ геологик тузилиш ва гидрогеологик шароит муҳимлиги сабабли улар ҳамма босқичга у ёки бу мукамалликда ўрганилади.

Бошланғич босқичларда мавжуд геологик натижалар ва адабиётда берилган маълумотлар, майда ва ўрта масштабли инженер-геологик карталаш асосида ўрганилаётган ҳудуднинг геологик тузилиши, структураси, стратиграфияси, гидрогеология қирқимлар асосида биринчи галда қурилиши зарур бўлган иншоотларни жойлаштириш, кейинги босқичда ўтказиладиган изланишлар мукамаллигини ва хажмини белгилаш мумкин. Бу босқичларда майдоннинг геологик тузилиши ва гидрогеология шароити мукамал ўрганилади. Бу изланишлар натижасида тоғ жинслари қатamlари, ётиш шароити, ҳар бир қатламнинг ётиш шароити ва чуқурлиги, сувли горизонтлар (уларнинг сатҳи, босими, сув ўтказувчанлиги) ҳақидаги барча маълумотлар аниқланади. Бу маълумотлар йирик масштабли ёки мукамал хариталаш, қидирув ва тажриба ишлари, доимий кузатиш ишлари олиб бориш билан олинади.

Тоғ жинсларининг физик-механик хусусиятлари бошланғич босқичларда уларнинг петрографик тартибига қараб аниқланса, кейинги босқичларда маҳсус лаборатория ва тажриба ишлари натижасида нафақат умумлаштирилган кўрсаткичлар, балки ҳисоб-китобларда фойдаланиладиган қийматлари аниқланади.

ФҚК ва қурилиш хом ашёлари ҳақидаги маълумот бошланғич босқичда мавжуд геологик маълумотлар ва геологик тузилишни ўрганиш асосида белгиланса, кейинги босқичларда катта қурилишлар учун махсус излаш, чамалаш асосида аниқланади. Бунда унинг захираси, сифати, қурилишда қўлланиши мумкинлиги ҳақида хулоса чиқарилади.

Агар санаб ўтилган инженер-геологик шароитни ташкил этувчи элементларда биронтаси ўрганилмаса, у ҳолда инженер-геологик шароитни тўлиқ таърифлаб бўлмайди. Бу қоидадан фақат битта чекиниш бўлиши мумкин. Яъни катта ялпи қурилишларда қурилиш хом ашёлари конлари ўрганилмайди, қурилиш хом ашёлари билан қурилиш марказлаштирилган ҳолда таъминланади. Йирик иншоотлар (метрополитен, гидротехник иншоот ва б) қурилишида қурилиш хом ашёлар таъминоти бирламчи вазифа ҳисобланади. Майдонда тарқалган минерал хом ашёлар иншоот конструкцияси, баъзан уларнинг жойланишини аниқлайди, қурилиш тан нарҳига таъсир қилади. Масалан: сув тўғонлари қурилиши учун зарур бўлган тоғ жинслари темир бетон ўрнига фойдаланилади. Йирик иншоотлар қурилишида нафақат қурилиш хом ашёлари балки барча турдаги фойдали қазилмалар ўрганилади, чунки лойиҳалаштирилаётган иншоот коннинг ишлашига ёки аксинча коннинг кавлаб олиншининг иншоот турғунлигига таъсири баҳоланади.

Шуни такидлаб ўтиш керакки, маъдан, қўмир, тоғ химия саноати хом ашёлари ва б.ларни кавлаб олиш учун қуриладиган шахта, карьерлар қурилишини асослаш мақсадида, ҳамма ҳолатларда инженер-геологик изланишлар ўтказилади.

Хар бир табиий омилни қай даражада ўрганилишини тўғри танлаш муҳим аҳамиятга эга. Бу кўрсаткич ишни тўғри ташкил этиш, сифатли бажарилиш омилidir.

Шу билан Ф.П.Соваренский фикрини доимо эсда тутиш керак: муҳандис геолог агар геологияни чуқур ўрганмаса у геолог ҳеч ким эмас, ундан ҳеч қандай наф йўқ.

Инженер геологик тадқиқотларда куйидаги геологик иш турлари қўлланилади:

1. Инженер геологик сьемка
2. Разведка ишлари
3. Тажриба гидрогеологик ва инженер геологик ишлар
4. Доимий стационар кузатув ишлари
5. Илмий тадқиқот ва экспериментал ишлар
6. Лаборатория ишлари.
7. Паспортлаштириш
8. Экспертиза
9. Хонаки (камерал )ишлар

### **НАЗОРАТ САВОЛЛАР**

1. Инженерлик иншоатларини лойихалаш босқичлари.
2. Инженер-геологик тадқиқотлар босқичлари.
3. Хар бир босқичда ўтказиладиган тадқиқот босқичлари, вазифалари
4. Бир босқичли лойихалашни қўллаш шароити.
5. Иншоатларини лойихалаш, тадқиқотлар босқичларининг фарқи?
6. Инженер-геологик шароитга таъриф бериш?
7. Инженер-геологик шароитни мужассамлаштирувчи омиллар

### **Адабиётлар:**

1. P.C.Varghese “Engineering geology for civil engineers”. PH4 Learning Pvt. Ltd – India 2011.
2. Адилов А.А., Бегимқулов Д.Қ. Инженерлик геодинамикаси. Дарслик.- Т.: Файласуфлар нашр, 2013 .
3. Қаюмов А.Д., Адилов А.А. Грунтшунослик. Ўқув қўлланма.- Т.: “Фан”, 2011 .
4. Қаюмов А.Д., Агзамова И.А. Грунтшунослик. Амалий машғулотларни бажариш учун услубий қўлланма. –Т.: ТошДТУ, 2011 .
5. Қаюмов А.Д.Грунтларшунослик Дарслик. –Т.: ИМР, 2018
6. Қаюмов А.Д.Грунтлар механикаси. Дарслик. –Т.: ИМР, 2020 .



## IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

### 1-амалий машғулот: Грунтларнинг таркиби; Грунтларнинг гранулометриқ таркибини элаш усулида аниқлаш

*Ишдан мақсад:* Грунтларнинг таркиби; Грунтларнинг гранулометриқ таркибини элаш усулида аниқлаш

Грунтларнинг қайси гуруҳга мансублигини уларнинг гранулометриқ таркибини аниқлаш натижасига кўра белгиланади. Катта ва ўртача элақларда элаш ёрдамида турли заррачали грунтлар гранулометриқ таркиби аниқланади. Гранулометриқ таркиб тажриба натижалари фоиз ҳисобида ҳисоблаш ёрдамида аниқланади. Икки энг кўп фоиз миқдорига қараб заррачалар асосида грунт номланади.

Муҳандис геологик текшириш ишларида заррачали боғланмаган грунтлар учун ўлчамлари турлича бўлган 7 та элак олинади. Энг катта элак ўлчами 10 мм бўлиб, энг кичиги 0,1 мм га тенг. Гранулометриқ таркибни элаш усули билан аниқлаш қуйидагича бажарилади.

Гранулометриқ таркибни элаш услубида аниқлаш учун қуйидагилар керак бўлади:

1. Гастрономик тарози.
2. Элаклар тўплами.
3. Иш дафтари.
4. Варақ қоғоз.

#### **Иш бажариш тартиби**

1. Элаклар бир-бирининг устига жойлаштирилади. Элакларни жойлаштирганда пастдаги энг кичик ўлчамлиси, кейин ундан катталари ўлчамига қараб терилади ва 500 грамм ҳисобида намуна олинади.

2. Аниқлаш учун олинган намуна энг юқоридаги элакка солинади.

3. Элак қопқоғи ёпилиб 1-2 минут эланади. Бунда ҳар бир элакда шу элак тешиқчалари ўлчамидан катта зарралар йиғилади.

4. Ҳар бир элақда қолган зарралар оғирлиги гастрономик тарозида аниқланади ва зарраларнинг фоиз миқдори қуйидаги ифода ёрдамида ҳисобланади.

$$X = \frac{A \cdot 100}{B}$$

бунда: А-елақда қолган зарраларнинг оғирлиги (грамм), В -аниқлаш учун олинган намунанинг умумий оғирлиги (500 грамм): гранулометриқ таркибини аниқлаш натижалари ярим логарифмик координаталар тўрида кўрсатилади. Бу чизма қуйидагича тuzилади. Координаталар тўрининг горизонтал (абссисса) ўқига заррачаларнинг диаметри миллиметр ҳисобида, вертикал ўқи бўйича эса заррачалар фоиз миқдори йиғиндиси қўйилади.

Чизмада абссисса ўқи бўйлаб фракциялар, ордината ўқи бўйлаб фоизлар қўйиб чиқилади. Эгри чизиқнинг биринчи нуқтаси энг майда заррача диаметри ва фоизи миқдорларини ўзи жойлашган ўқидаги ўриндан чиқарилган перпендикуляр (тик) учрашган жойга қўйилади.

Иккинчи нуқта абссисса ўқида иккинчи фраксия ордината ўқида биринчи заррача ва иккинчи заррачаларнинг фоиз миқдори йиғиндиси нуқталаридан чиқарилган перпендикулярнинг кесишган жойига қўйилади ва ҳоказо. Гранулометриқ таркибни тавсифловчи эгри чизиқ ҳамма нуқталарни бирлаштириш натижасида ҳосил бўлади.

Эгри чизиқ ёрдамида грунтларнинг эффектив диаметри  $d_{10}$  ва тадқиқий диаметри  $d_{60}$  ва заррачаларнинг бир хил эмаслик коэффиенти ( $K_H$ ) аниқланади.

$$K_N = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Агар  $K_H > 3$  бўлса, грунт заррачалари бир сифатли бўлмаган,  $K_H > 3$  бўлса бир сифатли ҳисобланади. Коэффиенти топиш учун ордината ўқидаги 60 фоизни ифодаловчи нуқтадан перпендикуляр ўтказиб уни эгри чизиқ билан кесишгунча давом эттирилади, кесишган нуқтадан абссисса ўқига перпендикуляр туширилади ва кесишган нуқтага тўғри келувчи

заррача диаметри  $d_{60}$  га тенг бўлади, сўнгра худди шу услуб билан  $d_{10}$  нинг қиймати топилади ва юқоридаги ифода орқали бир сифатли бўлмаган коэффициент топилади.

**8-жадвал. Гранулометриқ таркиб аниқланган натижалар**

Зарралар	Диаметри, мм							Зарралар, бир сифатли бўлмаган коэффициент $K_M$	Грунтнинг номи
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	<1		
Миқдори, граммда/ фоизда									

## 2-амалий машғулот: Грунтларнинг структураси ва текстураси

**Ишдан мақсад:** Гилли грунтларнинг зичлигини аниқлаш

Грунтларнинг асосий физик хусусиятларидан бири уларнинг зичлигидир. Грунтларнинг зичлиги бир томондан бошқа хусусиятларини аниқлашга ёрдам берса, иккинчи томондан грунтнинг ўзига хос структураси ва таркибий тузилиши ифодаланади. Грунтларнинг зичлиги қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$\delta = \frac{q}{v},$$

бу ерда:  $\delta$  – табиий намликдаги грунтнинг зичлиги, гр/см<sup>3</sup>;  $q$  – грунт оғирлиги, гр;  $v$  – грунт ҳажми, см<sup>3</sup>.

Грунтларнинг зичлиги уларнинг минерал таркибига, зичлигига ва ғоваклигига боғлиқ ва у қуйидагича ифодаланади.

1. Грунт таркибида оғир минераллар миқдори кўпайса, унинг зичлиги ошади, органик бирикмалар кўпайса ҳам зичлиги камаяди.

2. Грунтнинг намлиги ошса унинг зичлиги ошади, грунт ғовакликлари сув билан тўлса, зичлиги максимал миқдорга йетади.

3. Ғоваклик ошиб борган сари унинг зичлиги камаяди. Майда заррачали грунтларнинг зичлиги асосан уларнинг ғовакликлари намлигига боғлиқ бўлиб, унинг миқдори 1,3 дан 2,4 г/см<sup>3</sup> гача ўзгаради.

Грунт скелетининг зичлиги ўзгармас бўлиб, у грунт қаттиқ таркиб қисмини /компонентлари скелети оғирлигининг грунтини табиий ҳолидаги оғирлиги ҳажмига нисбатидир.

$$\delta_{ск} = \frac{q_s}{V} = \frac{\delta}{1 + 0,001 W_{t.n.}},$$

бу ерда :  $q_s$  – грунт скелети оғирлиги, гр;  $v$  – ҳажми, см<sup>3</sup>.

Заррачалари боғланмаган грунтларнинг табиий структурада аниқлаш қийин бўлган зичлиги учун, грунт қуритилиб, майдаланиб сочилган ва зичланган ҳолда аниқланади.

Грунтнинг минерал заррачалари зичлиги, грунт скелети зичлиги маълум бўлса, унинг ғоваклиги /  $n$  / ва ғоваклик коэффициенти /  $e$  / ни қуйидаги ифодалар ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$P = \frac{(1 + 0,01 W_{t.n.}) \gamma - \delta}{(1 + 0,01 W_{t.n.}) \gamma} \times 100 \% \quad \text{ёки} \quad \frac{\gamma - \delta}{\gamma} \quad \text{с},$$

$$E = \frac{(1 + 0,01 W_{t.n.}) - \delta}{\delta} \quad \text{ёки} \quad E = \frac{\gamma - \delta}{\gamma}$$

Грунтларнинг зичлиги лаборатория шароитида икки хил усулда аниқланади.

1. Қирқувчи ҳалқа усули билан.
2. Парафинлаш усули билан.

Заррачалари боғланмаган грунтларнинг зичлиги (қумни зичлиги) эса пикнометрик усул билан аниқланади.

### **Грунтларнинг зичлигини табиий нам ҳолида қирқувчи ҳалқа билан аниқлаш**

Иш бажариш учун қуйидагилар зарур:

1. Қирқувчи ҳалқа.
2. Намуна олгич.
3. Вазелин ёки мошина мойи.
4. Итаргич.
5. Термостат.
6. Пичоқ.
7. Иш дафтари.

#### **Иш бажариш тартиби**

1. 0,01 гр аниқликдаги техник тарозида қирқувчи ҳалқа оғирлиги тортилади ( $q_1$ ).

2. Қирқувчи ҳалқа ҳажми қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$V = \frac{\pi D^2 \cdot h}{4} = 50 \text{ см}^3$$

3. Ҳалқа ички томонига вазелин суртилади, юзаси текисланган грунт намунаси (монолит) устига қирқувчи ҳалқа ўткирланган томони билан қўйилиб, грунт ичига киритилади. Ҳалқани чап қўл билан ушлаб атрофи грунндан тозаланади ва ҳалқа тагидан грунт кесиб (ҳалқа билан биргаликда) олинади. Ҳалқа ичидаги грунт иккала томондан текис қилиниб, ҳалқа баландлиги билан баробар қирқилади.

4. Техник тарозида ҳалқа грунт билан биргаликда 0,01 гр аниқликда тортилиб оғирлиги ( $q_2$ ) жадвалга ёзилади.

5. Грунт зичлиги қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\delta = \frac{q_2 - q_1}{V}$$

ва жадвал ҳолида ёзилади, 1-жадвал.

1-жадвал. Грунтларни зичлиги аниқланган маълумотлари.

№	Қир-қувчи ҳалқа ҳажми, см <sup>3</sup>	Қир-қувчи ҳалқа оғирлиги, гр, $q_1$	Қирқувчи ҳалқа грунт и билан оғирлиги, $q_2$ , гр	Грунт зичлиги, $\delta$ , гр/см <sup>3</sup>	Грунт табиий намлиги, W, %	Минерал заррачалар зичлиги, $\gamma$ , гр	Грунт скелети зичлиги, $\delta_{ск}$ , г/см <sup>3</sup>	Грунт ғовак-лиги, $n$ , %	Ғовак-лик коэффициент, $e$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**Табиий нам ҳолидаги грунтлар зичлигини парафинлаш усули билан аниқлаш**

Иш бажариш учун қуйидагилар зарур:

1. Техник тарози ва тарози тошлари.
2. Кимёвий стакан.

3. Ингичка ип.
4. Пичоқ.
5. Иш дафтари.

### **Иш бажариш тартиби**

1. Структураси бузилмаган табиий нам монолитдан пичоқ билан иложи борича текис ҳолида ( $d=2-3$  см) намуна қирқиб олинади, техник тарозида тортилиб оғ ғирлиги ( $q$ ) жадвалга ёзилади.

2. Тортилиб олинган намуна ипга боғлаб 1-2 секунд эритилган, ҳарорати  $57-60^{\circ}\text{C}$  га тенг бўлган парафинга солинади. Парафиндан олиниб яна солинади, шунда намунанинг устки қисми 0,5-1 мм қалинликда парафин эритмаси қопланади. Парафин намуна юзасини тўлиқ қоплайди.

3. Парафинланган намуна техник тарозида тортилади оғирлиги ( $q_1$ ), парафин оғирлиги  $q_1-q_2=q_3$  га тенг, парафин ҳажми ( $V_2$ ), унинг солиштирна оғирлиги ( $\gamma = 0,9 \text{ г/см}^3$ ) деб билиб, қуйидаги формула орқали аниқланади.  $V_2 =$

4. Парафинланган намуна сув солинган кимёвий стаканга туширилиб оғирлиги тортилади ( $q_2$ ). Бунинг стаканга маълум миқдорда туз солиниб, тарози посангисига теккизмасдан кўтариб турилади. Намуна эса тарози ҳалқасига ип билан боғланиб, сувли стаканга мувофиқ ҳолда туширилади.

5. Сувда оғирлиги ўлчанган намуна ўз оғирлигини стаканга парафинланган намуна сиқиб чиқарган оғирлигига йўқотади. Сиқиб чиқарилган сув ҳажми эса парафинланган намуна ҳажмига тенг, яъни  $V_1$  тенг  $q_3$ .

6. Грунт зичлиги ( $\delta$ ) қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\delta = \frac{q}{V}, \text{ г/см}^3$$

7. Грунт ҳажми ( $V$ ) қуйидагича аниқланади:  $V=V_2(V_1 - V_2)$

8. Аниқланган натижалар жадвал (2-жадвал) ҳолида ёзилади.

2-жадвал. Грунт зичлигини парафинлаш усулида аниқланган маълумотлар

№	Намун а оғир- лиги, қ, гр	Парафи н намуна оғирлиг и, $q_1$ , гр	Парафи н оғирлиг и, $q_3$ , гр	Пара- фин ҳаж ми, $V_2, \text{см}^3$	Парафинл и намунани нг сувдаги оғирлиги, $q_2$ , гр	Сиқиб чиқари л-ган сув ҳажми, $V_1, \text{см}^3$	Наму -на ҳаж- ми, $V_1, \text{см}^3$	Грунт- нинг зичлиг и $\delta, \text{г/см}^3$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

### **Гил заррачали грунтларнинг минерал заррачалари зичлигини аниқлаш**

Иш бажариш тартиби ва керакли нарсалар:

1. Пикнометр, ҳажми  $100 \text{ см}^3$ .
2. Техник тарози, тошлари билан.
3. Дистилланган сув.
4. Воронка.
5. Термостат.
6. Қумли қайнатгич.
7. Филтрли қоғоз.
8. Иш дафтари.

#### **Иш бажариш тартиби**

1. Техник тарозида  $0,01$  гр аниқликда яхшилаб қуритилган пикнометр оғирлиги ( $q_0$ ) ўлчанади ва жадвалга ёзилади.
2. Майдаланган ва қуритилган грундан пикнометрга унинг баландлигининг  $1,5-2$  см миқдорида солинади, оғирлиги ўлчанади ( $q_1$ ) ва ёзилади.
3. Грунтнинг оғирлиги аниқланади ( $q$ ).  $q = q_1 - q_0$
4. Грунда сиқилган ҳавони чиқариб бориш учун грунт солинган пикнометрга  $0,3-0,5$  ҳажмда дистилланган сув қуйиб  $10$  минут қайнатилади (махсус кумли идишга қуйиб).
5. Грунтли пикнометр қайнатилгандан сўнг, ҳаво ҳароратигача совитиб



оғирлиги ўлчанади ва белгисигача дистилланган сув билан тўлдирилади, оғирлиги аниқланиб жадвалга ёзилади ( $q_2$ ).

6. Пикнометрдаги грунт суви билан тўкилиб ювилади ва пикнометрга дистилланган сувга белгисигача қўйилиб, оғирлиги техник тарозида тортилади ( $q_3$ ).

7. Бажарилган иш асосида грунт минерал заррачаларнинг зичлиги ҳисобланади. Грунтларни минерал заррачалар зичлиги грамм/см<sup>3</sup> да ўлчаниб, унинг миқдори 2,4-2,8 г/см<sup>3</sup> гача ўзгаради.

$$\gamma = \frac{q}{q_3 + q - q_2}; \text{г/см}^3,$$

бу ерда: қ-қуруқ грунт оғирлиги,  $q_2$ -пикнометр грунт суви билан оғирлиги;  $q_3$ -пикнометр дистилланган сув билан оғирлиги.

8. Аниқланган натижа жадвал ҳолида ёзилади (3-жадвал).

3-жадвал. Грунтларнинг минерал заррачалари аниқланган маълумотлари

№	Пикно-метр оғирлиги $q_0$	Пикнометр-нинг грунт билан биргалик-даги оғирлиги $q_2$	Қуруқ грунт оғирлиги $q$	Пикнометр-нинг грунт ва сув билан биргаликдаг и оғирлиги $q_2$	Пикнометрн и дистилланган сув билан биргаликдаг и оғирлиги $q_3$	Грунт минерал заррачалари-нинг зичлиги г/см <sup>3</sup> , $\gamma$
1	2	3	4	5	6	7

### 3-амалий машғулот: Грунтларнинг хоссалари

**Ишдан мақсад:** Грунтларнинг табиий намлигини аниқлаш:

Иш бажариш учун қуйидагилар керак:

1. Техник тарози.
2. Бюкс.
3. Термостат.
4. Эксикатор.
5. Иш дафтари.

#### **Иш бажариш тартиби**

1. Техник тарозида бюкс қопқоғи билан бирга тортилади /  $q_0$  /.
2. Монолитдан намуна олиб бюксни 1/3 қисми тўлдирилади ва бюкс оғирлиги тортилади /  $q_1$  / ва дафтарга ёзилади.
3. Бюкс қопқоғини очиб термостатга / 5 – 6 соатга / грунтни  $105^{\circ}\text{C}$  да қуритиш учун қўйилади.
4. Бюкс қуриган грунтни билан термостатдан олиниб қопқоғи ёпилади ва совитиш учун эксикаторга 30–40 минут қўйилади. Эксикаторга калсий хлор кукуни солинган бўлиб, бу кукун намликни ютиб грунтни тез совитишга ёрдам беради.
5. Совиган бюкс грунтни билан техник тарозида 0,01 гр аниқликда /  $q_2$  / тортилиб дафтарга ёзилади.
6. Табиий намлик қуйидаги ифода орқали топилади /  $W_{t.n.}$  /:

$$W_{t.n.} = \frac{q_1 - q_2}{q_2 - q} \times 100 \%$$

Топилган табиий намлик натижасини грунт скелетининг ҳажм зичлигини топишда, грунт ғоваклигини, ғоваклик коэффитсиентини ҳисоблаш мақсадида қўлланилади. Ғоваклик аниқланиб, у асосида намлик коэффитсиенти ҳисобланади:

$$K_w = \frac{W_{t.n.}}{P}$$

Бунда:  $K_w$  – намлик коэффитсиенти;  $W_{t.n.}$  – табиий намлик;  $p$  - ғоваклик.

Грунтлар намлик коэффициентлари асосида қуйидагича турланади:

нам грунт – /  $0 < K < 0,5$  /

жуда нам – /  $0,5 < K < 0,8$  /

тўйинган грунт – /  $0,8 < K < 1,0$  /

### **Дисперс грунтларнинг пластиклигини таъсирловчи намлик ҳамда максимал молекуляр намликни аниқлаш**

Дисперс грунтларда маълум намликка эга ҳолатда пластиклик хусусияти намоён бўлади. Бу хусусият фақат гил заррачали грунтлар учун тегишли бўлиб, гил зарралари бўлмаган грунтларда кузатилмайди.

Грунтнинг пластиклиги деб грунт намлиги билан ташқи куч таъсирида бузилмай /ёрилмай / ўз шаклини ўзгартиришга ва ташқи куч олинганда шу шакл сақлай олиши тушунилади. Зарралари боғланган грунтларнинг пластиклиги муҳандислик геологияси тажрибасига асосан 2 та чегара кўрсаткичи билан таъсирланади:

1. Пластикликнинг юқори чегараси /  $W_L$  / бўлиб грунт намлиги (фоизда) шу чегарасидан ошса, грунт пластиклиги хусусиятини йўқотиб, оқувчан ҳолига келади. Шунинг учун бу намлик оқиш чегараси намлиги деб ҳам юритилади.

2. Пластикликнинг қуйи чегараси /  $W_P$  /; бу намлик пластикликнинг энг кичик миқдори бўлиб, грунт зарралари зичлигини йўқотмасдан ўрин алмаша олади, яъни исталган шаклга келиши мумкин. Пластикликнинг юқори ва қуйи чегаралари фарқи пластиклик сони деб аталади /  $M_p$  /. Пластиклик сони грунтларда намлик ўзгариш ҳолатини кўрсатади, яъни грунтнинг пластиклик сони қанча катта бўлса, грунт шунча пластик бўлади.

Зарралари боғланган грунтларнинг пластиклиги уларнинг минералогик таркиблари, зарралари шакли ва гранулометриқ таркибига боғлиқдир. Грунт таркибида гил зарралари қанча кўп бўлса, грунт шунча пластик бўлади. Грунтларнинг номини аниқлашда пластиклик сонидан ва қуйидаги жадвалдан фойдаланилади (9-жадвал).

9-жадвал. номларини пластик сони асосида аниқлаш

Грунт	ГОСТ 25100-07	Тавсия этилган турланиш
Супес	$1 < M_p < 7$	$2 < M_p < 6$
Суглинок	$7 < M_p < 17$	$6 < M_p < 14$
Гил	$M_p > 17$	$M_p > 14$

Гил грунтларнинг физик хусусияти, уларнинг консистенсияси билан тавсифланади. Гилли грунтларнинг консистенсия ҳолати уларнинг механик хусусияти ва иншоот пойдевори остида ўзини тутишини белгиловчи кўрсаткичдир. Муҳандис–геологик амалиётда заррачалари боғланган грунтларнинг консистенсия кўрсаткичи /В/ қуйидагича аниқланади :

$$B = \frac{W_{tab} - W_r}{M_r},$$

бунда:  $W_{tab}$  – табиий намлик, %;  $W_r$  – пластикликнинг қуйи чегарасидаги намлик %;  $M_r$  – пластиклик сони.

Грунтларнинг максимал молекуляр намлиги /W мм /.

Максимал молекуляр намлик, грунт заррачаларини ўраб турувчи гигроскопик ва юпка парда ҳосил қилувчи намлик йиғиндисига тенгдир.

Бу намлик устки тортиш кучи таъсирида грунт таркибида қанча миқдорда боғланган сув борлигини кўрсатади. Максимал молекуляр намлик грунтларнинг асосий кўрсаткичларидан бири бўлиб, грунтларнинг гил заррачаларига бой эканлигига боғлиқ кўрсаткичдир. Грунт таркибида қанча кўп гил заррачаси бўлса, максимал молекуляр намлик миқдори шунча кўп бўлади.

### **Иш бажариш тартиби**

Пластиклик чегараларини аниқлаш, грунтларнинг пластиклигини аниқлашнинг бир неча услублари мавжуд бўлиб, улардан энг кенг қўлланиладиган услуб бу В.В.Охотин ва А.М.Васильев усулидир. Бу усул Пластикликнинг ҳамма чегараларини аниқлашга мўлжалланган бўлиб, зарур

бўлган ҳамма ускуна ва жиҳозлар И.М.Литвиновнинг муҳандис–геологик лабораторияси комплексида мавжуддир.

Иш бажариш учун қуйидагилар бўлиши керак :

1. Техник тарози.
2. Думалоқ тагли, диаметри 10 см ли алюмин ёки жез идиш.
3. Иккита бюкс.
4. Эксикатор.
5. Термостат.
6. Силлиқ куракча /шпател /.
7. Конуссимон куракча.
8. Мувозанат конуси.
9. А.М.Василеев асбоби.
10. Гидравлик ёки механик преес.
11. Махсус шаблон /андоза/.
12. Пичоқ.
13. Иш дафтари.

*1. Грунтларнинг оқиш чегарасидаги намлиги ёки пластикликнинг юқори чегарасини аниқлаш /W<sub>п</sub>/*

1. Техник тарозида 0,01 гр аниқликда бюкс тортиб олиниб калсий хлорид солинган эксикаторга қўйилади.

2. Тайёрланган грунтдан 20 – 30 гр олиниб алюмин идишда сув билан аралаштириб лой қилинади. Грунт қуюқ бир хил масса ҳосил бўлгунча аралаштирилади ва унинг юзаси текисланиб 2 см қалинликда қатлам ҳосил қилинади.

3. Оғирлиги 76 гр ли баландлиги 25 мм га тенг, 30<sup>0</sup> ли учга эга бўлган мувозанат конуси олинади. Конус асосидан 20 мм юқорида белги қўйилган. Тайёрланган лой устига аста–секин, босмасдан, мувозанат конуси қўйилади. Агар конус грунтга белгисигача ботса, бунда грунт пластик ҳолатида деб қабул қилинади. Агар конус грунтга кўпроқ ботса, унда грунтнинг намлиги пластикликнинг юқори чегарасидан, яъни оқиш чегарасидан катта бўлади,

бунда грунтга яна курук грунтдан солиб силлиқ куракча билан яхшилаб аралаштирилади, ундан кейин пластикликнинг юқори чегараси аниқланади. Агар конус қуйилганда унинг белгисигача кирмаса, у ҳолда грунт намлиги оқиш чегарасидан кам, яъни грунт пластик ҳолатда эмас деб ҳисобланади ва грунтга озгина сув қуйилиб яна аралаштирилади, бу ҳол токи конус грунт массасига белгисигача ботгунча давом эттирилади.

4. Грунт массасининг пластиклиги юқори чегарасига етганлигини яна А.М.Василеев асбоби орқали текширилади. Бунинг учун конуссимон куракча билан тайёрланган лой ўртасидан иккига бўлинади /бунда тайёрланган лой юқори қисми 1 см, пастки қисми 0,2 см га тенг бўлган кенгликда 2 қисмга бўлинади/. Грунт бўлинган ҳолда А.М.Василйев асбобига қуйилади, асбоб идишчаси 6 см юқорига кўтарилиб, эркин ташлаб юборилади: бу ҳолат 3 марта қайтарилади. Агар грунт учинчи марта ташлаб юборилганда тагидан 0,1 см баландликда. 15–20 мм узунликда бирлашса, грунт массаси пластикликнинг юқори чегарасида деб ҳисобланади. Грунт 2–марта ташлаб юборилаётганда бирлашиб қолса, унда лойга озгина тупроқ аралаштириб, яна жараён қайтарилади. Агар грунт массаси 3–марта А.М.Василъев асбобида ташлаб юборилганда бирлашмаса грунтнинг намлиги пластикликни юқори чегарасидан кам ҳисобланиб, бироз сув қўшилади ва юқоридаги жараён яна қайтарилади.

5. Тайёрланган лой тўрт қисмга бўлиниб, олдиндан тайёрланган, оғирлиги маълум бюксга бир қисми солинади ва техник тарозида тортилиб, термостатга қуриштиш учун қўйилади.

6. Грунт массаси қуригандан кейин /24 соатда/ бюкси билан олиниб яна оғирлиги тортилади ва қуйидаги ифода орқали пластикликнинг юқори чегарасида унинг намлиги аниқланади.

$$W_L = \frac{q_1 - q_2}{q_2 - q_0} \times 100 \% ,$$

бу ерда:  $q_0$  – бюкс оғирлиги, гр;  $q_1$  – бюкс нам грунти билан, гр;  $q_2$  – бюкс қуририлган грунт билан, гр.

## *II. Пластикликнинг қуйи чегарасини аниқлаш /W<sub>p</sub>/*

Металл идишчадаги тўрт қисмга бўлинган грунндан яна бир бўлагини олиб филтър қоғоз устида диаметри 3 мм ли арқонча, бўлгунча думалатади; бу вақтда грунт ўз намлигини йўқотиб, аста–секин майдалана бошлайди, бу ҳолатда грунт намли пластикликнинг қуйи чегарасига етган ҳисобланади. Тайёр бўлган грунт олдиндан тайёрланган оғирлиги маълум бюксга солиниб, грунт билан яна оғирлиги тортилади ва термостатга /24 соатга/ қуриштириш учун қўйилади.

7. Қуриган грунт бюкси билан оғирлиги ўлчанади ва қуйидаги ифода орқали пластикликнинг қуйи чегараси ёки қаттиқликка ўтиш чегараси аниқланади.

$$W_p = \frac{q_2 - q_1}{q_1 - q_0} \times 100 \%$$

бу ерда,  $q_0$  – бюкс оғирлиги, гр;  $q_2$  – нам грунт билан бюкс оғирлиги, гр;  $q_1$  – қуриган грунт билан бюкс оғирлиги, гр.

8. Юқорида аниқланган намлик чегаралари, пластикликнинг юқори /W<sub>л</sub> / ва қуйи чегаралари / W<sub>p</sub>/ орқали пластиклик сони /M<sub>p</sub>/ аниқланади ва грунт номи юқорида қайд этилган тавсиф асосида аниқланади.

9. Юқорида 4-лаборатория ишлари асосида аниқланган табиий намлик миқдорида грунтнинг консистенция ҳолати кўрсаткичи /B/ аниқланади:

$$B = \frac{W_{tab} - W_r}{M_r}$$

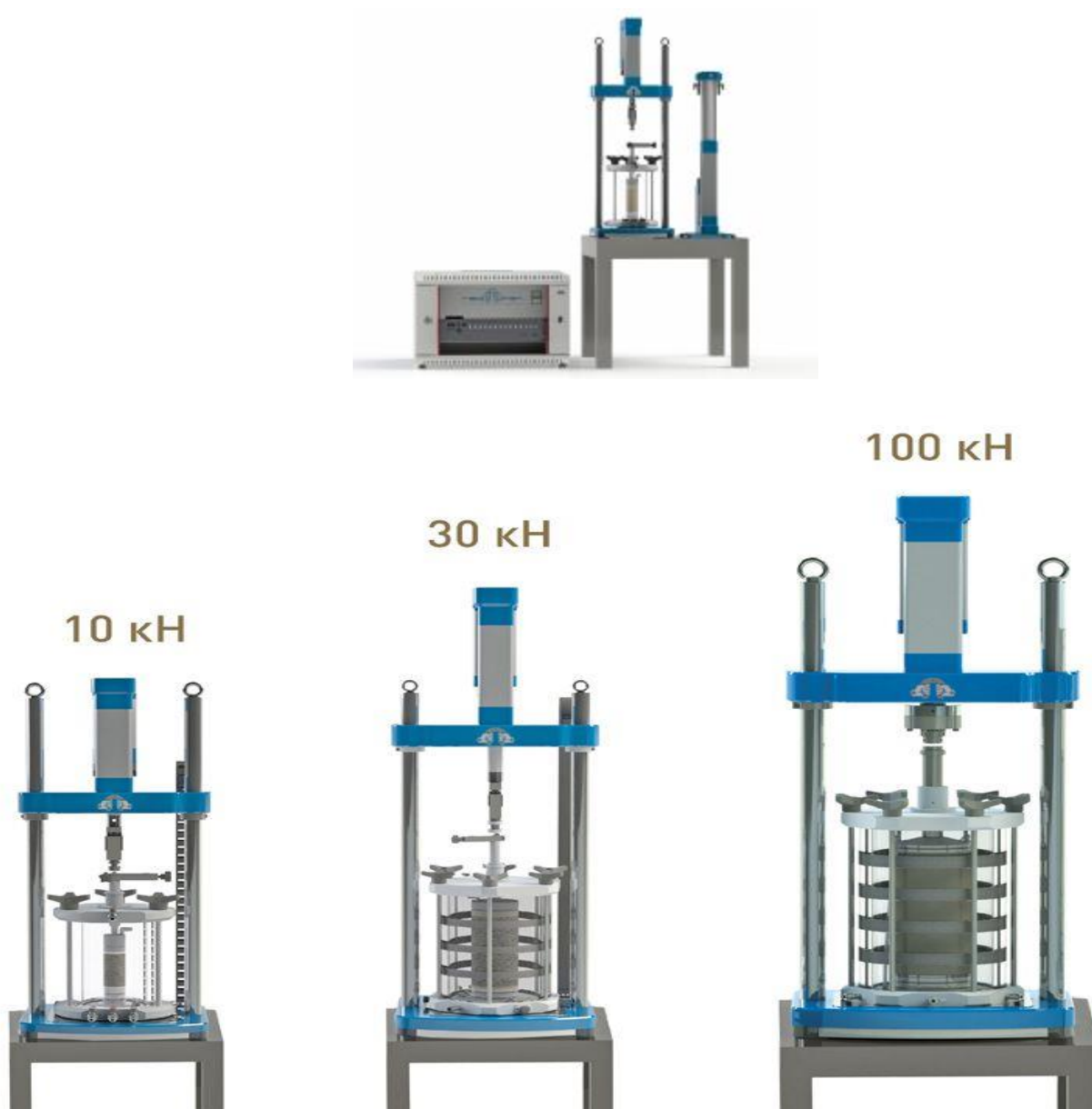
Юқорида келтирилган тавсиф асосида грунтнинг ҳолати аниқланади.

#### 4-амалий машғулот: Грунтларни механик хусусиятларини аниқлаш.

*Ишдан мақсад:* Грунтларни механик хусусиятларини аниқлаш.

Грунтларни механик хусусиятларига деформацион ва реологик, сурилишга қаршилиқ, кўпчиш, уваланиш кўрсаткичлари киради. Уларни аниқлаш асбоблари билан танишиш, хорижий техника ва технологияларни афзалликларини ўрганиш.

Замонавий АСИС ускунасини ўрганиш. Ва унда амалий машғулотлар ўтказиш:







намуна

олиш

асбоби



Деформация ва сиқилишни ўрганиш



филтрацияни аниқлаш асбоблари

## V. ГЛОССАРИЙ

<b>Адсорбентлар</b>	қаттиқ ёки суюқ моддалар. Уларнинг заррачалари юзасида адсорбция ҳодисаси – моддалар ва улар билан бирга бўлган газлар ёки аралашмаларнинг ютилиши рўй беради.
<b>Адсорбция</b>	тоғ жинси ёки тупроқ заррачалари орқали эритмадан сўриб олиниш.
<b>Адсорбцион сув</b>	тоғ жинси ёки тупроқ заррачалари орқали эритмадан сўриб олинган сув.
<b>Аэрация зонаси</b>	ер юзаси билан грунт сувлари сатҳи орасидаги ҳудуд.
<b>Аккумуляция</b>	куруқлик юзасида ёки сув ҳавзаси тубида минерал моддаларнинг ёки органик чўкиндиларни тўпланиши.
<b>Фаол ғоваклик</b>	тоғ жинсларида ер ости сувлари эркин ҳаракатланадиган ғовакликлар ва б. Бўшлиқларнинг деворчалари гиграскопик ва парда сув билан қопланганлиги учун ҳаракатланаётган ер ости сувлари сезиларли ишқаланиш ва тортиш кучига дуч келмайди.
<b>Акцессорминераллар</b>	тоғ жинсларининг ичида оз миқдорда учрайдиган минераллар.
<b>Аморф модда</b>	шакилсиз, кристалланмаган қаттиқ ҳолдаги модда.
<b>Анаэроб жараён</b>	кислородсиз муҳитда ҳайвон ва ўсимлик қолдиқларининг ривожланиш (ўзгариш, чириш) жараёни.
<b>Биоген чўкиндилар</b>	тирик организмларнинг фаолияти туфайли ҳосил бўладиган ва скелет қолдиқларидан, органик моддалардан ташкил топган чўкиндилар.
<b>Қалқувчи қуйқалар</b>	(взвеси) – жуда секин сузувчи, таркибида майдаланган қаттиқ жисм заррачалари бўлган суюқликлар.
<b>Грунтлар нам сифими</b>	грунтнинг бўшлиқларда ва заррачалари устида маълум миқдорда сувни сифдириб сақлаб туриш

	қобияти.
<b>Сув шимиш</b>	сувга ботирилган жинсинг, оддий шароитда, яъни 1 атм. босимда ва 20°С да сув шимиш қобияти.
<b>Бўшлиқ бурчакларидаги сувлар</b>	бурчак сувлари.
<b>Қуп-қурик (воздушно-сухой) грунт</b>	таркибида фақат табиий (гиграскопик, парда сув) сув бўлган, гравитацион сувлардан бутунлай маҳрум бўлган грунт.
<b>Сув сингдириш</b>	сувни тупроққа шимилишини бошланғич босқичи бўлиб, тупроқ-грунт сувга тўла тўйинмаган шароитларда кузатилади.
<b>Ёпишқоқлик</b>	(вязкость) – заррачаларнинг бошқа куч таъсирига (аралашисга) бўлган қаршилиги.
<b>Шағал (галька)</b>	тоғ жинстинг 10 мм дан 100 мм гача катталиқдаги силлиқланган бўлақлари.
<b>Генезис</b>	маълум бир геологик бирикмаларни келиб чиқиши.
<b>Гигроскопиклик</b>	тоғ жинсларининг ҳаводан буғсимон намларни ўзига тортиб олиш қобияти.
<b>Гидролизация</b>	сувда парчаланиш
<b>Гидротация</b>	сувда эрийдиган моддалар заррачаларини сув молекулалари билан боғланиш жараёни. Сув билан қўшилиш жараёни.
<b>Гидрофил</b>	дисперс муҳити сувдан иборат лиофоблар.
<b>Гипергенез</b>	ерни устки қисмларида – атмосфера, гидросфера ва литосферанинг унча чуқур бўлмаган қатламларида ҳосил бўлиш.
<b>Гиперген жараёнлар</b>	ернинг устки қисмларида – атмосфера, гидросфера ва литосферанинг унча чуқур бўлмаган қатламларида содир бўладиган жараён.
<b>Гилли жинс</b>	хемоген, бўлакланувчан ва хемоген-бўлакланувчан генезисли, $d < 0,005$ мм ли, баъзи классификациялар бўйича $d < 0,01$ мм ёки $d < 0,001$ мм ли, минерал таркиби бўйича асосан гилли минераллардан (каолинит, гидрослюдалар,

	монтмориллонит, магнезияли силикатлар, хлоритлар) ташкил топган чўкинди жинс.
<b>Тоғ жинслари</b>	маълум таркиб ва тузилишга эга бўлган, геологик жараёнлар натижасида шакилланган, Ер пўстида мустақил жисм кўринишида ётувчи табиий минерал агрегатлари (бирикмалари).
<b>Гравий</b>	(майда шағал) – йирик бўлакланувчан бўшак чўкинди жинслар бўлиб, силлиқланган (юмалатилган) майда бўлақлардан иборат. Катталиги 1-10 мм атрофида.
<b>Дегидротация</b>	тоғ жинслари ва минералларидан сувни ажратиб олиш.
<b>Денудация</b>	тоғ жинсларининг нураши ва нураган жинсларни рельефнинг паст жойларида тўпланиши.
<b>Депрессия</b>	шакли ва келиб чиқишидан қатъий назар ер юзасидаги ҳар қандай пастлик жой.
<b>Деагенез</b>	бу термин умуман “қайта туғилиш” ёки “қайта ҳосил бўлиш” деган маънони билдиради ва шунинг учун уни икки хил изоҳлаш мумкин. Аслида моддани бир турдан иккинчи турга ўтиши, масалан, сув ҳавзалари тагидаги чўкиндиларни чўкинди тоғ жинсларига айланиши билан боғлиқ жараёнлар мажмуасидир.
<b>Дизъюнктив</b>	ер пўсти бирлигини бутунлигини узиш, синдириш.
<b>Дисперс фаза</b>	$10^{-4}$ дан $10^{-8}$ мм гача диаметрли майда чангсимон заррачалар (мицеллалар)дан иборат.
<b>Дисперс муҳит</b>	каллоид эритмада кўп қисми ортиқча иштирок этадиган фаза ёки иккинчи (дисперсияли) фазада заррачалари парчаланган (эриган) эритувчи.
<b>Диффузия</b>	эритмани эриган моддалари унинг ҳамма қисмида табиий бир хил тарқалишга олиб келадиган жараён. Тарқалиш, ҳар тарафга оқиб кетиш.

<b>Дресва</b>	(йирик кум) – ҳар хил тоғ жинсларининг физик нурашидан ҳосил бўлган бўшақ маҳсулот.
<b>Шўрланган тупроқлар</b>	таркибида 0,25 % дан ортиқ, ортиқ сувда эрийдиган минерал тузлар тўпланган тупроқ қатламлари.
<b>Катагенез</b>	гипергенез зонасидаги тоғ жинсларида жойлашган ер ости сувлари туфайли содир бўладиган барча ўзгаришлар мажмуаси.
<b>Коагуляция</b>	коллоид ва баъзи бир дағалроқ дисперс системаларнинг чидамлилиқ ҳолатини бузилиши билан боғлиқ ўзгариш жараёни.
<b>Коллоиды</b>	(коллоидные растворы) – Коллоидлар (коллоид аралашмалар) – дисперс фаза ва дисперс муҳитдан ташкил топган ҳар хил дисперс системалар.
<b>Колматация</b>	грунт ғовақларига табиий ёки сунъий ҳолда гил ва балчиқ заррачаларининг сингдирилиши.
<b>Конденсация</b>	сув бўғларини бошқа ҳолатга ўтиши.
<b>Криогенез</b>	манфий температурада нураш пўстидаги, шунингдек, гидросферадаги тоғ жинслари ва тупроқнинг қайта пайдо бўлиши ҳамда улардаги физика-химёвий ўзгариш жараёнларининг йиғиндиси
<b>Литогенез</b>	жинснинг ҳосил бўлишига ва унинг ҳозирги ҳолатини шаклланишига олиб келган жараёнлар йиғиндиси (тўплами).
<b>Нишаб</b>	(откос) – табиий қиялик.
<b>Олиготроф</b>	суви кислородга бир текис тўйиниши.
<b>Реликтив сув</b>	жинслар билан бир вақтда ҳосил бўлиб шу жинслар таркибида сақланиб турадиган седиментацион сув.
<b>Тоғ жинслари массиви</b>	муҳандислик геологиясининг маълум структурасини устки тузилиши, геологик кесимнинг қат-қатлиги, уларнинг ички тузилиши,

	структура ва механик хусусиятлари билан тавсифланадиган тоғ жинсларининг қалинлиги.
<b>Ёнбағир</b>	(склон) – ер юзасидаги рельефнинг ҳар хил шакллари бўлган ва қиялик ҳосил қилган участкалар.
<b>Шўрлар</b>	(солонлар) – намликни бирмунча ортиши, гумуснинг эрувчанлигини кўпайиши ва алюмосиликатларнинг парчаланиши натижасида ҳосил бўладиган шўрхок тупроқлар.
<b>Шўрхок</b>	(солончак) – ясси, кўпинча яланг, сийрак шўрхок ўсимликлар ўсадиган, йилнинг қурғоқчиллик вақтида ернинг қовжирашидан кўпгина ёриқликлар билан қопланган, шўр тупроқдан (сувда эрийдиган тузларнинг устки қатламидаги миқдори 1 % ва ундан ортиқ) иборат гилли юза.
<b>Сор</b>	(шўр) – шўр кўллари қуриб қолишидан пайдо бўлган шўрхоклар – шўр ерларни номи.
<b>Сорбция</b>	(ютиш) – қаттиқ жисмлар ва суюқликларнинг газ, буғ ва эриган моддаларни ютиши: 1) адсорбция – газ, буғ ёки эриган моддаларнинг қаттиқ жисм юзасида ёки суюқликнинг суюқлик билан кўшилиши ва суюқлик – газ (буғ) чегарасида ютилиши; 2) абсорбция – суюқлик ёки қаттиқ жисмнинг ҳажм миқёсида ютиши; 3) хемосорбция – химиявий бирикмалар ҳосил қилиб ютилиш.
<b>Суспензия</b>	жинснинг сувда эрмаган майда заррачалари.
<b>Терриген ётқизиқлар</b>	емирилиб бузилишдан ҳосил бўлган ҳар хил жинс ва минерал парчаларидан иборат ётқизиқлар.
<b>Техноген ётқизиқлари</b>	– инсон фаолияти билан боғиқ ётқизиқлар (тоғ иншоотидан чиқариб ташланган жинс уюмлари, ирригация ўтириндилари, тўғонлар, шаҳарларнинг “маданий” қаватлари ва ш. к.).
<b>Тиксотроп</b>	майда дисперс грунтларнинг механик таъсир туфайли, масалан, уларни силкитганда ёки аралаштиришда маълум шароитларда

	суюкклашиши ва гелсимон ҳолатдан зол ёки суспензия ҳолатига ўтиш қобилияти.
<b>Эпигенез</b>	Эпигениз – иккиламчи жараёнлар бўлиб, тоғ жинслари ер пўстида биринчи бор пайдо бўлгач, уларни бир қатор ўзгаришларга ва янгидан пайдо бўлишга олиб келади.
<b>Фация</b>	чўкиндида ёки тоғ жинсида ўз аксини топган чўкинди тўпланиш шароити.
<b>Аллювий</b>	Дарё водийларида доимий оқар сувлар ҳосил қилган ётқизиқлар 2. Аморф тузилиш -Қаттиқ моддалар заррачаларининг (молекуларлари, атомлари, ионлари) тартибсиз жойлашган ҳолати. Кристалл тушунчасига зид тушунча.
<b>Антиклиналь</b>	Қатламланган чўкинди, эффузив, шунингдек, метаморфизмга учраган жинсларнинг гумбазсимон ётиш шакли.
<b>Аэрация зонаси</b>	- Сизот сувлари сатҳи билан ер юзаси орасдаги масофа
<b>Биосфера</b>	Ернинг ташқи, организмлар яшайдиган, мураккаб тузилишли қобиғи.
<b>Брекчия</b>	Йирик бўлакчи чақиқ жинс. Диаметри 20 мм дан йирик бўлган силлиқланмаган (қиррали) ҳар хил жинслар бўлакчаларининг табиий цементланишидан ҳосил бўлади. Брекчиани ташкил этувчи бўлакчаларнинг ўлчами бир хил ёки ҳар хил бўлиши мумкин ва табиий цемент турлари билан ҳам фарқ қилади..
<b>Вулканизм</b>	Ернинг чуқур қатламларидан магматик массанинг ва у билан бирга газ-сув маҳсулотларнинг қўшилиб Ер юзасига қараб ҳаракати натижаси билан боғлиқ жараёнлар ва ходисалар тушунилади. Вулканизмнинг платформа, геосинклиналь, ороген турлари фарқланади.
<b>Вулқон</b>	Вақти-вақти билан ернинг чуқур қисмидан ер юзасига магма, вулқон материаллари, қайноқ сув ва буғлар отилиб чиқадиган туйнигидир.



<b>Генезис</b>	Тоғ жинси, фойдали қазилма кони, минерал, ер ости суви, қатлам, букилма, узилма, тоғ, рельеф, геологик жараён, ходисалар ва шунга ўхшашларнинг пайдо бўлиш йўли.
<b>Генетик тип</b>	Маълум бир геологик омиллар фаолияти натижасида ҳосил бўлган ётқизиклар, тоғ жинслари, рельеф ва бошқалар номи.
<b>Гео</b>	Ерга, ер шарига, ер пўстига, ер ҳақидаги фанлар каби мураккаб сўзларни белгиловчи сўз тури.
<b>Гипергенез</b>	(гипергенезис) – Ер юзасида тоғ жинсларининг парчаланиши (нураши), шунингдек, кимёвий ва минерал ҳосил қилувчи жараёнлар мажмуи. Гипергенез атмосфера, гидросфера, биосфера (чириш, эриш, гидротация, гидролиз, оксидланиш, карбонатланиш) таъсирида юз беради.
<b>Делювий</b>	Тоғ жинсларининг нурашидан ҳосил бўлган маҳсулотларни ёмғир сувлари ёки қор сувлари таъсирида ювилиб тоғ ёнбағирларида ва унинг этакларида йиғилишидан ҳосил бўлган делювиал ётқизикларнинг қисқартирилган номи
<b>Денудация</b>	Тоғ жинсларининг нурашидан ҳосил бўлган маҳсулотларни атмосфера омиллари (сув, муз, шамол, қор) таъсирида рельефнинг пастлик жойларига олиб бориб тўпланиши. Денудация чизикли ва майдон бўйлаб ривожланиши мумкин. Денудация омилларига: гравитация ҳаракатлари (кўчиш, силжиш, ағдарилиш); оқар сувлар иши (эрозия), ер ости ва усти сувлари иши (карст, суффозия), қор ва музлик иши (нивация), шамол иши (дефляция), денгиз ва кўл сувлари иши (абразия), ҳайвонот ва ўсимликлар ҳамда инсон фаолияти таъсири киради.
<b>Карст</b>	Ер усти ва ости сувлари ҳаракати таъсиридан тоғ жинсларининг эриши ва эриган моддаларнинг чиқиб кетиши натижасида уларнинг ичида ҳосил бўлган турли шакл ва ўлчамдаги бўшлиқлар.
<b>Коллювий</b>	Коллювий оғирлик кучи таъсирида ёнбағрлардан пастга ағдарилиб тушиб тўпланган нураш маҳсулотлари (масалан, тоғ ёнбағридан кўчиб тушган тош, ҳарсанг тош уюми), коллювиал

	ётқизиқлар деб ҳам аталади.
<b>Конгломерат</b>	цементланган шағал. Силлиқланган юмалоқ, япалоқ ва ўлчами 20 мм дан 200 мм гача бўлган жинс бўлақларининг оҳак, темир, кремний, гипс, фосфор ёки гил ва бошқа моддалар билан цементланиб бирикишидан ҳосил бўлади.
<b>Лёсс</b>	Тузилиши ўзига хос, физик ва механик таркибининг 50% дан кўпроғи чанг фракциясидан иборат бў. Лёссимон суглинок Суглинка лёссовидные кўриниши лёссга ўхшаш, аммо ундан кўп белгилари (гил фракциясининг кўплиги, қум қатламчалари билан қатланиши, чўкиш хусусиятининг озлиги ва бошқалар) билан фарқланадиган тоғ жинси.

## VI. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

### I. Махсус адабиётлар

1. Braja M.Das. Principles of Geotechnical Engineering. 2010. United States. 470 p.
2. David George Price. Engineering Geology principles and practice. 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 450 p.
3. Craig R.F. Craig's soil mechanics. London and New York, 2010. 446 p.
4. Казарновский В.Д. Основы инженерной геологии, дорожного грунтоведения и механики грунтов. (Краткий курс). –М.: 2007. 284 с.
5. Трофимов В.Т. и др. Грунтоведение. –М.: Изд-во МГУ, 2005. 1024 с.
6. Qayumov A.D. Geologiya va gruntshunoslik. -Toshkent: 2006. 169 b.
7. Kayumov A.D. Muhandislik geologiyasi va gruntshunoslik asoslari. -Toshkent: 2012. 160 b.
8. Rasulov H.Z. Gruntlar mexanikasi, zamin va poydevorlar. –Toshkent: Tafakkur, 2010. 272 b.
9. Kayumov A.D., Adilov A.A., Kayumova N.M. Gruntshunoslik. O'quv qo'llanma. –Toshkent: Cho'lpon, 2012. 144 b.
10. Добров Э.М. Механика грунтов. –М.: Академия, 2008. 272 с.

### II. Интернет ресурслари:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг Матбуот маркази сайти: [www.press-service.uz](http://www.press-service.uz)
2. <http://www.geology.ru/Books/Shvarts//Shvarts.html>
3. <http://www.elebrary.ru/> - научная электронная библиотека.
4. <http://www.mggu.ru> – Московский государственный геолого-разведочный университет.
5. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)
6. [www.edu.uz](http://www.edu.uz)