

**Сәулет, қала құрылысы және құрылыс
саласындағы мемлекеттік нормативтер
ҚР НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ**

**Государственные нормативы в области
архитектуры, градостроительства и строительства
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РК**

**ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ ЖОБАЛАУ.
ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН КҮШЕЙТІЛГЕН
ІРГЕЛЕРДІ ЖОБАЛАУ**

**ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ,
УСИЛЕННЫХ ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

**ҚР НТҚ 07-01.5-2012
НТП РК 07-01.5-2012**

Ресми басылым
Издание официальное

**Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің
Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер
ресурстарын басқару комитеті**

**Комитет по делам строительства, жилищно-коммунального
хозяйства и управления земельными ресурсами
Министерства национальной экономики Республики Казахстан**

Астана 2015

АЛҒЫ СӨЗ

1. **ӘЗІРЛЕГЕН:** «ҚазҚСҒЗИ» АҚ, ҚарМТУ жанындағы ҚазКСЖДИ институты
2. **ҰСЫНҒАН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің Техникалық реттеу және нормалау басқармасы
3. **ҚАБЫЛДАНҒАН ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛГЕН МЕРЗІМІ:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің 2014 жылғы 29-желтоқсандағы № 156-НҚ бұйрығымен 2015 жылғы 1-шілдеден бастап
4. **ОРНЫНА:** Алғашқы рет

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. **РАЗРАБОТАН:** АО «КазНИИСА», Институт КазМИРР при РКГП КарГТУ
2. **ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан
3. **ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:** Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства Национальной экономики Республики Казахстан от 29.12.2014 № 156-НҚ с 1 июля 2015 года
4. **ВЗАМЕН:** Впервые

Осы мемлекеттік нормативті Қазақстан Республикасының сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті мемлекеттік органының рұқсатынсыз ресми басылым ретінде толық немесе ішінара қайта басуға, көбейтуге және таратуға болмайды

Настоящий государственный норматив не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения уполномоченного государственного органа по делам архитектуры, градостроительства и строительства Республики Казахстан

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	V
1 ҚОЛДАНЫЛУ САЛАСЫ.....	1
2 НОРМАТИВТІ СІЛТЕМЕЛЕР.....	1
3 АНЫҚТАМАЛАР	2
4 БЕЛГІЛЕР	4
5 ТОПЫРАҚТЫ ХИМИЯЛЫҚ ТӘСІЛДЕРМЕН БЕКІТУ	7
5.1 Жалпы ережелер	7
5.2 Инженерлік ізденістер мен арнайы зерттеулер	14
5.3 Негіздерді жобалауға қойылатын негізгі талаптар	17
5.4 Негіздерді есептеу және жобалау әдістері	19
5.4.1 Жобалауға қойылатын талаптар	19
5.4.2 Есептеу әдісі	22
6 НЕГІЗДЕРДІ ХИМИЯЛЫҚ ТӘСІЛДЕРМЕН КҮШЕЙТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....	28
6.1 Химиялық материалдар талаптар.....	28
6.2 Негізді бекітудің технологиялық тәртібі.....	29
6.3 Сапаны бақылау және жұмыстарды қабылдау	41
6.4.Қауіпсіздік техникасы және қоршаған ортаны қорғау шаралары	45
А ҚОСЫМШАСЫ(<i>ақпараттық</i>) Топырақты, әктасты, цементті және басқа да арматуралаушы элементтермен күшейтілген негізді жобалаудың еуропалық моделі	49
Б ҚОСЫМШАСЫ(<i>міндетті</i>) Топырақты бекітудің типін (түрін) таңдау және конструктивтік сұлбасын тағайындау	55
В ҚОСЫМШАСЫ (<i>ақпараттық</i>) Геотехникалық зерттеулерді жүргізудің әдістері	66
Г ҚОСЫМШАСЫ(<i>міндетті</i>) Еурокод бойынша топырақтарды химиялық тәсілмен сынақтау	71
Д ҚОСЫМШАСЫ(<i>міндетті</i>) Шөгін кететін сазды құм аралас топырақтардың жұту сыйымдылығын анықтау	75
Е ҚОСЫМШАСЫ(<i>міндетті</i>) Топырақтардағы ғанышты анықтау.....	76
Ж ҚОСЫМШАСЫ(<i>міндетті</i>) Топырақтардағы органикалық заттарды анықтау.....	77
И ҚОСЫМШАСЫ(<i>міндетті</i>) Натрий силикатының модулын анықтау	78
Қ ҚОСЫМШАСЫ(<i>міндетті</i>) Еурокод арқылы топырақтың сүзуі сынақтары туралы ақпарат.....	79
Л ҚОСЫМШАСЫ(<i>міндетті</i>) Топырақтардың сүзілу коэффициенттінің лабораториялық анықтамасы	81
М ҚОСЫМША (<i>міндетті</i>) Силикаттау тәсілдерімен топырақты химиялы бекітуде қолданылатын химиялық материалдар.....	86
Н ҚОСЫМШАСЫ(<i>міндетті</i>) Құмтас топырақтарды бір ерітінділі екі компонентті силикаттау және шайырлау үшін бекітуші қоспалардың құрамының көлемді ара қатынастардан гел түзілу уақытының тәуелділігін анықтау	92

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

П ҚОСЫМШАСЫ(<i>міндетті</i>) Силикаттау және шайырлаумен бекітілген топырақтардың бірестік сығылудағы беріктігін анықтау	93
Р ҚОСЫМШАСЫ(<i>міндетті</i>) Топырақты Еврокод бойынша беріктікке сынақтау	95
С ҚОСЫМШАСЫ(<i>ақпараттық</i>) Топырақты беріктікке сынақтау туралы ақпарат.....	98
Т ҚОСЫМШАСЫ(<i>ақпараттық</i>) Топырақтарды шайырлау және силикаттау кезіндегі қолданылатын жабдықтар тізімі және сипаттамасы	100
У ҚОСЫМШАСЫ(<i>міндетті</i>) Жұмыс өндірісінің журналдарының үлгісі	103

КІРІСПЕ

Топырақты бекіту – бұлар-түрлі физико-химиялық тәсілдерді қолданаотырып құрылыста пайдаланылатын топырақтың, табиғи жағдайында құрылыстық қасиетінің жасанды түрде өзгеруі. Топырақтың жасанды өзгеруі оның беріктігінің, тұрақтылығыныңартуын, су сіңіргіштігінің, сығылуының азайуын, жәнеде топырақтың табиғи беріктігінің қоршаған ортаның өзгеруіне байланысты,әсіресе ылғалдылыққа,сезгіштігініңәлсіреуін білдіреді.

Топырақты физико-химиялық тәсілмен бекітудіңқазіргі деңгейде дамуынтиімді қолдану құрылыс тәжірибесінде кездесетін келесі мәселелерді шешеді:

- бұрын салынып имараттардың ірге тасын күшейту;
- шөкпелі топырақтарда өнеркәсіптік және азаматтық имараттарды салу;
- суға қанылған топырақтарда құрғақ қазаншұңқырларды қазу;
- жер асты қазылымдарын өту;
- зәулім топырақтық және тасты-нобайланған бөгеттерді аллювиалды топырақтарда салумен байланысты оларда сүзуге қарсы бүркеулерді жасау;
- бетоннан салынған имараттарды (ірге тастарды) агрессивті жер асты суларының зиянды әсерінен топырақта қатып қалатын химиялық реагенттерді енгізуарқылы қорғау, сонымен бірге арнайы коррозияға қарсы қосымшаларды кері төгінді топырақтарға енгізу;
- қадалардың және үлкен диаметрлі тіректердің көтеру қабілеттілігін олардың табанынан төменгі топырақтарды бекітуарқылы арттыру.

Бекітілген топырақтарға қойылған талаптарға байланысты, топырақты тез және нық бекіту үшін екі санатты тәсілді ерекшелеуге болады. Оларға: екі ерітінділі силикаттау, кремне фторсутек қышқылын қолданумен бір ерітінділі силикаттау, күмдақ топырақтарды бір ерітінділі силикаттау, топыраққа су өткізбеушілікті және беріктік беретін шайырлау және цементті-сазды ерітіндіні енгізу жатады. Оларға сазды силикатты, саздыалюмосиликатты және силикаттытампожады ерітінділерді қолдану жатады.

Топырақты бекіту ұңғы иъекторлары арқылы аз тұтқырлы химиялық ерітінділердітопыраққа қысыммененгізуарқылы жүзеге асады, сонымен бірге топыраққа электр қуатының, жылыту және салқындату әсерімен жүргізіледі. Химиялық ерітінділер күн өткен сайын қатайып, топырақты су өткізбейтін тасқа айналдырады.

Химия бекітуі ұзақ ауқытқа жарайды және басқа тәсілдермен салыстырғанда бірнеше артықшылықтары бар (қатырудан, кесондық және т.б.тәсілдерден).

Негізгі артықшылықтар:

- жұмыс орындалуының оңайлылығы;
- қолданылатын жабдықтың қолайлығы;
- жұмыс орындалуының қысқа мерзімділігі;
- топырақты кез-келген тереңдікте әлде-бір арнайы қазылымсыз және жер жұмыстарынсыз бекіту;
- жер асты жұмыстарын имараттың немесе ғимараттың жұмысын тоқтаусыз жүргізу мүмкіншілігі.

Нормативті-техникалық құжат ҚР ҚЕ EN 1992, 1997/2011 дамуытуға берілген тапсырмасына сәйкес және қазіргі ғылымның, техника мен технологияның,

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

геотехникалық құрылыстарды жобалауменоны салудыңшетелдік және отандық тәжірибесіне негізделіп орындалған.

Нормативті-техникалық құжат Еурокодтармен және оның сілтемелі стандарттарымен барынша үйлестірілген.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ НОРМАТИВТІК–ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ
НОРМАТИВНО–ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ ЖОБАЛАУ. ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН КҮШЕЙТІЛГЕН
ІРГЕЛЕРДІ ЖОБАЛАУ**

**ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ,
УСИЛЕННЫХ ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Енгізілген күні - 2015-07-01

1 ҚОЛДАНЫЛУ САЛАСЫ

Бұл құрал салынып жатқан және қайта құрылып жатқан ғимараттардың негізін химиялық тәсілдермен бекітуді жобалау және тұрғызуға арналған.

Нормативті-техникалық құжат ҚР ҚЕ EN 1992, 1997/2011 дамуытуға берілген тапсырмасына сәйкес және қазіргі ғылымның, техника мен технологияның, геотехникалық құрылыстарды жобалауменоны салудың шетелдік және отандық тәжірибесіне негізделіп, азаматтық және өндірістік құрылыс кезінде әр-түрлі өндірістік мәселелерді шешуге бағытталған топырақты химиялық тәсілмен бекітуді жобалау және оны жасау жұмыстарының инъекциялық шайырлау және силикаттау тәсіліне арналған.

Осы құралындасуға қаныққан табиғи жағдайдағы топырақ қана емес, үйінді топырақтардағы негіздерді бекітуге арналған материалдарға қойылатын техникалық талаптар, негіздерді бекітуді есептеудің принциптері, орналастыру технологиясы, жұмыс сапасын бақылау және қабылдау, қауіпсіздік техникасы және қоршаған ортаны қорғау талаптары берілген. Талаптар тек қысымды жер асты суы бар жағдйды қарастырмайды.

Осы құралында топырақты химиялық тәсілмен бекітудің мәнін баяндайтын, тәсілдердіңжіктелуі және олардың қолдану ортасын, негіздерді жобалаудың нақтылайтын ережесі мен қағидалары бекітіліп, имараттар мен ғимараттардың іргетастарын және негіздерін инъекциялық тәсілдерімен топырақтың табиғи жағдайында химиялық бекіту жұмыстарының тәртібі туралы мәліметтер жазылған.

Құралжобалық-ізденіліс, жобалық және өндірістік кәсіпорындарынданегіздерді, ірге тастардыжәне жер асты ғимараттарын құрумен айналысатын инженерлік-техникалық қызметкерлерге арналған.

Осы құралдағы ережелер топырақты химиялық тәсілмен бекітудегі жаңа конструктивтік және технологиялық шешімдерге немесе қағидаларға, сонымен бірге қазіргі күнгі тәсілдерді жетілдіругешектеу қоймайды.

2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы оқу құралында құрылыс ережелеріне келесі нормативті-техникалық құжаттар сілтемелеп пайдаланылған:

СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011. Основы строительного проектирования

СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила

СН РК EN 1997-2:2007/2011. Геотехническое проектирование. Часть 2. Исследования и испытания грунта

ISO 14688-1-2009 Геотехническое исследования и испытания идентификация и классификация почв. Часть 1. Идентификация и описание

EN 12063-2009 Производство специальных геотехнических работ. Шпунтовые стены

EN 1536-2009 Выполнение специальных геотехнических работ. Буровые сваи

EN1537-2009 Выполнение специальных геотехнических работ. Грунтовые анкеры

3 АНЫҚТАМАЛАР

Осы құралында құрылыс ережелеріне сәйкес келесі атаулар тиісті анықтамалармен қолданылады:

3.1 Анизотропия—беріктік, серпімділік сипаттамаларының және материалдың физикалық қасиеттерінің әр түрлі құрылымдық бағыттардағы өзгеліктері.

3.2 Анизотропты материал – дененің нүктесі арқылы өтетін, барлық бағыттарда әр түрлі механикалық қасиеттері бар материал.

3.3 Топырақтың арматураланған алабы –арматураланған элементтермен күшейтілген табиғи топырақ алабы.

3.4 Арматуралау элементі- жоғары сығушы және созушы күштерді қабылдауды қамтамасыз ететін арматураланған топырақтың құрама бөлігі.

3.5 Берма –бөгеттер, арналар, нығыздалған жағалар, қазылымдар, қазаншұңқырлар, топырақ (тас) үйінділердің еңістерінде немесе үйіндінің табан аралығында (автомобилдік немесе темір жол жолдарында) және қорымда (су бұрғыш жырамен) салынатын кертпеш.

3.6 Топырақ – литосфераның үстіңгі қабатындағы тау жыныстарының үгілу өнімдері

3.7 Тұтасқан топырақ – ілініскен, литосфераның үстіңгі қабатындағы тау жыныстарының үгілу өнімдері.

3.8 Сусымалы топырақ – тау жыныстарының механикалық үгілу өнімдері.

3.9 Шөкпе топырақ –сулауда тік өзгерістерге (отырып кетуге) ұшырайтын топырақ.

3.10 Деформация - дене өлшемдерінің немесе пішіннің (дене мүшелерінің) сыртқы күштердің әсерінен (белсенді күштер, температура, тіректерін жылжуы және тағы басқа факторлардан) өзгеруі.

3.11 Негіздің деформациясы – негізгі ғимараттардан (имараттардың) түскен күштердің нәтижесінде немесе ғимаратты пайдалануы және салу кезіндегі негіз топырағының физикалық күйінің өзгеруінің негізінде пайда болатын деформация.

3.12 Кулон заңы – жылжуға шекті кедергінің нормальді кернеу тәуелділігі.

3.13 Топырақты сынау – топырақтың физико-механикалық сипаттамасын анықтау әдісі.

3.14 Инженерлі-геологиялық зерттеулер – ғимараттар мен имараттарды орналастырудың ең қолайлы орындарын анықтау үшін және тиісті жобалық шешімдерді қабылдау мақсатымен жүргізілетін геологиялық және гидрогеологиялық факторларды бағалау және анықтауға арналған кешенді зерттеулер.

3.15 Жанамалық кернеу – қимаға жанама бойымен әсер ететін кернеу.

3.16 Шекті күйлерді әдіс – конструкцияларды тұрғызу және пайдаланудың кезінде шекті күйдің болуына жол бермеу талаптары негізделген есептеу тәсілі.

3.17 Серпімді дене үлгісі–кернеулер мен деформация арасындағы сызықты тәуелділіктің дене үлгісі.

3.18 Ығысу модулі (екінші топтық серпімділік модулі)– ығысудың серпінділік деформациясына қарсыласуға қабілетін сипаттайтын материалдың физикалық тұрақтылығы.

3.19 Серпімділік модулі (бірінші топтық серпімділік модулі) – материалдың қаттылығын яғни оның созылуда(сығылу) серпінді деформацияға қарсыласу қабілетін сипаттайтын физикалық тұрақтылық.

3.20 Кернеу– ішкі күштердің қарқындылығы; **(геотехника саласында)** – топырақтың қаңқасындағы толық кернеу мен түйіршік аралық сұйықтықтың қысымының айырмасымен анықталатын ішкі күштердің тиімді қарқындылығы.

3.21 Төгілген топырақ - құрылымы бұзылған табиғи жаратылыстан пайда болған топырақ.

3.22 Механиканың сызықты емес есептері – механиканың геометриялық немесе физикалық сызықтық еместік есептері.

3.23 Сызықтық емес серпінді дене - қалдықты деформациялар болмайтын жүктемелеу және жүк түсіру үрдісі дәл келетін дене.

3.24 Топырақтың шөгуді – топырақтың кеуек көлемінің өзгеру салдарынан пайда болатын тік деформациясы.

3.25 Табиғи негіз – ғимараттардың немесе имараттардың жүктемелерін қабылдайтын табиғи куйдегі топырақ.

3.26 Жасанды негіз – ғимараттардың (имараттардың) жүктемелерін қабылдайтын, тығыздаумен, химиялық, электрохимиялық, термикалық немесе басқа күшейту(бекіту) тәсілдерімен жасалған жасанды өзгертілген қасиеттері бар топырақтар.

3.27 Еңіс–шұңқырлардың және үйінділердің бүйір бет жақтарының көлбеулігі.

3.28 Жалпақ кернеуленген күй – дененің ішіндегі барлық кернеулер бір жазықтықта әрекет жасайтын және үйлесімді есеп екі өлшемді болатын күй.

3.29 Топырақтың тығыздығы – топырақтың көлем бірлігінің массасы.

3.30 Сырғығыштық – тұрақты күш әсерінен деформацияның уақытқа байланысты өзгеруі.

3.31 Топырақтың, бетонның сырғығыштығы – бетонның және топырақтың минералды қаңқасының (сазды топырақтарда) деформациясының өзгеріссіз қысым әсерінен уақытқа байланысты өзгеруі.

3.32 Кеуектілік – құрамында газбен, ауамен немесе сумен толтырылған кеуектілігі бар топырақтың қасиеті.

3.33 Шекті күй бойымен есептеу–конструкцияларды тұрғызу және пайдалану кезінде шекті күй болдырмау талаптарына негізделген есептеу тәсілі.

3.34 Релаксация –тұрақты деформация кезіндегі материалдағы кернеудің біртіндеп өзгеруі.

3.35 Реология –кернеулердің және деформацияның уақытқа тәуелділігі туралы ілім.

3.36 Қада- шартты іргетастың тігінен бекемделінетін элементтерінің жер асты бөлігі.

3.37 Жылжу, кесік–жанамалы кернеулерден болатын деформациялар түрі.

3.38 Ұңғы – топырақтан геологиялық құрылысын зерттеп білу үшін және сынама алуғаарнайы жасалынған тік геологиялық қазылым.

3.39 Жылжуға кедергі –шектік жанамалық кернеу мәнімен анықталатын топырақтың беріктігінің сипаттамасы(қирату, кесу жағдайдағы).

3.40 Ілінісу – сазды топырақтардың байланыстылығын қамтамасыз ететін физикалық қасиеті

3.41 Топырақтың отыруы– құрылымдық байланыстар күйінің өзгеруінен пайда болғандеформация түрі.

3.42 Тепе-теңдік шарты –жүйенің бүтіндей немесебір бөлігініңтепе-теңдігі қанағаттандырылатын шарт.

3.43 Ішкі үйкеліс бұрышы – Кулон тәуелділігінің түзу сызығының,кестенің абсцисса өсіне көлбеу келетін бұрышы, топырақтағы үйкелістік көрсеткіші болып саналады.

3.44 Қиыршық тас – түйін көлемі10...200 мм болатын кедір-бұдыр бетті және сүйір бұрышты байланыспаған топырақ

4 БЕЛГІЛЕР

A' –жүктемені берудің тиімді көлемі ($A' = B' \times L'$)

A_c –сығылу кезіндегі негіздің жалпы көлемі;

a_d –геометриялық мәліметтердің есептік мәні;

a_{nom} –геометриялық мәліметтердің номиналды мәні;

Δa –номиналды геометриялық мәліметтерге өсімі;

B –іргетастың ені;

b' –іргетастың тиімді ені;

C_d –функционалдыңтың тиісті белгісі үшін шектік есептік мәні;

c –топырақтың меншікті ілінісуі;

c' –тиімді кернеулерде болатын топырақтың меншікті ілінісуі;

c_u –дренаждалмаған жылжу кезіндегі топырақтың беріктігі;

$c_{u,d}$ –дренаждалмаған жылжу кезіндегі топырақтың беріктігінің есептік мәні;

D –іргетастың салыну тереңдігі;

E_d –эсердің нәтижесінің есептік мәні;

$E_{stb;d}$ –тұрақтандыратын эсер нәтижесінің есептік мәні;

$E_{dst;d}$ –тұрақтандырмайтын эсер нәтижесінің есептік мәні;

F_d –эсердің есептік мәні;

- F_k —әсердің сипаттамалық мәні;
- F_{rep} —әсердің қайта көрсетілетін мағынасы;
- G_{fcr-j} —көтергіш күшті тексеру үшін бірқалыпты тұрақсыздандыратын әсерлердің есептік мәні;
- G_{Ab-d} —көтергіш күшті тексеру үшін бірқалыпты тұрақтанған әсерлердің есептік мәні;
- $G'_{sib\backslash d}$ —өлшейтін күштерді анықтау үшін тұрақтанған бірқалыпты тік әсерлердің есептік мәні;
- H —іргетас табанына қатарлас толық әсер құрайтын немесе көлбеу жүктеме;
- H_d — H -ың есептік мәні;
- H —қабырғаның биіктігі;
- H —гидравликалық көтерудегі судың деңгейі;
- H' —гидравликалық өлшеуді тексеру үшін топырақтың призмасының биіктігі;
- h_w-k —топырақтыңпризма негізіндесудың гидростатикалық қысымының сипаттамалық мәні;
- K_o —тіреуіш қабырғаның ар жағындағы көлбеу бет жағының тыныштық күйіндегі топырақтың бүйір қысымдылық коэффициенті;
- K_{of} —тіреуіш қабырғаның ар жағындағы топырақтың бет жағының көкжиегіне рбұрышпенқисайған тыныштық күйіндегі топырақтың бүйір қысымдылық коэффициенті;
- k —қатынасы $5/\varphi_{ст}^{\wedge}$;
- L —ірге тастың ұзындығы;
- P_d-P —дің есепті мәні;
- P_p —анкерді сынақтан өткізу кезіндегі ең жоғарғы шектік жүктеме;
- $Q_{dst,d}$ —көтергіш күшті тексеру үшін тұрақсыздандыратын тік әсерлердің айнымалы есептік мәні;
- q_{bj} —негіздің меншікті кедергісінің сипаттамалық мәні;
- q_u —сығу кезіндегі шектік беріктік;
- $K_a\theta-R_a$ —ның есептік мәні;
- $R_{aj}-R_a$ —ның сипаттамалық мәні;
- R_{bM} —топырақты сынақтан өткізу кезінде алынған сипаттамасы бойынша есептелген қаданың төменгі ұшындағықарсыласуы;
- R_c —көтеру қабілеттілігі бойымен шекті күйде топырақтың сығылуға кедергісі;
- $R_{c;cai}-R$ —дің өлшелген шамасы;
- $R_{cj}-R_c$ —ның өлшелгені шамасы;
- $R_{c;k}-R_c$ —ның сипаттамалық шамасы;
- R_d —әсерге кедергі ететін есептік мән;
- R_{p-d} —топырақтыңіргетастың бүйір бет жағынанқысудан пайда болған, қарсыласу күшінің есептік мәні;
- S_{fatM} —топырақта сүзілу қысымының тұрақсыздандырғыш күшінің есептік мәні;
- $S_{dst/t}$ —топырақта сүзілу қысымының тұрақсыздандырғыш күшінің сипаттамалық мәні;
- S —шөгу;
- S_o —лездік шөгу;
- S_l —шоғырландырудан болған шөгу;

S_2 —топырақтың жылжымалығынанпайда болғаншөгу(екінші қайтара шөгу);

U —судыңкеуектік қысымы;

$d_{st,rt}$ —судың толық кеуектік қысымыныңтұрақсыздандырылған жиынтығының жобалық мағынасы;

V —тік түскен жүктеме немесе іргетастың негізіне түсетінқалыпты әсердің толық жиынтығы;

V_d-V —ның есептік мәні;

V'_d —тиімді тік әсерлердің есептік мәні немесе іргетастың негізіне түсетін қалыпты әсердің құрамдас жиынтығы ;

$V_{fa,d}$ —ғимаратқа тік тұрақсыздандырылған әсердің есептік мәні;

$F_{dst,ir}$ —ғимаратқа тік тұрақсыздандырылған әсердің сипаттық мәні;

X_d —материалдың қасиетінің есептік мәні;

X_k —материалдың қасиетінің сипаттық мәні;

z —тігінен келген қашықтық;

Грек әріптері

α —іргетас негізінің бет жағының горизонталға еңкейісі;

β —қабырғаның арт жағындағы топырақтың қиябет бұрышы (үсті - оңды);

δ —топырақ-конструкция түйісіндегі үйкеліс бұрышы;

δ_d — δ -дің жобалық мәні;

γ —меншікті салмақ;

γ' —тиімді меншікті салмақ;

γ_a —анкер үшін жеке коэффициент;

$\gamma_{a;p}$ —тұрақты анкерлер үшін жеке коэффициент;

$\gamma_{a;t}$ —уақытша анкерлер үшін жеке коэффициент;

γ_b —қаданы негіздеудің кедергісі үшін жеке коэффициент;

γ_c —тиімді ілінісу үшін жеке коэффициент;

γ_{cu} —дренажалмаған күйде жылжуға беріктік үшін жеке коэффициент;

γ_E —әсер үшін жеке коэффициент;

γ_f —қайта көрсетілетін мағыналарынан қолайсыз ауытқуларды есептеумен әсерлерік үшін жеке коэффициент;

γ_F —жеке коэффициент;

γ_G —тұрақты әсер үшін жеке коэффициент;

$\gamma_{G;dst}$ —біркелкі тұрақсыздандыратын әсер үшін жеке коэффициент;

$\gamma_{G;stb}$ —біркелкітұрақтанған әсер үшін жеке коэффициент;

γ_m —топырақтың көрсеткіші үшін жеке еселік (материалдың қасиеттері);

$\gamma_{m;i}$ — i -қабаттағы топырақтың көрсеткіші үшін жеке коэффициент;

γ_M —белгісіз үлгілерді ескеретін, топырақтың көрсеткіштеріне (материалдың қасиетіне) арналған жеке коэффициент;

γ_Q —айнымалы әсер үшін жеке коэффициент;

γ_{qu} —бүйір кеңейтуді мүмкіндіктің жанында беріктігі үшін жеке коэффициент;

γ_R —кедергі үшін жеке коэффициент;

$\gamma_{R;d}$ —кедергінің үлгісінде анықталмағандық үшін жеке коэффициент;
 $\gamma_{R,e}$ —топырақтың кедергісі үшін жеке коэффициент;
 $\gamma_{R,h}$ —сырғанаудың кедергісі үшін жеке коэффициент;
 $\gamma_{R,v}$ —қысуға кедергі үшін жеке коэффициент;
 γ_s —қаданың діңгектің бүйір бет жағы бойымен кедергі үшін жеке коэффициент;
 $\gamma_{S;d}$ —анықталмаған әсерлерлі нәтижелерді пішіндеу үшін жеке коэффициент;
 $\gamma_{Q;dst}$ —гидравликалық үзілу шақыратын тұрақсыздандыратын әсер үшін жеке коэффициент;
 $\gamma_{Q;stb}$ —гидравликалық үзілу шақыратын тұрақтанған әсер үшін жеке коэффициент;
 $\gamma_{s;t}$ —қаданың созылуға кедергі жасау үшін жеке коэффициент;
 γ_t —қаданың толық кедергі жасау үшін жеке коэффициент;
 γ_w —судың салыстырмалы салмағы;
 $\gamma_{\varphi'}$ —ішкі үйкеліс бұрышы үшін жеке еселік ($\text{tg}\varphi'$);
 γ_t —судың салыстырмалы салмағы үшін жеке коэффициент;
 θ —көлбеу бұрышы H ;
 ψ —қайта көрсетілетін шамаға сипаттамалық көлемінің түрлену коэффициенті;
 $\sigma_{stb;d}$ —толықтұрақтанған тік кернеуді жобалау мағынасы;
 $\sigma'_{h;0}$ —топырақ қысымының тыныштықтағы тиімді көлбеу құрамдас коэффициенті;
 $\sigma(z)$ — z тереңдіктегі қабырғаға қалыпты кернеу;
 $\tau(z)$ — z тереңдіктегі қабырғаға жанама кернеу;
 φ' —тиімді кернеулердегі ішкі бұрыштың үйкелісі;
 φ_{cv} —жылжудағы шекті күйдегі ішкі үйкеліс бұрышы;
 $\varphi_{cv;d}$ —жобалық шама φ_{cv} ;
 φ'_d —жобалық шама φ' .

5 ТОПЫРАҚТЫ ХИМИЯЛЫҚ ТӘСІЛДЕРМЕН БЕКІТУ

5.1 Жалпы ережелер

5.1.1 Топырақтың жасанды өзгеруі оның беріктігінің, тұрақтылығыныңартуын, су сіңіргіштігінің, сығылуының азайуын, жәнеде топырақтың табиғи беріктігінің қоршаған ортаның өзгеруіне байланысты, әсіресе ылғалдылыққа, сезгіштігінің әлсіреуін білдіреді.

5.1.2Топырақтарды химиялық технологиямен өндеуге байланысты топырақты химиялық тәсілмен бекітудің екі түрі болады:

- инъекциялы химиялық бекіту, топырақтың табиғи орналасу жағдайындажәне құрамын бұзбай, ерітінді немесе газ түріндегі реагенттерді қысымарқылы толтырып енгізіледі;

- топырақты бұрғылап араластырып бекіту, арнайы кондырғылар мен механизмдерді пайдалана отырып, оның табиғи құрылымын сусымалы немесе сұйық реагенттермен мен қоспаларды механикалық араластыру арқылы топырақты бекітуі қарастырады.

Инъекциялы бекіту белгілі су сіңіргіштік қасетіне ие, құмдақтарға, ірі кесектерге, жарықшақты тастарға және жартылай жартасты топырақтарға, сонымен бірге отырып кететін құм аралас топырақтарға таралады.

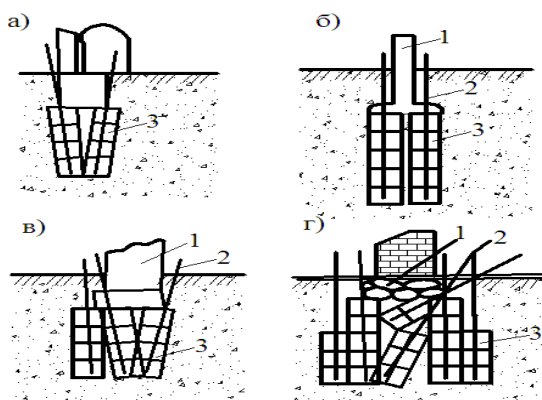
Бұрғымен араластырып бекіту тас емес топырақтардың барлық түрлеріне, сазды топырақтардың су сіңіргіштікке тәуелсіздігіне де қарамай қолданылады.

Екі бағыт та едәуір мөлшерде күрделі инженерлі-геологиялық жағдайда әлсіз топырақтардағы құрылыс мәселесінің шешеді.

5.1.3 Инъекциялы химиялық бекіту топырақтың механикалық беріктігін және бекемділігін қайтымсыз жоғарлатады, топырақтың суөткізгіштігін және сығымдылығын азайтады, сонымен бірге құм аралас және саз сияқты топырақтардың суланып кететін жағдайда шөгуін тоқтатады, іс жүзінде құрылыстың көп мәселелерін шешу үшін қолданылып кең мүмкіндіктерді қамтамасыз етеді:

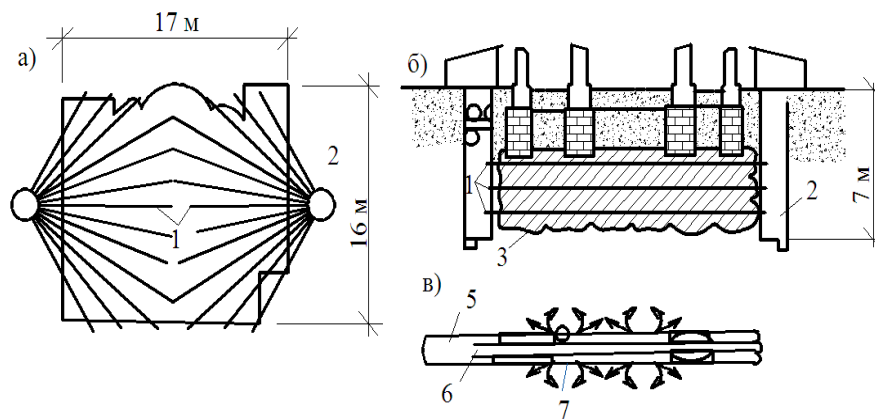
- бұрын соғылған имараттардың іргетастарының негіздерін күшейту;
- отырып кететін топырақтарда өнеркәсіптік және азаматтық имараттардың негіздерін орнықтыру;
- құрылыс қазаншұңқырларын және басқа да ашыққазылымдарды қазу кезінде тіреуіш қабырғаларын құру және еңістерді күшейтуі;
- әлсіз топырақтарындағы әр түрлі жер асты қазба жұмыстары кезінде уақытша іс-шараны ұйымдастыру;
- жер асты суларының агрессивті зиянды әсерінен бетоннан салынған ғимараттарды (ірге тасты) қорғау және сүзілуге қарсы бүркеулерді жасау;
- топырақты қадалардың және тағы басқа тіректердің көтеру қабілеттілігін жоғарылату.

1-5 Суреттерде топырақты инъекциялы химиялық тәсілмен бекітудің әр түрлі жағдайларда қолданудың тәжірибелік үлгісі көрсетілген.



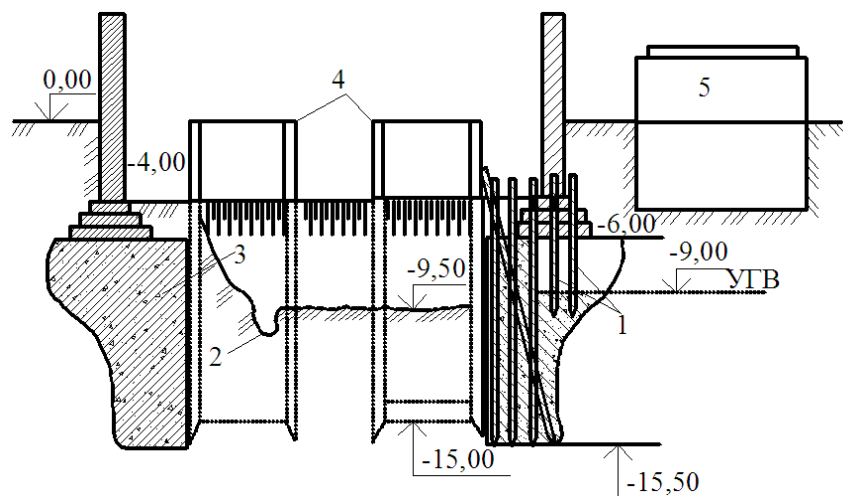
1-ірге тас; 2 - инъекторлар; 3- еңбелер бойымен бекітілген массивтер

1 Сурет–Бұрын тұрғызылған ғимараттардың іргетастарының астындағы топырақты инъекциялы химиялық бекітудің технологиялық үлгісі



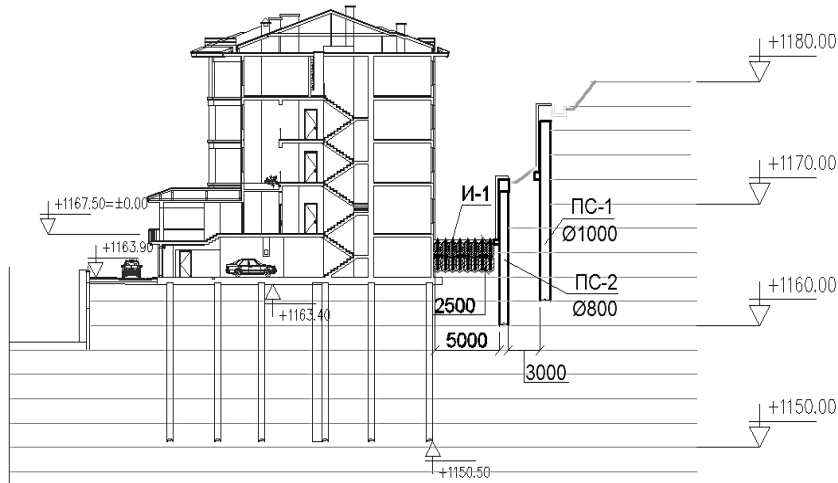
а- жоспар, б – қима, в- манжеті - тампон инъекторының үлгісі; 1 – инъекторлар, 2- технологиялық құдықтар, 3 - бекітілген массив, 4 - тығыздағыш қадаларының шіріген қалдықтары «қортықтар», 5 - инъекторлы тесілген тұрба, 6 – тампон, 7-резеңке қаптамалар

2 сурет - Ғимараттардың іргетастарының астындағы топырақтарды инъекциялы химиялық бекітудің көлбеу технологиясы бойыншаүлгісі (Москва Кремліндегі шіркеудің негіздеуінің топырақтарын шайырлау мысалы)

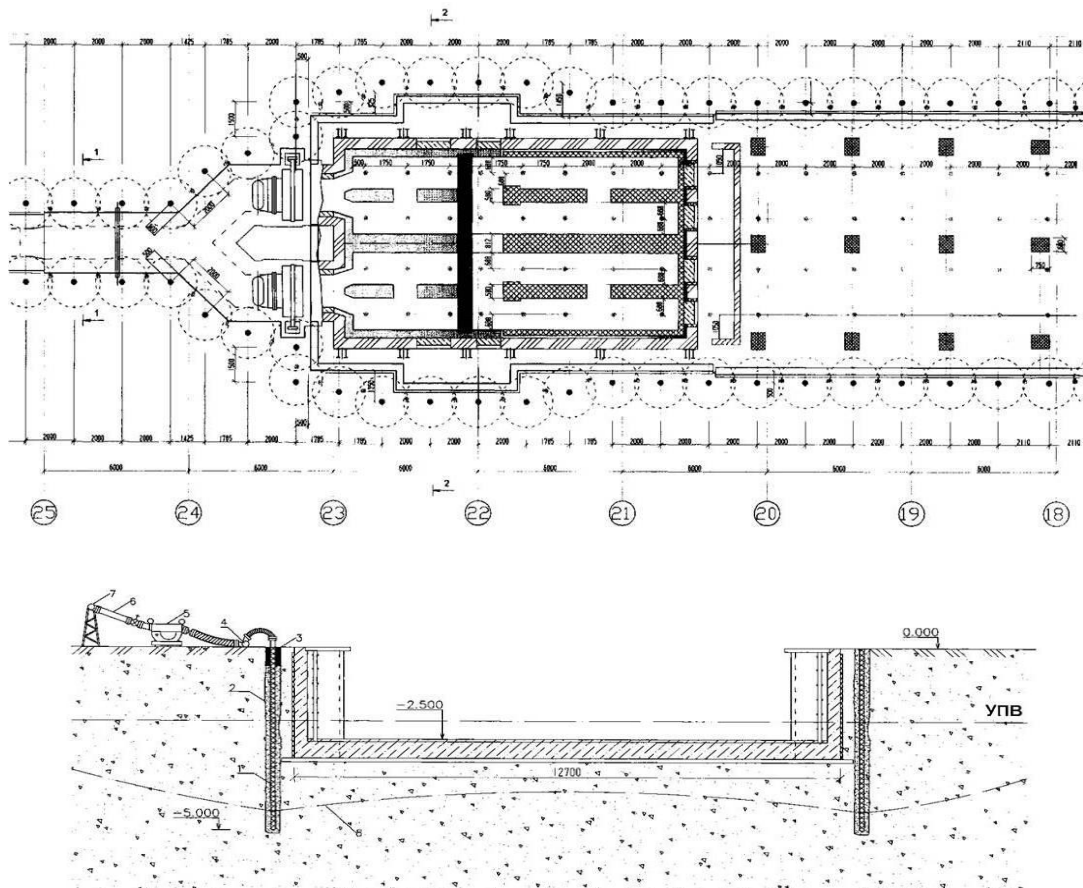


1 - инъектор; 2 - қазаншұңқырдасужинағыш; 3 – бекітілген топырақтан тіреуіш қабырға; 4 - түсірмелі құдық ; 5 – бұрынғы қыздыру пеші

3 сурет - Түсірмелі құдықтарды құру кезіндегі химиялық жолмен бекітілген топырақтардан тіреуіш қабырғаларды құруүлгісі (Новолипецкідегі металлургия зауытын қайта құру жұмыстарынан алынған мысал)



4 сурет–Химиялық жолмен бекітілген топырақтардан тіреуіш қабырғалардың құрылғы үлгісі (Алматы, Бутаковқадағы жұмыстардан алынған мысал)



5 сурет – Агрессивтіжер астысуларының зиянды әсерінен бетоннан салынған ғимараттарды қорғайтын және сүзілуге қарсы бүркеуді жасау үшін инъекторлық ұңғылардың орналасу үлгісі және жағдайлық жоспары (Алматы обл., Боролдай ауылындағы шыны зауыты мысалға алынған)

5.1.4 Топырақтарды бекіту тәсілдері, оның түйірөлшемдік құрамын, атаулық жүйесін, сүзгілеу коэффициентін және табиғи топырақтың сипаттамасын, сонымен бірге бекітілетін топырақтың бекемдік және деформациялық қасиеттеріне қойылатын жобалық талаптарын нақты алынған топырақтарда ескере алатын нұсқау 1-ші кестеде көрсетілген. Әр бір тәсілдің қолдану салалары, құмдақ топырақтар үшін - сүзгілеу коэффициенттерінің шамаларымен шектесе, отырып кететін құм аралас топырақтар үшін - сүзгілеу коэффициенттерінің мәндерімен, сіңіру сыйымдылығымен және ылғалдық дәрежесімен шектелген.

1 кесте – Топырақты бекіту тәсілдері және оны қолдану салалары

Тәсілдердің және бастапқы реагенттердің атауы	Бекітуші реагенттерге ортаның әсері	Қолдану салалары		Бірестік сығылудағы беріктіктің орташа және экстремалды мәні МПа
		Топырақтардың атаулық жүйесі және кейбір сипаттамалары	Топырақ-ты сүзгілеу коэффициенті/тәу	
Хлорлы кальций және натрий силикаты ерітінділерінің негізінде екі ерітінділі силикаттау	Сілтілі	Қиыршық тасты, ірі және орта ірілік құмдар	5 - 80	(2 - 8)/5
Кремнефтор - сутекті қышқыл және натрий силикатының ерітінділерінің негізінде бір ерітінділі екі компонентті силикаттау	»	Ірілігі орташа, ұсақ және шаң аралас, және карбонатты құмдар	0,5 - 20	(1 - 5)/3
Натрий силикатының бір ерітіндісінің негізінде отырып кететін топырақтарды бір ерітінділі бір компонентті силикаттау	»	Топырақты сіңіру сыйымдылығы кемінде 10 мг-экв/100 г ие және ылғалдық дәрежесі 0,7*-ден аса емес, отырып кететін құм аралас топырақтар	Кемінде 0,2*	(0,5 - 3,5)/2
Натрий силикатының және хлорлы кальций ерітінділерінің негізінде екі ерітінділі силикаттау	Сілтілі	Қиыршық тасты, ірі және орта ірілік құмдар	5 - 80	(2 - 8)/5

1 кестенің (жалғасы)

Натриу силикатының және көмірқышқыл газының ерітіндісі негізінде газды силикаттау	»	Оған қоса, ылғалдық дәрежесі 0,75*-тен аса емес	Кемінде 0,2	(0,5 - 3,5)/2
		Ірілігі орташа, ұсақ және шаң аралас карбонатты құмдар	0,5 - 20	(1 - 5)/3
Карбамид шайырларының М, М-2, М-3, МФ-17 маркалы және тұз қышқылы ерітінділерінің негізіне бір ерітінділі екі компонентті шайырлау	Қышқыл	Құмның барлық түрлерді - қиыршық тастардан бастап шаң аралас құмдарға дейін, карбонаттардан басқа	0,5 - 50	(2 - 8)/5
карбамид шайырларының М, М-2, М-3 и МФ-17 таңбаларының және қымыздық қышқылы ерітінділерінің негізінде бір ерітінділі екі компонентті шайырлау	Сілтілі	Құмның барлық түрлері - қиыршық тастардан бас-тап шаң араласқа дейін, арнаулы зерттеулердің нәтижелеріне сәйкес кейбір карбонатты	0,5 - 50	(2 - 8)/5
Натрий силикатының жә-не формамидке кремне-фтор - сутекті қышқылын қосу арқылы алынған ерітіндінің негізінде бір ерітінділі екі компонентті силикаттау	»	Ірілігі орташа, ұсақ және шаң аралас, және карбонатты құмдар	0,5 - 25	(1 - 3)/2
Натрий силикатының жә-не ортофосфор қышқылы ерітіндісінің негізінде бір ерітінділі екі компонентті силикаттау	Қышқылды	Ірілігі орташа, ұсақ және шаң аралас құмдар	0,5 - 10	(0,2 - 0,5)/0,35
Натрий силикатының жә-не натрий алюминатының ерітіндісінің негізінде бір ерітінділі екі компонентті силикаттау	Сілтілі	Ірілігі орташа, ұсақ және шаң аралас, және карбонатты құмдар	0,5 - 10	(0,2 - 0,3)/0,25

5.1.5 Химия көзқараспен топырақты инъекциялы химиялық бекіту негізде бекітілетін топырақтардың физико-механикалық қасиеттерінің жағымды өзгерістерін қамтамасыз ететін, органикалық емес және органикалық полимерлердің (бекіткіштердің) коагулянттармен (қатырғыштармен) бірігуінің физико-химиялық үдерісі жатады.

Бекіткіштер ретінде натриу силикатының (органикалық емес полимер) су ерітіндісін, сонымен бірге карбамидті және басқа синтетикалық шайырларды (органикалық полимерлер) қолданады. Қатырғыштар ретінде әр түрлі органикалық емес және органикалық қышқылдарды, тұздарды, химия қосымшаларын және кейбір газдар қолданады.

Топырақтыбекіту қолданылатын натрий силикатының ерітінділерінің негізінде, қолданылатын қатырғыштарына қарамай **силикаттау** деп атаса, карбамидті шайырлардың негізінде - **шайырлау** деп аталады, ал битум эмульсиясы негізде – **битумдау** деп аталады.

Силикаттау тәсілі негіздерді күшейту және сүзілуге қарсы бүркеу орнату үшін қызмет етеді. Силикаттауды мына тәсілдермен жүзеге асырады:

- сүзгілеу коэффициенті тәулігіне 2-ден 0,5 метр (қорыстар) болатын құмдарды бекіту үшін бір ерітінділі силикаттау тәсілін қолданады, ал сүзгілеу коэффициенті тәулігіне 2-ден 80 метр болса екі ерітінділі силикаттау тәсілін қолданады;

- сазды топырақтарға ерітінділерді бастырмалау тәсілі қолданылмайды, онын орнына электрохимиялық бекіту тәсілі ұсынылады.

Бұл ретте топырақ арқылы өткізілетін тұрақты электр тоғы мен қосылатын хлорлы кальций ерітінділеріанодтан катодқа (электроосмос) өту әсерінен топырақ құрғайды және тығыздалады. Электродтың аймағы жанында болып жатқан айырбастық реакциясы топырақтың бекінісуіне және тығыздалуына мүмкіндік туғызады

Құм аралас топырақтар тек натрий силикатының ерітіндісіенгізіліп тығыздалады. Құм аралас топырақтардың сығылуға беріктігі шамамен $10-20 \text{ кг/см}^2$, ал қорыстарда - 5 кг/см^2 .

Құмдық топырақтар. Бұл жағдайда натрий силикатының ерітіндісіне фосфор қышқылы (ірілендіргіш) қосылған ерітінді бекіткіш қызметін атқарады.

Шайырлау тәсілі майда құмдық топырақтарды бекіту үшін тұз қышқылының қосымшасы бар карбамид шайырының су ерітіндісінтопырақтарға бастырмалау арқылыбекіту үшін қолданылылады. Шайырлау топыраққа елеулі беріктік ($10-50 \text{ кг/см}^2$) және су өткізбеушілік үстемін береді.

Карбонатты құмдарды шайырлау тәсілі бұл топырақтар алдын ала өңдеу үшін пайдалануда қосылады. Карбонатты құмдарды шайырлау тәсілі бұл топырақтарды алдын ала өңдеу үшін пайдалануда қосылады, сонымен бірге ерітінділер, қышқылдарды, карбамид зольлерінен құралған қатырғыштарды бейтараптандыруға кедергі келтіретін гел жасайды. Ол үшін қымыздық қышқылы мен кремне-фтор - сутекті қышқылы ерітінділерінің пайдаланады.

Ыстық битумдау топырақтарды, ірі шарықшақты тастар мен бетон конструкцияларыныңжарықтарын битум эмульсисымен бекітуде қолданылады. Битумдау бетонның қуысына және жарықтарына БНД 60/90 немесе БНД 40/60 ыстық битумды арнай битумдағыш жоғары қысымды (5-6 МПа) поршеньді сорғыштардың көмегімен жасалады. Битум қатқаннан соң оларды суөткізбейтін етеді. Ірі кеуектер мен жарықтарды толтырғанда битумның кішіреуін ескеру қажет. Сондықтан битумды көпқайтара енгізіп, қажетті жағдайда ұзақ уақыт – 30 сағаттқа дейін қысыммен ұстау қажет. Ыстық битумдау мәңгі тоң жыныстар мен қатып қалған имараттарды диімді болғандықтан, Солтүстікте қолдануға болады.

Суық битумдаутопырақ немесе жартастың жарықшаларына битум эмульсиясын ұңғыма арқылы енгізіп, кеуектер немесе жарықтарда бекітіліп, топыраққа суөткізбейтін қабат береді. Битумдау үшін жоғары майдалықты және тұрақтылығымен ерекшелінетін енгізулілігі жоғары эмульсия қолданылады; оларды тұтқарлығы төмен БН 90/30 және БН 130/180 битумдармен органикалық қышқылдардың (олеинді және нафтенолды) ерітінділерінен, немесе сульфокышқылдардың, ағаш шайырының болмаса сульфатты-

спирт қосындысы мен басқа да анионобелсенді эмульгаторлардың қоспаларынан дайындайды.

5.1.6. Технологиялық тұрғыдан алғанда инъекциялы химиялық бекіту топырақтың табиғи жағдайындағы кеуектеріне екі түрлі, жеке енгізілетін топырақты қатырушы және беріктеуші ерітінділерді (екі ерітінділі тәсіл), бір ерітіндіні (бір ерітінділі, бір қосынды тәсіл), бір ерітінді мен газ (екі қоспалы газды тәсіл), екі қоспадан тұратын гельқұрастырғыш (бір ерітінділі, екіқоспалы тәсіл) заттарды қысыммен енгізумен байланысты.

Топырақты бекіту үрдісіне қатысатын ерітінді немесе газ түріндегі химиялық заттар бекіткіш реагенттер деп аталады.

Тапырақты бірерітінділі химиялық бекітудегі бекітуші және қатырушы ерітінділердің қоспасының жұмыстық қойырлығы **гель құрағыш қоспа** деп аталады.

Бекіткіш реагенттерді топыраққа енгізу сорғыштармен, арнайы қысымжинағыш немесе газ баллондардан берілетін сығымды ауамен, көбінесе инъекторларды тік және жанайта орналастыру технологиясымен немесе жер бетіндегі ашық ұңғымадан, имараттың інгесінен болмаса ішінен жүргізіледі. Топырақты бекіту технологияларының көрнекті мысалдары 1-5 суреттерде көрсетілген.

Егерде, бұрын тұрғызылған ғимараттар мен имараттардың астындағы топырақтарды инъекторлар мен ұңғыларды үстінен төмен қарай орналастыру технологиясы бойынша, тарлық жағдайында немесе басқа да себептермен мүмкін болмаған жағдайда, инъекциялық жұмыстар арнайы дайындалған технологиялық ойықтардан (ұзын орлардан, өтілімдерден, құдықтардан) инъекторлар мен ұңғыларды көлденең орналастыру арқылы жүргізіледі. Бұл жағдайда іргетас астындағы технологиялық ойықтардың қабырғаларының топырақтың жылжуынан немесе кері қопсуынан қирамауы қамтамасыз ету мақсатында, имараттың деформацияға ұшырамауын алдын алу үшін химиялық бекітулер жүргізуі тиісті. Осы технологияны екі технологиялық құдықтан жүргізу мысалы 3- суретте көрсетілген.

5.2 Инженерлік ізденістер мен арнайы зерттеулер

5.2.1 Инженерлік ізденістер мен арнайы зерттеулер іргетас негізіндегі топырақтарды инъекциялы химиялық бекітудің тәсілдерін таңдау үшін және басқа да инженерлік мәселелердің шешімін табуға арналады. Инженерлі-геологиялық ізденістер және арнайы зерттеулердің мәліметтері топырақты бекітуді жобалауға және жұмысын жүргізуге негіз болады.

5.2.2 Инженерлік ізденістер мен арнайы зерттеулер екі дәйекті кезеңнен тұрады:

- *бірінші кезеңде*, ҚР ҚН EN 1997-2:2007/2011. Геотехникалық жобалау. 2 Бөлім. Топырақты зерттеу және сынақтау, талаптарына сәйкес жүргізілетін стандартты инженерлі-геологиялық және гидрогеологиялық ізденістер мен топырақты зерттеулер,

- *екінші кезеңде*, осы құралдағы, 5.2.4. п. талаптарына сәйкес жүргізілетін арнайы ізденістер мен зерттеулер.

5.2.3 Топырақты инъекциялы химиялық бекіту үшін жүргізілетін инженерлі-геологиялық ізденістердің бірінші кезеңі топырақтың геологиялық құрылысы мен литологиялық құрамы, жер жағдайының гидрогеологиялық мәліметтері, топырақтың

физико-механикалық және физико-химиялық құрамы, күйі және сипаттамалары жайында толық мәліметтерді алу үшін жүргізіледі:

топырақтың барлық түрлері үшін – топырақ бөлшектерінің және топырақтың тығыздығы, ылғалдылық, суөткізгіштігі (тас емес топырақтар үшін сүзгілеу коэффициенті, тастарға өзіндік су сіңімділігі), топырақ сулары мен судың созылмалылығының химиялық құрамы;

барлық тас емес топырақтар үшін – кеуектілігі;

барлық құмдақ және ірі қиыршықты топырақтар үшін – түйіршікөлшемді құрам;

тас топырақтар үшін – бір өсті сығылуға уақытша кедергісі, езілу коэффициенті және желқақты дәрежесі;

әлсіз топырақтар үшін олардың құрамының ерекшеліктерін, күйі мен қасиеттерін:

- жоғары кеуектілігі мен ылғалдылығын;

- аз беріктігін, қатты сығылуын, сырғымалы жағдайда тығыздалуы мен беріктігінің төмендеуі кезіндігі ұзақ консолидациясын;

- топырақтың беріктігінің, деформациялық және сүзгілеулік сипаттамаларының анизотропия жағдайында бір алаңның ауданы мен тереңдігі төңірегінде жиі құоамының, күйінің және қасиетінің өзгеруі және топырақтың қасиеттерінің табиғи жағдайының бұзылуына байланысты негіздегі консолидация мен кеуіп кету үрдісіндегі кәдімгідей өзгеруін;

- кебу (құрғату) кезінде жарықшалар пайда болып отыруын;

- динамикалық әсерлерге сезімталдылығын;

- аэрация аймағындағы органикалық заттардың тұрақсыздығы;

- бетон мен темірге топырақ және жерсаты суларының жоғары коррозиялық агрессивтігін ескере отырып жүргізілуі тиісті;

- **шөкпелі саздақ топырақтар үшін** – салыстырмалы шөкпелілігі, алғашқы шөкпелі қысымы мен ылғалдылығы, беріктік және деформациялық қасиеттері (ішкі үйкеліс бұрышы, меншікті ілінісуі, жалпы деформацияның мөділі, бірөсті сығылу беріктігі);

- геоморфологиялық элементтерін анықтауға шөккіш топырақтардың тарауын және рельеф түрлерінің ерекшеліктерін (шөкпе орындары, суффузиялық-шөгу шұңқыры және тағы басқа);

- топырақтың шөгу қасиеттері, шөгу қабатының қалыңдығы, шөгу жағдайына байланысты топырақтың түрі;

- көмілген қабаттардың, карбонаттар мен ғаныштардың, үңгілердің анықталуы және таралуы.

Ізденіс кезінде жоба үшін инженерлі-геологиялық 1:2000 – 1:1000 түсіріс жасап, қосымша анықталатындар:

- микрорельефтің сипаты және шөгу құбылысының дамуы (шөгу орындарының, ойықтардың, сайлардың, үңгірлердің, жырылардың қалпы мен көлемі);

- алаң көлеміндегі сазбалшықты жыныстардың қалыңдығының және шөгу қабатының өзгеруі;

- шөккіш топырақтардың құрамдық-текстуралық ерекшеліктері (тік және жанама макрокеуектілік сипаттамасы, олардың ауданы және тереңдігі бойынша таралуы, агрессивтігі, жұқа қабаттылығы, жарықшақтылығы, қазбалы криогендік үрдістердің ізі, жерқазмырлардың індері);

- топырақтың корбанаттылығы (НСІ әсерінен қайнау дәрежесі), оның алаң және тереңдігі бойынша өзгеруі;

- шөкпе қабаттың құрамының қайталану мүмкінділігі, қабаттар мен олардың кешендерінің бірігу ерекшеліктері, әсіресе топырақтың көмулі қабаттарымен біріккен жерлеріндегі топырақтың тереңдік бойымен табиғи ылғалдылығы мен илектелу шегінің өзгеруі;

- шөкпелі топырақтардың сүзгіштік қасиеттері, топырақтың өз салмағынан шөгуі, шөккіштікке байланысты топырақ жағдайының түрі, топырақтың шөккіштігінің ауданы мен тереңдігіне қарай өзгеруі, рельефтің төменгі жағындағы және араларындағы топырақтың шөгу қасиеттері;

- шөккіштіктің мөлшерлі және есептік мәндерінің сипаттамасы, инженерлі-геологиялық элементтер бойынша табиғи ылғалдылықты және суға қаныққан жағдайдағы шөккіш топырақтардың беріктілігі мен деформациялық сипаттамалары;

- шөккіш қабаттың астындағы топырақтардың тереңдік қабаты, тұрапаты, түрі және әртүрлілігі, олардың сүзгіштік қасиеттері (арнайы тапсырыс бойынша).

5.2.4 Арнайы ізденістер мен зерттеулер екінші кезеңінде топырақты бекітудің зертханалық және натуралық жағдайда тәжірибелік жұмыстарды жүргізуді қарастырады.

Топырақтарды силикаттау және шайырлаудың арнайы зертханалық ізденістерінде топырақтың келесі қасиеттері мен бекіту параметрлері кіреді:

а) топырақ пен бекітуші ерітінділердің физика-химиялық сипаттамаларын, топырақтың және топырақ суларының рН көрсеткішін, шөккіш сазбалшықты топырақтар үшін сіңіру сыйымдылығы, карбонаттардың, ғыныштар мен органикалық заттардан мөлшері және натрий силикатының мөділі А-К қосымша бойынша анықталады;

Топырақтың химиялық қасиеттері тәжірибелік ұсыныс беру және байланыстырғыш материалдардың түрі мен мөлшерін анықтау үшін жасалады. Сол үшін келесі параметрлер анықталады:

- сульфаттар мөлшері
- хлоридтер мөлшері
- карбонаттар мөлшері
- ылғалды қышқылдар/ООУ
- катионды алмасудың сыйымдылығы (ENISO 13536 немесе 11260 бойынша)
- топырақ суының рН-балансы
- иондар мен металлдардан түрлері мен қойырлануы (күкірттендіру сынақтамасымен анықталады).

Осы анықтаулар мен сынақтар Евростандарттарда да көрсетілген.

б) топырақтың инъекциялы химиялық беріктіру параметрлерін Л-П қосымшалар бойынша анықтауға болады: топырақтың сүзгіштік коэффициенті, құмдақ топырақтарды біріктіргінді силикаттау және шайырлауда біріктіргінш қоспалардың компоненттерінің көлемдерінің гелқұраушы уақытқа қатынасын анықтау, құмдақ және шөккіш саздақ топырақтарды сынамамы бекітіп, олардың берітік және деформациялық сипаттамаларын анықтау (ішкі үйкеліс бұрышы, деформацияның жалпы мөділі, біресті сығылымға уақытша кедергі, Пуассон коэффициенті) және суғатұрақтылық.

в) суға қаныққан топырақтарды бекіту үшін топырақ суларының бағытын және жылдамдығын анықтау қажет;

г) шөккіш топырақтар үшін қосымша келесі сипаттамаларды (Q қосымшасы бойынша) анықтау қажет: силикатталған топырақтың шөккіштігі (салыстырмалы шөккіштік коэффициенті және натрий силикатының әртүрлі өзіндік мөлшеріне қарай шөгудің бастапқы қысымы); натрий силикатының тиімді меншікті шығынын анықтау.

5.2.5 Екінші кезеңдегі арнайы ізденістер мен зерттеулер ҚР ҚН EN 1997-2:2007/2011. Геотехникалық жобалау. 2 Бөлім. Топырақты зерттеу және сынақтау ережелерінің талаптарына сәйкес жүргізілуі тиісті.

5.2.6 Екінші кезеңдегі натуралық жағдайда топырақты силикаттау мен шайырлауда жүргізілетін тәжірибелік жұмыстар зертханада алынған сипаттамаларды және де жобада белгіленген топырақты инъекциялы бекітудің келесі параметрлерін тексеру және анықтау үшін жасалады: суөткізгіштігі, бекітудің есептік көлемі (радиусы), бекітілген топырақтың беріктік және деформациялық сипаттамалары.

Топырақты химиялық бекітудің тәжірибелік жұмыстары көлемі 5000 шаршы метрден асады нұсқаларда немесе аса жауапты имараттарда қолданылады. Тәжірибелік бекітудің қажеттілігі жобалаушы мекеме шешеді. Тәжірибелік жұмыстардың құрамына кіретіндер:

- бекітілетін топырақтың суөткізгіштігін далалық жағдайда зерттеу;
- топырақты тәжірибелік бекітуді алмадымен есептік көлемін және бекіту радиусын тексере отырып жүргізу және бекітілген топырақтың беріктік және деформациялық сипаттамаларын анықтау;
- бекітілген топырақты статикалық сынақтау.

Тәжірибелік жұмыстардың қорытындысымен жобаға тиісті түзетулер енгізіледі.

5.2.7 Топырақты инъекциялы химиялық бекітуді бір кезеңді жобалау кезінде жоғарыда қарастырылған арнайы ізденістер мен зерттеулер типтік ізденістермен бір уақытта жүргізіледі.

5.3 Негіздерді жобалауға қойылатын негізгі талаптар

(1) ҚР ҚН EN 1997-1 ғимараттар мен имараттардың геотехникалық бөлігін жобалаудың жалпы принциптері ретінде пайдалануға арналған.

(2) ҚР ҚН EN 1997-1 келесі мәселелерді қарастырады:

- 1 Буын. Жалпы ережелер
- 2 Буын. Геотехникалық жобалаудың негіздері
- 3 Буын. Геотехникалық мәліметтер
- 4 Буын. Құрылысты қадағалау, мониторинг және техникалық қызмет көрсету
- 5 Буын. Үйінділер, ағымдылау, топырақты бекіту және арматуралау
- 6 Буын. Табиғи негіздегі іргетастар
- 7 Буын. Қадалы іргетастар
- 8 Буын. Анкерлерді орнату
- 9 Буын. Тіреуші имараттар
- 10 Буын. Гидравликалық қирату
- 11 Буын. Жалпы тұрақтылық
- 12 Буын. Үйінділер

Бұл құралда негіздерді жобалау ҚР ҚН EN 1997-1 5 бөліміне сәйкес қарастырылған.

5.3.1 Топырақты инъекциялы химиялық бекітудің жобасы келесі материалдарға сүйене отырып жасалады:

а) имараттық нысанның толық техникалық мәліметі, бас жоапар, жер үсті, іргетас және негізі көрсетілетін қималары, негізге түсуі мүмкін салмақтар, имараттың қасында орналасқан басқа да нысандар жайында мәліметтер;

б) бұрын тұрғызылған имараттар үшін мұрағаттық материалдар мен инженерлік тексерудің техникалық тұжырымдамасы;

в) топырақты инъекциялы химиялық бекітудің осы мәселеде тиімді шешім екендігі жайында техника-экономикалық негіздеу;

г) бекітілген топырақтағы негіздерді, іргетасты немесе басқа да тереңдетілген конструкцияларды таңдау бойынша шешімнің дұрыстығын, сонымен қоса бекітудің конструктивтік үлгісінің осы техникалық мәселеге сәйкестігін негіздеу;

д) құрылыстың бас жоспарында көрсетілген көлік жолдары, сумен және жылумен қамтамасыз ету жүйелері, канализация, электр қуатымен қамтамасыз ету және жарықтандыру, ерітінді дайындайтын тораптардың орналасуы және құбырлары, химиялық және басқа да материалдарды сақтайтын қоймалар, басқа да құрылыққа қажетті уақытша тұрғызулар, нысанға құрылыс материалдарын жеткізу, құрылыс машиналарын пайдалану, жұмысшы күшінің қажеттілігі кестелері болуы тиісті;

е) жұмысқа қажетті машиналар мен қондырғылардың (бұрғылау, қағатын, сорғыштар, инъекциялық қысымдағыш, ыдыстар) түрлері, сипаттамасы мен саны жайында мәліметтер;

ж) жұмысты жүргізу үшін технологиялық карталар мен технологиялық реті, бағалары, еңбек сыйымдылығы, машина мен материалдардың әр кезеңдегі қажеттілігі көрсетілген үлгі;

и) сынақты бекітудің көлемі және оны орындау жайында нұсқаулар;

к) топырақты бекіту бойынша жұмыс сапасын бақылау, қауіпсіздік техникасы, қоршаған ортаны қорғау шаралары;

л) құрылыс жайында жалпы мәліметтер (қосалқы қондырғылар, қысқы уақыттағы жұмыс шаралары, жұмысшыларды көлікпен және тамақпен қамтамасыз ету);

м) смета, калькуляция және жекеленген бағалар;

н) жұмыс көлемі, технологиясы мен жеке жұмыстардың реті мен орындалу уақыты көрсетілген жұмыстың мерзімдік жоспары, мерзіммен көрсетілген еңбек және басқа да ресурстар, материалдар мен қондырғыларды жеткізу уақыты;

п) ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелер және ҚР ҚН EN 1997-2:2007/2011. Геотехникалық жобалау. 2 Бөлім. Топырақты зерттеу және сынақтау құжаттарының талаптарына сәйкес жүргізілген инженерлік зерттеулердің және осы құралдағы 5.2 п. бойынша арнайы зерттеулердің қорытындысы.

5.3.2 Топырақты бекітудің түрі мен конструктивтік үлгісін таңдау (негізді, іргетасты және басқа да тереңдетілген конструкцияларды), қарастырылып отыран инженерлік мәселе бойынша жалпықұрылыстық жобалаудағы бекітілетін алқаптың шекарасын анықтау осы құралдағы А қосымшада келтірілген жалпы талаптарға сәйкес жүргізіледі;

5.3.3 Бекітілген топырақтан жасалған тереңдетілген алқаптың көлемі, орналасуы, бекітілген топыраққа қойылатын беріктік, деформациялық және басқа да талаптар, шектік жағдайды есептеу кезіндегі нақты әсерлердің негізгі және ерекше бірігуін ҚР ҚН EN 1997-

1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелер және ҚР ҚН EN 1997-2:2007/2011. Геотехникалық жобалау. 2 Бөлім. Топырақты зерттеу және сынақтау және де өндірістік және азаматтық имараттар мен ғимараттардың негізі мен іргетасын жобалауға арналған құралдардың талаптарына сәйке жүргізу кезет.

5.4 Негіздерді есептеу және жобалау әдістері

5.4.1 Жобалауға қойылатын талаптар

5.4.1.1 Осы құжатта келтірілген жобалау әдістері ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелері негізінен алынған. Евростандарттың концепцияларында топырақтың параметрлеріне байланысты келесі шамалар аса ерекшеленеді:

- өлшенген шамалар
- алынған шамалар
- сипаттамашамалар
- есептікшамалар.

Алынған шамалар - бұл теориядан, тестік өлшеулердің қорытындысымен корреляциялық немесе эипирикалық жолмен алынған топырақтың параметрлері. Сапаттамалы шамалар шекті жағдайға жеткен кездегі жанжақты есептеуден алынады. Осы терминалогия құралдың басқа да буындарында қолданылады.

Алынған және сипаттамалық шамалардың анықтамалары ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелерінің принциптеріне сәйкес және осы құралда келтірілген сипаттамалық шамаларға қойылатын шектеулер болуы тиіс.

5.4.1.2 Қызмет мерзімі

Есептік қызмет мерзімі құрылыстық техникалық талаптарда көрсетіледі (ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелерінде және ұлттық заңдарда).

5.4.1.3 Шекті күй

Топырақты күшейтуді максималды пайдаланудың шекті күйіне сәйкес жобалау қажет.

Топырақты күшейтуді жобалаудың беріктікке (ULS) қойылатын шекті күйдің талаптарын орындаған кезде, ұстап тұратын конструкциялардың қирауы ықтималдыққа өте аз күмән болмауы керек. Оған топырақтағы бұрын болған деформациялардың себебі, адамдарға келетін қауіп-қатер немесе ықтимал экономикалық шығындар.

Топырақты бекітілген кадалармен және алабымен күшейту конструкцияларға немесе оның төңерегіндегілерге қажетті тұрақтылық мөлшерін қамтамасыз етуден, осындай конструкция немесе оның бөлігі күшті деформацияға ұшырамауы тиісті (ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелерінде және ұлттық заңдарда).

Еврокодта беріктікке (ULS) байланысты үш жобалық жағдайды қарастыруды талап етеді: А, В, С жағдайлары.

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

Жағдай А, көбінесе итергіш күштерге қатысты мәселелерге қатысты, сондықтан тек белгілі бір жобалық жағдайда ғана қарастырылады. Бұл құралда Жағдай А қарастырылмайды.

Жағдай В тек конструкциялық элементтердің беріктігіне қатысты болғандықтан, топырақты бекітуге қатысы болмайды. Сондықтан Жағдай В бұл құралда тағы да қарастырылмайды.

Жағдай С топырақтың қирау кезіндегі қауіпсіздік шамасын анықтайды, сондықтан бекітілген топырақтың шекті күйдегі жағдайын анықтауға қатысы бар. Сондықтан негізді жобалауда тікелей Жағдай С қарастырылады.

Пайдалануға жарамды (SLS) шекті күйдің талаптарын орындау үшін негіздерді жобалау кезінде бекітілген топырақтың шөгуі ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелерінде және ұлттық заңдардағы қойылатын талаптарға сәйкес болуы тиісті. SLS талаптары ұзақ мерзімді өзгерістерді де қарастырады.

5.4.1.4 Ұзақмерзімділік

Материалдардың сипаттық шамалары тереңдетіліп бекітудің ұзақмерзімділігін ескеруі қажет.

5.4.1.5 Жобалаудың принциптері мен концепциялары

Беріктік бойынша шектік күй, ULS

Беріктік бойынша шектік күй, ULS, механизмдерін қарастырған кезде топырақты күшейтітін бекітілген топырақтар мен оның төңірегіндегі бекітілмеген топырақтардың да қираған жағдайға жеткенін есептеу керек. Беріктік бойынша шектік күйдің (ULS) есептік параметрлері сипаттық шамалардың бөлшектік коэффициенттеріне де негізделуі қажет. Евростандартта пайдаланылған бөлшектік коэффициенттерінің шамасы кейбір жағдайда ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелеріндегі шамадан да төмен. Бұл құралда топырақты бекітуді жобалауда қолданылатын бөлшектік коэффициенттердің шамасы ұсынылуда.

Пайдалануға жарамдылығы бойынша шекті күй, SLS

Пайдалануға жарамдылығы бойынша шекті күйдің (SLS) есептері сипаттамалық шамалардың параметрлерін қолданып шығарылады. Негіздің шөгуін есептеу кезінде жүктеменің бекітілген топырақ пен бекітілмегенінің арасында бірыңғай таралып, әр деңгейде екеуі де сығылады деп тұжырымдалады.

Тереңдетілген бекітуді уақытша түсетін артық салмақты ескере ала отырып есептелуі қажет. Артық салмақтың мақсаты топырақты пайдаланудағы жүктемелерден асырмау. Бұл шөгу деформацияларын азайту немесе мүлдем болдырмауды көздейді.

Жобалау кезінде негіздің шөгі есептерін жүргізу керек. Мұндай есептер имаратты тұрғызу және пайдалану кезеңіндегі шөгулерді болжамдау үшін қажет. Имаратты тұрғызу кезеңіндегі тыңғылықты қадағалаудың топырақтың қасиетін бақылауда үлкен көмек береді. Топырақты тереңдетіп бекіту тәсілін жобалаудың белсенді сатысында қолдану керек (бақылау тәсілі).

5.4.1.6 Алаңды топырақты қадалармен бекіту

«Жартылай қатаң бекітілген топырақтан жасалған қада» термині ығысуға беріктік шегінің максималды сипаттамасы 150 МПа – ға тең топырақ қадаларға жатады.

Осы құралдағы есептік модель бекітілген топырақты қада мен бекітілмеген топырақ арасындағы әрекеттесуін қарастырады.

Ығысу кезіндегі шектік беріктіктің орташа шамасында негіздің беріктігін цилиндрлі беттердегідей есептейді. Бұл жағдайда топырақты қадалар өз өсі бойымен салмақ қабылдайды деп есептеледі де (сырғыманың белсенді бетімен алғанда) топырақты қаданыңығысу кезіндегі шектік беріктіктің максималды сипаттық шамасы дренажсыз (c_{uk}) 100 кПа-ға тең болады (жағымды жағдайда – 150 кПа).

Бірақта ығысу кезіндегі шектік беріктіктің максималды сипаттық шамасын дренажсыз (c_{uk}) 150 кПа алу зертханалық және далалық жағдайда алу өте қиын. Сондықтан есептік мәнін көп жағдайда (c_{uk}) 100 кПа-ға тең деп қабылдайды.

5.4.1.7 Алабымен бекіту

Есептеу кезінде бекітілетін алапты(массивті) серпімдіпластикалық бірқалыпты дене деп қараймыз. Жобада бекітілген топырақтың араласуын және гомогенизациясын ескеру қажет.

5.4.1.8 Материалдардың сипаттамалық шамалары

Жалпы мәліметтер

Сипаттамалық шамалар құрылыстық техникалық шарттарда көрсетілуі тиісті және жобаның шарттарына байланысты қабылданады.

Топырақ беріктіктің тұрақтылығы орындалғанға дейін әртүрлі химиялық байланысқа ұшырайды. Зертханалық жағдайдағы топырақтарды араластыру қай топырақты бекітуге болатынын анықтайды. Далалық жағдайдағы беріктендіру тиімділігі зертханада алынған мәліметтерден әлдеқайда айырмашылығы болады.

Топырақтың беріктік және деформациялық қасиеттері

Топырақтың қасиеттері зертханалық немесе далалық жағдайдағы зерттеулердің қорытындысымен анықталады. Топырақты зертханалық, далалық сынақтау және параметрлерін анықтау 5 бөлімде сапатталған.

Бекітілген топырақтың меншікті салмағы, беріктік және деформациялық қасиеттері

Бекітілген топырақтың қасиеттерінің сипаттамалық шамасы көп жағдайда бекітілген топырақты қаданы далалық жағдайда сынақтаудың қорытындысымен алынады. Бекітілген топырақтың қаданың қасиеттерінің сипаттамалық шамасы мен бекітілген алаптың (массивтің) сипаттамалық қасиеттері зертханалық жағдайдағы сынақтардың нәтижесімен де алуға болады.

Зертханалық араластырып сынақталған топырақтың сипаттамалық шамасын қабылдағанда далалық жағдайдағы беріктік мәндерінің айырмашылығын есептеу қажет:

g_k – топырақты қаданың сипаттамалық меншікті салмағы, бекітілмеген топырақтың меншікті салмағымен бірдей алынады;

g_k – массивтерді бекіткен жағдайда зертханалық араластып сынықтаудың нәтижесімен алынады;

c_{uk} – топырақтың дренажсыз ығысу кезіндегі шектік беріктіктігінің сипаттық шамасы, далалық сынақтаудың нәтижесімен алынады;

E_k - Юнга модулінің сипаттық шамасы, әкті-цементті бекітілген қадаларда 50-100 c_{uk} тең қабылданады. Бұл шама органикалық топырақтарда шамамен 50 c_{uk} , ал сазды

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

балшықтарда шамамен $100 c_{uk}$ құрайды. Басқа да байланыстырғыш материалдармен бекітілген қадаларда E_k шамамен $50-150 c_{uk}$ құрайды.

Массивті бекіту жағдайында M_k сығылым мөділінің сипаттық шамасы (шектеулі сығылымдағы компрессиялық деформация мөділі) $50-100 c_{uk}$ шамада қабылданады. Басқа жағдайларда барлық мәндері E_k —ға ұқсас.

5.4.1.9 Есептік шамалар

Жалпы мәліметтер

ULS- те сипаттамалық шамаларда қолданылатын жеке коэффициенттер мәні нақтылы есептік жағдайға байланысты алынады. Дайын конструкцияларда қолданылатын жеке коэффициенттердің мәні ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелеріндегідей немесе айырықша зерттеулердің негізінде қабылданады және құрылыстық техникалық шарттарда көрсетіледі.

Бекітілген топырақтың меншікті салмағы

Көтергіштік қабілетін жоғалту бойынша шектік жағдайды есептеу кезінде беріктік параметрлердің g_m шамасын ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелеріндегіден алады.

Пайдалануға жарамдылығы бойынша шектік жағдайды есептеу кезінде негіздің шөгуін ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелеріндегі сипаттық шамаларды қолдана отырып есептейді. Жалпы және дифференциалды шөгуді есептік мәндердегі жіберілген қателіктерді ескере отырып анықтайды.

Есептік мәндерді далалық сынақтаудың негізінде қабылдаған дұрыс. Зертханалық топырақты араластырып алынған есептік мәндерді қабылдағанда, далалық және зертханалық сынақтаудың нәтижелерін салыстыра отырып, айырмашылығын ескерген жөн.

5.4.2 Есептеу әдісі

5.4.2.1 (1)Р Жобадағы есептеулер ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 және СН РК EN 1997-1:2004/2011 айырықша ережелерінің талаптарына сәйкес жүргізулері тиісті. Жобадағы есептеулер құрамында:

- әсерлерді қосымша жүктеме немесе бағытталған ығысуретінде қарастыру, мысалы, негіздің топырақтарының ығысуымен;

- топырақтың, тау жыныстарының немесе басқа материалдардың қасиеттері;
- геометриялық мәліметтер;
- деформацияның, жарықтардың ашылуының, дірілдеудің шекті шамалары;
- есептік модельдер.

(2) Топырақтың күйі жайында мәліметтер геотехникалық ізденістердің көлемі мен сапасына байланысты екенін ескеру қажет. Мұндай мәліметтер мен жұмыстың орындалуын қадағалау әдетте есептік модельдердің дұрыстығы мен жеке коэффициенттерге қарағанда, фундаментальді талаптардың орындалғаны маңызды.

(3)Р Есептік модель қарастырылып отырған шекті күйдегі негіздің жұмысын көрсету қажет.

(4)Р Нақты шекті күйге тұрақты есептік модельдің болмаған жағдайында, есепті басқа шекті күйге, әртүрлі коэффициенттерді пайдалана отырып, нақты шекті күйге жеті мүмкін болмағанға дейін жүргізу қажет. Немесе басқа жолмен – экспериментальді модельдерді қолдана отырып нұсқаумен, жүктемелермен сынақтай отырып жобалау.

(5) Есептік модельдердің түрлері:

- аналитикалық;
- жартылай эмперикалық;
- сандық.

(6)Р Қандай болмасын есептік модель тура немесе қателікті сенімділік жағына қарай беруі тиісті.

(7) Есептік модель жеңілдетіп алады.

(8) Қажет жағдайда қолданылған модельдің нәтижелерін өзгердуге болады, бірақ жобаның есептері тұрыс болуы тиіс немесе қателікті сенімділік жағына қарай керек.

(9) Егерде нәтижелерді модификациялау кезінде модельдік коэффициенттер қолданылатын болса, ол келесі шарттарды ескеруі қажет:

- осы әдіспен алынған нәтижелердің белгісіздік жиілігі;
- осы әдіске байланысты кезкелген белгілі жүйелі қателер.

(10)Р Егерде есепте эмпериялық тәуелділік пайдаланса, оның осы топырақтық күйге сәйкестігі анық болуы керек.

(11) Топырақтың шектік күйі мен оның заңдары есептік үлгі арқылы жеңіл арықталуы тиісті. Шектік күйдің екінші тобы бойынша, деформациялар 2.4.8. буынымен есептеу арқылы немесе басқа да әдістермен анықталуы мүмкін.

ЕСКЕРТУ Көптеген есептік модельдер «негіз-имарат» жүйесінің майысқақтығының жорамалына негізделген. Майысқақтықтың болмауы көпқайтара қирайтын шектік күйге әкелуі мүмкін.

(12)Негіздер мен имараттың шектік күйдегі бірлесе әрекеттенуі немесе деформацияларының үйлесімділігін ескеретін сандық модельдер де жарайды.

(13) Шектік күйдегі деформациялардың үйлесімділігін ескеру қажет. Конструктивті элементтер мен негіздің бір мезетте қирауы мүмкін жағдайда имарат пен негіздің қатандығын ескеретін нақтылы есептеулер қажет болады. Мысал ретінде іргетастық тақта, көлденң жүктелген қада және майысқақ тіреуіш қабырға бола алады. Деформация кезінде сынғақ немесе шашылмалы материалдардың бірігіп деформациялануына аса көңіл бөлу қажет.

5.4.2.2 (1)РНегізге түсетін әсерлер ҚР ҚН EN 1990:2002. талаптарына сәйкес анықталады. Қажет жағдайда әсерлердің шамасын анықтауға ҚР ҚН EN 1991 пайдалануға болады.

(2)Р Геотехникалық әсерлердің параметрлерінің мәндерін, егер олар анық болған жағдайда, есептеуге дейін қабылдау қажет, өйткені олар есептеу кезінде өзгеруі мүмкін.

ЕСКЕРТУ Геотехникалық әсерлердің параметрлерінің мәндері есептеу кезінде өзгеруі мүмкін. Мұндай жағдайда олар алғашқы жақын шамалар ретінде өінің берілген мәнімен кіреді.

(3)Р Жобада қабылданған әсерлерді анықтағанда имарат пен негіздің өзара әрекеттесуін ескеру қажет.

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

5.4.2.3 Бекітілген негізді трансверсальді-изотропты орта ретінде қарау керек және шекті күйдің екі тобамен: қауіпті шектік күй және пайдалануға жарамдылығы бойынша шектік күймен де есептеу қажет.

5.4.2.4 Қауіпті шектік күйдің түрлері ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011 анықталған.

(1)Р Қажет жағдайда келесі шектік күйлерде де тексереді:

- имараттар мен негіздер тепетеңдігін жоғалтуы, мұнда екеуі қатты дене ретінде қаралып, конструктивтік материалдар мен негіздің топырағының беріктігі жеткілікті кедергіні қамтамасыз ете алмауынан (EQU);

- имараттың немесе конструктивтік элементтің(інгетастың, қаданың, жертөле қабырғасының және т.б.) ішінен қирауы немесе деформацияның асып кетуі, бұл жағдайда конструктивтік материалдардың беріктігі кедергіні қамтамасыз ету үшін өте қажетті(STR);

- негіздің қирауы немесе деформациясының артық асып кетуі, бұл жағдайда топырақтың немесе тау жынысының беріктігікедергіні қамтамасыз ету үшін өте қажетті(GEO);

- негіздің су қысымының көбейуінен немесе басқа да тік әсерлердің себептерінен имарат немесе негіздің тепе-теңдікті жоғалтуы(UPL);

- гидравликалық градиенттің пайда болуымен байланысты негіздегі гидравликалық көтерілу, ішкі эрозия және топырақта шөкпелі ойықтардың пайда болуы(HYD).

ЕСКЕРТУ GEO шектік күйі іргетастың немесе тірегінш имараттың өлшемін тағайындау кезінде, кейде конструктивтік элементтердің беріктігіне байланысты қауіпті болып саналады.

(2)Р Ұзақ немесе қысқа мерзімді жағдайларда А қосымшада көрсетілген жеке коэффициенттерді қолдану керек.

ЕСКЕРТУ Жеке коэффициенттердің мәндері ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелеріне берілген ұлттық қосымшаларда қабылданған.

(3) Қауіпті жағдайдағы әсерлердің немесе әсерлердің зардаптарын ескеретін жеке коэффициенттің мәні 1,0-ге тең қабылдануы тиісті. Кедергіге қатысты барлық жеке коэффициенттердің мәні нақты қауіпті жағдайды ескере отырып алынады.

ЕСКЕРТУ Жеке коэффициенттердің мәндері ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 Бөлім. Жалпы ережелеріне берілген ұлттық қосымшаларда қабылданған.

5.4.2.5Жоғарыда келтірілген шектік күйлердің ең негізгісі болып негіздің қирауы немесе деформациясының артық асып кетуі болып саналады(GEO).

(1)Рконструктивтік элементтердің немесе негіздің қирауы немесе деформациясының артық асып кетуінің шекті күйін қарастырғанда (STR және GEO) тексеруді қажет ететіндер:

$$E_d \leq R_d. \quad (10)$$

мұндағы: E_d – әсердің есептік нәтижесі, келесі формуламен анықталады

$$E_d = E(\gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d) \quad (11)$$

немесе

$$E_d = \gamma_E E\{F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d\} \quad (12)$$

Жеке коэффициенттерді F_{rep} әсеріне немесе осы әсердің нәтижесіне E және ҚР ҚН ЕН 1997-1:2004/2011 құжатында А.3.1(1)Р және А.3.2(1)Р анықталады.

ЕСКЕРТУ Жеке коэффициенттердің мәні ұлттық қосымшаларда, А.3 және А.4 кестелерінде берілген.

R_d - есептік кедергі келесі формуламен анықталады

$$R_d = R(\gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d) \quad (13)$$

немесе

$$R_d = R\{\gamma_F F_{rep}; X_k; a_d\} / \gamma_R, \quad (14)$$

немесе

$$R_d = R\{\gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d\} / \gamma_R. \quad (15)$$

Жеке коэффициенттерді топырақтың X параметріне немесе R кедергісіне қолдануға болады.

ЕСКЕРТУ Жобалау тәртіп бойынша, әсерлердің нәтижесі коэффициентермен түзетілгенде, әсердің жеке коэффициенті $\gamma_F = 1,0$ тең қабылданады.

2(Р)ҚР ҚН ЕН 1997-1:2004/2011 құжатта А.3.3.1(1)Р, А.3.3.4(1)Р, А.3.3.6(1)Р кетірілген жеке коэффициенттер (5.2а, b и с) формулаларда қолданылады..

5.4.2.6 Топырақты массивті, жоғары сығылымдық кернеуді қабылдай алатын, химиялық элементтермен күшейтуде бекітілген топырақты, ұзындығы топырақтың сығылмалы қабатының мөлшерінде қабылданатын, қадалар тәрізді тік арматуралық элементтерді қолдану қажет (10 сурет).

5.4.2.7 Бекітілген топырақты қаданың алдынала саны және олардың ұзындығын келесі формуламен анықтаймыз:

$$\frac{N_d}{n} \leq \frac{F_d}{\gamma_q} \quad (16)$$

мұндағы N_d - есептік әсер, кН;

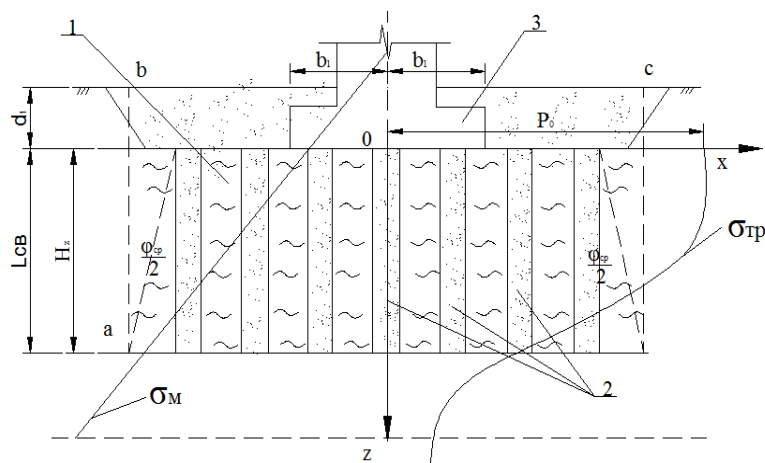
n - бекітілген топырақты қаданың саны;

γ_q - топырақтың тұрақтылық коэффициенті;

F_d - бекітілген массивтің топырағының (материалдың) көтеру қабілеттілігі, кН

Топырағы инъекциялы күшейтумен бекітілген массивтің топырағының көтеру қабілеттілігін ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011 құжатындағы 7.5 буынында нұсқауларымен статикалық сынақтаудың мәліметтеріне қарай анықтау қажет.

5.4.2.8 Құралдағы 5.1 п.5.4.5 шарттарды тексеру ҚР ҚН EN 1997-1:2004/2011 құжатының талаптарына сәйкес орындалады..



1 – әлсіз топырақ; 2 – бекітілген топырақты қада; 3 – іргетас

10 сурет - Топырақты-силикатты қадалармен бекітілген негіздерді есептеуге арналған үлгі

5.4.2.9 Негізді есептеудің шарттары бойынша шекті күйдегі негіздің қирауы немесе конструктивтік элементтің немесе оның көлденең қимасының деформациясының артық асып кетуі (GEO) келесі шектеулермен тексереді:

$$\alpha R_2 + (1 - \alpha) R_1 \geq P \quad (17)$$

$$S_{ap} \leq S_u \quad (18)$$

мұндағы $\alpha = V_k / V_{гр}$ - бекітілген топырақты қаданың бекітілетін көлемдегі үлесін сипаттайтын коэффициент (V_k - бекітілген топырақты қадалар, $V_{гр}$ - топырақтың көлемі);

R_1 - іргетас табанындағы бекітілмеген топырақтың есептік кедергісі, кПа;

R_2 - бекітілген топырақтың есептік кедергісі, кПа;

P - іргетастың табанындағы топырақтың орташа қысымы, кПа;

S_{ap} - негіздің бекітілген бөлігінің шөгуі;

S_u - имарат пен негіздің үйлесімді деформациясының шектік мәні.

5.4.2.10 Негіздің бекітілген бөлігінің шөгуі (S_{ap}) әрқабатты қосындылау әдісімен келесі формуламен есептеледі:

$$S_{ap} = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} * h_i}{E_3} \quad (19)$$

мұндағы h_i - бекітілген негіздің сығылу аймағындағы топырақтың i -ді қабатының есептік қалыңдығы, шарт бойынша $h_i = 0,2b$ (b -іргетас ені), м;

n –бекітілетін топырақ орналасқан сығылмалы аумақтағы қабаттардың саны;

$\sigma_{zp,i}$ - қосалқа тік кернеудің әр i -лі арматураланған қабаттағы орташа мәні, ол іргетастың астынан өтетін әр қабаттың жоғырғы (Z_{i-1}) және төменгі (Z_i) шекараларындағы кернеудің жарты бөлігіне тең, кПа;

E_3 - бекітілген топырақтың топырақ беттеріне перпедикуляр бағытындағы деформация мөділі, кПа.

5.4.2.11 Тік бұрышты іргетастың табанандағы қосымша тік кернеу (σ_{zp}) келесі (12) формуламен анықталады:

$$\sigma_{zp} = \frac{P_0}{2\pi(1 - \sqrt{B})} \left\{ \arctg \frac{(y - l_1)(x - b_1)}{z\sqrt{(y - l_1)^2 + (y - b_1)^2 + z^2}} - \arctg \frac{(y + l_1)(x - b_1)}{z\sqrt{(y + l_1)^2 + (y - b_1)^2 + z^2}} + \arctg \frac{(y + l_1)(x + b_1)}{z\sqrt{(y + l_1)^2 + (y + b_1)^2 + z^2}} \right\} \quad (20)$$

мұндағы $P_0 = P - \sigma_{zg,o}$ - негіздегі қосымша тік кернеу (іргетастың іні $b \geq 10$ м болғанда $P_0 = P$), кПа;

$\sigma_{zg,o}$ -іргетастың табаны деңгейіндегі топырақтың өз салмағынан болатын тік кернеу, кПа;

β - бекітілген топырақтағы анизотропиялық дәрежені ескеретін коэффициент.

$$\beta = \frac{E_3}{E} \quad (21)$$

мұндағы E -көлденең бағыттағы деформация мөділі, кПа.

5.4.2.12 Деформативтік сипаттамаларды (E , E_3) экспериментпен анықтап, сынақтаудың мәліметтері болмаған жағдайда – келесі формуламен анықтауға болады:

$$E_3 = \alpha * E_{ap} + (1 - \alpha) E_{rp} \quad (22)$$

$$\frac{1}{E} = \frac{\alpha}{E_{sp}} + \frac{1 - \alpha}{E_{rp}}, \quad (23)$$

мұндағы E_{rp} , E_{3r} - топырақтың бекітілуге дейінгі және одан кейінгі деформациялық мөділі, кПа.

5.4.2.13 Арматуралаушы элементтерді жарылуға және сырғымаға (үйкеліске) кедергіге тексеруге, және де арматуралаушы элементтің ұзындығын түзулеуді келесі формуламен анықтайды:

$$\frac{T_{1(2)}}{A_1} \leq R_s \quad (24)$$

$$T_1 = 2dtg\varphi_i(\sigma_{zg}N + \int_0^N \sigma_{zp}dx) \quad (25)$$

$$T_2 = 2dtg\varphi_i(\sigma_{zg}M + \int_0^M \sigma_{zp}dx) \quad (26)$$

мұндағы $N = 0,5L_1$; $M = 0,5L_2$;

T_1, T_2 - бойлық және көлденең арматуралаушы элементтегі созылу күші, кН, формуламен анықталады;

A_1 - бекітілген топырақты қаданың көлденең қимасының ауданы, m^2 ;

R_s - бекітілген топырақты қаданың созылуға қарсы есептік кедергісі, кПа;

σ_{zg} - бекітілген топырақты қаданың деңгейіндегі топырақтың өз салмағынан түсетін тік кернеу, кПа, формуламен анықталады:

$$\sigma_{zg} = \gamma' d + \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i , \quad (27)$$

мұндағы d –іргетастың табанының орналасу тереңдігі, м;

γ' - іргетастың табанынан жоғары жатқан топырақтың мешікті салмағы, кН/м³;

γ_i - бекітілген топырақтың i - лі қабатының мешікті салмағы, кН/м³;

h_i - бекітілген топырақтың i - лі қабатының есептік қалыңдығы, м.

6 НЕГІЗДЕРДІ ХИМИЯЛЫҚ ТӘСІЛДЕРМЕН КҮШЕЙТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

6.1 Химиялық материалдар талаптар

6.1.1 Екі ерітінді силикаттауда топыраққа кезегімен екі суаралас ерітінділерді енгізеді: натрий силикаты (бекіткіш) ерітіндісі және хлорлы кальций (қатырғыш) ерітіндісі.

6.1.2 Натрий силикаты ерітіндісінің тығыздығын (г/см³) топырақтың сүзгі коэффициентіне (м/сут) байланысты тағайындайды.

Сүзгі коэффициенті 5-10 болғандағы ерітіндінің тығыздығы 1,35 - 1,38

»» 10 - 20 » 1,38 - 1,41

»» 20 - 80 »» 1,41 - 1,41

Хлорлы кальций ерітіндісінің тығыздығы 1,26 - 1,28 г/см³ және рН 5,5-тен кем болмауы тиісті. Сусыз хлорлы кальцийдің тығыздығы 28 - 30 % молшердегі қойырлық сәйкес келеді.

6.1.3 Біреретінді екі компонентті силикаттау мен шайырлау кезінде негізгі бекіткіш материалдар ретінде натрий силикаты және карбомидті шайыр қолданса, қатырғыш немесе қоспа ретінде - хлорлы кальций, тұзды, қымыздықты және кремнефтор - сутекті қышқыл, көмірқышқыл газ, натрий алюминаты, азоттықышқыл аммоний, сульфатты-спирт қоспасы, ортофосфорлы қышқыл, формаид, этилацетат, Петров біріктіргішіжәне тағы басқалар пайдаланылады.

6.1.4 Силикаттау мен шайырлауға қолданылатын ерітінді-бекіткіштер келесі талаптарға сәйкес болулары тиісті:

- натрий силикатының мөділі 2,7-3 және тығыздығы құм топырақтар үшін 1,2 - 1,45 г/см³, ал шөккіш топырақтарды бекітуде 1,13 - 1,2 г/см³ болуы тиісті;

- карбомидті шайырдың тығыздығы 1,08 - 1,18 г/см³ болуы керек.

6.1.4.1 Топырықты бекітудің силикаттау және шайырлау тәсілдерінде қолданылатын техникалық талаптар мен шарттарға сәйкес келетін химиялық материалдардың осы құралда К қосымшасында берілген.

6.1.5 Шөккіш саздақ топырақтарды бекіту 2.4.п. сәйкес біріретінді біркомпонентті силикаттау әдісімен натрий силикаты ерітіндісінің көмегімен жасалады.

6.1.6 Қазіргі уақытта құм және шөккіш саздақ топырақтарды бекіту үшін бір-бірімен айырмашылығы бар газбен силикаттау тәсілі 4-5 кестеде көрсетілген.

6.1.7 Топырақты силикаттау тәсілімен бекітуде қолданылатын химиялық материалдар натрий силикаты (сұйық әйнек), хлорлы кальций, ортофосфорлы қышқыл, кремнефтор - сутекті қышқыл, натрий алюминаты, формаид, этилацетат, Петров біріктіргіші және тағы басқалар істегі стандарттардың техникалық талаптарына және шарттарына сәйкес болуы тиісті.

6.2 Негізді бекітудің технологиялық тәртібі

6.2.1 Топырақты инъекциялы химиялық бекітудің барлық тәсілдерінде келесі жұмыстар орындалады:

- дайындық және қосалқы жұмыстар, бекіткіш ерітіндіні дайындауды қоса алғанда;
- инъекторларды топыраққа енгізу және бұрғылау жұмыстары, инъекциялық ұңғыларды дайындаумен бірге;
- топыраққа бекіткіш реагенттерді енгізу;
- инъекторларды суырып алу және ұңғыларды жабу;
- бекітудің сапасын бақылау жұмыстары.

Дайындық және қосалқы жұмыстар

6.2.2 Негізгі жұмыстар басталмай тұрып алаңда дайындық және қосалқы жұмыстары жүргізіледі. Дайындық жұмыстары кезеңінде орындалатын жұмыстар:

- территорияны дайындау және тегістеу;
- электр қуатын, сұқбырын, қажетті жағдайда бұқбырын, канализацияны тарту;
- апатты конструкцияларды құламас үшін бекітіп қою;
- қажет жағдайда іргетастың шөгуін құралдармен бақылау;
- бекітудің жұмыс барысын және сапасын қамтамасыз ететін басқа да шараларды ескеру.

Дайындық жұмыстарының құрамы мен көлемі жобада көрсетіледі.

6.2.3 Келесі кезеңдегі орындалатын қосалқы жұмыстар:

- құрылыс алаңында химиялық реагенттер мен материалдарды орналастыру, олардың дұрыс жинауын және сақтауын қамтамасыз ету;
- қондырғылар мен қосылатын коммуникацияларды жинақтау, оларды электр жүйесіне, су құбырына және ыстық суға қосу, қыс мезгілінде су және ерітінді таситын магистралдарды жылылау;
- бекітетін топырақтың көлемі 10 мың м³ көп болған жағдайда, ерітінді дайындауға тұрақты торап орнату;
- инъекторлар мен инъекциялық ұңғыларды бұрғылау орындарын белгілеу;
- жұмыстың қауіпсіздігін электр бақылау және басқа да жерасты коммуникацияларға жауап беретін өкілдермен келістіру;

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

- бекіткіш ерітінділердің жұмыстық қойырлығын дайындау;
- жобаға сәйкес топырақты бекітудің сынақтау жұмыстарын жүргізу.

6.2.4 Инъекторларды, инъекциялық және бақылау ұңғыларының орналасу орнын белгілеу имараттың негізгі өсімен, ± 5 см шартты ауытқумен, жүргізілуі тиісті.

6.2.5 Топырақты силикаттау және шайырлауға қажетті ерітінділерді дайындайтын ыдыстардың саны мен көлемі жұмысты үзіліссіз жүргізуді қамтамасыз етуі тиісті. Ыдыстар ерітінділерді қыздыру және араластырғыш қондырғыларымен жабдықталуы қажет.

Қышқылдарға арналған ыдыстардың ішкі жағы қышқылдың әсерінен қорғалуы тиісті. Пластмасс ыдыстарды да қолдануға болады.

Ерітінділерді дайындау үшін $40 - 60 \text{ м}^3$ көлемдегі теміржол цистерналары қолдануы мүмкін.

6.2.6 Құрылыс алаңында дайындалған химиялық ерітінділердің сапасын бақылау үшін келесі өлшегіш құралдардың болуы қажет:

- өлшемі 1°C тұратын, $0 - 100^\circ\text{C}$ дейін көрсететін термометр;
- сыйымдылығы $250 - 500 \text{ мл}$ ерітінді тексеретін әйнек өлшегіш цилиндр;
- өлшемі $0,001 \text{ г/см}^3$, өлшем жиілігі $1,01 - 1,50 \text{ г/см}^3$ құрайтын, ерітіндінің тығыздығын анықтайтын ареометр.

6.2.7 Химиялық ерітінділердің жұмыстық қойырлығы ерітіндінің бастапқы қойырлығын таза сумен араластыра отырып жобадағы тығыздыққа жеткеседі. Дайындалған ерітіндіні енгізбес бұрын 1-3 сағат мөлшерінде тұндырып барып, жұмыс ыдысына аударған жөн.

Инъекторлардың конструкциялары

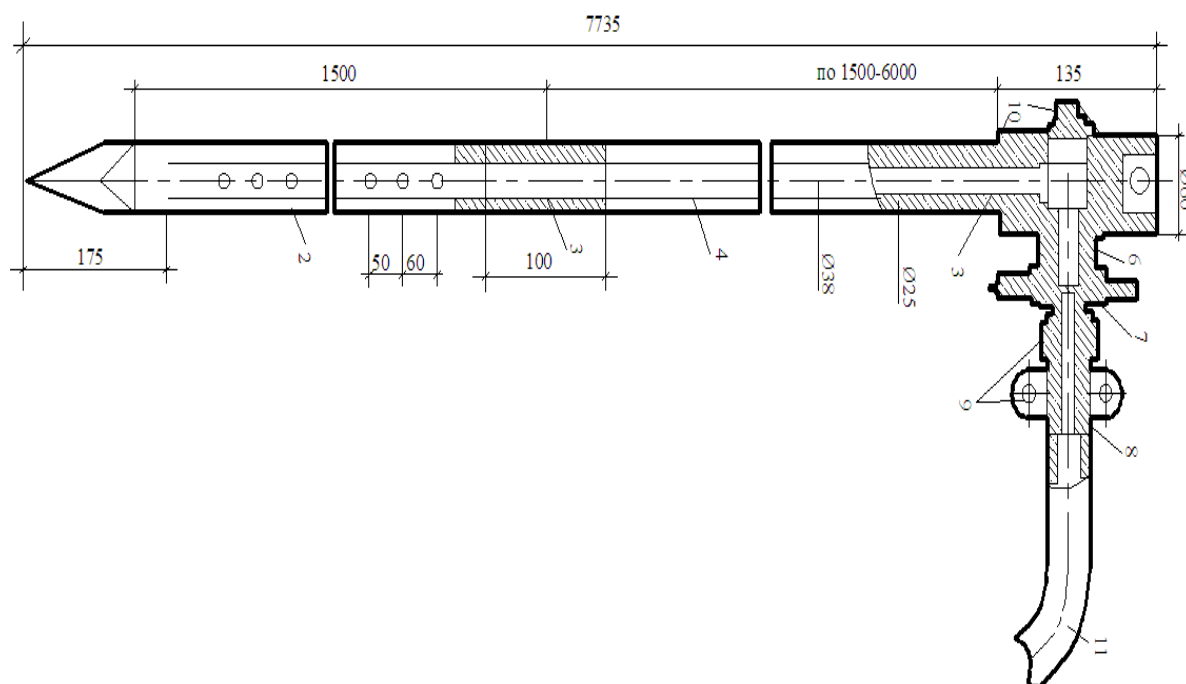
6.2.8 Инъекторлар топыраққа әртүрлі тәсілдермен кінгізілетін, сол арқылы топыраққа қысыммен бекітілетін реагенттер енгізілетін арнайы құрал. Барлық тәсілдер үшін инъекторлар топырақты инъекциялы бекітудегі қондырғылардың жауапты элемент болып саналады.

6.2.9 Қазіргі уақытта инъекциялы химиялық бекіту тәжірибесінде кеңінен қолданылатын үш түрлі конструкциясы бар:

- қағылмалы, құм топырақты силикаттау және шайырлауға қолданылатын бірдей қималы (11 және 15 сурет) және шөккіш саздақ топырақты силикаттауға арналған ауыспалы қимадағы (16 сурет) инъекторлар

- инъектор-тампондар, шөккіш саздақ топырақтарды үлкен тереңдікке силикаттауға және топырақты инъекциялық ұңғылар арқылы цементтеуге арналған (17 және 18 сурет);

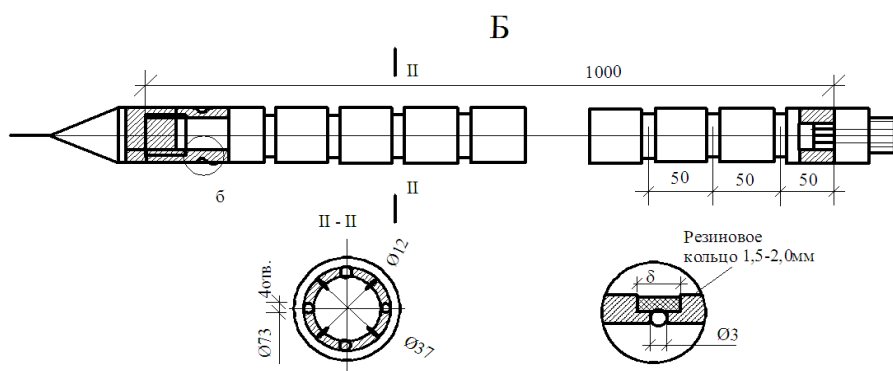
- манжетті-тампонды инъекторлар (19 және 20 сурет), өте күрделі геологиялық және гидрогеологиялық жағдайда топырақты ұңғыма арқылы бекітуге арналған. Инъекторлардың сипаттамалары С қосымшада көрсетілген.



1 - ұштама; 2 - тесілген буын; 3-жалғағыш ниппель; 4-тұйық буын; 5 - басқыр; 6 - басқырдың ниппелі; 7 - қысатын бұранда; 8 - шүмек; 9 – қамыт; 10 - бітеуіш; 11 – құбыршек.

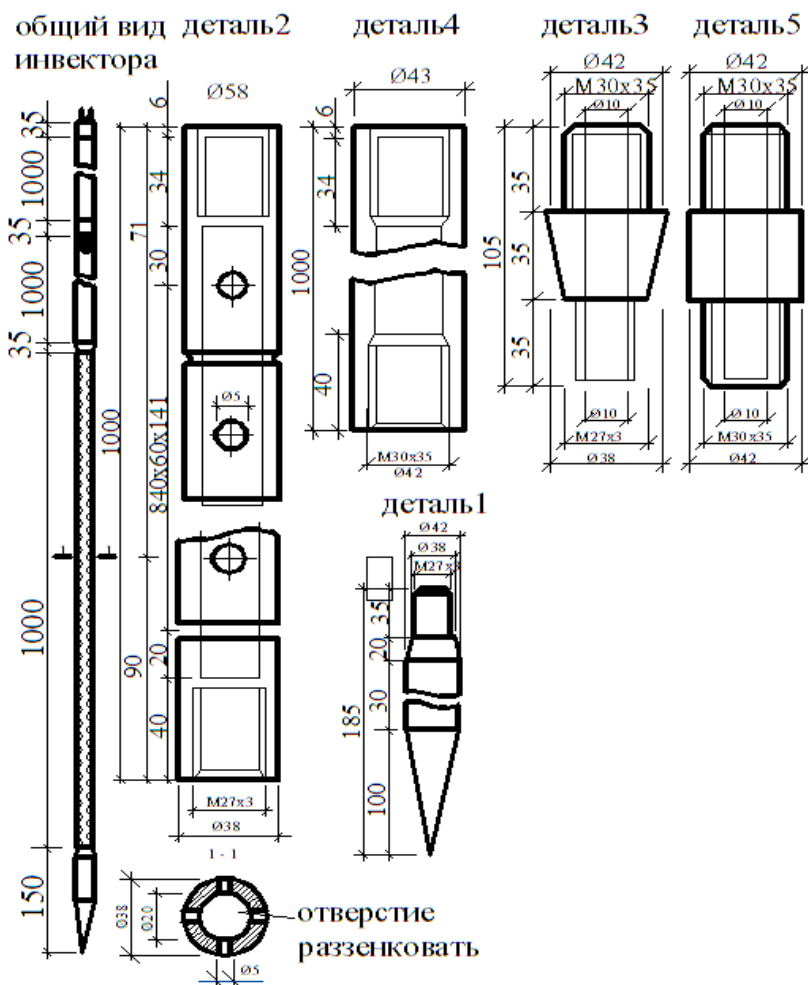
11 сурет- Құмды топырақтарды силикаттау және шайырлауға арналан қағылмалы иньектордың конструкциясының жалпы көрінісі

6.2.10Топырақты технологиялық қазылымдар арқылы көлбеулеп сығып кіргізу бекіту технологиясында манжетті - тампон иньекторының бірнеше өзгертілген, конструкциясы топыраққа түтік тіреуіштерін құрсауға құйатын ерітіндісіз кіргізуге ыңғайластырылған нұсқасы қолданылады.



А— резеңке қақпақтарымен; Б— резеңке сақиналарымен

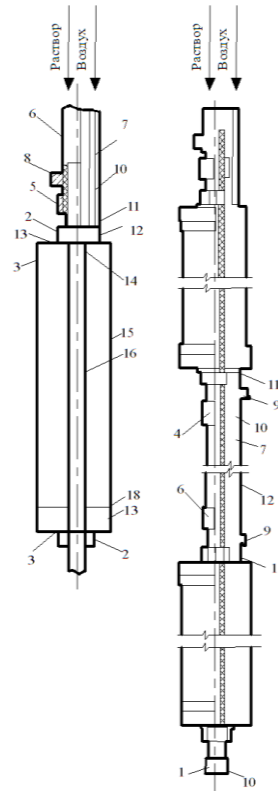
12 сурет—Құмды топырақтарды силикаттау және шайырлауға арналған қағылмалы иньектордың конструкциясы. Тесілген буындар



1 - ұштама; 2 - тесілген буын; 3-өтпелі ниппель; 4-тұйық буын; 5 - тұйық буындарды қосу үшін ниппель

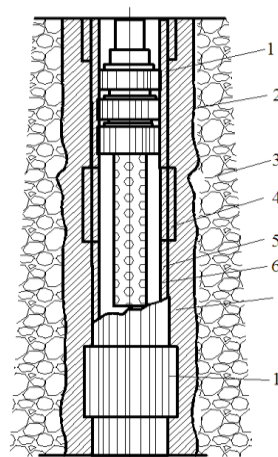
13 сурет–Шөккіш саздақ топырақтарды силикаттауға арналған ауыспалы қимадағы қағып кіргізілетін инъектордың конструкциясы

6.2.11 Құмды топырақтарды бекіту үшін қағып кіргізілетін инъектор ұштамада, басқырдын, түтіктің тұйық буынды бағанасынан, тесілген буыннан және жалғағыш бөліктерден тұрады. Инъекторды орнату кезінде жанында ықшамдалған басқырды уақытша орнатады. Инъектордың тұйық түтікті тіреуіштерін буындарының ұзындығы 1-1,5 м соңындағы ішкі метрикалық бұрандасының ұзындығы 35 мм болатын бағаналар құрайды. Түтік буындары ниппельмен сабақтастырылады. Инъектордың тесілген буынның ұзындығы әдетте 0,5-1,5 м және саңылау диаметрі 2-3 мм- болады.



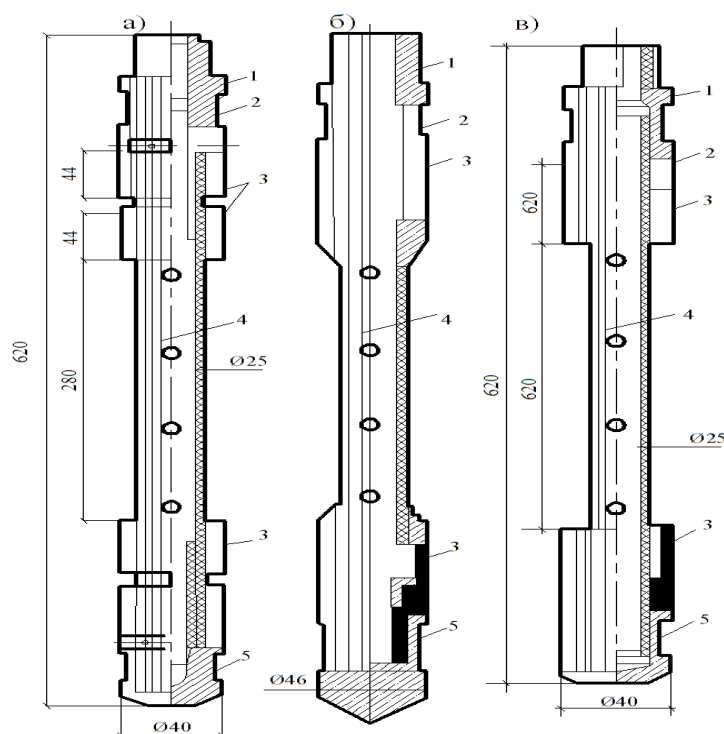
1 - бітеуіш; 2 - бұранда; 3 - епелек ; 4 - жалғастырғыш; 5 - штуцер; 6 - ерітінді үшін құбыршек; 7 - ауа үшін құбыршек; 8, 9 - қамыт; 10 - аралық төсем; 11 - штуцер; 12 - жоғарғы қақпақ; 13 –тығыздағыш сақина; 14 - жоғарғы жалғастырғыш тірек ; 15 - вулканизацияланған резеңкеден манжет; 16 - түтік; 17 - тесілген түтік ; 18 - төменгі жалғастырғыш тірек

14сурет–Пневматикалық инъектор-тампондар: бір қабатты (А) және екі қабатты (Б), ИТП



1-6-шы тесілген бөлігімен манжетті тығын; 2 - ұңғының торы ; 5 - 3-ші саңылаулармен және 4-ші резеңке сақиналарымен түтіккі тіреуіштер ; 7 –құрсаулауға арналған саз-цементті ерітінді

15 сурет- Манжетті-тампонды инъекторының үлгісі



а- төрт манжетті; б- екі манжетті саңылаулы; в- екі манжетті; 1 - ойырмадағы ниппель; 2, 3-резеңке немесе былғары манжеттер; 4 - тесілген бөлік; 5 – бітеуіш

16 сурет- Манжетті тампонның құрылысы

Инъекторларды батыру және суырып алу, инъекциялық ұңғыларды бұрғылау және орнату

6.2.12 Инъекторларды топыраққа бекіткіш реагенттерді ендіру үшін батыру қағу, бастырмалау және алдана бұрғыланған инъекциялы ұңғыларға орналастыру арқылы жүргізіледі. Инъекторды батыру тәсілі топырақтың түріне, территорияның жағдайына және бекіту тереңдігіне байланысты. Инъекторды топыраққа батыру жобамен бекітіледі.

6.2.13 Инъекторларды топыраққа қағып батыру құм топырақтарды силикаттау және шайырлауда, және де шөккіш саздақ топырақты 15 м –ге дейінгі тереңдікке бекітуде қолданылады.

Инъекторларды топыраққа бастырмалап батыру тәсілі көбінесе бұрын тұрғызылған имараттардың табанындағы топарақтарды арнайы технологиялық ойықтар арқылы көлбеу технологиясын қолдана отырып бекітуге арналған (2 сурет).

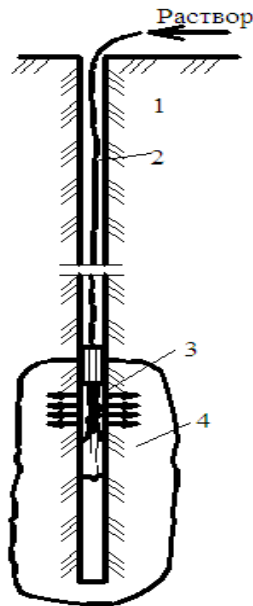
Инъектор-тампондарды инъекциялы ұңғыларға орнату шөккіш саздақ топырақты 15 м –ден аса тереңдікке бекітуде қолданылады.

ЕСКЕРТУ шөккіш саздақ топырақты 15 м –ден аса тереңдікке бекітуде инъекторлар алдына дайындалған ұңғыларға қағылуы мүмкін.

6.2.14 Инъекторларды батыру үшін Q қосымшада сипаттамалары берілген соқпалы құралдар мен компрессорды қолданады. Батыру жобада көрсетілген ретімен алымдарда жүргізіледі. Батырылу қиындаған жағдайда ағашында ұңғылап жіберу қажет.

Инъекторларды іргетастың темірбетон тақтасынан, еденнен және басқа да өткізгенде алдана ұңғыларды бұрғылайды.

Тас топырақтарда бұрғылағаннан соң ұңғыларды сумен шайады немесе қысымды ауамен үрлейді.



1 - ұңғыманың қабырғалары; 2 - бекітуші ерітіндіні беруі үшін арналған құбыршек; 3 – инъектор-тампон ; 4- екі енбемен бекітілген топырақымассив

17 сурет- Ұңғымаарқылы шөккіш саздақ топырақтардың силикаттаудың технологиялық үлгісі

6.2.15 Топырақты алдынала дайындалған инъекциялық ұңғылар арқылы бекіту бұрғылау қондырғыларының көмегімен орындалады.

Инъекциялық ұңғылар тік орналасуы қажет, қабырғасында жарықтар мен жырытылулар болмауы керек. Бұрғылау біткеннен соң ұңғыларды жобалық тереңдікке дейін тазалап, аузын ағаш тығынмен бекітіп қою керек. Бұрғылау кезіндегі артық топырақты қажетті мөлшерде қайта жабуға есеппен алып қалады.

6.2.16 Қысымдау кезінде ерітінді кері шығып кетпеуі үшін ұңғыларды арасын екі диаметрден алшақтау бұрғылайды. Бірінші кезектегі ұңғыларды қысымдап болғаннан соң екінші кезектігі ұңғыларды бұрғылап, қысымдайды.

6.2.17 Топырақтың қуыстары мен жарықтарының бітеліп қалуы қабылданған тәсілге және бұрғылау қондырғыларына байланысты. Мысалы, алмас бұрысы бар қондырылар жарықтарды аздау бітейді. Соққылап бұрылау жарықтарды кбірек толтырып тастайды кбінесе цементтеуде қолданылады. Сазды балшықты қолданып бұрылау тас топырақтарда қолдануға болмайды, құм-шыйыршық тасты топырақтарда инъекциялық тәсілмен ерітіндіні томпанаждау арқылы енгізуде қолданылады.

6.2.18 Ұңғымы арасындағы шекті ауытқу жобалық қашықтыққа байланысты. Жалпы алғанда, шекті ауытқулар инженерлік есеппен бұрғылаудың техникалық мүмкіндіктеріне байланысты жобамен беріледі.

Бекітуші реагенттерді топыраққа қысымдау

6.2.19 Топырақты силикаттау және шайырлау кезінде бекіткіш химиялық ерітінділерді және қоспаларды қысымдау үшін сорғыштар пневматикалық ыдыстар немесе араластырғыш қондырғылардың базасында орнатылғаныдыстыр қолданылады. Соңғысы ерітіндінің тығыздығын және шығынын реттеп, үзіліссіз дайында және қысымдап отыруға мүмкіндік береді.

Қолданылатын қондырылар қысымдауға қажетті рәсімді (ерітінді шығынының уақытқы қырай жайлап көтерілуін) қамтамасыз етуі керек. Қысымдау рәсімі сынықтық жұмыстар кезінде анықталады.

6.2.20 Қысымдауға қолданылатын қондырғылар бақылап-өлшегіш құралдарымен жабдықталуы қажет:

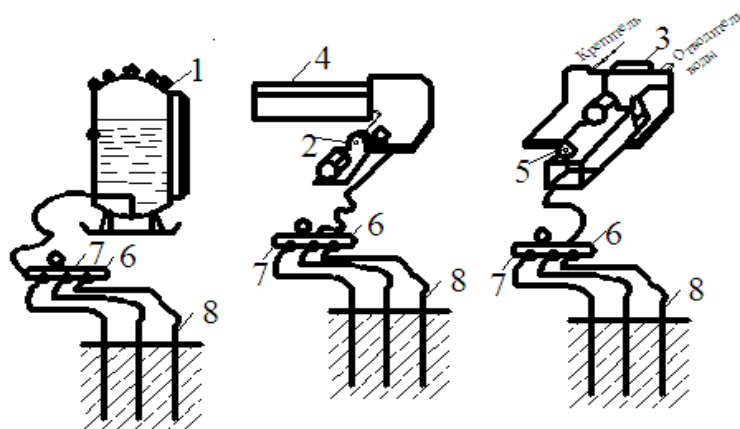
- жай немесе электронды, қысымы 0,6 – 1 МПа беретін, өлшемі 0,01 МПа бөлінген монометрлер;

- ерітінді шығынын есептегіш, өлшем ауытқуы $\pm 2\%$ дейін және $0,005 \text{ м}^3$;

- сағат немесе секундпен өлшегіш.

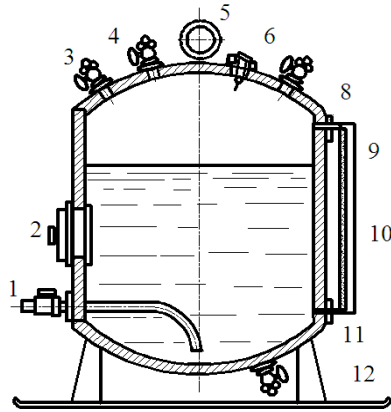
Ерітіндіні жеткізетін құбыршек 0,6 - 1 МПа жұмыс қысымға есептеліп, 20 - 25мм өтіс жолы болуы тиісті.

6.2.21 Реагенттерді инъектор (ұңғыма) арқылы қысымдау жеке өтістерменен жобада көрсетілген көлеммен және технологиялық ретімен жүргізіледі. Суөткізгіштігі жағынан біркелкі топырақтарда қысымдау ернеуінен тереңге немесе терңнен ернеуіне қарай орындалады. Суөткізгіштігі жағынан біркелкі емес топырақтарда суөткізгіштігі үлкен қабатты бірінші кезекте бекітеді. Реагенттердің көлемі және оның сипаттамасы, инъекцияның параметрлері, ұңғыманың диаметрі жобалаушы мекемемен сынақтық бекітудің нәтижесімен өзгеруі мүмкін.



1 - пневмобак ; 2 - сорғы ; 3-мөлшерлеуагрегаты; 4 –ыдыс ерітіндісімен; 5 - араластырғыш; 6 - үлестіруші ; 7 - жұмсалғандысанауыштар ; 8 – инъекторлар

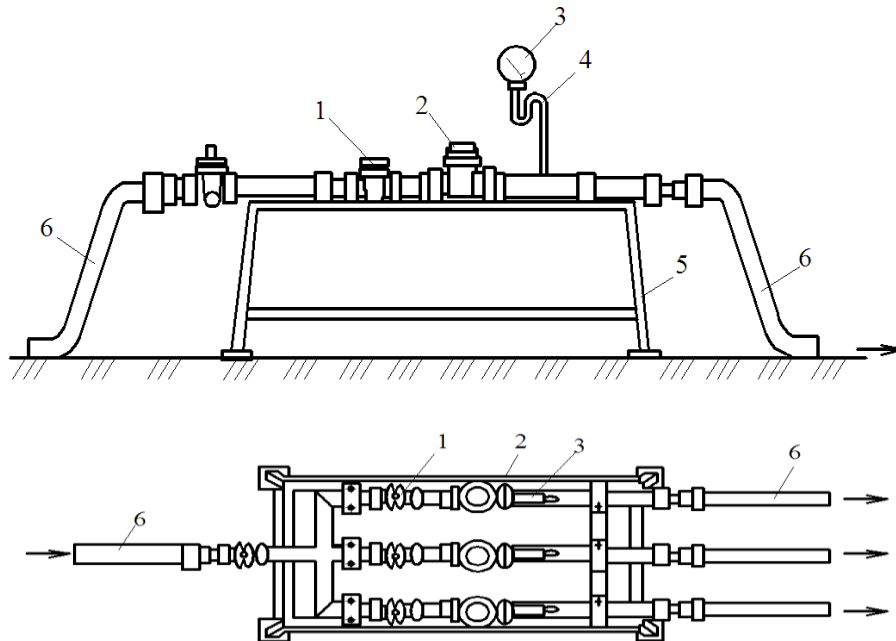
**18 сурет - Бекітуші ерітінділерді
топырақтарға қысымдаудың технологияны күлгісі
- а– пневмобакті, б – сорғыны, в- мөлшерлегіш қондырғыны қолданып**



1 - инъекторларға ерітіндінің беру үшін бұрандалы түтік; 2 –ыдысты тексеру және тазалауы үшін люк; 3 - сығымдалған ауаның беру үшін бұрандасы бар түтік; 4 –қысымды реттеуші бұранда; 5 манометр; 6 - сақтандырғыш тығын; 7 - ерітінділердің құюы үшін бұрандалы түтік; 8 - ыдыстың тұрқысы ; 9 - жұмсаудың шкаласы; 10-су өлшегіш шыны; 11 - ерітінділер сынама алу үшін бұрандалы түтік; 12 – шана

19сурет–Бекітуші ерітінділерді топырақтарғақысымдауға қажетті пневматикалық қондырғының үлгісі

6.2.22Химиялық реагенттерді топыраққа негізбес бұрын инъекторлар сумен жуылып немесе ауамен қысыммен үрленіп тұруы қажет.Инъекторға жіберілетін судың көлемі оның тесіктелген бөлігіндегі реагенттердің қалдықтарынан тазалауға жетуі тиісті.



1 –шығынды реттеуші шүмек; 2–шығын өлшегіш; 3 - манометр; 4- май толырылған сифон; 5 - тіреуіш; 6- қысымды құбыршек

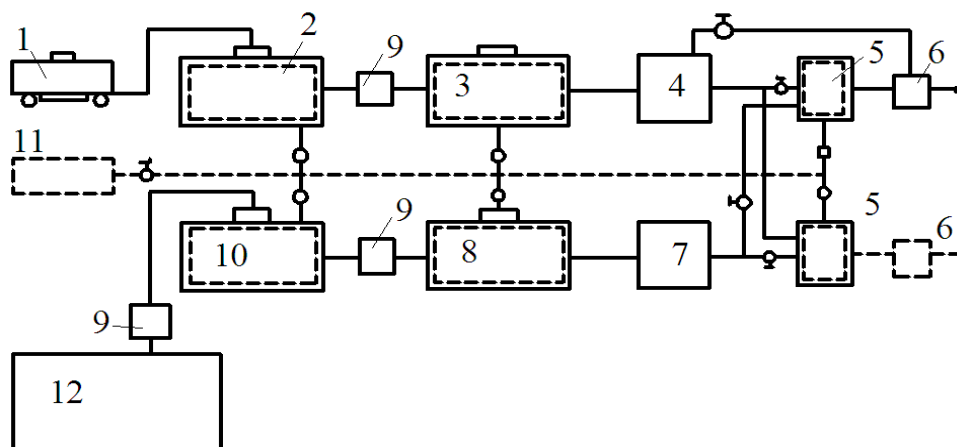
20сурет–Топыраққа химиялық реагенттерді қысымдауға қолданылатын жылжымалы таратқыш

6.2.23 Біртұтас массивтердегі топырақты екіерітінділі силикаттау кезінде сұйық әйнек және хлорлы кальций қатарларымен, бір қатардан алмасып қысымдалады. Хлорлы кальций ерітіндісін сұйық әйнектен соң тез арада қысымдау қажет. Хлорлы кальций мен сұйық әйнекерітінділерін қысымдау араларындағы үзіліс 10-кестедегі уақыттан көп болмауы тиісті.

10 кесте – Хлорлы кальций мен сұйық әйнекерітінділерін қысымдау араларындағы технологиялық үзіліс

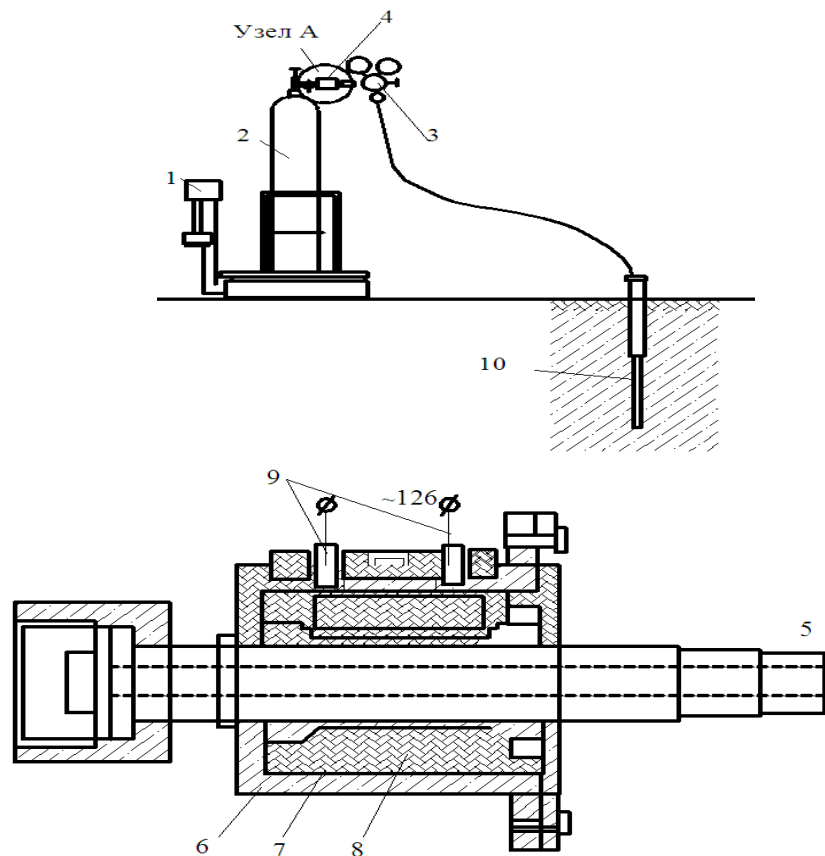
Топырақ суларының жылдамдығы, м/күн	Үзіліс, сағ.	Топырақ суларының жылдамдығы, м/күн	Үзіліс, сағ.
0	24	1,5	2
0,5	6	3	1
ЕСКЕРТУ Топырақ суларының жылдамдығыарасындағы өлшемде үзіліс ұзақтығы интерполяциямен анықталады.			

Құм топырақты екіерітінділі тәсілмен силикаттауда әр ерітінді жеке сорғышпен қысымдалады. Ерітінділердің ыдысты, құбыршекте, сорғышта және инжекторда араласуына болмайды. Сұйық әйнекте қолданылған қондырғылар хлорлы кальцийгн пайдаланар алдында ыстық сумен мұқият шайылуы тиісті.



1- автоцистерна; 2- бастапқы қойырлықты қатайтқыштың ыдысы; 3- қатайтқыштың жұмыстық қойырлығының ыдысы; 4 – қатайтқышты араластырғыш; 5- гельқұрағыш қоспаның ыдысы; 6 – топыраққа бекіткіш ерітінділерді қысымдайтын сорғыш; 7 – бекіткішті араластырғыш; 8 - бекіткіштің жұмыстық қойырлығының ыдысы; 9 – ерітінділерді жеткізетін сорғыштар; 10 - бастапқы қойырлықты бекіткіштің ыдысы; 11 –ерітінділерді қысымды ауамен араластыратын компрессор; 12 – бекіткіштерді сақтайтын орын.

21сурет–Топырақты бірерітінділі екікомпонентті силикаттау және шайырлаудағы гельқұрағыш қоспасын дайындаудың технологиялық үлгісі



1 – едендік таразы; 2 – көмірқышқылды газ баллоны; 3 - редуктор; 4 – электрмен жылытқыш элемент; 5 – шүмек; 6 – қаңқа; 7 – электрайырғыш толтырылғы; 8 – оралым; 9 – жалғағыш; 10 - инъектор

22 сурет–Газды силикаттау кезінде көмірқышқыл газды топыраққа электржылытқыш элементті қолданып қысымдау үлгісі

6.2.24 Массивті тұтас бекіту кезінде топырақты біріретінділі силикаттау және шайырлау тәсілінде бекітетін реагенттерді ретімен орналасқан инъекторлардың қатарымен қысымдайды. Реагентті қысымдау қатарында бір инъекторды аттап, екі кезекпен жүргізіледі.

6.2.25 Ерітінділерді қысымдау кезіндегі қысымның көрсеткіші жобамен бекітіліп, сынақты бекіту нәтижесімен түзету енгізіледі. Бұрын тұрғызылған имараттардың табанындағы топырақты бекіту кезінде қысым көрсеткіші іргетас астындағы қысымнан артық болмауы тиісті.

6.2.26 Құм топырақтарды біріретінді екікомпонентті силикаттау және шайырлау тәсілімен бекіту кезінде 18 суретте көрсетілген шайырлауға құралған инъекциялық жұмыстың технологиялық үлгісімен жүргізген дұрыс.

6.2.27 Қысымдау кезіндегі бекіткіш химиялық ерітінділердің немесе қоспалардың бір инъекторға шығынының шамасы жобамен бекітіледі және сынақтық бекітулерде

анықталады: қысымдалу үрдісі кезінде сұйық реагенттердің шығыны шығын өлшегіштермен немесе есептегіштермен бақылауда болады.

6.2.28 Жаңа тұрғызылып жатқан гимараттардың астындағы топырағын силикаттау және шайырлаумен бекітукезінде ерітінді қысыммен жер бетіне шығып кетпеуі үшін бекітілетін массивтің бетінен 1 м қалыңдықтағы топырақ қалдырылуы қажет. Кей жағдайда қорғау қабаты ретінде қалыңдығы 10-15 см маркасы 50 –ден кем емес бетонды тақта құйылады. Құйылған тақтада ұңғылырды бұрғылау немесе инъекторларды қағу үшін тесіктер қалдырылады.

6.2.29 Химиялық ерітінділерді қысымдаудың орнықты үрдісі бұзылған жағдайда, қысымдауды тоқтатып, себебін анықтағаннан соң ғана жалғастырады.

Ерітінділерді қысымдау бекіту аймағындағы температура 0 °С төмен болмаған жағдайда ғана жүргізілуі тиісті.

6.2.30 Топырақтың бекітілуінің сапасын қамтамасыз ету үшін бекіту радиусы 0,7 м және ерітіндінің тұтқырлығытөмендету мақсатында ерітіндіге пластификаторлы қоспалар қосады немесе 40-60 °С температураға дейін қыздырады.

6.2.31 Газды силикаттау тәсілінде ерітіндіні қысымдау жобамен бекітіледі және сынықты бекіту кезінде анықталады. Қысымдау реті: көмірқышқылды газ, силикат ерітіндісі және қайтадан газ.

6.2.32 Көмірқышқылды газды топыраққа қысымдау үшін келесі қондырғылар мен бақылап-өлшегіш құралдар қолданылады:

- газ үшін баллондар;
- электржылытқыш элементімен жабдықталғанкөмірқышқылды реттегіш;
- жоғары және төмен қысымды монометр (өлшем бөлігі 0,01 МПа артық емес);
- газдың шығынын есептейтін 150 кг дейінгі таразы;
- ток төмендететін трансформатор, 12В кедергіні қамтамасыз ету үшін;
- диаметрі 12-19 мм, 1 МПа қысымға есептеоген құбыршық.

Көмірқышқылды газды топыраққа қысымдап енгізу бірқалыпты жобада көрсетілген қысыммен немесе топырақты бекітудің сынақтық жұмысы кезінде анықталған ретпен жүргізіледі.

6.2.33 Көмірқышқылды газды, реттегіші бар баллондар таразыға қойылады. Өлшеуден өткеннен соң газ реттегіш өтіп құбыршек арқылы инъекторға немесе инъектор-тампонға жетеді. Реттегіштің мұздап қалмауы үшін жұмыс кезінде электржылытқыш элементтерді пайдаланады. Балонның қысымдауға дейінгі және одан кейінгі салмақтарының айырмасымен газдың шығынын анықтайды.

Газды, топырақты белсендіру үшін қысымдағанда, енгізу қысымы 0,15-0,2 МПа артық болмауы тиісті, ал газды силикатты ерітіндіні қатыру үшін енгізгенде 0,4-0,5 МПа болуа қажет. Газды енгізудің тәртібін бұзған жрғдайда және шекті қысымнан асып кеткенде топырақтың арасында жарықтар пайда болып, бекітудің біртұтастығын бұзады. Силикат пен газдың арасындағы үзіліс 30 мин артық болмауы керек. Бір мезетте газ қысымдалатын инъекторлар немесе ұңғымалардың арасы 6 радиустан кем болмауы тиісті.

6.2.34 Инъекциялы химиялық бекітудің барлық тәсілдерінде қысымдау жүйелеріндегі қысымды жұмыс аяқталғаннан соң біркелкі және жай түсіюу керек. Қысымды бірден түсірген жағдайда, инъектордың тесіктелген басында тығын пайда болып, жұмыс өндірісін қиындатады.

Инъекциялық жұмыстар аяқталғаннан соң инъекторлар топырақтан гидравликалық, тіректі домкраттармен немесе басқа да жүккөтергіштігі 5-10 т құралдармен суырып алынады. Ерітінді сыртқа кері шығып кетпеу үшін, ұңғыманың аузын 8:1 қатынасты топырақты-цемент қомпасымен бекітеді. Жұмыс аяғында ерітіндімен араласқан барлық құралдар ыстық сумен шайылып, қысымды ауамен үрленеді.

6.2.35 Бұрын тұрғызылған имараттардаң табанындағы топырақты силикаттау және шайырлау кезіндегі қосалқы цементтеу $B/C = 1 - 0,8$ қатынастағы ерітіндімен орындалады. Олардың қасиеттерін жақсарту үшін, және де субөлгіштігін максималды арттыру үшін ерітіндіге цемент салмағының 10 % мөлшерінде бентонитті балшық қосады. Цемент маркасы 300 – ден кем болмауы тиісті.

6.2.36 Қысымдап инъекциялау жұмыстарының барлығы жұмысты орындау құжаттарында көрсетілуі міндетті.

6.3 Сапаны бақылау және жұмыстарды қабылдау

6.3.1 топырақты инъекциямен химиялық бекіту жұмысының сапасы, нормативтердің және жобаның тиісті талаптарына жауап беретіні олардың пішіннің бір бөлігінде бекітілуі және бекітілген массив пен тұтастық көлемдері беріктілік көлемінде, деформациялық және басқа бекітілген топырақтардың физикалық-механикалық қасиеттері анықталады:

- бекіту тәсілінің дұрыс таңдалғанымен;
- негізгі химиялық және басқа қолданылатын материалдардың және жұмыста қолданылатын (қайта өңдеген) бекітуші реагенттердің (ерітінділер, гель түзеуші қоспа, газ, цемент) сапалық жобасының талаптарына сәйкес;
- жобаларға дұрыс салыған бекітудің есептік көрсеткіштерінің және жұмыс шығарудың техникалық шарттары;
- соңында, жұмыс шығару кезінде техникалық шарттар және есеп айырысу көрсеткіштерінің сапалы орындалуы.

Топырақты бекіту кезінде нақты сапаны қамтамасыз ету үшін Жұмыс жасау үрдісі тиісті бақылау шаралар жиынтығымен бірге жүруі және міндетті түрде орындаушы құжатты енгізу керек п. 6.2.

6.3.2 Инъекцияны бекіту сапасын бақылау келесі бақылау шараларды орындаумен әжептәуір беріктікті қамтамасыз етеді:

- бастапқы химия және тағы басқа материалдардың сапасын тексерумен;
- жұмыс жасау кезінде жұмыстық бекітуші реагенттердің сапасын операциялық тексеру;
- тәжірибелі тексеру бекітудің есептік көрсеткішін және жұмыс шығаруда техникалық шарттардың жобаларына салыған;
- жұмыс шығаруда бекітудің есептік көрсеткіштері жобаларына және олардың берілген техникалық шарттарына салынған орындалуды бақылау;
- сәйкестікті тексеру жобаның талаптары бекітілген топырақтардың физикалық-механикалық қасиеттерінің сипаттамаларын, сонымен бірге олардың біртектілі бекітілуін;
- жобалық тексеріс пішіндердің және бекітілген массивтердің көлемдері, сонымен бірге бекіту тұтастықтарының өлшемдері;

- сонына, бекітілген топырақтардан салынғанғимараттардың және имараттардың ірге тасын және негіздерін күшейтуде іргетастардың шөгунбақылайтын аспапты геодезиялық бақылау.

Топырақты бекіту жұмыстарының сапасын бақылау іс шаралары жобаға жазылуы керек.

6.3.3 Топырақты инъекциялы химиялы бекіту кезіндегі жұмыстық және негізгі материалдардың (регенттер, цемент, гель түзегіш қоспа, газдар, цементті ерітінділері) сапасын тексеру үшін жұмыс орнында материалдардың лайықты сипаттамаларын бар жүйелі лабораториялық анықтаулар ұйымдастырылуы керек.

Бастапқы материалдардың сапасын тексеру келесі сипаттамалардың лабораториялық анықтамаларын инъекциялы жұмыстармен бастауға дейін жүзеге асырылады:

- силикат ерітінділері үшін – тығыздық және модуль;
- карбамидті шайыр үшін - тығыздық, тұтқырлық және еркін формальдегид мөлшері.

Бастапқы химия және тағы басқа материалдарының сипаттамаларының лабораториялық анықтамалары 6 қосымшаға сәйкес орындалады (силикат модулі).

Негізгі материалдардың сапасын тексеру құрылыс алаңына әкелінетін әр жаңа материал партиясында жүргізілуі керек.

6.3.4 Жұмыстық бекітуші реагенттердің сапасын операциялық тексеру оларды топыраққа сығу алдында инъекциялау жұмыстары кезінде тиісті сипаттамаларды анықтау және өлшеу жолымен жүзеге асырылады:

- силикат ерітінділерінің және хлорлы кальцийдың тығыздығы мен температурасы құмдарды екі ерітінділі силикаттау кезіндегі және бір силикатты отырып кететін құм аралас топырақтардың бір ерітінділі бір компонентті силикаттау кезінде ;

- бір ерітінділі екі компонентті силикаттау және шайырлау кезінде бекітуші қоспалардың гел жасау уақыты;

- цементация кезінде цемент ерітінділерінің тығыздығы және жайылуы.

Гел түзеу уақыты үздіксіз инъекциялау барысы кезінде енбеге айдау үшін арналған әр дайындалған бекітуші қоспадан сынама алу жолымен бақыланады.

6.3.5 Бекіткіш көрсеткіштерінің жобаға салынған есептеуішінің және топырақты силикаттау және шайырлау (радиус, тереңдікке кеткен енбенің шамасы, бір енбеге кеткен химиялық реагенттің бірлік көлемі, бастырмалау кезіндегі қысым және тұтыну, топырақтарды алдын ала белсендіру үшін мәліметтер, бекітілген топырақтардың беріктік, деформациялық және тағы басқа сипаттамалары) кезіндегі жұмыс өндіруінің техникалық шарттарының дұрыстығын тексеру бақылаулы бекіту арқылы тікелей жұмыс шығаруын бастапқы кезеңде және одан әрі жұмыстарды жасау кезінде жүзеге асады.

6.3.6 Топырақты бақылаулы бекіту нысанның шектелген бөлімшелерінде, бәрлық жобалық көрсеткіштерін және техникалық шарттарын қатал сақтай отырып, бастапқы материалдар сапасын және жұмыстық бекітуші химиялық реагенттерді бақылау шараларын мұқият орындауда жүзеге асады.

Инъекция жұмыстарын әр бақылау бөлімшесінде аяқтаудан кейін, бекітілген массивтарды бақылау шурфтармен және ұңғылармен үлгілерді таңдау, тексеру және бекітілген топырақтардың физика-механикалық қасиетінің сипаттамасын лабораториялық анықтау үшін ашады.

Жобалық талаптар және бақылаулы бекітудің есептік көрсеткіштермен техникалық шарттар нәтижелерінде сәйкессіздік анықталғанда, авторлық қадағалау қажетті түзетулерді кіргізеді, содан кейін бақылаулы бекітулер сәйкессіздік жойылғанға дейін қайталанады.

Бақылаулы бекіту жұмыстарының ауқымы жоба шартымен оның бекіту көлеміне, топырақтың және инженерлік-геологиялық талаптарының біртектілігіне байланысты бекітіледі.

6.3.7 Жобалық есеп айырысу көрсеткіштерінің және топырақты химиялы жолмен бекіту жұмыс шығаруының техникалық шарттары көрсетілген 6.6-шы тарауларға сөзсіз бекітуімен бірге жүруі керек және басқа технологиялық мәліметтерлерді жұмыс журналында және басқа орындаушы құжатта орындалуын бақылау. топырақты химиялы бекітуінің барлық инъекциялық тәсілдері үшін жұмыс өндірісіне кеңес берілетін журналдар пішіндері 15 қосымшада көрсетілген. Осы жағдайда жобаны орындаудағы сапаны бақылау, тиісті жобалық мәліметтермен жұмыс жасауда технологиялық мәліметтерді орындаушы құжатта жазып алынған сәйкестігін жүйелі түрде тексерісінде, сонымен бірге шындықпен жазбаларды салыстыруда орындаушы құжатты жүргізу растығын мерзімді тексерісте байымдалынады.

Жобадан қандайда бір шегінулердің ашылуын бекітілген топырақ массивіндегі Сапасыз өңделген бөлімшелерді түзетуге авторлық қадағалау және жұмыс жасаушылар қажетті шараларды жедел қабылдау қажет.

6.3.8 Жобамен берілген пішіндерді және өлшем бекітілген топырақ массивін бақылау, сонымен бірге барлық нысанда инъекциялау жұмыстары аяқтағаннан соңкелесі бақылау шаралар арқылы біртектілігі бекіту және тұтастыққа қойылатын талаптар жүзеге асады:

- бекітілген аймақты бақылау шурфымен және ұңғымен ашу және топырақты бекітудің сапасын тиісті зерттеулермен тексеру ;

- геофизикалық әдістермен (радиометриялық, электрометриялық немесе сейсмоакустикалық) бекіту аймағын тексеру. Силикаттауға сәйкестірілген геоэлектрика әдісімен бекітудің сапасын бақылау техникасының сипаттамасын 22 қосымшада көрсетілген. Бұл мақсаттар үшін геофизикалық әдістерді қолдану бұрғылау және шурфтау кешенінде үлкен көлемді топырақты бекітуді экономикалық орынды.

Жобаның талаптарымен пішіннің бір бөлігінде, көлемдерінде, бекітілген топырақтардың сапасында және бекітілген массивтердің тұтастықтарында сәйкессіздіктер табылғанда авторлық қадағалаумен тағайындалынып ал жұмыс жүргізуші мекемелер ақауларды жоюға дейін қосымша инъекция жұмыстарын орындайды.

6.3.9 Топырақты химиялық инъекциялы бекітуін сапасын бағалаудағы негізгі рөл, ұңғы және шурфтармен бекітілген массивтерді сынама алу және бекітілген топырақтардың физикалық-механикалық сипаттамаларын лабораторияда анықтау үшін ашу және тексеру жатады, сондықтан бұл шаралардың көмегімен бекіту сапасын бақылау бекітудің кез-келген белгілерінде және тәсілінде міндетті.

6.3.10 Баға және бекіту сапасын бақылау бекітілген топырақтардың физикалық-механикалық қасиеттерінің сипаттамасы үшін қажетті, қолданылатын тәсіл және бекітудің тағайындалуына байланысты таңдалынады.

Бекітілген топырақтардан іргетастарды немесе негіздерді құру кезінде қолданылатын тәсілден тәуелсіз барлық бекітілген топырақтардың беріктік және деформация сипаттамалары анықтайды шекті күйлерді сонымен бірге су тұрақтылығын есептеу үшін ескерілген.

Өзге жағдайда тағы басқа тіркесті сипаттама тағайындалуы мүмкін, дегенмен бекітілген топырақтардың беріктікке сынағын біростік сығылуда және суға шыдамдылыққа барлық жағдайларда қажетті болып көрінеді.

Р қосымшаға сәйкес атқарылатын біростік сығылудағы беріктің бекітілген топырақтарының ең маңызды сипаттамаларының бірі болып табылатыны белгілі; бекітілген топырақтардың басқа сипаттамаларын ғимараттар мен имараттардың іргетастарын және негіздерін қолданыстағы нормаларға сәйкес іздестіру және жобалау жолымен анықтайды.

6.3.11 Бақылау шурфтармен ұңғылардың мөлшерін және орналасуын, геофизикалық зерттеулер немесе барлап байқаудың орындарын, бекітілген топырақтардан бұрғылау немесе шурфтау тәсілімен алынатын үлгілердің мөлшері және сапасы, бекітілген топырақтардың зертханада анықталатын физикалық-механикалық сипаттамаларының құрамы, және де басқа басқа қажетті қосымша топырақтарды бекіту сапасын бақылау ұсыныстар жоба бойынша тағайындалынады. Бақылау ұңғыларының саны шамамен инъекциялы ұңғылардың жалпы санының 3-5 % құрауы керек, ал шурфтар саны бекітілген топырақтың 2-3 мың м³ бір шурфті есептеуден шамамен тағайындалынады, бірақ нысанда кемінде екі шурф болуы керек.

6.3.12 Ашуға бақылау шурфтарын және бақылау ұңғыларын бұрғылауға инъекция жұмыстары аяқталғаннан кейін кемінде 7 тәуліктен кейін кірісу керек.

Шурфтардың өтісі міндетті түрде қабырғаларды бекітумен жасалу керек, құрылыстағы қолданыстағы ережелерді және ізденіс жұмыстарының құралдарын негізге ала отырып, шурфтің өтісі кезінде бекітілген топырақтардан сынама алынады және бекітудің ерекшеліктері мен түрдің сипаттамасы суреттемелермен жасалынады және бекіту сапасы көз мөлшермен бағаланады.

6.3.13 Топырақты бекіту кезінде негіздерді немесе іргетастары Күшейту және орнықтыру мақсатымен бекіту сапасы, оның нәтижесі және тиімділігі іргетастардың шөгуін бақылайтын аспапты геодезиялық бақылау нәтижелерімен ҚР ҚЕ EN 1997-1:2004/2011. Геотехникалық жобалау. 1 бөлім. Жалпы ережелер талабына сәйкес біржолата бағаланады.

6.3.14 Топырақты бекіту жұмыстарын қабылдауда бекітуден алынған нәтижелер іс жүзінде жобаның талаптарымен сәйкес болуы керек. Жұмыстардың жасырын түрін ескере отырып, сәйкестігіне анықтау, жұмыстарды қабылдаудың алдында жобалық, атқарушы және бақылау құжаттарын салыстыру негізінде жүзеге асырылады.

6.3.15 Жобадан басқа, біткен жұмыстарды өткізу және қабылдау кезінде келесі техникалық құжаттар көрсетілуі тиісті:

- техникалық паспорттар және бастапқы химия материалдарының сапасын тексеру қорытындылары құжаттарымен;
- жұмыс реагенттерінің сапасын тексеру қорытындылары құжаттарымен;
- инъекторлардың батуы, ұңғыны бұрғылау және реагенттерді топырақтарға бастырмау журналдары;

- жоспарлар, профильдер және инъекциялы ұңғылардың және инъекторлардың шын орналасу нұсқауы бекітілген топырақ массивының қимасы және бекітуші реагенттерге бастырмалатудың орындаушы мәліметтерін қондырумен, сонымен бірге бақылау өндірулерді орналастыруды белгілеу;

- бақылау шурфтарын ашу актілері, бақылау бұрғылаудың журналдары және бекітілген топырақтардың физикалық-механикалық сипаттамаларының анықтама нәтижелері ;

- қозғалыс жылдамдығын және пьезаметрлер бойымен топырақ суларының деңгейін бақылау журналдары;

- ведомость немесе ғимараттардың іргетастарының шөгуін аспапты бақылаулардың нәтижелерінің кестелері.

ЕСКЕРТУ Авторлық қадағалау барысында жұмыс жасау кезіндегі үздіксіз бақылау шарттарында материалдардың құрамы жұмыстық журналдармен және бақылау шараларының құжаттарына сәйкес жасырын жұмыстарды куәлестіру туралы актілермен шектеулі болуы мүмкін.

6.3.16 Сараптама негізінде болатын аталған құжаттарда және нәтижелерде және оларды жоба талаптарымен салыстыра отырып атқарылған жұмыстың сапасы және оны қабылдау туралы тұжырым актісі жасалынады.

6.4. Қауіпсіздік техникасы және қоршаған ортаны қорғау шаралары

6.4.1 Топырақта инъекциялы химиялық бекіту жұмыстары ҚР ҚН құрылыстағы қауіпсіздік техникасы жайында қолданыстағы құжаттарындағы өртке қарсы қорғау және қауіпсіздік техникасы жайындағы нормалар мен ережелердің орындалуын талап етеді, сонымен бірге пайдаланудағы мекемелерде бу, компрессор, гидравликалық және электр қондырғыларын пайдаланудағы қауіпсіздік ережелерін сақтау қажет.

6.4.2 Жұмыс өндірісін ұйымдастыру кезінде топырақты, жерасты суларын және атмосфералық ауаны ластануды болдырмайтын шараларды қатаң орындалу қажет. Әсіресе, осы құралдың 6 бөліміндегі химиялық реагенттерді тасымалдау, сақтау, жұмыстық ерітінділерді дақылдау, инъекциялық жұмыс жүргізу, технологиялық қондырғыларды тазалау және технологиялық қалдықтарды жою талаптары орындалу керек.

6.4.3 Жұмыс өндірісі басталмай тұрып инженерлі-техникалық қызметкерлер жұмысты қауіпсіз жүргізу тәсілдері программасы бойынша оқу курстарын өтуі тиісті:

- жалпы құрылыс жұмыстары – 2 са.;
- электр қондырғылары және электр жүйесі;
- қысыммен жұмыс жасайтын ауа компрессорларын, ыдыстар мен ауа құбырларын орналастыру, қарау және пайдалану ережелері – 4 сағ;
- пайдаланыстағы мекемелердің жағдайындағы қауіпсіздік техникасы – 2 сағ.

Қауіпсіздік техникасы жайында білімдерін тексергеннен соң әр жұмысшыға куәлік беріледі.

6.4.4 Топырақты химиялық бекіту жұмыстарына, жұмысты қауіпсіз тәсілдермен жүргізудің арнайы оқуын өтпегендер, жұмыс орнында нұсқау хет және медициналық тексеріс өтпегендер жұмысқа қатыстырылмайды.

Қауіпсіздік техникасының талаптарын білу және орындау барлық жұмыс орындаушылары міндетті.

6.4.5 Топырақты химиялық бекіту жұмыстарына қатысатын барлық жұмысшылар арнайы киім (мақталы тығыз киімдер немесе комбинизондар, ал қышқылдармен жұмыс жүргізгенде - тоқылған киімдер), резенке қолғаптар мен аяқкиімдер, қорғаныс көзілдіріктер, басқа каска, респираторлар болуы керек. Ауада шаң, химиялық өнімдерден тұман және бу шығып тұрған ортада арнайы киімсіз қысқа ауқытта болуға тыйым салнады.

Құрылыс алаңына және қордарғыларға қойылатын қауіпсіздік техникасы

6.4.6 Химиялық реагенттерді және басқа да материалдар арнайы орындарда сақталуы тиісті. Химиялық реагенттерді сақтайтын ыдыстар бекітілетін қақпақтармен жабдықталуы тиісті.

6.4.7 Жұмыс орнын ұйымдастыру кезінде жұмыстың қауіпсіз орындалуын қамтамасыз ету керек. Жұмыс орнына басқа адамдардың болуына қатаң тыйым салынады, ол жайында арнайы ескерту жазулары болуы тиісті.

6.4.8 Жұмыс орны жеке сақтандыру құралдарымен, ал далалық дәрі қобдишасы алғашқы көмек көрсететін декемен, аммиак ерітіндісімен, йодпен, қышқылдармен қамтамасыз етілуі тиісті.

6.4.9 Жұмыс жабық бөлмелерде, тар жағдайда жүргізіліп кезде еріксіз вентиляциямен жүргізілуі тиісті. Вентиляцияның тау қазылымдарының нормаларымен есептеу керек. Ауадағы көмірқышқыл газдың құрамы 0,5 % кп болмауы тиісті. Жабық бөлмелердегі көмірқышқыл газдың құрамын анықтау үшін сақтандаратын шахтаның шамын ұсыныды. Бөлменің төменгі жағында қойылған бензинді шамның дұрыс жануы көмірқышқыл газдың қауіпсіз қойырлануын көрсетеді.

Шайырлау жұмыстарында ауада формальдегидтердің құрамының 1 м³ та 0,5 мг аспауы керек. Ерітінділеу және инъекциялау тораптарында ауаның жағдайын бақылау үшін аудандық эпидемиялық стансасын шақыру қажет.

6.4.10 Инъекторларды топыраққа ендірілмес бұрын олардың жарамдылығын тексеріп алу қажет. Ерітінділерді қысымдау кезінде жұмысшыларға ұңғының қасында далуға тыйым саланады.

Химиялық материалдарды тасымалдау және жинуға қойылатын қауіпсіздік техникасы

6.4.11 Ұнтақты реагенттерді тасымалдау кезінде төгілмеуді қамтамасыз ететін оралымда болуы тиісті.

Сұйық, темір және әйнек ыдыстарды келетін химиялық реагенттер, зауыттық ыдыстарда тасымалдануы керек. Басқа химиялық реагенттер автоцистернамен немесе арнайы дайындалған тығыз жабылатын ыдыстармен тасылады.

6.4.12 Көмірқышқыл газдың баллондары тек тік қалпында тасымалданады. Оларды тасыйтын көлікте құламауды қамтамасыз ететін қондырғымен жабдықталуы тиісті.

Көмірқышқыл газдың баллондары тік жағдайда, температурасы +25 °С аспайтын

бөлмаларде сақтау қажет. Далада уақытша сақталған жағдайда, күн сәулесінің тікелей түсуінен сақтандыру керек. Баллондардың бұрандамалары жабық болуы тиісті. Баллондарды бұрандасыз қабылдауға, сақтауға және беруге болмайды.

Көмірқышқыл газдың баллондары жылу және бу радиаторларының, эоектр және қыздыратын құралдардың қасында ұстауға болмайды және кем дегенде 1 м, ал қатты жылудан 5 м қашықтықта орналасуы керек. Баллондарды құрылыс алаңында тасымалдау үшін қол арбаларын пайдаланады.

6.4.13 Жабық қоймаларда жылу. Ішкі суқұбыры және канализация, өздігінен соратын вентиляция, күндізгі және электр жарығымен қамтамасыз етілуі тиісті. Қоймадағы еден тегі, жуылатын, жуылған су ағып кететін еңісі болуы тиісті. Қоймада жұмысшылардың қорғаныс құралдары, алғашқы көмек көрсететін дәрі қобдиша және телефон болуы қажет. Қойма жұмысшылары бекітілген талаптарға сай арнайы киімдермен қамтамасыз етілуі тиісті.

6.4.14 Қатты әсер ететін улы заттарды, әсіресе күкірт және тұзды қышқылдарды, сақтауға аса көңіл қойған жөн. Бұл заттар бөлек қоймада, желдету үшін қажетті екі есігі болуы тиісті. Мұндай заттарды ашық аспан астында, ылғал жерде және жертөледе сақтауға болмайды. Олар сақталатын қаймада тұрақты вентиляция және механикалық апатты вентиляция болуы тиісті. Қатты әсер ететін улы заттардың қоймаларында белгіленген талаптарға сай өрт сөндіретін құралдар болуы тиісті.

Жұмыс өндірісі кезінде қауіпсіздік техникасына қойылатын талаптар

6.4.15 Бекітілген аймақта бұрғылау, ойықтар жасау және топырақты алу кезінде инженерлі-геологиялық жұмыстарға қойылатын талаптарды орындау қажет.

6.4.16 Реагенттерді топыраққа қысымдаудың алдында сорғыштар мен қондырғылардағы мономатрлерді тексерістер өткізіп, ақауы болса тез арада ауыстыру керек. Сорғыштарды қысымдау кезінде жөндеуге болмайды.

6.4.17 Инъекторлардан құбыршектерді тек қысымды түсіргеннен соң ғана ағытуға болады. Құбыршектің қысымдау кезінде бүгіліп кетпеуін қамтамасыз еті керек. Оларды біріктіру үшін тек бұрандалы хамыттыр қолданған жөн, сыммен біріктіруге болмайды.

6.4.18 Бекіткіш ерітінділерді қысымдау пневмоыдыс арқылы жүргізілген жағдайда біріккен буыедарды жөндеуге қатаң тыйым салынады.

Пневматикалық қондырғылармен келесі жағдайларда жұмыс жүргізуге тыйым салынады:

- егер құтыдағы қысым мөлшерінен асып кеткенде;
- сақтандырушы жапқыштың ақаулы күйінде;
- құтының негізгі элементтерінде жарықтар, ісінулер, жұқарулар, дәнекерлі жіктердің жіберуі немесе терлеуі, бұрандалы түйістерден аққан жағдайда;
- өрт пайда болып, қысымды құтыға тікелей қауіп төндіргенде;
- ианоиатрдің ақаулығынан және қысымды басқа құралмен өлшеуге мүмкіндік болмаған жағдайда.

6.4.19 Жұмыс жасап жатқан өндірістік мекеменің цехтарында:

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

- топырақты бекітуге қатысты барлық жұмысшыға осы мекемеден қосымша нұсқаухаттан өту қажет;

- мекеменің бір бөлігіндегі бұрғылау және инъекциялау жұмыстарын жүргізуге рұқсат болуы тиісті:

- бұрғылау және инъекторларды қақпастан бұрын, жерасты коммуникациялары мен каналдарын анықтап алу қажет.

6.4.20 Шайылымды сулар және техникалық қалдықтар жұмыс аймағынан тысқары, арнайы ыдыстарға қотарылуы тиісті. Қалдықтардың ыдысы бекітілген орынға жеткізілуі тиісті.

А ҚОСЫМШАСЫ*(ақпараттық)***ТОПЫРАҚТЫ, ӘКТАСТЫ, ЦЕМЕНТТІ ЖӘНЕ БАСҚА ДА АРМАТУРАЛАУШЫ
ЭЛЕМЕНТТЕРМЕН КҮШЕЙТІЛГЕН НЕГІЗДІ ЖОБАЛАУДЫҢ ЕВРОПАЛЫҚ
МОДЕЛІ****Пайдалануға жарамдылығы бойынша шектік жағдаймен жобалау****Есептік модел**

Төменде көрсетілген есептік модел Бромстың (Broms) (1984 ж.) сипаттауымен әктасты ұстындарға арналған модел негізінде құрастырылған. Осы модел сондай-ақ әктасты-цементті жартылай қатаң және жұмсақ ұстындар үшін де қолданылды, Рогбек және басқаларын қараңыз (Rogbeck et al) (1995 ж.).

Бекітілген топырақ шегіндегі шөгулер келесі көрсетілген факторлар ықпалынан болады:

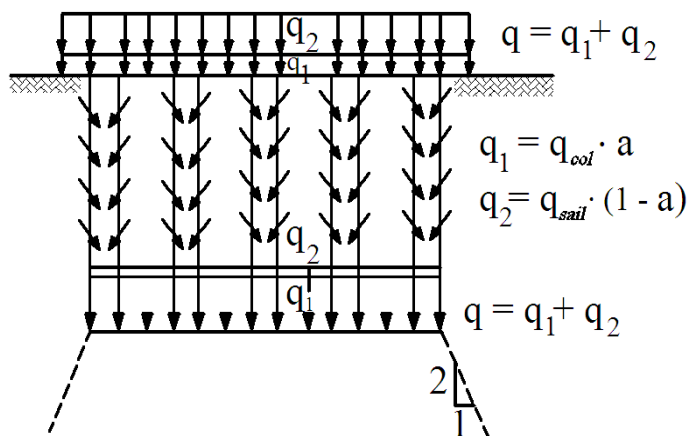
- бекітілген топырақтағы ұстынның сығылу модулі мен бекітілмеген топырақтың сығылу модулінің ара қатынасы;
- бекітілген топырақтағы ұстындармен толтырылған бекітілген үстіңгі беттің пропорциясы;
- топырақты нығыздау сипаттамалары;
- бекітілген топырақтағы ұстындардың көтеру қабілеті;
- бекітілген топырақтағы ұстындарды орнату кезінде түсірілген жүктеме уақыты;
- бекітілмеген топырақ пен бекітілген топырақтағы ұстындардың енгіштігі.

Осы берілген есептік модульде, топырақ тереңдігі біркелкі және бекітілген топырақтың барлық ұстындары бірдей тереңдікке енеді деп қабылданады. Бекітілмеген топырақтың қасиеттерінде белгілі бір ауытқушылықтың орын алуы себепті және тұтқыр материалдармен бекіту нәтижесінде, бекітілген топырақтың әр түрлі ұзындықтағы ұстындарын қолдану экономикалық жағынан тиімді болуы мүмкін. Бұндай жағдайда шөгу өлшемдерінің есебін бекітілген топырақтағы ұстындардың әр түрлі ұзындықтары үшін жүргізу қажет болады.

Жүктеменің бекітілген топырақтағы ұстындар арасында бөлініп таралуы

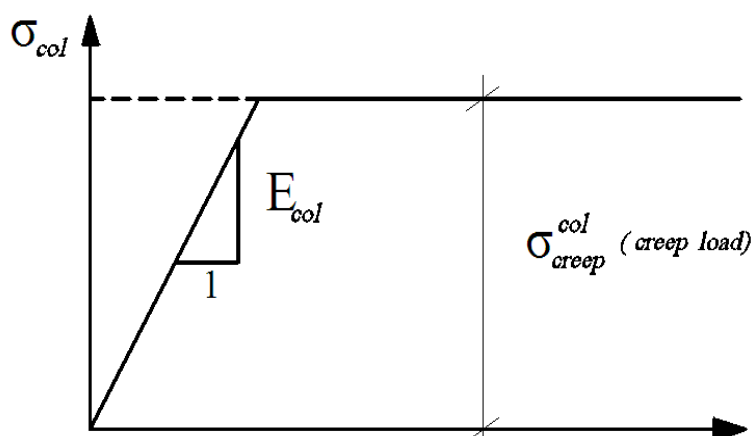
Жүктеменің бекітілген топырақтағы ұстындар және бекітілмеген топырақ арасында бөлініп таралуын есептеу мынадай пайымдаулармен жүзеге асады: ұстындар мен бекітілмеген топырақтың әр бір деңгейіндегі сығылулар бірдей, яғни, бекітілмеген топыраққа түскен жүктеме біртіндеп бекітілген топырақтың ұстындарына ауысады және жүктемелер А.1 суретінде көрсетілгендей, ұстын негіздіктеріне жіберіледі. Ұстын астындағы топырақтың шөгулері, жүктемелердің бекітілген топырақтың ұстындарының негіздіктеріне жіберілу мүмкіндігімен есептеледі.

Ұстынның сығылу модулі уақыт өте келе ұлғаяды. Араластырудың әр түрлі тәсілдері мен кернеулердің әр түрлі қатынастарын қолданудан сығылу модулінің ұлғаюы лабораториялық және дала жағдайында әр түрлі өтеді. Осыған байланысты, шөгу есептерінің нәтижелерінде мүмкін болатын максимал және минимал мәндер болу керек. Жүктеме q бекітілген топырақ ұстынына берілетін жүктеме q_1 және бекітілмеген топыраққа берілетін жүктемеден q_2 құралады.



Сурет А.1 – Ұстындармен бекіту кезіндегі жүктеменің бөлініп таралу принципі.

Алдын-ала жүктеу кезеңдерін өңдеу сипаттамалық шамаларға негізделеді. Қадағалау тәсілін қолдану арқылы, құрылыс жүріп жатқан кезде өлшенген шөгу шамасының болжанған шамадан мүмкін ауытқушылықтың орын алғанын анықтауға болады. Бұл жағдай мынадай шешімдерді қабылдауға негіз болатын мүмкіндіктерді анықтайды: уақытша артық жүктемені қашан алып тастауға болады; артық жүктемені өсіру қажеттілігі; немесе алдын-ала жүктеу периодын ұзарту. Бекітілген ұстындардың қатандық қисықтығы А.2 суретте көрсетілген сәйкестік қатандық ретінде қабылдануы мүмкін. Осы қисықтық бекітілген топырақ ұстынының ұзақ мерзімді беріктігіне жеткенше (жылжу шегіне) сызықты түрде қалады, ал қисықтық еңістігі бекітілген топырақ ұстындары үшін Юнг модулі ретінде қарастырылады E_{col} . Ұзақ мерзімді беріктіктен артып кеткеннен кейінгі жүктеме бекітілген топырақ ұстынындарына тұрақты деп есептеледі. Осы сипатталатын жүктеме-деформация қатынасы жүктеменің бекітілген топырақтағы ұстындар және бекітілмеген топырақ арасында бөлініп таралуын есептеу үшін қолданылады.



Сурет А.2 – Бекітілген топырақ ұстынындағы қатандықтың пайымдық қисықтығы

Беріктік шегі σ_{ult} бекітілген топырақ ұстындарының ығысу кезіндегі беріктік шегі σ_{uk} мен ұстындардың нақты горизонтал қысымының σ'_h функциясы ретінде, төменде көрсетілген эмпириялық өрнекке сәйкес анықталады:

$$\sigma_{ult} = 2C_{uk} + 3\sigma'_n \quad (A.1)$$

σ'_h – бекітілген топырақтың ұстын мен топырақ арасындағы нақты горизонтал кернеуі. Оны тұрақтандырғыштарды (стабилизатор) араластырудан түзілетін деформациялардан пайда болған топырақтағы бастапқы тік кернеуге тең деп қабылдауға болады. Теңдеу (28) бекітілген топырақтың ұстынындағы $\varphi = 30^\circ$ кезіндегі жалпы жүктемені талдау негізіне белгілі бір дәрежеде сүйенеді.

$$\sigma'_n = \sigma'_{vu} + 0.54\sigma_v \quad (A.2)$$

Жүктеменің бекітілген топырақтағы ұстындар және тұрақталмаған топырақ арасында бөлініп таралуын есептеу итерация процесін қолдана отырып жүргізіледі. Ережеге сай, назарға тек қана мына факт алынады: ұстындармен бекітілген учаскеге жүктеме түсірілгенде горизонтал қысым артады. Горизонтал қысымның бұлай артуы (29) теңдеуге сәйкес, топыраққа түсірілетін жүктеменің 50% тең деп қабылданады. Яғни, ұстынның жылжуы артады және бекітілген топырақ ұстындары өзіне артық жүктемені қабылдайды.

Бекітілген ұстындардың ұзақ мерзімді беріктігі, σ_{creep} , беріктік шегінің 70-95% тең деп қабылдануы мүмкін. Егер бекітілген ұстындардың ұзақ мерзімді беріктігі оның беріктік шегінің 90% құрайтын болса, онда бұл жекеленген ұстындардың максимал жүктемені көтеруге q_{1max} тағайындалғанын білдіреді.

$$q_{1max} = 0.90 \cdot a \cdot \sigma_{ult} \quad (A.3)$$

мұндағы:

$a = A/c^2$, ұстындарды тік бұрышпен орналастырғанда

A = бекітілген топырақ ұстындарының көлденең қимасының ауданы

c = бекітілген топырақ ұстындарының орталығы арасындағы қашықтық

Жылжу жүктемесі жер деңгейінен төмен қашықтықтың өзгеруіне байланысты өзгеріп отырады. Бекітілген топырақтың жекеленген ұстындарымен қабылданатын жүктеме q_1 , қашанда жалпы жүктемеден q кіші болады. Тұрақталмаған топыраққа берілетін жүктеме q_2 жалпы жүктеме q мен ұстындармен қабылданатын жүктемелер q_1 арасындағы айырма ретінде есептеледі.

(A.4)

$$q_2 = q - q_1$$

Шөгу есебі

Ұстындармен бекітілген учаскедегі шөгулер топырақ профилін сипаттамалы қабаттарға бөліп қарау арқылы есептеледі. Бекітілген топырақтың ұстындарындағы шөгулер (31) теңдеумен есептеледі, мұндағы Δ_h – пласт қалыңдығы.

$$S_1 = \sum \frac{\Delta h}{a} \cdot \frac{q_1}{E_{col}} \quad (A.5)$$

мұндағы:

S_1 - бекітілген топырақтың ұстындарындағы шөгулер, м

Δh - бекітілген топырақ пластарының қалыңдығы, м

$q_{1/a}$ - бекітілген топырақтың ұстындарына жүктеме, жоғарыда көрсетілгендей, кПа

a – аудандардың қатынасы, жоғарыда көрсетілгендей

E_{col} - бекітілген топырақтың ұстындарының Юнг модулі, кПа

Бекітілген топырақтағы шөгулер (33) теңдеуімен есептеледі

$$S_2 = \sum \frac{\Delta h}{1-a} \cdot \frac{q_2}{M_{soil}} \quad (A.6)$$

мұндағы:

S_2 - бекітілмеген топырақтың отыруы, м

$q_{2/(1-a)}$ - бекітілмеген топыраққа жүктеме, жоғарыда көрсетілгендей, кПа

M_{soil} - бекітілмеген топырақтың сығылу модулі, кПа

Бірінші есеп $q_1=q_{1max}$ кезінде орындалды. Бекітілген топырақ ұстындарындағы есептік отыра шөгу S_1 - бекітілмеген топырақтағы есептік отыра шөгумен S_2 қатар қарастырылуы керек. Егер $S_1 > S_2$, онда жүктеменің берілуі q_1 біртіндеп төмендеуімен және q_2 сәйкесті артуымен орындалады, нәтижесінде $S_1 = S_2$ болуға тиісті. Есептік шөгу S_m кейін S_1 және S_2 тең болады. Егер топырақ қалыпты жағдайда нығыздалса, S_m мәні (34) теңдеумен есептеліп шығарылуы мүмкін.

$$S_m = S_1 = S_2 = \sum \frac{\Delta h \cdot q}{a \cdot E_{col} + (1-a) \cdot M_{soil}} \quad (A.7)$$

Бірақ, егерде $S_1 < S_2$, бекітілген топырақ ұстындары қандай да бір жүктемені одан әрі қабылдай алмайды, бұл жағдайда шөгу мәні S_m бекітілмеген топырақтағы есептік шөгуге S_2 тең болады.

Массивпен бекітілген учаске шегіндегі шөгулер мынадай пайымдаулармен есептеледі: массивпен бекітілген көлем өзін сызықты эластикті абсолютты пластикалық қатпар ретінде көрсетеді. Барлық жүктеме q массивпен бекітілген көлеммен қабылданады. Беріктікті таңдау мынадай өлшеммен жүргізіледі – бекітілген топырақтың ығысуы шектік кернеуден артпауға тиісті. Шөгу мәні (35) теңдеуі бойынша есептеледі. Шөгудің едәуір мәні жүктемені ұстап тұрған жағдайда (жүктемені тек қана жұмыстық платформамен туғызған жағдайда) орын алатынын еске сақтау керек, сондықтан мұндай шөгулерді жеке есептеген дұрыс болады.

$$S_m = \sum \Delta h \cdot \frac{q}{M_m} \quad (A.8)$$

мұндағы:

S_m - массивпен бекітілген көлемдегі шөгу, м

Δh - бекітілген топырақтың қатпар қалыңдығы, м

q - массивпен бекітілген топыраққа жүктеме, кПа

M_m - массивпен бекітілген топырақтың сығылу модулі, кПа

Жоғарыда атап өткен массивпен бекітілген қатпарлардың шөгуі пайдалану кезеңінде айтарлықтай үлкен емес. Егер ұстындар массивпен бекітілген топырақ астында орнатылса, ұстындармен бекітілген көлемнің шөгу есебі, жоғарыда көрсетілген рет бойынша жүргізіледі.

Жоғарыда сипатталған шөгу есебі тек бекітілген көлемге ғана қатысты. Тұрақтандырылған көлем астындағы қатпарлардың шөгу есебі әдеттегі тәсілмен есептеледі. Жүктеменің бекітілген көлемде таралуы қарастырылмайды.

Шөгу дәрежесі

Егер топырақтағы нақты кернеу алдын-ала нығыздау қысымынан кіші болса, шөгудің дамуы өте тез болады.

Егер топырақтағы нақты кернеу алдын-ала нығыздау қысымынан артық болса, бекітілген топырақтың қатпарындағы нығыздау шөгуінің дәрежесі, тік дренаждалған топырақ секілді есептеледі. Мониторинг көрсеткеніндей, есептік шөгу дәрежесі жалпы шөгудің дамуы 80-90% құраған кезде жеткілікті түрде сенімді болады.

$$U = 1 - \exp \left[\frac{-2 \cdot c_{vh} \cdot t}{R^2 \cdot f(n)} \right] \quad (A.9)$$

мұндағы:

U - бекітілген топырақтың нығыздалу дәрежесі

c_{vh} - бекітілмеген топырақтың горизонтал бағыттағы нығыздалу коэффициенті, тік деформация үшін $2 \cdot c_{vv}$ тең деп қабылданады

c_{vv} - бекітілмеген топырақтың горизонтал бағыттағы нығыздалу коэффициенті және тік деформация кезіндегісі

t - нығыздалу уақыты

R - бекітілген топырақтың ұстын радиустарынан тәуелділік

Бекітілген топырақтың ұстындары үшін, олардың орталықтары арасындағы қашықтық (шаршы тордағы немесе тең бүйірлі үш бұрышты тордағы), радиустардан тәуелділік $R = c/(p)1/2 = 0.56c$ құрайды. Егер бекітілген топырақ ұстындары тең жақтаулы үш бұрышты торда орнатылса, $R = 0.53c$.

$$f(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \cdot \left[\ln(n) - 0.75 + \frac{1}{n^2} \cdot \left(1 - \frac{1}{4n^2} \right) \right] + \left[\frac{n^2 - 1}{n^2} \cdot \frac{1}{r^2} \cdot \frac{k_{soil}}{k_{col}} \cdot L_D^2 \right] \quad (A.10)$$

мұндағы $n = R/r$:

r - бекітілген топырақ ұстынының радиусы

c - бекітілген топырақ ұстындары орталығы арасындағы қашықтық

L_D - дренаж салынған бекітілген топырақ ұстынының ұзындығы, тек жоғары бағытталған, және де ұстын ұзындығының жартысында жоғарыға да, төменге де дренаж бар

k_{soil} - бекітілмеген топырақтың енуі

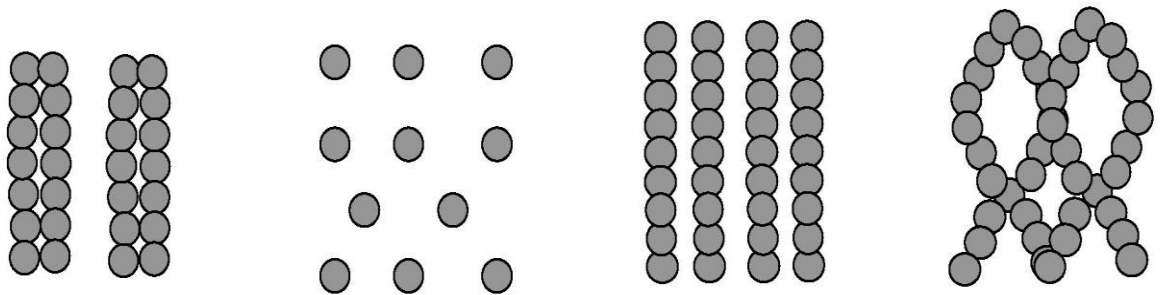
k_{col} - бекітілген топырақ ұстындарының енуі

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

Жоғарыда сипатталған шөгу дәрежесі тек қана бекітілген көлемге қатысты. Бекітілген көлем астындағы шөгу дәрежесінің есебі әдеттегі тәсілмен орындалады, және ұстындар қатпардың жоғарғы бөлігіне дренаждалады деп ескеріледі.

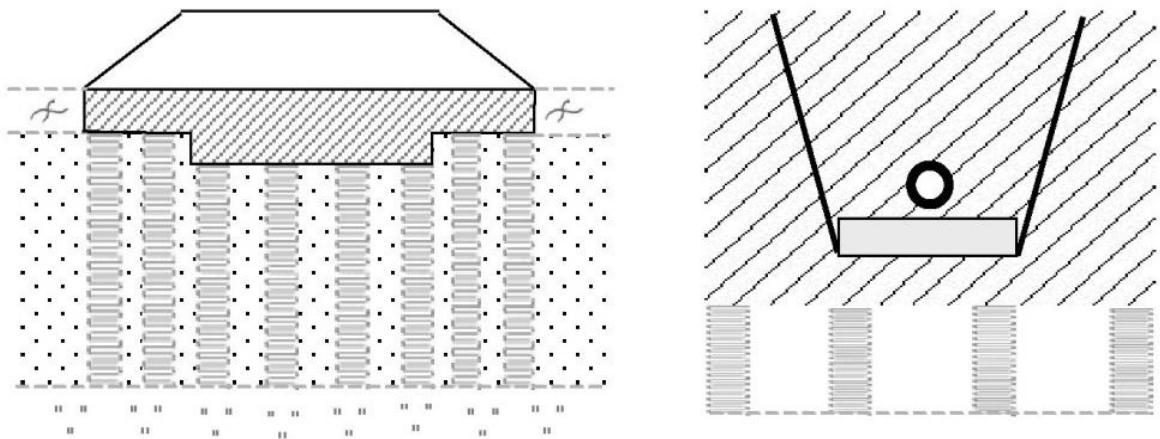
Б ҚОСЫМШАСЫ
(міндетті)
ТОПЫРАҚТЫ БЕКІТУДІҢ ТИПНІ (ТҮРІН) ТАҢДАУ ЖӘНЕ КОНСТРУКТИВТІК
СҮЛБАСЫН ТАҒАЙЫНДАУ

Бекітілген топырақтың қажетті сипаттамаларын осы көрсетілген есептер үшін арнайы ізденулер мен зерттеулердің нәтижесінде алады. Олар осы құралдың 5.2 тарауында баяндалған талаптар мен кеңестерге және қосымшаларда келтірілген сәйкесті толықтырылған әдістемелерге сәйкесті болу керек.



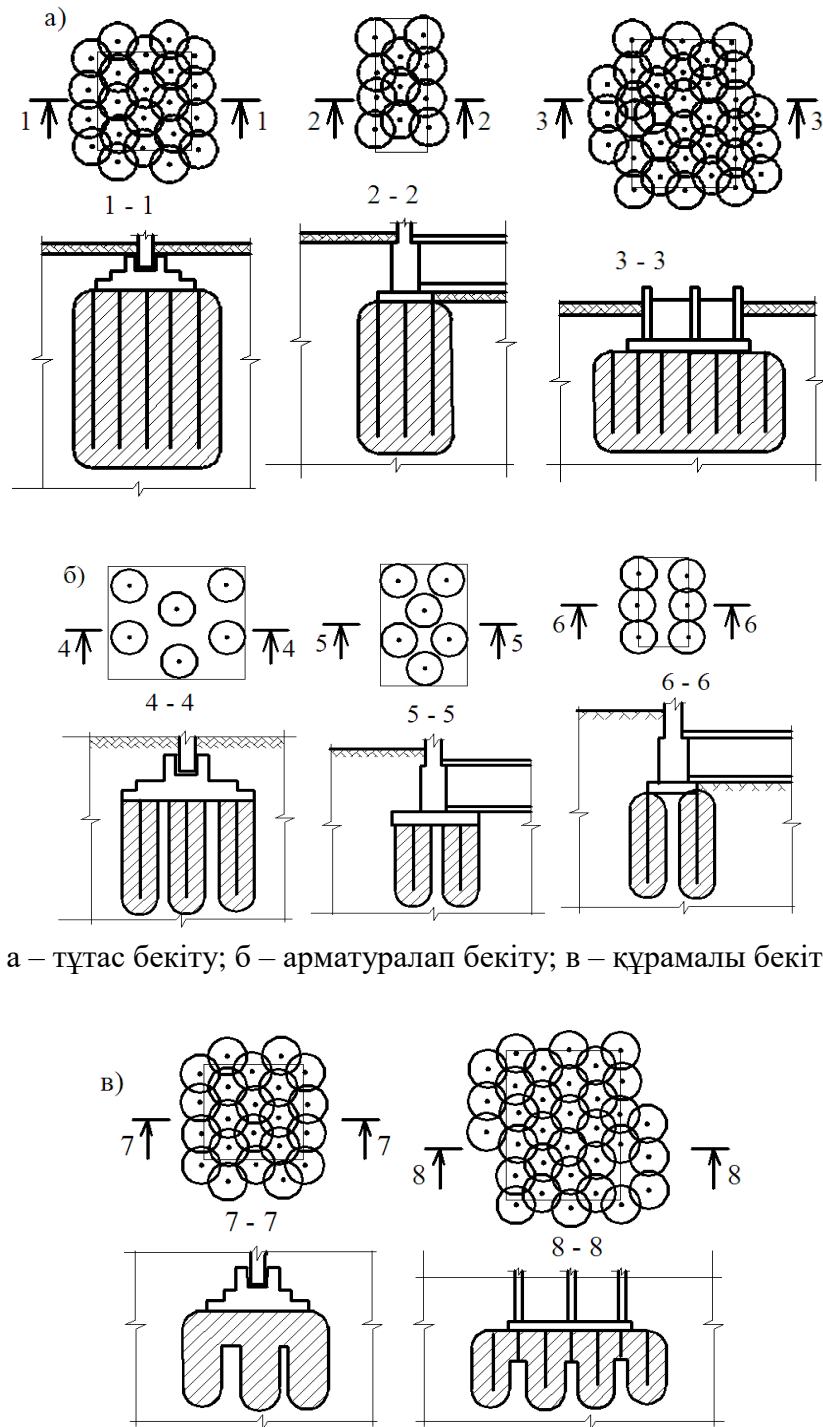
а – блоктармен; б – жекеленген; в – панелдермен; г - торлармен

СуретБ.1 – Арматуралаушы элементтерді орнату сұлбасы



а – үйінді астындағы топырақты бекіту; б – тұрба құбырларының астындағы топырақты бекіту

СуретБ.2 – Массивтегі әлсіз топырақты бекіту сұлбасы



а – тұтас бекіту; б – арматуралап бекіту; в – құрамалы бекіту

СуретБ.3 – топырақты инъекциялық химиялық бекітудің конструктивтік сұлбасы

Топырақты силикаттау және шайырлаудың (смола) нақты тәсілін (рецептура) таңдау осы құралдың 5.1 тарауындағы 1 кестені жетекшілікке ала отырып, бекітілген топырақтарға қойылатын талаптарға сәйкесті жүзеге асырылады.

Маусымдық қату (тоңу) аймағындағы топырақты бекіту кезінде бекітілген топырақтың беріктігі көтеріңкі түрде тағайындалуға тиісті. Бекітілген топырақ үлгілері

бұл жағдайда бетонға арналған (25 циклді) әдістеме бойынша аязға төзімділікке сыналуы тиісті.

Құрылыс жобасымен берілетін бекітілген топырақ беріктігі бір өсті сығылу кезінде жуықталған шамалар келтірілген Б.1 кестесінде көрсетілген орташа мәннен жоғары қабылданбауға тиісті.

Егер топырақты бекітуге силикаттау және шайырлаудың бір ерітінділі тәсілі қолданылса және лабораториялық зерттеулер қорытындысы топырақты алдын-ала қатайтқышпен өңдеу қажеттілігін айқындап берсе, онда бұндай өңдеулер лаборатория кеңестеріне сәйкес жобада қарастырылады.

Топырақты силикаттау және шайырлау арқылы бекітудің есептік радиусының мәні топырақ түріне және оның су сіңіргіштігіне байланысты Б.2 кестесіне сәйкес тағайындалады.

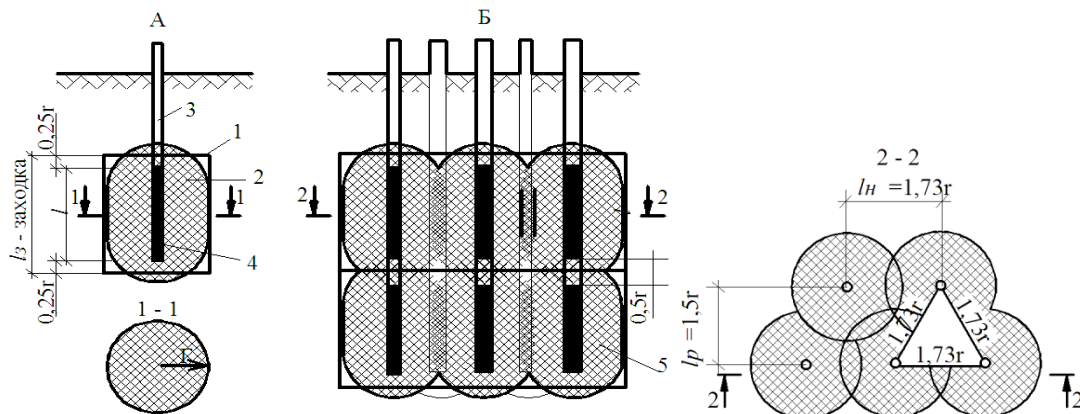
Инъектордың немесе инъекциялық ұңғыманың нақты (перфорированной) бөлігінің ұзындығы 1 бір текті қабатталған топырақтар үшін 1 м тең деп, ал бір текті емес қабатталған топырақтар үшін 0,5 м тең деп қабылданады. Бір текті отырмалы саздақ топырақты инъекциялық ұңғыма арқалы бекіткенде 1 мәні 3 м-ге дейін ұлғаюы мүмкін.

Кесте Б.1 – Топырақты силикаттау және шайырлау жолымен бекіту радиусының есептік мәні

Бекіту тәсілі	Топырақ түрі	Сүзу коэффициенті, м/тәулік	Топырақты бекіту радиусы, м
Екі ерітінділі силикаттау	Әр түрлі түйіршікті құмдар	5 - 10	0,3 - 0,4
		10 - 20	0,4 - 0,6
		20 - 50	0,6 - 0,8
		50 - 80	0,8 - 1
Екі құрамалы бір ерітінділі силикаттау	»	0,5 - 1	0,4 - 0,6
		1 - 2	0,6 - 0,8
		2 - 5	0,8 - 1
Газды силикаттау	»	0,5 - 1	0,3 - 0,5
		1 - 5	0,5 - 0,8
		5 - 20	0,8 - 1
Бір құрамалы бір ерітінділі силикаттау	Отырмалы сары топырақ	0,2 - 0,3	0,4 - 0,7
		0,3 - 0,5	0,7 - 0,8
		0,5 - 2	0,8 - 1,0
Екі құрамалы бір ерітінділі шайырлау	Әр түрлі түйіршікті құмдар	0,5 - 1	0,3 - 0,5
		1 - 5	0,5 - 0,6
		5 - 10	0,65 - 0,85
		10 - 20	0,85 - 0,95
		20 - 50	0,95 - 1

Силикаттау және шайырлау кезіндегі инъекция параметрлерін есептеу Б.5 суретінде келтірілген есептік сұлбаға сәйкес жүзеге асырылады. Осы сұлба негізіне бекітілген топырақ массивінің көлемі алынған, ол радиусы r және биіктігі l_3 болып келген шартты цилиндр түріндегі бірілік инъекциядан алынған және түр жағынан эллипстік айналу түріне жақын, нақты бекітілген топырақ массивінің көлеміне парапар келеді. Цилиндр радиусы шартты түрде бекіту радиусы деп аталады, ал оның биіктігі – инъектордың нақты

бөлігінің бір бірлік инъекциядан келесісіне оның өсін бойлай орын ауыстыру мәні болып табылады және алымдардеп аталады; алымдардеп сондай-ақ, бірлік инъекциядан бекітілген топырақ массивінің өзін атайды. Инъекторлардың (ұңғымалардың) жоспарда орналасуын және сәйкесті коэффициенттерімен алымдар мәнін анықтайтын эмпириялық формулалар топырақ массивінің инъекция кезінде тегіс бекітілуін қамтамасыз етеді.



А – бірлі алымдарүшін; Б – тұтас массив үшін; 1 – бекітілген топырақтың бір алымдардаы есептік массиві; 2 – бекітілген топырақтың бір текті орта үшін бір алымдардаы нақты массиві; 3 – инъекторлар немесе инъекторлық ұңғымалар; 4 – инъектордың перфор бөлігі немесе ұңғыманың нақты бөлігі; 5 – бекітілген топырақтың тұтас массиві

Сурет Б.4 – топырақты инъекциялық химиялық бекітудің есептік сұлбасы

Топырақты бекітудің тұтас нұсқасының конструктивтік сұлбасында (суретБ.4) инъектор немесе инъекторлық ұңғымалар жоспарда шахматтық ретпен орналасады.

Инъекторлар (ұңғымалар) қатарының арасындағы қашықтық (м) формуламен анықталады:

$$l_p = 1,5r, \quad (\text{Б.1})$$

ал бір қатардағы инъекторлар (ұңғымалар) арасындағы қашықтық (м) мына формула бойынша:

$$l_n = 1,73r, \quad (\text{Б.2})$$

мұндағы r – бірлік инъекциядан есептік бекіту радиусы, м.

Топырақты бір инъектормен немесе тереңдігі бойынша (тік, көлбеу немесе горизонтал) инъекциялық ұңғыма арқылы тұтас бекітуге бекітуші реагенттерді учаскелеп инъекциялау, белгілі бір мәндегі алымдар арқылы қол жеткізуге болады. Алымдар мәні (м) формула бойынша анықталады:

$$l_3 = 1 + 0,5r, \quad (\text{Б.3})$$

мұндағы – инъектордың (ұңғыманың) перфор (нақты) бөлігінің ұзындығы, м; 0,5 - эмпириялық коэффициент.

Бекітудің (Б.1) - (Б.3) формулалармен анықталатын геометриялық параметрлері негізінде және бекітудің жобамен берілген конструктивтік сұлбасы негізінде, бекітілетін топырақ массивтерінің түрі мен өлшемдері негізінде, осы массивтердегі инъекторлардың (ұңғымалардың) жоспардағы кеңістік орналасуы мен тереңдігі бойынша алымдардың орналасуы жүргізіледі. Осымен бір мезгілде жобаның топографиялық негізінде (жоспарлар мен қималарда) алымдардың бекітілген массивтегі кеңістік орналасуымен қатар олардың жалпы саны да есептеледі. Бір алымдардан бекітілген топырақтың бірлік инъекциядан көлемі (m^3) формуламен анықталады:

$$q_{гр} = \pi r^2 l_3. \quad (Б.4)$$

Бекітілген топырақтың жалпы көлемі (m^3) жалпы жағдайда бірлік алымдардан болған көлемнің $q_{гр}$ массивтегі алымдар санына көбейту арқылы табылады.

Жұмысшы концентрацияның бекітуші ерітінділері мен топырақты химиялық жолмен бекіту кезіндегі гель түзетін қоспалардың көлемі (m^3) жалпы жағдайда формула бойынша анықталады:

$$Q = Q_{гр} n a, \quad (Б.5)$$

мұндағы:

$Q_{гр}$ – бекітілетін топырақ көлемі, m^3 ;

n – топырақтың бірлік үлесіндегі есептік кеуектілігі;

a – кеуектерді толтыру коэффициенті, ол мынаған тең: екі ерітінділі силикаттау кезінде әр ерітінді үшін 0,5; құм топырақты бір ерітінділі силикаттау кезінде 1; отырмалы сары топырақты силикаттау кезінде 0,7; құм топырақты шайырлау 1; ірі кесекті және сызатты жартасты топырақты цементтеу кезінде 1,0; газды силикаттау кезінде: құм топырақтар үшін 0,7, отырмалы сары топырақтар үшін 0,8.

Жұмысшы концентрацияның бір алымдардағы бірлік инъекциясының күшейткіш ерітіндісінің көлемі құм топырақтар үшін бір ерітінділі екі құрамалы силикаттау және шайырлау кезінде формуламен анықталады:

$$q_k = q_c / (1 + \alpha) \quad (Б.6)$$

мұндағы:

q_c – гель түзетін қоспаның бірлік инъекцияға көлемі, (Б.5) формуламен анықталады; α – қатайтқыштың берілген рецептура үшін күшейткішке көлемдік қатынасы.

Жұмысшы концентрацияның қатайтқышының бірлік алымдар көлемі гель түзуші қоспалар мен күшейткіштің көлемдерінің айырмасы ретінде танылады. Жұмысшы концентрацияның күшейткіштері мен қатайтқыштарының жалпы көлемі жалпы жағдайда бірлік көлемдердің алымдар санына көбейтіндісі ретінде анықталады.

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

Жұмысшы концентрацияның ерітіндісінің кез келген берілген көлемін дайындауға қажетті бекітуші реагенттің бастапқы ерітіндісінің саны жалпы жағдайда формуламен анықталады:

$$Q_{ик} = \frac{\rho_{рк} - \rho_E}{\rho_{ик} - \rho_E} Q_{рк} \quad (Б.7)$$

мұндағы:

$\rho_{рк}$ - жұмысшы концентрация ерітіндісінің тығыздығы, г/см³;

ρ_E - су тығыздығы, г/см³, 1 тең деп қабылданады;

$\rho_{ик}$ - бастапқы ерітінді тығыздығы, г/см³;

$Q_{рк}$ - жұмысшы концентрацияның ерітінді саны, л.

Жұмысшы концентрацияның ерітіндісін дайындау кезіндегі бастапқы концентрацияның ерітіндісіне үстемелеп қосылатын судың көлемі осы ерітінділер көлемінің айырмасы ретінде анықталады.

Газды силикаттау үшін топырақтың алдын-ала белсенділігін арттыруға қажетті көмір қышқыл газының саны көлемі (кг) формуламен есептеледі:

$$A_T = Q_{гр} n c r_g, \quad (Б.8)$$

ал топырақ кеуегіндегі ерітіндінің қатаюы үшін, кг – формула бойынша:

$$B_T = Q_{гр} n b r_g, \quad (Б.9)$$

мұндағы:

$Q_{гр}$ - бекітілетін топырақ көлемі, м³;

n - топырақтың бірлік үлесіндегі кеуектілігі; c - коэффициент, 2,5 тең;

r_g - көмір қышқыл газының тығыздығы, кг/м³;

b - коэффициент, құм топырақтар үшін 8; отырмалы топырақтар үшін 4.

(Б.1) - (Б.9) формулалары және бекітілетін массивтерде бірлік инъекцияларды кеңістік орналастыру мәліметтері бойынша инъекциялық жұмыстардың көлемі жөніндегі қажетті мәліметтерді, химиялық материалдардың қажетті санын алуға және топырақты инъекциялық бекітудің параметрлерін беруге болады.

Бекітуші реагенттер - ерітінділер, қоспалар және газдар топыраққа жәй және бір келкі сіңірілуі тиіс. Қолданылатын шығын және қысым мәндері топырақтың жарыла айырылуына және реагенттердің бірлік инъекция контурынан шығып кетуіне жол бермеу керек.

Ерітінділер үшін бұл шарт бір инъекторға кететін шығын шамасымен жуықтап қамтамасыз етіледі, яғни, бір инъектордан (ұңғымадан) оның ұзындығы 1 м болып келетін нақты бөлігі арқылы Б2 кестесіне сәйкес, топырақтың су сіңіргіштігіне байланысты анықталады.

Кесте Б.2 - Бір инъекторға (ұңғымаға) кететін ерітінді шығынының мәндері

Сүзу коэффициенті, м/тәулік	Ерітінді шығыны, л/мин	Сүзу коэффициенті, м/тәулік	Ерітінді шығыны, л/мин
Шаң және ұсақ құмдар:		Орташа түйіршікті және ірі түйіршікті құмдар:	
0,5 - 1	1 – 2	5 – 10	1 – 2
1 – 5	2 – 5	10 – 20	2 – 3
		20 – 50	3 – 5

Басқа ұзындықтағы инъектордың немесе ұңғыманың нақты бөлігі үшін шығындардың мүмкін мәндері сызықтық интерполяцияға сәйкес өзгереді.

Су сіңіргіштігі бойынша бір текті топырақтарда немесе олардың су сіңіргіштігінің тереңге қарай азаюына байланысты бекітуді жоғарыдан төменге жүрген алымдармен істеген жөн. Егер сүзу коэффициенті тереңмен артатын болса, онда бекітуді төменнен жоғары қарай жүргізген дұрыс.

Жиі қатпарланған бір текті емес және су сіңіргіштігінің айырмасы 30% асатын әр түрлі құм топырақтарда, химиялық ерітінділерді қатпарлары бойынша жекелеп жүргізген дұрыс. Сүзу коэффициенті үлкен болып келген топырақ қатпарын бірінші кезекте бекітеді. Бекітілетін топырақ қатпары онша қалың болмаса, перфор бөлігі қысқа инъекторларды қолданады.

Суға қанық топырақтарды инъекциялық химиялық жолмен бекіткенде жер асты суларының қозғалысы іс жүзінде тек қана екі ерітінділі силикаттау әдісімен инъекциялау процесіне ықпалы болуы мүмкін. Бұндай жағдайда топыраққа бекітуші ерітінділерді мынадай тәртіппен сіңіреді:

- жер асты суларының жылдамдығы 1 м/тәудейін сұйық әйнекті бекітілетін топырақтың барлық тереңдігіне жоғарыдан төмен жүретін заходкамен кезектеп өтеді, одан соң хлорлы кальцийді төменнен жоғары заходкамен енгізеді;

- жер асты суларының жылдамдығы 1 - 3 м/тәу болғанда сұйық әйнек пен хлорлы кальцийді әр бір алымдарда кезекпен сіңіреді;

- хлорлы кальцийді 3 м/тәу асқан жағдайда, топырақты екі кезекпен бекітеді: әуелі уақытша су өткізбейтін шымылдық ұстайды, одан соң соның көмегімен топырақтың негізгі массивін бекітеді; уақытша шымылдық қондыру кезінде әр бір алымдарда бір мезгілде сұйық әйнек пен хлорлы кальцийді әр түрлі инъектор арқылы енгізеді. Бұл инъекторлар бір-бірінен 0,15 - 0,2 м қашықтықпен қағылады, жер асты суларымен бірге қозғалысқа түскен сұйық әйнек хлорлы кальций ерітіндісімен тұтылады. Уақытша шымылдық қондырып болғасын негізгі топырақты әр бір алымдарда ерітінділерді кезекпен сіңіру арқылы бекітеді.

Топырақты инъекция арқылы химиялық жолмен бекіту жұмыстарын ұйымдастыруды жобалау жұмысты ұйымдастырудың жоғарыда баяндалған қағидаларына сәйкес жүргізіледі және EN 1537-2009 Арнайы геотехникалық жұмыстарды орындау. Топырақ анкерлер. жетекшілікке алынады.

Топырақты химиялық жолмен бекіту бойынша жұмыс сапасын бақылау шаралары осы пособияның 6 тарауында баяндалған талаптарға сәйкес бекіту жобасымен тағайындалады.

Техникалық қауіпсіздік және қоршаған ортаны қорғау бойынша шаралар осы пособияның 6 тарауында баяндалған талаптарға сәйкес жобасмен тағайындалады.

Есептеу және жобалау мысалдары

МысалБ.1. Жобалау ұйымдарының кеңестеріне сәйкес сары отырмалы сары топырақты силикаттау кезінде бекітілетін топырақтың бір өсті сығылуға берілетін беріктігі 0,3-0,5МПА шамасынан аспайтындай болуы керек. Топырақты силикаттаудың нақты тәсілін (рецептура) таңдау топыраққа қойылатын талаптарға сәйкес жүзеге асуға тиісті. Отырмалы сары топырақты силикаттау арқылы бекітудің есептік радиусы 0,4-0,7метр аралығында тағайындалған.

Инъектордың (перфор) нақты бөлігінің ұзындығы бір текті қабатталған топырақтар үшін 1 м тең қабылданады. Бір текті отырмалы саздақтарды инъекциялық ұңғыма арқылы бекіту кезінде 1 шамасы 2 м-ге дейін артуы мүмкін.

Силикаттау және шайырлау кезіндегі инъекция параметрлерін есептеу А5 суретте келтірілген есептік сұлбаға сәйкес жүргізіледі. Осы сұлбаның негізі ретінде бірлік инъекциядан радиусы r және биіктігі l_3 болып келген шартты цилиндр түріндегі бекітілген топырақ массивінің көлемі алынады және оның көлемі түрі жағынан эллипстік айналмаға жақын келетін нақты бекітілген массив көлеміне парапар келеді.

Шешімі. Топырақты бекітудің конструктивтік сұлбасының тұтас нұсқасы кезінде инъекторлар немесе инъекциялық ұңғымалар жоспарда шахмат тәртібімен орналасады. Инъекторлар (ұңғымалар) қатарының арасындағы қашықтық (m) формуламен анықталады:

$$l_p = 1,5r = 1,5 * 0,4 = 0,6m, \quad (Б.1.1)$$

ал бір қатардағы инъекторлар (ұңғымалар) арасындағы қашықтық (m) мына формула бойынша:

$$l_n = 1,73r = 1,73 * 0,4 = 0,7m, \quad (Б.1.2)$$

мұндағы $r = 0,4$ м – бірлік инъекциядан бекітудің есептік радиусы.

Топырақты бір инъектормен немесе тереңдігі бойынша (тік, көлбеу немесе горизонтал) инъекциялық ұңғыма арқылы тұтас бекітуге бекітуші реагенттерді учаскелеп инъекциялау, белгілі бір мәндегі алымдар арқылы қол жеткізуге болады. алымдармәні (m) формула бойынша анықталады:

$$l_3 = 1 + 0,5r = 2 + 0,5 * 0,4 = 2,2 \text{ м} \quad (Б.1.3)$$

мұндағы l – инъектордың (ұңғыманың) перфор (нақты) бөлігінің ұзындығы, м; 0,5 - эмпириялық коэффициент.

Бекітудің (Б.1.1) - (Б.1.3) формулалармен анықталатын геометриялық параметрлері негізінде және бекітудің жобамен берілген конструктивтік сұлбасы негізінде, бекітілетін топырақ массивтерінің түрі мен өлшемдері негізінде, осы массивтердегі инъекторлардың

(ұңғымалардың) жоспардағы кеңістік орналасуы мен тереңдігі бойынша алымдардың орналасуы жүргізіледі.

Осымен бір мезгілде жобаның топографиялық негізінде (жоспарлар мен қималарда) алымдардың бекітілген массивтегі кеңістік орналасуымен қатар олардың жалпы саны да есептеледі. Бір алымдарда бекітілген топырақтың бірлік инъекциядан көлемі (m^3) формуламен анықталады:

$$q_{гр} = \pi r^2 l_3 = 3,14 * 0,4 * 0,4 * 2,2 = 1,11 \text{ м}^3 \quad (\text{Б.1.4})$$

Бекітілген топырақтың жалпы көлемі (m^3) жалпы жағдайда бірлік алымдарда болған көлемнің $q_{гр}$ массивтегі алымдар санына көбейту арқылы табылады.

Жұмысшы концентрацияның бекітуші ерітінділері мен топырақты химиялық жолмен бекіту кезіндегі гель түзетін қоспалардың көлемі (m^3) жалпы жағдайда формула бойынша анықталады:

$$Q = Q_{гр} n a = 1800 * 0,48 * 0,7 = 604,8 \text{ м}^3 \quad (\text{Б.1.5})$$

мұндағы:

$Q_{гр}$ - бекітілетін топырақ көлемі, m^3 ;

n - топырақтың бірлік үлесіндегі кеуектілігі;

a – кеуекті толтыру коэффициенті, екі ерітінділі силикаттау кезінде әр бір ерітінді үшін 0,5-ке, отырмалы сары топырақтарды силикаттау үшін 0,7.

Лабораториялық зерттеулер жүргізгеннен кейін α – топырақтың ерітіндімен қанығу коэффициенті, тығыздығы $1,13 \text{ г/см}^3$ сұйық әйнектің ерітіндісін 2-5 л/мин шығынмен дайындауға 0,8 деп қабылданған.

$$Q^* = Q_{гр} n a = 1800 * 0,48 * 0,8 = 691,2 \text{ м}^3 \quad (\text{Б.1.5*})$$

Одан әрі бекітуші заттардың шығыны бойынша негізгі өзгерістер лабораториялық зерттеудің кеңесімен Б.3 кестесінде келтірілген.

Кесте Б.3 – Бекітілетін массив бойынша негізгі сипаттамалардың жинақтау кестесі

Сипаттамалар	Бірлік инъекциядан бекітудің есептік радиусы, м	алымдар мәні (м)	Массивтегі алымдар саны, дана	Бір заходкадан бірлік инъекциядан бекітілген топырақ көлемі, (m^3)	Жұмысшы концентрацияның бекітуші ерітінділерінің көлемі, m^3	Бекітуші реагенттің бастапқы ерітіндісінің саны, (л)
Лабораториялық зерттеуге дейін	0,4	2,2	1625	1,11	604,8	218,4
Лабораториялық зерттеуден кейін	0,4	2,2.	1625	1.11	691.2	249.6

Жұмысшы концентрацияның бір алымдарда бірлік инъекциясының күшейткіш ерітіндісінің көлемі құм топырақтар үшін бір ерітінділі екі құрамалы силикаттау және шайырлау кезінде формуламен анықталады:

$$q_k = q_c / (1 + \alpha) \quad (\text{Б.1.6})$$

мұндағы:

q_c – гель түзетін қоспаның бірлік инъекцияға көлемі, (5) формуламен анықталады; α – қатайтқыштың берілген рецептура үшін күшейткішке көлемдік қатынасы.

Жұмысшы концентрацияның қатайтқышының бірлік алымдарда көлемі гель түзуші қоспалар мен күшейткіштің көлемдерінің айырмасы ретінде танылады. Жұмысшы концентрацияның күшейткіштері мен қатайтқыштарының жалпы көлемі жалпы жағдайда бірлік көлемдердің алымдарда санына көбейтіндісі ретінде анықталады.

Жұмысшы концентрацияның ерітіндісінің кез келген берілген көлемін дайындауға қажетті бекітуші реагенттің бастапқы ерітіндісінің саны жалпы жағдайда формуламен анықталады:

$$Q_{ик} = \frac{\rho_{рк} - \rho_E}{\rho_{ик} - \rho_E} Q_{рк} \quad (\text{Б.1.7})$$

$$Q_{ик} = ((1,13 - 1,0) / (1,36 - 1,0)) * 604,8 = 218,4 \text{ м}^3$$

Мұндағы:

$\rho_{рк}$ - жұмысшы концентрация ерітіндісінің тығыздығы, г/см³;

ρ_E – су тығыздығы, г/см³, 1 тең деп қабылданады;

$\rho_{ик}$ – бастапқы ерітінді тығыздығы, г/см³;

$Q_{рк}$ - жұмысшы концентрацияның ерітінді саны, л.

Жұмысшы концентрацияның ерітіндісін дайындау кезіндегі бастапқы концентрацияның ерітіндісіне үстемелеп қосылатын судың көлемі осы ерітінділер көлемінің айырмасы ретінде анықталады.

Мысал Б.2. (1) Р Негізді немесе конструкцияны, элементтер мен түйістерді пайдалану бойынша шектік жағдаймен (деформация бойынша) тексеру мына теңсіздіктің орындалуын талап етеді:

$$E_d \leq C_d \quad (2.10) \quad (\text{Б.2.1})$$

(Б.8) теңдеуіндегі E_d - әсер нәтижесінің есептік мәні, ал C_d - әсер нәтижесінің шектеуші есептік мәні. Пайдаланудың шектік жағдайы үшін жекеленген коэффициенттердің мәні әдетте 1.0 тең.

Мысал Б.3. Ені 1.2 м болып келген тізбекті іргетас, бір текті қатпарлы сазға орнатылған, оның дренаждалмаған күйдегі сипаттамалық беріктігі $c_n = 120$ кПа және көлемдік сығылу коэффициенті $\gamma = 0,0001$ м³/кН, репрезентативтік тік әсерге $V = 240$ кН ұшырайды. Тиімді консолидация қатпардың қалыңдығын 3 м және кернеудің 75 кПа орташа артуын ескере алғанда, консолидациялық шөгу мынаны құрайды:

$$s_1 = 75 \times 0,0001 \times 3 = 22,5 \text{ мм}$$

Егер алғашқы шөгу $s_0 = 5$ мм, ал жылжужан болған шөгу $s_2 = 0$ болса, онда өосынды шөгу:

$$s = s_0 + s_1 + s_2 = 27,5 \text{ мм}$$

Сонымен, $E_d = 27,5$ мм. Бұл мән пайдаланудың шектік жағдайына сәйкес болу үшін шөгудің есептік шегінен C_d кіші немесе тең болуы керек. Әсер бойынша, материалдар мен кедергілер бойынша барлық қауіпсіздік коэффициенттері шөгу есебінде 1,0 тең қабылданады.

(4) Егер топырақтағы кернеудің онша үлкен емес әлдебір шамасында деформация құрылысты қалыпты пайдалану шарты бойынша шектік мәнінен аспайтынына көз жеткізсе немесе осы тектес топырақтағы жобалаудың салыстырмалы түрдегі тәжірибесімен, конструкциясымен және қолдану тәсілімен дәлелденсе, онда шөгу есебін орындау талап етілмейді.

Мысал Б.4. Жоғарыда келтірілген мысал үшін ҚР ҚН EN 1997-1, D қосымшасында баяндалған тәсілді қолданған жағдайда, артық жүктеудің $q = 15$ кПа қысымы кезіндегі шектік көтеру қабілеті:

$$R / A' = 5.14 c_u + q = 5.14 \times 120 + 15 = 63 \text{ кПа}$$

Онда үстіңгі бетінің тиімді ауданы $A' = 1,2 \text{ м}^2/\text{м}$ құрайтын негіз үшін кедергі мәнінің репрезентативті тік әсердің мәніне қатынасы тең:

$$R / V = 6,31 \times 1,2 / 240 = 3,16 \text{ кПа}$$

R мәні V мәнінен үлкен болу үшін дренаждалмаған күйдегі беріктік 36 кПа кем болатын шамаға дейін азаюға тиісті (яғни, іс жүзіндегі нақты мәнінен 30% кем құрайтын шамаға дейін). Сол себепті, 6.6.2(16) сәйкес, шөгу есебін жүргізу қажеттілігі орын алмайды.

В ҚОСЫМШАСЫ
(ақпараттық)
ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДІ ЖҮРГІЗУДІҢ ӘДІСТЕРІ

В.1 кестеде дала және лабораториялық сынақтар және олардың нәтижелері көрсетілген, инженерлік-геологиялық жағдай туралы есеп беру кезінде ұсынылуы керек.

Кесте В.1 - Геотехникалық зерттеулерді жүргізудің әдістері

Дала сынақтары ^{a)}	Сынақ нәтижелері
CPT	Зондтың батуына топырақтың меншікті кедергісі q_c . Зондтың бүйір бет жағының бөлімшесіндегі топырақтың меншікті кедергісі f_s . Үйкелес коэффициенті R_f
CPTU	Судың кеуектік қысымын ескере отырып, зондтың батуына топырақтың түзетілген кедергісі q_t . Зондтың бүйір бет жағының бөлімшесіндегі топырақтың меншікті кедергісі f_s . Кеуектік қысымды өлшеу u
Динамикалық зондылау	Соққылар саны N_{10} сынақтар үшін: DPL, DPM, DPH ²⁾ . Соққылар саны N_{10} (или N_{20}) сынақтар үшін DPSH
SPT	Соққылар саны N . Энергия коэффициенті E_r . Топырақтың түрін анықтау
Прессиометриялық	Менард модулі E_M . Жылжығыштың қысымы p_f . Менардтың шектік қысымы p_{LM} . Жүк түсіру қысығы
Иілуге дилатометриялық	Дилатометриялық модуль E_{FDT} . Деформация қисығы
Басқа прессиометриялық	Жүк түсіру қисығы
Қалақшамен зондылау	Кесілуге су өткізбейтін кедергі (түзетілмеген) $c_{f,v}$. Кесілуге су өткізбейтін кедергі (түзетілген қайта қалыптасу үлгісі) $c_{r,v}$. График «Қосымша тіркелген күштен айналу»
Статикалық жүктемемен	Зондированияға қарсыласу уақытта өзгерудің жазбасы. Зондированияға қарсыласу - бұл: үйреншікті жүктеменің жанында ену тереңдігі; немесе, үйреншікті жүктеменің жанында 1 кН 0,2 м ге түбіне қарай ену үшін қажетті жарты айналымдарды саны
Штампты	Табан бойымен шекті түйіспе қысымы p_u
Жазық дилатометрмен	созылу кезіндегі түзетілген кернеу (үзілуде) p_0 . кеңейу кезіндегі түзетілген кернеу p_1 (кеңейу 1,1 мм). Деформацияның дилатометриялық модулі E_{DMT} , материалдың коэффициенті I_{DMT} және көлбеу анықтау коэффициенті K_{DMT}

Кесте В.1- Геотехникалық зерттеулерді жүргізудің әдістері (жалғасы)

Лабораториялық сынақтар ^{b)}	Сынақ нәтижелері
Ылғалдылық (жартас емес топырақ)	Ылғалдық w
Топырақ тығыздығы (жартас емес топырақ)	Тығыздық ρ
Топырақтың бөлшектерінің тығыздығы (жартас емес топырақ)	Бөлшектердің тығыздығы ρ_s
Өлшемдік құрам (жартас емес топырақ)	Өлшемдік құрамның қисығы
Аққыштық және домалатушектері (консистенция) (жартас емес топырақ)	Аққыштың шектік мәндері w_L және домалату w_p
Кеуектілік коэффициенті (жартас емес топырақ)	e_{\min}, e_{\max}, I_D
Органикалық заттардың мөлшері (жартас емес топырақ)	Органикалық заттардың мөлшері (C_{OM})
Карбонаттардың мөлшері (жартас емес топырақ)	Карбонаттардың мөлшері (C_{CaCO_3})
Сульфаттардың мөлшері (жартас емес топырақ)	Сульфаттардың мөлшері ($C_{SO_4^{2-}}$) немесе ($C_{SO_3^{2-}}$)
Хлоридтердің мөлшері (жартас емес топырақ)	Хлоридтердің мөлшері (C_{Cl})
pH (жартас емес топырақ)	pH
Топырақтың компрессия сығымдылығы (жартас емес топырақ)	Деформациялы қысудың компрессиялы қисығы (әр түрлі нұсқалар). Консолидация қисығы (әр түрлі нұсқалар). Жылжығыштық қисығы (екінші компрессиялы қисық). E_{oed} (кернеу аралықтарында) и σ_p немесе C_s, C_c, σ_p, C_a
Жылжуға сынақ (жартас емес топырақ)	Жылжуға су өткізбейтін кедергі c_u
Конустың құлауы (жартас емес топырақ)	Жылжуға су өткізбейтін кедергі c_u
Біросыткік сығылу (жартас емес топырақ)	Сығудағы кернеу $q_u = 2c_u$
консолидацияланбаған – су өткізбейтін кесілу (жартас емес топырақ)	Жылжуға су өткізбейтін кедергі c_u
Топырақтың консолидацияланған үшосыткік сығылуы (жартас емес топырақ)	Кернеулі-деформацияланған күйдің қисықтары және кеуектік қисымы. Кернеулерді үлестіру (тең кернеулердің сызығы). Моршенберлері. c', ϕ' немесе c_u . Өзгергіштік c_u и σ_c . Деформациялық сипаттама E' и E_u
Консолидацияланған тік ығысу (радиалданбаған) (жартас емес топырақ)	Жүктемеден топырақты ығыстыру тәуелділік қисығы. Тәуелділік – σ . c', ϕ' . Қалдықты көрсеткіштер
Топырақтың тығыздық дәрежесіне	Индекс CBR (I_{CBR})

Калифорниялық тест (жартасты топырақ)	
---------------------------------------	--

Кесте В.1 - Геотехникалық зерттеулерді жүргізудің әдістері (жалғасы)

Лабораториялық сынақтар ^{b)}	Сынақ нәтижелері
Топырақты сүзу (жартасты топырақ)	сүзу коэффициенті k , нәтижелерден алынған: тікелей лабораториялық сынақтар; дала сынақтарынан; одометриялық сынақтардан
Судың мқлшері (жартасты топырақ)	Ылғалдылық w
Тығыздық және кеуектілік (жартасты топырақ)	Тығыздылық ρ и кеуектілік n
Ісіну (жартасты топырақ)	Ісінудің кернеуінің коэффициенті. Ісінудің қысымы. Ісінудің бет жағы. Тұрақты жүктемеден ісіну
Бірыңғайлық және деформациялану (жартасты топырақ)	с.с. Юнгтің серпімділік модулі E . Пуассон коэффициенті ν
Шоғырланған күштің сынағы (жартасты топырақ)	Индекс Is_{50}
Жылжуға тұзусынақтар (жартасты топырақ)	Топырақты жүктемеден ығыстыру тәуелділігінің қисығы. Мор шеңберлері c' , ϕ' . Қалдықты көрсеткіштер
Бразилиялық әдіс бойынша зерттеу (жартасты топырақ)	Созылуға кедергі σ_T
Топырақтың үшосьтік сығылуы (жартасты топырақ)	Кернеулерді үлестіру қисығы. Кернеулерді үлестіру (тең кернеулердің сызығы). Мор шеңберлері c' , ϕ' . Юнгтің серпімділік модулі E и Пуассон коэффициенті ν
^{a)} 4-ші бөлімге қарау.	
^{b)} 5-ші бөлімге қарау	
²⁾ 4.7.2 (2). -ші бөлімдерге қарау	

Әр түрлі жобалау сатыларындағытопырақты зерттеулер әдістерін таңдау

Кесте В.2 - Әр түрлі жобалау сатыларындағызерттеулер әдістерін таңдау мысалдары

Алдын ала зерттеулер		Жобалау кезіндегі зерттеулер		Бақылау зерттеулер	
Топографиялық, геологиялық және гидрогеологиялық карталарды камералдық зерттеу. Аэро фототүсіру және интерпретация. Архивтер. Құрылыс алаңын тексеру	Майда дәнді топырақтар: CPT, SS, DP немесе SPT, сынама алу (PS, TP, CS, OS), PMT, GW	Іргетасты тұрғызу әдісін алдын ала таңдау	Қадалық іргетастар: SS, CPT, DP, SPT немесе SR, сынама алу (PS, OS, CS), FVT, PMT, GWC (PIL)	Іргетастарды тұрғызудың ақырғы әдісін таңдау. Жобалау	Қадалық іргетастар: PIL, тәжірибелі қадаларды қағу сынағы. Кернеулі толқындардың таралуын өлшеуGWC. Тұнба. Инклинометрлер
			Ұсақ салымды іргетас: SSнемесе CPT, DP, сынама алу(PS, OS, CS, TP), FVT, DMTнемесе PMT, BJT,GW		Ұсақ салымды іргетас. Топырақ үлгісін тексеру. Тығыздықты тексеру (CPT). Іргетастың шөгуі
	Дөрекі дәнді топырақтар: SS, CPT, DPнемесеSPT, SR, сынама алу(AS, OS, SPT, TP), PMT, DMT, GW	Іргетасты тұрғызу әдісін алдын ала таңдау	Қадалық іргетастар: CPT, DPнемесеSPT, топырақтан сынама алу(PS, OS, AS),FVT, DMT, GWO (PIL)	Іргетастарды тұрғызудың ақырғы әдісін таңдау. Жобалау	Қадалық іргетастар:PIL, тәжірибелі қадалар. Кернеулі толқындардың таралуын өлшеуGWC. Тұнба. Инклинометрлер
			Ұсақ салымды іргетас: CPT + DP, SPT,сынама алу(PS, OS, AS, TP), мүмкінPMT, BJTнемесеDMT, (PIL), GWO		Ұсақ салымды іргетас. Топырақ үлгісін тексеру. Қаттылықты тексеру (CPT). Іргетастың шөгуі
			Қадалық немесе ұсақ салымды іргетас: SRжәнеMWD, жарықшақтар картасыTP, CS, RDT (PMT, BJTтозған жыныстарда), GWO		Қадалық іргетастар. Бесінші қаданың және жыныстың бет жағымен аралығындағыбайланысты тексеру. Жыныстағыжарық-шақтарды тексеру. Су-дың инфильтрациясының анықтамасы. Ұсақ салымды іргетас: жыныстың бет жағындағы жарықшақтар менкөлбеудітексеру

Кесте В.2 - Әр түрлі жобалау сатыларындағы зерттеулер әдістерін таңдау мысалдары (жалғасы)

Дала сынақтары

- BJT - ұңғыма домкраты түріндегі құралмен сынау;
- DP - динамикалық зондылау;
- SR - жартасты / жартасты емес топырақты зондтау;
- SS - топырақты статикалық зондтау (мысалға, статикалық жүктемемен WST);
- CPT(U) - зондтың бату кедергісін зерттеу (кеуектік қысымның өлшемдерімен);
- SPT - пенетрацияға үйреншікті сынақтар;
- DMT - жазық дилатометрмен сынау;
- FVT - айналмалы кесіктің әдісімен дала сынақтары;
- PMT - прессиометриялық сынақтар;
- MWD - бұрғылау жұмыстары кезіндегі өлшемдер;
- SE - сейсмикалық белсенділікті өлшеу;
- PIL - қадағаның көтеру қабілеттілігінің жүктемемен сынағы;
- RDT - жартасты топырақтарды диламетриялық сынақтау.

Сынама алу

- PS - поршеньді сынақ алушы;
- CS - керн алушы;
- AS - спиральді бұрғы;
- OS - жұқа бүйірлі қағып кіргізетін керн алушы;
- TP - шурфтан үлгі алу.

Жер асты суының деңгейін өлшеу

- GW - жер асты суының деңгейін өлшеу;
- GWO - ашық жүйе жер асты суының деңгейін өлшеу;
- GWC - жабық жүйелердің жер асты суының деңгейін өлшеу.

Ескерту

- 1 Геодезиялық және топографиялық жұмыстар осы кестеге қосылмаған.
- 2 Лабораториялық зерттеулер осы кестеге қосылмаған.

Г ҚОСЫМШАСЫ
(міндетті)
ЕВРОКОД БОЙЫНША ТОПЫРАҚТАРДЫ ХИМИЯЛЫҚ ТӘСІЛМЕН
СЫНАҚТАУ

Жалпы мәліметтер**Сынақтау әдісі**

(1) Жоғарыда айтылған бір үлгідегі химиялық тәсілмен сынақтау дәстүрлі әдістемелерге негізделініп, көп геотехникалық зертханаларда жасалына алады. Басқа заттарды табу үшін жүргізілетін химиялық сынақтар, әдетте мамандандырылған химия зертханаларында өткізілуі керек.

(2) Көпшілік химиялық сынақтарға құрғақ топырақтың 100 г жеткілікті. Әдетте бастапқы кезеңде құрғақ топырақтың едәуір көп көлемі үлгінің/керннің талап етіледі, бірақ нақты сынақты жүргізу үшін кішігірім үлгі қажет. Ең маңыздысы бастапқы үлгінің тыңғылықты араластыруда және бөлу тәртібінің дұрыстығында.

(3) Материалдың сынақ алдында сақтау температурасы органикалық заттың биологиялық ыдырау жылдамдығына ықпал тигізу мүмкін. химиялық сынақтар үшін алынған сынамаларды мүмкіндігінше 5 °C - 10 °C температурада сақтау.

(4) Көпшілік сынақтар әдістемелері эталондар ретінде бақылау сынамаларды пайдаланумен калибрлеу рәсімін қосады. Электрохимиялық әдістер үшін, мысалы, рН дәрежесінде негізделген, белгілі рН деңгейімен бірнеше ерітінділерді қолдану арқылы калибрлеудің айқын үлгілері болады.

(5) Ерекше талаптардың болу, тәжірибелі үлгілерді дайындау жұмыстарын қоса, сынақтарды жүргізуде және дайындықтың үйреншікті тәртібінен ауытқуын тудыруы мүмкін. Үйреншікті тәртіптен ауытқу себебін нұсқаумен, орнатылған рәсімнен ауытқудың бәрін құжаттамада және есеп-қисапта айқын бейнелеп көрсетуі керек

Сынақтау саны

(1) Ескерілген сынақтардың санын анықтар кезінде органикалық заттардың мөлшері, карбонаттылық, сульфат мөлшері, рН мағынасы және хлоридтердің мөлшері тіпті бір геологиялық пластинашегінде күшті ажыратыла алады. Локальді вариативті диапазонды анықтау үшін шағын аймақтан алынған тәжірибелік үлгілерге көп мөлшерде сынақтар жүргізілуі керек болуы мүмкін

Органикалық заттардың мөлшерін анықтау**Сынақтау тәртібі**

(1) Тесу кезіндегі ысырап әдетте топырақтың репрезентативті үлгісінде кемінде 2 мм болатын фракцияларымен, белгілі температурада дайын тұрған үлгіні тесу кезінде массасы ретінде анықталынады. Органикалық заттардың мөлшері, органикалық масса тесілген кезінде толығымен жанып кетеді және массаның ысырабы органикалық заттың жанып біту себебінен болады деген ұсынысқа сүйене отырып есептелінеді

(2) Тесілу кезіндегі массаның ысырабы әдетте органикалық заттардың мөлшері топырақта карбонаттардың және саздың нөлдік немесе аз мөлшерде болуына жатады. Топырақтар үшін биігірек процентті карбонаттардың және саздың мөлшері мазмұнды.

(3) Құрғату кезінде кейбір органикалық заттардың тотықтанып кетпеуі үшін (105 ± 5) °С температурасында құрғату керек. Х.4.2.2 де көрсетілген мысалдарда құрғату температурасы $(50 \pm 2,5)$ °С, бұл температура аралығында судың түгелдей құрғап кетуі болмайды. Құрғатуға жарайтын температураны анықтау үшін сынамалы эксперименттерді жүргізу керек.

(4) Мысалдарды келтірілген (1), қыздыру температурасы (440 ± 25) °С, ал басқа стандарттарда 900 °С дейін құрайды. Қыздыру температурасын тағайындау кезінде келесі мәселелерге көңіл қою қажет:

- кейбір сады минералдар 550 °С температурада бұзыла бастайды;

- топырақтағы химиялық байланған сулар сынақтаудың төменгі температурасындо жоқ болып кетеді, мысалы, кейбір сада минералдарда бұл процесс 200 °С басталса, ғаныш 65 °С температура шамасында шашыла бастайды;

- сульфидтер мен карбонаттар 650 °С тен 900 °С аралығында жойылады.

Қыздыру температурасын көп жрғдайларда 500 °С немесе 520 °С қабылдаған дұрыс.

(5) Қыздыру және кептіру уақыты тепетендікті сақтауға жеткілікті болуы тиісті. Егерде қыздыру уақыты 3 сағ аз болса, есеп бергенде салмақтың тұрақтылығын қайтара өлшеу арқылы алаңғанын көрсеті қажет.

Сынақтау нәтижелерін бағалау

(1) Қыздыру кезінде органикалық көміртегі мен органикалық заттардың көлемі салмақ жоғалтумен салыстырылуы мүмкін, егерде соңғысы басқа да компоненттердің алып тастауымен түзетілсе.

(2) Органикалық заттардың көлемін органикалық көміртегіні тікелей өлшеу арқылы анықтауға болады.

Карбанаттар көлемін анықтау

Сынақтау әдісі

(1) Бұл техникалық құралда карбанаттар көлемін анықтау жылдам тестілеу әдісімен жүргізіледі. Бұл әдіс топырақтар үшін толық және тура нәтижелер алуға мүмкіндік бере алады, егерде толығымен ерітінділеуге арнайы шаралар қолданылған жағдайда.

(2) Басқа мысаодарда карбанаттар көлемін білгілі бір температурада және атмосфералық қысымда көміртегінің қостотығын (CO_2) газөлшегіште өлшеу арқылы жүргізіледі.

Сынақтау нәтижелерін бағалау

(1) Карбанаттар көлемін үлгідегі пайызы CO_2 санымен алынады. Формальды бұл дұрыс, бірақ алу мүмкін емес.

Сынақтау нәтижесінде, топырақтың барлық түріне тиесілі карбанатты құрамындай, кальций карбонатының (CaCO_3) көлеміне эквивалентті түрінде алынады. CaCO_3 эквивалентті санын CO_2 саныны қарай келесі формуламен анықтайды:

$$\text{CaCO}_3 = 2,273 \cdot \text{CO}_2,$$

мұндағы CaCO_3 - CaCO_3 , құрғақ салмағындағы % көлемі;

CO_2 - CO_2 , % құрғақ салмағындағы % көлемі.

Сульфаттар көлемін анықтау

Сынақтау әдісі

(1) Топырақ суының қышқылдық немесе сулы экстракттарын анықтайтын гравиметриялық әдіс басқа альтернативті тәсілдерге қарағанда жоғары дәлдігімен ерекшеленеді.

(2) Кальций сульфатының, ғаныштың ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) қиыршықтану түрлері 50°C температурада кептірілуі керек. Ғанышты құраған тәжірибелік үлгі өзінің қиыршықтанған суын 65°C температурада жоғалта бастайды.

(3) Қатынастар SO_3^{2-} және $\text{SO}_4^{2-} : \text{SO}_4^{2-} = 1,2 \cdot \text{SO}_3^{2-}$, мұндағы SO_3^{2-} және SO_4^{2-} пайызбен өлшенеді.

Сынақтау нәтижелерін бағалау

(1) Сынақтау нәтижелерін интерпретациялау кезінде кальций сульфотанан судағы ерітіндісі өте төмен, геологиялық ауқыт аралығында біраз мөлшерде, мысалы карст жыныстары сияқты, еріп кетуі мүмкін.

(2) Басқа да заттар (әсіресе сульфаттар және жартылай оксидтер) химиялық реакцияға түсіп, сынақтаудың нәтижесіне әсерін тигізеді. Топырақтағы сульфидтер ұзақ уақыт бойы тотығып, қосымша сульфаттар құрайды.

pH (қышқылды-сілті балансы) мәнін анықтау

Сынақтау әдісі

(1) pH мәнін анықтайтын бірнеше әдістер бар. Негізгі болып электрометриялық әдіс ұсынылады. Бұл әдісте pH топырақ суспензиясында немесе топырақ суында анықталады. Ол үшін pH-340 маркалы pH-метр қолдану ұсынылады.

Сынақтау нәтижелерін бағалау

(1) Сынақтаудың нәтижелеріндегі кемшіліктерге келесілер себеп болады:

- pH өлшейтін құралды сынақтау алдында немесе әр сынақтан соң дұрыстамау немесе дұрыс тексермеу,

- құралдың электродтарын сақтау кезінде дұрыс қорғамау;

- өлшеу кезінде құралды жеткілікті ұстамау, соның кесірінен тұрақты көрсеткіштің болмауы;

- топырақ суларының үлгісін алатын ыдыстың дұрыс шайылмағандығынан тәжірибелік үлгінің ластануы.

Хлоридтер көлемін анықтау

Сынақтау әдісі

(1) Хлоридтер көлемін анықтау сынақтарының тәртібі:

- Судаеритін хлоридтерді МОР әдісімен тексеру;

- қышқылдарда немесе суда еріген хлоридтерді Фольгаода әдісімен сынақтау;

- электрометриялық өлшеулер.

(2) Алғашқы екі әдісте хлоридтер мен күмістің нитраттарының алмасу реакциясы қолданылып, сараптау үшін әртүрлі тәсілдер пайдаланылады. Екі әдіс те мұқият өлшеуді және бақылауды талап етеді. Үшінші әдіс сұйықтатылған үлгінің белгілі бір судың құрамындағы тоқ өткізгіштігін өлшеумен шектеледі.

(3) Фольгарда әдісі негізгі болып саналаса, МОР әдісі топырақ суларындағы хлоридтер көлемін анықтауға дұрыстау деп саналады.

Сынақтау нәтижелерін бағалау

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

(1) Топырақтың сорлануы мен ондағы хлоридтердің көлемі арасында теориялық байланысты анықтау хлоридтердің иондарының жылдам араласуына байланысты қиындық туғызады.

Д ҚОСЫМШАСЫ
(міндетті)
ШӨГІП КЕТЕТІН САЗДЫ ҚҰМ АРАЛАС ТОПЫРАҚТАРДЫҢ ЖҰТУ
СЫЙЫМДЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ

Сілтілі ортада айқындау физикалық-химиялық белсенділікті сипаттайды, ол отырып кететін құм аралас топырақтарды силикаттау тиімділігін шамамен болжауға мүмкүндік береді. Осы мүмкүндіктер келесі әдістеме бойынша өндіріледі:

Жеңіл - құрғақ күйдегі топырақ келіде резеңке түйгішпен уқаланып 1 мм саңылаулары бар елеуіш арқылы еленеді.

Дайындалған топырақтан 50 г-дық сынама алынып, көлемі 250-300 мл болатын конус тәрізді құтығаенгізіледі, содан топыраққа 50 мл 1Н ащы натрий ерітіндісі қуйылады. Минуттық шайқаудан кейін 2-3 мин шамасында тұндырады содан қатпарлы сүзгіден өткізеді. Филтраттан көлемі 15-20 мл сынаманы пипеткамен алынып фенолфлатейнде тұз қышқылының Н₁ ерітіндісімен титрленеді.

100 г топырақтағы жұту мг/экві сыйымдылығын есептеу мына формула бойымен жүргізіледі:

$$\varepsilon = \frac{(aN_{\text{щ}} - bN_{\text{к}})K100}{P} \cdot \frac{100}{100 - W}, \quad (\text{Д.1})$$

мұндағы:

a - филтраттың саны, анықтама үшін алынған, мл;

N_щ - NaOH ерітіндінің әдеттегілігі;

b - титрлеугежіберілген қышқылдың саны, мл;

N_к - HCl ерітіндінің әдеттегілігі;

K - барлық көлемге аударма еселігі;

P- топырақтың массасы, г;

W- топырақтың гироскопиялық ылғалдығы, %

Бір ерітінділі силикаттау тәсілімен бекітілуге ұшырайтын белсенді топырақтар - отырып кететін топырақтар, 1Н сілтілі ерітіндідегі жұту сыйымдылығы 100 г құрғақ топыраққа кемінде 15 мг/экв.

Е ҚОСЫМШАСЫ
(міндетті)
ТОПЫРАҚТАРДАҒЫ ҒАНЫШТЫ АНЫҚТАУ

Топырақтардағы ғанышты тұзды-ашыған (0,2-қалыпты HCl) және су сорындысының көмегімен анықтайды.

Тұзды-ашыған сорындыда SO_4 -ің мөлшерін анықтай отырып, одан су сорындысынан анықталған сульфат-ионының мөлшерін шегеріп, ғаныштағы сульфат-ионының мөлшерін анықтайды және сол арқылы $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ санын есептейді.

Анықтау реті, ол үшін қажетті реактивтер және нәтижелерді есептеу қолданыстағы нормаларға сәйкес.

Ж ҚОСЫМШАСЫ

(міндетті)

ТОПЫРАҚТАРДАҒЫ ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫ АНЫҚТАУ

Топырақтардағы органикалық заттардың мөлшерін Тюрин тәсілімен, хром қышқылымен сулы жағу жолымен (оксидометрика әдіс), немесе қолданыстағы ережелерге сәйкес 950-1000 °С температураның жанында оттегінің ағынында құрғақ жағу әдісімен анықтайды.

II ҚОСЫМШАСЫ
(міндетті)
НАТРИЙ СИЛИКАТЫНЫҢ МОДУЛЫН АНЫҚТАУ

Тығыздығы $1,07 - 1,1 \text{ г/см}^3$ болатын 1 мл натрий силикатының ерітіндісі көлемі кемінде 120 мл болатын шыны құтыға құйылады, оған 30-50 мл су және белгілі әдістеме бойынша 1:1 салмақтық қарым-қатынаста дайындалған қызыл метил және көк бромтимол спирттарының қоспасынан тұратын араласқан индикатордың бірнеше тамшысы құйылады.

Содан соң, қызыл бояуды пайда болуға дейін шамамен 0,5 НСІ қалыпты ерітіндімен сілтіні титрлеу жүргізіледі. Бейтараптандырылған ерітіндіге 4-5 г кристалдық фтор натриын және қосымша ретінде аралас индикатордың 4-5 тамшысын қосады. белсенді араластыру кезінде Шақпақ қышқылын анықтау үшін екінші титрлеуд жүргізіледі. қашан қышқылдың екі соңғы тамшылары ерітіндіні және қызыл түсті бояйды титрлеу сол кезде аяқтайды.

Натриу силикатының ерітіндісінің модулы келесі формула бойынша есептелінеді:

$$M = \frac{\text{количество НСІ мл, пошедшее на второе титрование}}{\text{количество НСІ мл, пошедшее на первое титрование}} \cdot 0,51 \quad (\text{И.1})$$

0, 5-ші еселік мына қарым-қатынастан шығады

$$15/31 \cdot 1,032 = 0,4992 \approx 0,5,$$

15 - SiO_2 эквиваленті; 31 - Na_2O эквиваленті; 1,032 - SiO_2 ммoleкулалық салмаққа Na_2O молекулалық салмақтың қарым-қатынасын білдіретін коэффициент

К ҚОСЫМШАСЫ

(міндетті)

ЕВРОКОД АРҚЫЛЫ ТОПЫРАҚТЫҢ СҮЗУІ СЫНАҚТАРЫ ТУРАЛЫ АҚПАРАТ**Сынақтарды жүргізудің әдістемесі**

(1) Топырақ қабатынан, сынақтан өткізілетін үлгілерден 2 есе артық топырақ көлемі өндіріледі.

(2) Сыналатын үлгілерді таңдау жасарда, топырақтардың тиісті сипаттамаларының шектік мәнін үлгі жасауға мүмкүндік беретіндей топырақ үлгілеріне таңдау жасау керек, мысалы: керек құрамы, салыстырмалы тығыздық, кеуектілік коэффициенті және т.б.

(3) Ережелерге сәйкес, гидравликалық қысымның градиенті сазды және қайыршақты топырақтарға 30-дан, ал құмдарға 10-нан кем болмауы керек.

Сүзгілеу коэффициентінің берілген дәлдігіне және топырақ түріне байланысты топырақтың керекті қанығу дәрежесін ескеруге керек.

Сынақ саны

(1) Топырақтың берілген түріне жататын, топырақтың өзгергіштігіне және осы күнгі ұқсас тәжірибеге тәуелді, ең төменгі қажетті сынақ сандарының мөлшері S.1 кестесінде көрсетілген.

Кесте К.1 – Топырақты сүзу сынағы. Топырақ бір қабатын зерттеу үшін, топырақүлгілерінің кеңес берілетін ең төменгі мөлшері

Өлшенген сүзгілеу коэффициентінің аұқымы, k	Сынақтарға арналған, кеңес берілетін үлгіліктердің ең төменгі мөлшері, егер ұқсас салыстырмалы тәжірибе болса		
	қатыссыз	орташа	кең
$k_{\max}/k_{\min} > 100$	5	4	3
$10 < k_{\max}/k_{\min} \leq 100$	5	3	2
$k_{\max}/k_{\min} \leq 10$	3	2	1 ^{a)}
^{a)} Бір және жіктелмелі сынақтар қолданыстағы мәліметтерге сәйкестіктің тексерісі үшін өткізіледі.			

(2) К.1 кестесіндегі тек бір сынақтың сипаттамасы қолданыстағы мәліметтердің дәл екенін растайды. Егер сынақ нәтижелері қолданыстағы мәліметтермен сәйкес келмесе, қосымша сынақтарды жүргізу талап етіледі.

Сынақ нәтижелерінің бағасы

(1) Топырақтың сүзілу (су өткізбеушілік) коэффициентін анықтау үшін кең таралған төрт әдістер бар:

- дала сынақтары әдісі, су сіңіргіштікті ұңғыма тәсілімен және тәжірибелі тартып шығаруды жолымен анықтайды;
- эмпирикалық әдістің топырақтың түйірөлшемдік құрамымен байланыты;
- сынақ кезінде бағалау көрсеткіштерін алу әдісі компрессиялы құралды (одометрді) пайдалану арқылы жүзеге асады;
- топырақтың суөткізгіштігін анықтау әдісін сыналатын үлгілерге лабораториялық шарттар бойынша жүргізу.

Егер жоғарыда айтылған бірнеше әдістерді бір-бірімен үйлестіріп пайдаланса, сүзу коэффициентінің бағасын оптимизациялауға болады.

(2) Егер топырақ қатпары құрамына қарай біркелкі болса да, меншікті жүктемеде, қуыстық коэффициентте, құрылымда, бөлшектердің көлемінде және қабаттарда шағын өзгерістер болғандықтан топырақтың сүзу коэффициенті едәуір өзгеруі мүмкін. Сүзгілеу коэффициентін алуы үшін ең анық әдіс, дала сынақтары әдісін болып табылады.

(3) Егер топырақ қабаты құрамы жағынан біркелкі болса да, топырақтың сүзу коэффициентін ең томенгі және ең жоғарғы шекті деңгейлерін көрсетіп жазу қажет.

(4) Сазды және қайыршақты топырақтардың Сүзілу коэффициентін есептеуі үшін одометрлі сынақтардың нәтижелерін пайдаланғанмен де тек жуық шамаға ие болады. тұрақты жылдамдықтағы Одометрлі сынақтың су сіңірудің дәл өлшемін қамтамасыз етеді.

(5) Құрамы бойынша біркелкі Құмның сүзу коэффициентін түйірөлшемдік құраммен өзара байланысты пайдалана отырып дәл табуға болады.

(6) Жоғары сапалы өңделмеген үлгілерді алу мүмкіндігі бар органикалық тегі сазды, қайыршақты және минералды топырақтарға лабораториялық сынақтарды жүргізу кезінде анық нәтижелерді алуға болады. Сыналатын үлгілердің репрезентативтігін мұқият тексеру маңызды.

(7) Топырақтардың кейбір түрлерінің ылғалдық дәрежесі, сүзу коэффициентінің шама мәндерінің үш ретіне шейін ықпалын тигізуі мүмкін.

(8) Енетін заттың химиялық құрамы сүзу коэффициентін бірнеше реттік шама мәндеріне дейін өзгертуі мүмкін.

І ҚОСЫМШАСЫ
(міндетті)
ТОПЫРАҚТАРДЫҢ СҮЗІЛУ КОЭФФИЦИЕНТІНІҢ ЗЕРТҚАНАЛЫҚ
АНЫҚТАМАСЫ

Зертқаналық шарттарда топырақтардың сүзілу коэффициентін анықтау техникалық әдебиеттерде көптеген жақсы игерілген және бәріне белгілі әдістемелер негізінде анықталынады, атап айтқанда: Г.Н. Каменскийдің түтікшесінде және құралында; Г. Тименің құралында; Спецгеоның түтікшесінде; Д.И.Знаменский және В.Н. Хрусталеvтің П.В. конструкциясының құралында (сазды топырақтар үшін); Н.Н. Веригиннің фильтрометрінде және басқа да әдістемелермен.

Топырақты инъекциялы бекіту мақсатында сүзу коэффициентін зертқаналық жолмен анықтау кезінде НИИОСП әдісімен жасау ұсынылады, бұл әдіс, Г.Н. Каменскийдің түтікше әдісінің жетілдірілген түрі.

Әдістеме, инъекциялы бекітуге жарамды бұзылған және табиғи мүсінді топырақтардың бәріне тарайды, қоса айтқанда, қопсыған - ірі кесектері бар топырақтардан шаң аралас құмдарға араласқа дейін, және отырып кететін құм аралас топырақтар; инъекциялы бекітулерге қабілетсіз топырақтарда тыс қалмайды.

Дарсиге сәйкес, жағдай үшін, топырақтың үлгісінің және өлшеу түтікшелерінің диаметрлері дәл келмеген кезде, өлшеу түтікшесінде айнымалы (кемитін) арынды суды сүзу кезінде су деңгейінің түсуін өлшеуге негізделініп анықталады.

Г.Н. Каменский түтігінен осы құрал (1 сурет) әр түрлі қиманың ауысымды өлшеу түтікшелерінің бар болумен және ерекше конструкциялы (2 сурет) топырақ-тасушыны қолдануымен ерекшеленеді.

Диаметрі 126, 25, 11 және 5 мм болатын дұрыс тексерілген өлшегіш түтікшелер және диаметрi 56 мм болатын Каменскийдің өлшегіш түтігінің жиынтығы, топырақтардың қысқа мерзімде, бір уақыттағы сүзу коэффициентін барлық жарамды жартас емес топырақтарды қамтитын инъекциялы бекітуі үшін оның үш реттік шама диапазонындағы көлеміне тәуелсіз оларды таңдап алуға қамтамасыз етеді

Г.Н. Каменский түтікшесінің орынына қосылған зертқаналық қондырғының жиынтығындағы топырақ-тасушы құрал, отырып кететін құм аралас топырақтардың және басқа сазды топырақтардың су сіңіргіштіктігін анықтау үшін арналған. лабораториялық компрессормен жасалынатын . қысыммен топырақ үлгісін қысу, қабырғаға жақын орналасқан сүзуден берік кепілдік береді.

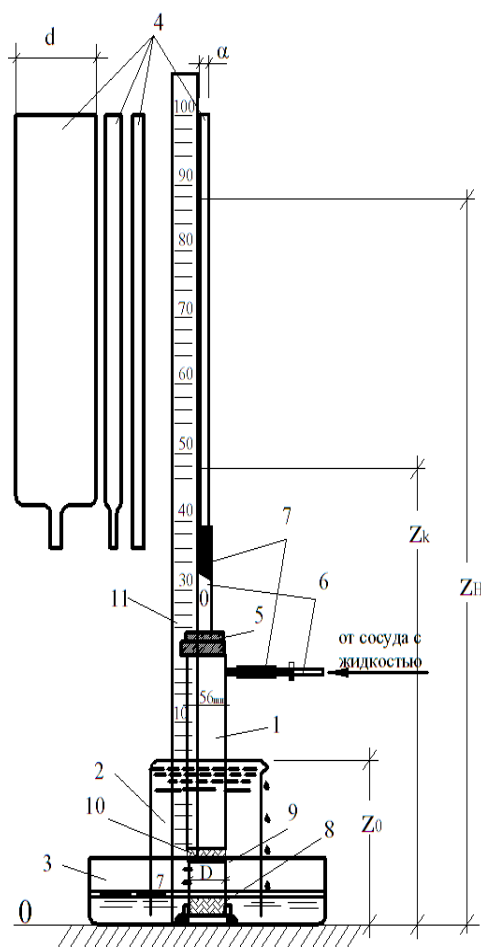
Суреттерде көрсетілгендерден басқа, құрал жинағына 0,3 МПа-ға дейін қысымды қамтамасыз ететін зертқаналық компрессор және тубуспен 5 - 10 л шыны құты құралға су беруі үшін. Тәжірибені жүргізу үшін тағы да секундомер, термометр, қопсыған топырақтарды төсеуге тегістегіш, техникалық зертқаналық таразылары және топырақтардың ылғалдылығын анықтау үшін құралдар қажетті. Құмды және ірі кесекті топырақтардың сүзу коэффициентін тиісті кеуектілікті анықтаулармен ең жоғарғы және ең төменгі қысым күйлерімен анықтайды, ал отырып кететін, құм аралас және басқа сазды топырақтар ылғалдықты және табиғи құрылымды сақтай отырып олардың цилиндрлі пішінді тесек күйінде сыналады. Құмтас және ірі кесектері топырақтардың сүзу коэффициентін анықтау жеңіл - құрғақ күй үлгілерінде жүзеге асырылады. Сүзу

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

тәжірибесінің алдында, жүктеулі күйдегі үлгінің кеуектілігін есептеу үшін бөлшектердің тығыздығының қажетті өлшемдерін және гигроскопиялық ылғалдылықты, сонымен бірге электік өлшемдік құрамды анықтайды. Отырып кететін құм аралас топырақтар үшін тығыздықты, бөлшектердің тығыздығын және табиғи ылғалдылығын анықтайды

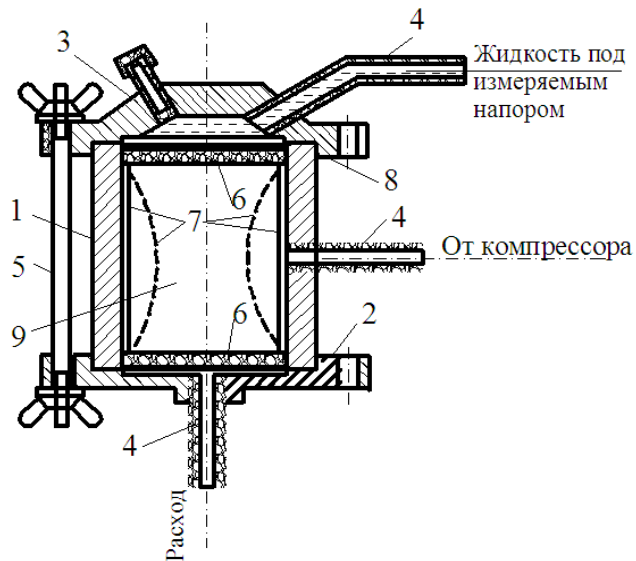
Жеңіл құрғақ қалыптағы топырақтарды дайындау және көрсетілген сипаттамаларды анықтау тиісті құжаттар бойынша орындалады: ҚР ҚЕ EN 1997-2:2007/2011. Геотехникалық жобалау. 2-ші бөлім. Топырақты ерттеу және сынау

Құмтас және ірі кесекті топырақтарды үлгісінің кеуектілігін жүктеулі күйде анықтау екі еселі өлшеу кезінде (топырақтың үлгісін құралға жүктеуге дейін және жүктеуден кейін, фарфор шыныға көбірек алынған) жүзеге асады. Таразылардың және топырақтардың көлемдерінің айырмашылығы бойынша, құралда, құралда тұрған топырақ тығыздығын, ал содан кейін есептеумен оның кеуектілігін анықтайды.



1 - тесіктелген түбі бар шыны түтікше; 2 - деңгейді тұрақтандырғыш ретінде химиялық стақаны; 3 - кристаллизатор; 4-ауыспалы, әр түрлі қималы өлшеуіш түтікшелер; 5-резеңке пробка; 6- шүмектерімен шыны түтікшелер; 7-резеңкелі жалғағыш түтікшелер; 8-қиыршық тас себу; 9 - топырақтың сыналатын нұсқасы; 10 – қиыршықты-құмтас себу; 11- өлшеуіш тақтайша-арындарды өлшегіш.

Л.1 суреті - Құмтасты және ірі кесектері бар топырақтардың сүзу коэффициентін НИИОСП әдісімен зертқаналық анықтау үлгісі



1 - топырақ тасушы стақан; 2 - түб; 3 - қақпақ; 4 - түтіктер; 5 - қысатын болттар; 6 - тесілген дисктер; 7-резеңкелі обойма; 8 – резеңкелі прокладка; 9-топырақты біртұтас

Л.2 суреті - Бұзылмаған құрылымы бар сазды топырақтардың сүзу коэффициентін анықтайтын құрал

Құралды жүктеу

1. Құралды жүктеу алдында, фарфор шыныға салынған тәжірибе үшін дайындалған топырақтың үлкен мөлшерін техникалық таразыларда өлшеу, су беруі үшін арналған түтікшеге құтыдағы суды құйып, құралдың құрама элементтерін дайындау.

2. Диаметрі 2-8-10 см, биіктігі 10-12 см болатын стақанды кристаллизаторға, ал диаметрі 5-6 см, биіктігі 20-25 см болатын түтікшені /стақандағы түтіреуішке орнату.

3. Түтікшенің торлы түбіне, сыналатын нұсқаның бөлшектерінің шығаруын болдырмау үшін қалыңдығы 1-2 см-лі қиыршықтасының қабатын төсеу.

4. Ақырын, шағын порциялармен 5-10 см-лі биіктікке түтікшені топырақпен толтыру. ең төменгі тығыздығы бар үлгіні сынау үшін, толтыру воронка арқылы тығыздаусыз жүзеге асырылады; ең жоғарғы тығыздығы бар үлгіні сынауда – тегістегішпен мұқият тығыздайды.

5. Бір мезгілде стақанға түтікшені топырақпен толтыру кезінде, оның түсінің өзгеруі бойынша танылатын, топырақтың бет жағының капиллярлы сулануына дейін аз-аздан су құйу керек

6. Түтікшені топырақпен толтырғаннан кейін және оны сумен қанытқан соң, үлгінің шайылуын болдырмас үшін оның үстіне қалыңдығы 1-2 см болатын қиыршықтас қабатын төсеу қажет.

7. Стақанға қажетті мөлшерде су қосып, судың үлгіден өтіп кетіп, қиыршықтастың үстінде 1-2 см-лі қабат құруын бақылау.

8. Жүктемеден кейін, топырақтың қалдықтары қалған шыныаяқты таразыға тарту; кеуектілікті анықтау үшін нәтижелерді журналға жазу.

Анықтаманың жүйелі жүрісі

9. Көз мөлшерімен, жуықтай топырақтың су өткізгіштігін өзіндік тәжірибеге негізделе бағалай отырып, экспериментші, қомақты жақты тандайды және өлшеуіш түтікшені 4 лабораториялық штативке (суреттерде көрсетілмеген) орнатады.

10. Өлшеуіш түтікшенің бақылау үшін ыңғайлы биіктігінде бастапқы және соңғы куйлер деңгейінің ара-қашықтығы 10-15 см болатындай орнату керек. 11 масштабты сызғыштың көмегімен Z_n , Z_k и Z_o өлшемдерін жасап, нәтижелерін журналға жазу керек.

11. Көлбеу түтікшеде шүмекті ашуымен 1 түтікшені және 4 өлшеуші сумен толтыру барысында, түтікшенің бастапқы деңгейінің белгісінен жоғары, мениск 3-4 см-ге төмендегенде екі бшүмекті жауып тастау керек.

12. Стақанның шеттеріне дейін су толтырып, судың температурасын өлшеп, сүзу тәжірибесіне дайындалу.

13. Тік түтікшенің 6 шүмегін ашып, өлшеуіш түтікшедегі деңгейдің төмендеуін бақылау кезінде, бастапқы деңгейдегі белгіде секундометрді қосып онының түпкі деңгей белгісінде өшіріп, шүмекті кейін жауып, өлшенген уақытта деңгейдің түсуін журналға енгізілу.

14. Егер, бірінші тәжірибенің нәтижелері бойынша деңгейдің түсу уақыты сенімді өлшеу үшін (1 мин. аз) жарамсыз тым үлкен (5 мин. жоғары) немесе тым аз болса, өлшеуіш түтігін алмастыру қажет.

15. Бұдан әрі, ұқсас түр бойынша уақыт есептеулерінің толық тұрақтануларына дейін деңгейдің түсу уақытының бірнеше қайталанған өлшеулерін жасағаннан кейін тәжірибе біткен болып есептелінеді

Сүзу коэффициентін анықтау жүрісі отырып кететін құм аралас және басқа саз топырақтары үшін жоғарыда баяндалған қопсыған топырақтар анықтамаларынан ерекшеленеді, ол ерекшеліктер алдын ала анықталатын сипаттамалар құрамында және топырақ тасушы құралға топырақ үлгісінің қондыру өзешелігінде.

Бұзылмаған құрылымды топырақтың жүктелетін үлгісі диаметрі 5 см және биіктігі 6 см болатын цилиндрлік пішінді біртұтас ретінде кесіліп алынады. Үлгінің диаметрі стақанның ішкі диаметрінен / кемінде 4 мм-ге аз болуы керек, ал биіктігі бойынша тесілген б дисктердің жиюлы күйідегі ара қашықтығына дәл сәйкес келу керек. Парафин біртұтасынан үлгі дайындау сүзу тәжірибесінің басталуына 1 сағат қалғанда басталуы керек. құралға қондыруға дейін дайын үлгі жеңіл-дымқыл шарттарында сақталуы керек.

Құралға бүтін үлгіні жүктеудің біртіндеп тәртібі (Л.2 сурет)

1. Эластикалық рәзіңкеден қуыс түрінде, диаметрі 4 см және ұзындығы 12 см жасалған қаптаманы сақинаның Ішіне салып, шетіне қарай суретте үзік сызықтармен 7 көрсетілген түрде тартылады.

2. Шүмекке 4 таза рәзіңке кигізіп ішіндегі ауаны, қаптама сақинағы толығымен тартылғанша қалғанға дейін сору, бекіткішті жабу қажет.

3. Үлгіні сақинаның ішіне салғанан соң шүмектегі бекіткішті ашқан кезде, рәзіңкелі қаптама түзетіліп, үлгіні сақинаға бекітеді.

4. Содан соң топырақсорғыш-құралды жинап, зертханалық штативке тік күйінде бекітіп, өлшегіш шүмекті, масштабтық өлшегішті және сүзілген суды құйатын ыдысты құралға жинақтайды.

5. Жанындағы шүмекке зертханалық компрессор немесе қысымды ауалы баллон жалғап, оның қысымды реттегіштерін және өлшегіштерін қосып, жоғарғы шүмекке 4 құралға су беретін шөлмек жалғайды. Бос топырақтардың сүзгілеу сынақтады осы үлгімен жүргізеді.

Топырақтың сүзгі коэффициентін см/с, сынақтағы өлшемдердің нәтижесі бұйынша келесі формуламен анықтайды:

$$K_{\phi} = \frac{d^2}{D^2} L \frac{\ln(z_n - z_o) / (z_k - z_o)}{T}, \quad (Л1)$$

мұндағы T —деңгейдің төмендеуінің өлшемеді уақыты, сек.; басқа шамалар осы қосымшаның Л.1. суретінде көрсетілген.

Нәтижедегі мәнді 864 өлшемді коэффициентке көбейту арқылы топырақтың сүзгі коэффициентін K_{ϕ} , м/тәулік, аламыз.

Бұл әдістің ерекшелігі және артықшылығы құралдың оңай жинақталуы, эксперимент техникасының қарапайымдылығы, топырақтың сүзгілігіне қарамай шамалардың тез анықталуы, бұзылған немесе бұзылмаған құрамына қарамай топырақтың барлық түрінде суөткізгіштікке сынақтау өткізу мүмкіндігі болып саналады.

Бұл әдіс НИИОСП-да топырақты инъекциялы бекітумен байланысты көп жылдық тәжірибеде қолданылған.

М ҚОСЫМШАСЫ

(міндетті)

СИЛИКАТТАУ ТӘСІЛДЕРІМЕН ТОПЫРАҚТЫ ХИМИЯЛЫ
БЕКІТУДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН ХИМИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР

М.1 кестесінде силикаттау тәсілдерімен топырақты химиялы бекіту кезінде қолданылатын техникалық материалдар келтірілген.

Кесте М.1 - топырақтарды силикаттау және шайырлау кезінде пайдаланылатын ерітінділер-бекіткіштер

рецепт бойынша тәсіл №	Гел түзеуші қоспаның құрамдас бөліктері				Бекіткішке қатырғыш- тың көлемдік қарым- қатынасы	Гель түзеуші уақыт, мин	Қоспаны дайындау тәртібі
	Бекіткіштер		Қатырғыш				
	атау атауы	тығыздығы г/см ³	атау атауы	тығыздығы г/см ³			
I	Натрийсиликаты	1,25 - 1,3	Кремнефтор - сутекті қышқыл	1,1 - 1,08	0,12 - 0,2	20 °С - 10 – 20 кезінде, 5 °С – 60 кезінде	Қатырғышты бекіткішке қосады
II	Оған қоса	1,15	Натрий алюминаты	1,05	0,225	60 - 180	Оған қоса
III	»	1,19	Ортофосфор қышқылы	1,025	3,4 - 6	60 - 600	Бекіткішті қатырғышқа қосады
IV	Натрийсиликаты, модуль 3,3 - 3,4*	1,28 - 1,30	формамидтің 50 %-дық ерітіндісі	1,073	0,25 - 0,5	15 - 180	Қатырғышты бекіткішке қосады
V	Натрийсиликаты, модуль 3,3 - 3,4**	1,28 - 1,30	Этилацетат Петрованың түйіспесі **	-	0,02 - 0,04 0,04 - 0,05	30 - 90	Бекіткішті Петрованың түйіспесімен араластырады және алынған қоспаға этила- цетаттықосады

* Үлкен модульдың силикатының ерітіндісін силикаттың кәдімгі модулі 2,5-3 тығыздығы 1,1-1,08 кремне фторсутек қышқылы мөлшерде 5-6 % көлем бойымен өңдеу арқылы алады.

** Петрованың түйіспесін алдын ала 1:3 ара қатынаста сумен араластырады .

Кесте М.2– Газбен силикаттау кезінде қолданылатын ерітінділер- бекіткіштер

Рецепт бойынша тәсіл№	газды силикаттаудың құрамы					Топырақтарға құрамдас бөліктерді айдау тәртібі
	Бекіткіш			Қатырғыш		
	атауы	тығыздығы, г/см ³	айдау нормасы	атауы	1 м ³ топырақта айдау нормасы, кг	
VI (құмдар үшін)	Натрийсиликаты	1,19 - 1,30	0,8 кеуектілік көлемі	Баллондардағы көмірқышқыл газы	4 - 6,5	Көмірқышқыл газы 2-2,5кг, натрий силикаты, көмірқышқыл газы 2 - 4 кг
VII (отырып кететін құм аралас топырақтар үшін)	Оған қоса	1,10 - 1,17	0,8 кеуектілік көлемі	Оған қоса	5 - 7,5	Көмірқышқыл газы 2 - 3 кг, натрий силикаты, көмірқыш-қыл газы 3 - 4,5 кг

Кесте М.3 - Силикаттау кезінде қолданылатын техникалық материалдар

№ п.п.	Реагенттер	Физикалық күй
1	Ерітін натрийсиликаты	Үйінді
2	натри сұйықтышыны	Сұйықтық
3	Хлорлы кальци	Сұйықтық, ұнтақ, түйірлер
4	Ортофосфор қышқылы	Сұйықтық
5	Кремнефтор - сутекті қышқылы	»
6	Көмірқышқыл газы	Сұйытылған газ

Топырақтарды силикаттауға қолданылатын натрий силикаты $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ жұмыс орынына силикат үйіндісі немесе тығыздығымен 1,4 - 1,5 г/см³ болатын ерітінді түрінде жеткізеді. бастапқы материалдарға байланысты натрий силикаты сода және сода - сульфаты түрінде шығарылады. Натрию силикатының ерітіндісі бекіту рәсімінің талаптарына жауап беруі керек.

Силикат модулі натрий силикатының құрамын анықтайтын басты сипаттамасын болып табылады. Модульмен натрий тотығының грамм-молекуласы Na_2O кремнезем грамм-молекуласының SiO_2 сандық қарым-қатынасын түсіндіреді. жұмыс шығару барысында натрий силикатының (әр партиясы) қолданылатын ерітінділерінің модулі бақылау анықтамаларынан өтуі қажет.

Физикалық-химиялық көрсеткіштер Бойынша натрий силикатының ерітіндісі К.3 кестеде көрсетілген нормаларға жауап беруі керек.

Натрий силикатын қатырғыш ретінде (коагулянт) бір ерітінділі екі компонентті силикаттауда қолданылатын кезде, натрий алюминаты келесі талаптарды қанағаттандыруы керек:

каустикалық модуль 1,5 - 1,7 (қарым-қатынас $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$);
ұсақтаудың ірілігі 5 - 6 мм;
ермейтін жүзінділердің бар болуы 1 - 2 %

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

Коагулянт - кремнефтор - сутекті қышқыл - суперфосфаттың және фосфор қышқылының қосымша өндірісі болып табылады және тығыздығы $1,1 - 1,2 \text{ г/см}^3$ болатын ерітінді түрінде жеткізіледі.

Құмды топырақтарды бір ерітінділі екі компонентті шайырлау кезінде, қазіргі уақытта зерттелген және К.5 кестеге сәйкес тоғыз рецептурасымен айырмашылығы болатын тәсілдерді қолданыла алады. К.5 кестеде гел түзеуші қоспаларды алуы үшін тиісті мәліметтер көрсетілген.

Кесте М.4 –Силикат мөділінің қатынасы

Көрсеткіштер	Натрий силикаты үшін норма түрлері	
	содалы	сульфатты сода
Сырт пішін	сары немесе сұрлы жай көзбен көрінетін, механикалық қосу-ларсызқою сұйықтық	сары мен қоңыр аралығындағы жай көзбен көрінетін, механикалық қосуларсызқою сұйықтық
Кремнезем мөлшері, %	31 - 33	28,5 - 29,5
Темір тотығы және алюминий тотығының мөлшері, %, аса емес	0,25	0,4
кальций тотығының мөлшері, %, не более	0,2	0,25
күкіртті ангидридті күкіртке қайта есептеу кезіндегі мөлшері, %, аса емес	0,06	0,4
Натрий тотығының мөлшері, %	10 - 12	10 - 11
Силикат модулы	2,65 - 3,4	2,65 - 3,4
Тығыздық, г/см^3	1,36 - 1,5	1,43 - 1,5

Бір ерітінділі силикаттаудың алдында шайырлаудың артықшылығы, топырақтың едәуір мықты бекінісінде болып табылады. шайырлаумен бекітілген құмды топырақтардың кейбір түрлерінің сығуға уақытша қарсыласуы 7-10 МПаға дейін жетуі мүмкін. Шайырлаудың кемшілігі карбамидті шайырлаудан улағыштық формальдегидтің бөлінуі. Бұрын тұрғызылған имараттардың табан асты ірге тасын бекіту кезінде, жұмыстар жабық ғимараттарда жүргізілген жағдайда талап бойынша құйылатын – кері қайтатын желдету қондырғыларын қолдану қажет.

Тереңдікте топырақты шайырлаумен бекіту, бекітілген массивтерді (мысалы, негіздерді күшейтуде, іргетастарды немесе басқа жер асты конструкцияларын орнықтыру) ашпайтын жағдайда карбамидті шайырлау негізінде М, М-2, МФ-17 және УКС маркаларымен шайырлау тәсілін қолдану керек.

Жер асты өндірімінің өтісі мақсатында топырақтарды шайырлау кезінде формальдегидтің ең аз мөлшерін (0,3 - 0,5 %) бар М-3 маркалы шайыр негізіндегі тәсілді қолданылуға рұқсат береді.

Шайырдың физикалық-химиялық құрамының уақытқа байланыста өзгерумен, инъекция жұмыстарының барысында шайырдың әр партиясына гел түзеуіш қоспаның құрамдас бөліктерінің ара қатынасын анықтау қажет. 8 қосымшаны негізге ала отырып берілген уақыт кезеңдерінде гел түзеуді қамтамасыз етеді.

Шайырды жұмыстық қоюлық деңгейіне дейін сумен сұйылту келесі жақын ара қатынастардан пайда болады:

- М-2 бекіткіші 1:0,8 қатынаста ерітіндінің $1,09 \text{ г/см}^3$ тығыздығына дейін сұйылтылады, бұл сұйылтудың төменгі шегі;
- М-3 бекіткіші 1:0,5 қатынаста ерітіндінің $1,12 \text{ г/см}^3$ тығыздығына дейін сұйылтылады;
- крепитель МФ-17 1:2 қатынаста ерітіндінің $1,08 \text{ г/см}^3$ тығыздығына дейін сұйылтылады.

Азотты - қышқыл аммоний ерітінділерімен немесе сульфитті-спиртті бардамен шайырды сұйылтқан кезде ерітінді едәуір тұрақтанады.

Кесте М.5 - Бір ерітінділі екі компонентті шайырлау тәсілінің химиялық технологиясы

Рецептбойынша тәсіл№	Гельқұраушы қоспаның компоненттері				Қатырғыштың бекіткішке көлемдік қатынасы	Гель түзеу ауқыты, мин	Қоспаны дайындау тәртіб
	Бекіткіш		Қатырғыш				
	атауы	18 °С, г/см ³ кезіндегі тығыздығы,	атауы	тығыздығы, г/см ³			
VIII	М маркалы кар-бамид шайыры	1,08	5 % -ды тұз қышқылы	1,023	0,05 - 0,06	180 - 40	қышқылдышайырға мұқият араластыра отырып қосады
IX	Маркалар М-2	1,09 - 1,1	5 %-дықымыздық қышқылы	1,023	0,12 - 0,14	180 - 60	Солар
X	Солар	1,09 - 1,1	5 % -ды тұз қышқылы	1,023	0,07 - 0,08	150 - 50	»
XI	Солар, МФ-17	1,08 - 1,09	Солар	1,09 - 1,1	0,08 - 0,10	150 - 40	»
XII	» М-3	1,12 - 1,13	»	1,023	0,03 - 0,05	150 - 25	»
XIII	» М-3	1,178 - 1,18	Азотқышқылды аммоний 5 % -ды тұз қышқылы	1,1 - 1,2 1,023	1 - 2 0,25 - 0,35	150 - 30	Басында,азотқышқыл аммониймен бекіткішті араластырып, артынан қышқыл қосады
XIV	» М-3	1,178 - 1,18	Сульфитті-спирті барда 5 % -ды тұз қышқылы	1,15 - 1,16 1,023	1 - 2 0,25 - 0,35	180 - 30	Сульфитті-спиртті бардаға қыш- қылды қосады, содан кейінбар- даның қышқыл сульфитті ерітін- дісін бекіткішпен араластырады
XV	» М-3	1,178 - 1,18	Сульфитті-спирті барда Азотқышқылды аммоний	1,2 - 1,22 1,25 - 1,26	0,55 - 2,15 0,25 - 0,50	150 - 60	Сульфитті-спиртті барданы азотты-қышқыл аммониймен араластырады, алынған қоспаға қышқыл қосады
XVI	» М-2	1,15 - 1,16	Сульфитті-спирті барда Азотқышқылды аммоний 5 % -ды тұз қышқылы	1,2 - 1,22 1,25 - 1,26 1,023	0,58 - 2 0,24 - 0,67 0,18 - 0,33	120 - 30	Рецепт бойынша жасалған XIV қоспа араластыру кезінде бекіткіш қосады

Шайырлау кезінде бекіткіш ретінде қосылатын карбамид шайырларының ерітінділері өзінің физикалық және химиялық сипаттамаларына байланысты К.5 кестесінің ережелерімен қанағаттандырылуы керек, ал қымыздық (кристаллогидрат) және техникалық тұз (сұйықтық) қышқылы сәйкес ережелермен қанағаттандырылуы керек.

Гель түзеуші қоспаларды дайындау және қолдану үшін келесі ережелерді сақтау керек:

- бекіткіштің және қатырғыштың жұмыстық қоюландырғыштарының берілген көлемдерін өлшеу, оларды араластыру алдында қажетті дәлдікпен орындалуы керек, ол дәлдік гел түзеу уақытының құрамдардың көлемге қатынасының экспериментальді тәуелділік негізінде көрсетіледі. Өлшеу дәлдігі шарт бойынша тұр, бұл ретте гел түзеуге берілген кезеңді алу қателігі 10 % асып түспеуі керек;

- қоспа құрамдарын бір бірімен араластыру барысында қатырғышты бекіткішке (керісінше емес) үздіксіз және мұқият араластыру арқылы біртіндеп қосуы керек;

- инъекция процесінде гел түзеуге берілген уақыт, қоспадан сынама алуы жолымен және оны қоюлану сәтін бекітуі шараларымен бақылануы керек

Топырақты бір ерітінділі екі компонентті силикаттау және шайырлау кезінде топырақтарды қатырғыштармен алдын ала (белсендету) өңдеу соңғы кезде кең қолданысқа ие болды, ол тәсіл бекіту радиусын және бекітілген топырақтардың беріктігін жоғарылатады. Топырақтарды алдын ала өңдеудің қажеттілігі және қатырғыштарды бастырмалау нормасы арнаулы лабораториялық зерттеулердің және табиғи шарттарда топырақты бекітудің тәжірибелі жұмыстарының нәтижелеріне қарап жобамен бекітіледі.

Кесте М.6 - Карбамидті шайырлы бекіткіш ерітінділері

Көрсеткіш	маркалар			
	М	М-2	М-3	МФ-17
Сыртқы пішін	Түс бойымен біркелкі сироп тәрізді сұйықтық. Лайдың орнықты кристалдар түрінде пайда болуы рұқсат етілген			Біркелкі, тұтқыр сұйық ақ немесе ақшыл-қызыл қоңыртүсті. Лайдың пайда болуы рұқсат етілген
20°C, г/см ³ кезіндегі тығыздық	1,15 - 1,2	1,15 - 1,2	1,15 - 1,2	1,25 - 1,27
20°C кезіндегі тұтқырлық, ВЗ-1 вискозиметрмен өлшенген	4 - 10	4 - 10	4 - 35	40 - 100
Сутекті иондардың шоғырлануы (рН)	7,2 - 9	7,2 - 9	7 - 9	7,5 - 8,5
Еркін формаль-дегидтің мөлшері, %, аса емес	Анықталмайды	2	0,5	3
Сута ерігіштік	Еріп кетеді, түбінде жеңіл тұнбаның пайда болуы рұқсат етілген	Анықталмайды	1:1 ара-қатынаста	Сумен шайырды араластыруда ерітінді коагуляцияланбауы керек
ЕСКЕРТУ М, М-2, М-3 Шайырларының сақтау мерзімдері үш айдан көп емес, МФ-17 екі айдан көп емес				

Н ҚОСЫМШАСЫ*(міндетті)***ҚҰМТАС ТОПЫРАҚТАРДЫ БІР ЕРІТІНДІЛІ ЕКІ КОМПОНЕНТТІ
СИЛИКАТТАУ ЖӘНЕ ШАЙЫРЛАУ ҮШІН БЕКІТУШІ ҚОСПАЛАРДЫҢ
ҚҰРАМЫНЫҢ КӨЛЕМДІ АРА ҚАТЫНАСТАРДАН ГЕЛ ТҮЗІЛУ УАҚЫТЫНЫҢ
ТӘУЕЛДІЛІГІН АНЫҚТАУ**

Көрсетілген анықтаманың әдістері, қатырғыш негізінде тұз қышқылының 3 % ерітіндісі және М маркалы карбамид шайырының бекіткіштік негізінде бір ерітінділі шайырлау мысалымен кетірілген.

150-200 см³-ші сыйымдылығымен 4-5 стақандарға алдын ала дайындалған М бекіткіш ерітіндісін ($\rho = 1,07 - 1,08$) құйады. Шыны шыбықпен мұқият араластыру кезінде бюреттен жасалынған ерітіндісі бар стақандарға 3 % тұз қышқылының ($\rho = 1,013$) ерітіндісінің әр түрлі мөлшерде құйады.

Кесте Н.1 - Тұз қышқылының шамамен мөлшері және гел түзегіш уақытын анықтау жазбасының тәртібі

Анықтамалар №	Бекітуші ерітінділердің көлемдері, см ³		Тәжірибе басталу уақыты, с- мин	Тәжірибенің аяқталуын уақыт, с- мин	Гел түзеу уақыты, с-мин	Температура, °С
	шайыр, $\rho = 1,08$	3 %-ной HCl, $\rho = 1,013$				
1	100	6	12-00	12-10	10	20
2	100	5	12-05	12-40	35	20
3	100	4	12-10	13-30	1 ч. 20	20
4	100	3	12-10	15-25	3 ч. 10	20

Гел түзеу уақытына, шайырға қажетті қышқыл мөлшерін енгізуді аяқтау мен дайын қоспаның сұйық күйден желе түзегіш күйге өту кезіндегі аралықты қабылдайды.

Сол гел түзеу уақытын анықтау тәртібі бір ерітінділі силикаттаудың құрамын жасауда сақталынған, тек бір ғана айырмашылы бар, ол, бекіткіштер ретінде силикат натриіның жұмыс ерітіндісі, ал коагуляциялы құрамдастар ретінде - жұмыстық концентрациялы тиісті қатырғыштар қолданылады. Гел түзеуші ерітінді ерекшеленеді, натрий силикатының және ортофосфор қышқылының негізі ретінде алынатын, ерітінділерді араластыруы тәртіб кері болғанда - қышқыл ерітіндісіне (100 мл) натрий силикатының әр-түрлі мөлшердегі ерітіндісін қосады.

Силикаттаудың әр түрлі тәсілдері үшін бекітуші қоспаларының құрамдас бөліктерінің көлемді ара қатынастары М.1 кестенің негізгі бөлігінде келтірілген.

II ҚОСЫМШАСЫ

(міндетті)

СИЛИКАТТАУЖӘНЕ ШАЙЫРЛАУМЕН БЕКІТІЛГЕН ТОПЫРАҚТАРДЫҢ
БІРӨСТІК СЫҒЫЛУДАҒЫБЕРІКТІГІН АНЫҚТАУ

Үлгілер цилиндрлік пішінді биіктікпен диаметрдіара қатынасыболуы керек. Мөлшер ретінде 40 - 50 мм диаметрлі цилиндрұсынылады. ± 2 мм (диаметр) және 10 % (диаметрге биіктіктің қарым-қатынасы) шегінде кепілдемеден ауытқуға рұқсат беріледі. призмалық және кубтық пішінді үлгілерге және бекітілген топырақтарға сынақ жасауға рұқсат беріледі.

Үлгінің домалақ бет жағы бір-біріне қатарлас болуы керек (шағын қатарлас еместік - диаметрінен 1, 5 ммге дейін - оңай жылжитын топсасы бар тығыздағышта үлгілерді сынақтан өткізген жағдайда рұқсат беріледі). Домалақ бет жақтарының дөңестігі 0,1 мм коп болмауы керек. Ылғалдық және үлгілердің тығыздығы сынаманың алыну орнының табиғи күйіне сәйкес келуі керек.

Қысуға сынақ бұл мақсат үшін жарамды кез-келген сынақ машинасында жасалуы мүмкін. Тығыздағыштың қуаты, күтілетін қирату күштеріне сүйіне таңдалынады, күш өлшегіш шкаласы қирататын жүктемелер манометрдің тура көрсететін едәуір жоғары екінші және үшінші ширектерінде көрсетілетіндей таңдалынады.

Тығыздағыштын тақтасы жақсы қырналған, мүлде құрғақ, майлармен және топырақтың қалдықтарыменластанған емес болуы керек. Тақталардың біреуі сфералық «жүзитін» тіректері бар және өздігінен (дұрысы жоғарғысы) қойылатын болуы керек. Тығыздағыш жұмысының дәлдігі мерзімді салыстыру тетіктерімен бақылануы керек.

Үлгілер концентрлі шеңберлер түріндегі жұқа тәуекелдермен тығыздағыштын төменгі тақталарына бекітіледі, ал диаметрі сыналатын үлгілердің диаметріне тең, бұл үлгілерді ортаға келтіру оңайлығын қамтамасыз етеді. Жүктеме жылдамдығы 1 минутта 0,01 МПа болуы керек.

Есептеу. Р, Н ең жоғары жүктейтін күш бойымен, бірсыткік сығылу арқылы топырақ беріктік шегін анықтайды, МПа.

$$R = P/F, \quad (\text{П.1})$$

F- үлгі қырларыныңжүктелетін ауданы, см².

КестеП.1 - (П.2) формула бойымен есептеу үшін К коэффициентінің мәліметттері

Үлгінің биіктігінің диаметріне қатынасы	К коэффициентінің мәні	Үлгінің биіктігінің диаметріне қатынасы	К коэффициентінің мәні
0,50	0,54/0,63	1,5	1/1
0,75	0,66/0,78	1,75	1,03/1,02
1	0,82/0,9	2	1,06/1,03
1,25	0,9/0,96		
Е С К Е Р Т У Сызыққа дейі Кмәні шөккіш садақ топыраққа жүктеменің кеуектігіне перпендикулярно түскендегі мәні, сызықтан кейін—кеуектіктің бағытынапараллельно.			

Егер үлгі диаметрі мен биіктігінің қатысы 1,5-тен өзге болса, осы формула арқылы қайта есептеу өткізу керек :

$$R = KR_0, \quad (\text{П.2})$$

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

K - кесте бойымен қабылданатын коэффициент; R_0 –биіктігі мен диаметрінің қатысы 1,5-ке тең келмейтін үлгімермен анықталған сығу кезіндегі беріктік

Бекітілген құмтасты және ірі тасты топырақтар үшін K шамасына кестеде көрсетілген шеккедейінгі және шектен кейнгі орташа арифметикалық мағынаны қабылдауға рұқсат береді.

Р ҚОСЫМШАСЫ*(міндетті)***ТОПЫРАҚТЫ ЕВРОКОД БОЙЫНША БЕРІКТІККЕ СЫНАҚТАУ****Р.1 Бірөсті емес сығылымдағы шекті беріктік және деформациялар****Р.1.1 Сынақтау тәртібі**

(1) Бірөсті емес сығылымдық сынақтаулар және деформацияларлық сынақтаулардың мысалы ретінде ISRM немесе ASTM стандарттарындағы әдістерді келтіруге болады.

(2) ISRM екі сынақтау тәсілін қарастырады:

- бірөсті емес сығылымдағы шекті беріктікті анықтау;
- сығылымдағы топырақтың деформациясын анықтау.

(3) Бірінші тәсілдің көмегімен бірөстіегі сығылымдағы шекті беріктікті анықтаса, екінші тәсіл Юнга серпімділік модулін және Пуассон коэффициентін анықтауға мүмкіншілік береді. Екінші тәсілге көп қойылады.

(4) ISRM стандарттарындағы тәртіптерді сақтау қиындау, әсіресе сынақтау үлгілерін және геометриялық шектемелерді. Сынақтау техникасы өте қатаң. ISRM әдістеріне көп көңіл қойын отырғандықтан, осы техникалық құжатта талаптар біраз азайтылған. Жоғары сапалы үлгіде жүргізілген сынақтарға қарағанда көп сынақтау дұрыс деп саналады.

(5) ISRM әдістеріне келесі өзгерістер мен қосымшалар енгізу қажет:

- цилиндрлі үлгілердің диаметрі D - дан $(D + 10)$ мм аралығында болуы тиісті, мұндағы D - үлгінің диаметрі. Егер, тақтайшаның жеткілікті қатаңдығын қамтамасыз ете алған жағдайда, цилиндрдің диаметрі $(D + 10)$ мм асуы мүмкін. Үлгіні ортасына тура орналастыруға ерекше көңіл қою керек;

- сынақтау үлгілері дұрыс цилиндрлер түрінде, биіктігінің диаметріне қатынасы 2 ден 3 дейін және диаметрі 50 мм кем болмауы керек. Үлгінің диаметрінің топырақтағы ең ірі түйіршікке қатынасы 6:1 кем болмауы тиісті. Бірақ 10:1 қатынасы дұрыс деп есептеледі;

- үлгінің бүйіріндегі беті тегіс, үлгінің диаметрінен 0,02 % шамасында және үлгінің өсінен $0,1^\circ$ тан артық ауытқамауы қажет;

- үлгіде жабын материалдарын немесе бүйірлік беттерін өндеуге болмайды. Тек жұмсақ тау жыныстарын сынақтағанда, жабын материалдарының механикалық сипаттары сынақталатын тау жынысынан жақсы болуы тиісті;

- сынақталатын үлгілердің диаметрі мен биіктігінің өлшемдерінің ауытқуы 0,1 мм немесе 0,2 % аспауы керек;

- радиалдық және өстік кернеулерді тензометриялық өлшемдерде тензометр базасы түйіншіктердің өлшемінен 10 еседен кем болмауы керек. Өлшемдер, үлгінің бүйіріндегі үйкелістер мен кернеулердің әсері болмас үшін, үштен бір бөлігінде анақталуы тиісті. Үлгінің бүт бойындағы тік кернеуді өлшеу қажет жағдайда ғана жасалады;

- үлгіге түсетін жүктеме кернеудің тұрақты өзгеру жалдамдығымен немесе деформацияның тұрақты жалдамдығымен, үлгінің қирауы 5-15 мин ішінде өтетін болуы керек. Егерде, деформацияның параметрлерін сапалы алу үшін жүктемені арттыру және түсіру циклдері қолданса, оларға кететін уақыт жоғарыда аталған мөлшерден алып тасталынады.

- сынақтағы үлгіге өстік жүктеме беретін және өлшейтін қондырғы жеткілікті мықты және жүктемені тұрақты екпінмен бере алуы қажет. Цилиндрлердің дұрыстығын тексеріп тұрған жөн.

(6) Алғашқы деформациялар үлгінің бүйірінің сығатын қондырғы орнығуының немесе үлгідегі микрожарықтарды жабымен айғақталады. Жалпы тік деформацияны пресстің екі ортасын өлшеумен шектелу деформацияның дұрыс сипаттамауға әкеліп соғады.

Сынақтау саны

(1) Топырақтың сипаттамалары литологиялық, диагенез немесе катаю, жүктемелік тарихы, желмен үгілуі және басқа да табиғи процестермен, бір ғана гелогиялық қабатта қатты айырмашылықта болуы мүмкін. Төменгі Р.1 кестесіндетопырақтың өзгерістеріне және басқа да зертеулерге байланысты бірөсті емес сығылымға сынақтауға жеткілікті минималды саны көрсетілген.

КестеР.1 - Бірөсті емес сығылымға сынақтау. Топырақты Бразилия тәсілімен және үшөсті сынақтауға жеткілікті үлгілердің ұсынылатын минималды саны

Өлшенген беріктіктің s , орташа мәннен стандартты ауытқуы, %	Ұсынылған, сынақтауға жеткілікті минималды үлгілердің саны, егерде салыстыратын осындай сынақтар болса		
	жоқ	орташа	жалпақ
$s > 50$	6	4	2
$20 < s < 50$	3	2	1
$s < 20$	2	1	0 ^{a)}
^{a)} Топырақтың біркелкі түрлерінде осы топырақтар жайында үлкен тәжірибе және сипаттамалық мәліметтер болған жағдайда ғана дұрыс болып саналады			

Шоғырланған жүктемемен сынақтау

Сынақтау тәртібі

(1) Мысал ретінде шоғырланған жүктемемен сынақтаудың тәртібін ISRM стандартанан алуды ұсынады.

(2) Сынақтауды үлкен емес қондырғылардың көмегімен немесе сынақтағыш зертханалық қондырғылардың көмегімен далада немесе зертханада жүргізу керек.

(3) Сынақтау үшін топырақтың бағанды түрі, немесе кесілген блоктар, немесе тегіс емес шойтас түріндегі үлгілерді пайдалануға болады, егер ISRM –тегі үлгілердің қалыптары және өлшемдеріне қойылатын анықтамалар сақталатын болса.

Сынақтаудың саны

(1) Топырақтардың үлгілерін немесе қабаттарын жіктеу үшін беріктіктің туралай жүктемедегі көрсеткі аланады. Ал, орташа мәнінің дұрысын алу үшін жеке сынақтардың саны 6-дер кем болмауы керек.

(2) Топырақтың сипаттамалық және басқа да беріктік параметрлерін анықтау үшін кем дегенде әр қабаттан 10 сынақтау өткізу қажет.

Тікелей ығысуға сынақтау

Сынақтау тәртібі

(1) Мысал ретінде тікелей ығысуға сынақтаудың тәртібін ISRM стандарттан алуды ұсынады.

(2) ISRM тәсіліне өзгерістер мен қосымша ретінде келесі ұсыныстар қарастырылған:

- сынақтау құралының жұмыс биіктігі топырақтың болжамды ісінуі немесе сығылуы көлемінен артық болуы тиісті және мөлшерленген жүктемені сынақтау біткенше ұстап тұруы қажет. Сынақтау кезінде ісінуді өлшеудегі ауытқулар, сығылудағы ауытқуды өлшегенмен бірдей болуы тиісті;

- ығысу кезіндегі жылжу жылдамдығы 0,1 мм/мин құрауы тиісті. Автоматты тіркегіш қолданған жағдайда жылжу жылдамдағының 0,1 мм/мин дейін төмендегені маңызды емес;

- үлгіні тік жүктемелеу алдында тығыздап алып, ығыстыруды ISRM стандартының критерііне сәйке жүргізу қажет. Егер үлгі сынақтау алдын тазаланса немесе сынақтау алдында қайта алнса, барлық өзгерістерді сынақтау хаттамасына түсіру қажет.

(3) Беріктікті тікелей ығысуа далалық сынақтауда өткізуге болады. Бұл жағдайда далалық сынақты нәтижесіне толығырақ баа беру керек.

(4) Тікелей ығысуға сынақтаудың нәтижелерін құламаның немесе бөгеттің, тоннелдің және жерасты өтістерінің тұрақтылығын сараптамалауда қажет.

(5) Сынақтауда үлгі ретінде тірек қалыпты немесе кесілген блоктарды пайдаланады. Сынақталатын бет мүмкіншілігінше 2500 мм² ауданнан аз болмауы керек.

(6) Үлгілерді кесу үшін арнайы қондырғылар пайдалану керек, мысалы үлкен диаметрлі бұрғылау қондырғысы. Үлгілердің табиғи күйін бұзбау үшін соққылап-бұрғылау, балғамен бөлу және басқа да әдістерді қолданбаған жөн.

(7) Сынақтау үлгісінің құралдағы орналасу бағытын арнайы ығысу бетін минималды кедергі бетімен сәйкестендіреді. Мысалы, топырақтың қабаттары немесе жарықшалары, беттік қабаттары және тағы басқа.

Сынақтау саны

(1) Ығысуға беріктікті сынақтау топырақтың бір қабатынан немесе бір түрінен кем дегенде 5 сынақтан болуы тиісті. Және де әр-бір үлгі тұрақты тік қысымда, белгіленген аралықта жүктелуі тиісті

Үшөсті сығылымға сынақтау

Сынақтау тәртібі

(1) Үшөсті сығылымдық сынақтаулардың мысалы ретінде ISRM стандарттарындағы әдістерді ұсынуға болады.

(2) Тәжірибелік үлгілер *D* бұрылаудан алынған ($D \approx 54$ мм) тау жынысынан және биіктігі 2-3 диаметрден кем болмау керек.

Сынақтау саны

(1) Сынақтау санының минималды мөлшері Р.1 кесте келтірілген. Топырақты сипаттау және басқа да беріктік параметрлерін алу үшін одан да көп сынақтаулар өткізу қажет.

С ҚОСЫМШАСЫ
(ақпараттық)
ТОПЫРАҚТЫ БЕРІКТІККЕ СЫНАҚТАУ ТУРАЛЫ АҚПАРАТ

Үшөсьтік сығылуға арналған компрессиялық сынақтар

Сынақтар саны

(1) Топырақтың берілген түріне ұқсас салыстырмалы тәжірибе және топырақтың өзгергіштігіне бағынышты қажетті сынақтардың ең аз санының әдістемелік жөн-жобалары Р 1 кестесінде көрсетілген. Егер тек бір ғана сынақ қажет болса, ол сынақ бар мәліметтерлерді растау және тексеріс үшін өткізіледі. Егер жаңа сынақтардың нәтижесі бар мәліметтермен сәйкес келмесе, қосымша сынақтар өткізу керек.

(2) Егер басқа өткізілген сынақтардан, мысалға дала сынақтарынан, ығысу кернеуінің мағынасы белгілі болса сынақтар санын қысқарту мүмкүндігі бар.

Кесте С.1 – Сығылуға арналған сынақтар. Топырақтың бір қабатына арналған сынақтардың ұсынылған ең төменгі мөлшері

Регрессия қисығындағы R корреляция коэффициенті	Тиімді ішкі үйкеліс бұрышын анықтау үшін ұсынылатын сынақтар саны, егер ұқсас салыстырылатын тәжірибе болса		
	қатыссы з	орташа	кең
$r \leq 0,95$	4	3	2
$0,95 < r \leq 0,98$	3	2	1
$r \geq 0,98$	2	1	1
жүргізуде су өткізбейтін топырақтың жылжуға арналған сынақтар кезіндегі беріктіктің өзгергіштігі (кейбір сығушы қысымдарға)	Су өткізбейтін топырақтың жылжуға ^{а)} жасалынатын сынақтарының кеңес берілетін саны, егер ұқсас салыстырылатын тәжірибе болса		
	қатыссы з	орташа	кең
ең жоғарғы/төменгі ара қатынас > 2	6	4	3
$1,25 < \text{ең жоғарғы/төменгі ара қатынас} \leq 2$	4	3	2
Ең жоғарғы/төменгі ара қатынас $\leq 1,25$	3	2	1
^{а)} ұсынылатын бір сынақ – камера ішінде, үш жеке үлгілерге әр түрлі қысымдарда сынақ жасау.			

Сынақтар нәтижелерінің бағасы

(1) Нақты бағаға қосымша ретінде, жылжуға қарсы су өткізбейтін беріктік топырақтың үлгілерін, иімділік көрсеткіштерінің және тағы басқа көрсеткіштерін есепке ала отырып тексерілуі қажет. Жылжуға қарсы су өткізбейтін беріктіктің бағасы

нәтижелеріне талдау жүргізіліп жатқан сынақтар түрімен ара қатынасын белгілеуі керек.

(2) Ішкі үйкеліс бұрышын тығыздықтың дәрежесімен, иілгіштікпен, топырақ үлгісімен және тағы да басқа көрсеткіштерге қарап анықтау қажет. кернеудің қабаттық нақты шарттарын (мысалға, осесимметриялық күйлерді жазықты пішінсіздену күйлерімен салыстырғанда) және лабораториялық шарттарды мұқият ескеру керек, тиісті жағдайларда ішкі үйкеліс бұрышын реттеу керек. өзара байланысты ескеру қажет, мысалы, ішкі үйкеліс бұрышының өзара байланыс сынағы және конус тәрізді сүңгінің сынағы нәтижелері.

Ығысу құралдарымен түзу ығысуға консолидацияланған сынақтар

Сынақтау тәртібі

(1) Айқынды жазықтығының үзілісінің пайда болуы немесе беріктік сипаттамаларын анықтау үшін түзу ығысу сынақтары (тік төртбұрышты немесе сақиналы ығысу құралында) көбінесе топырақтар және орнықтылық шарттар үшін өткізіледі.

(2) Салыстырмалы зерттеулер, түзу (қатарлас жылжумен) ығысу құралының сынақ нәтижесі және жылжуды өлшейтін сақиналы құрал бір-бірімен жақсы сәйкес келетінін көрсетеді. қатарлас жылжуы бар жылжу құралымен сынақтарда өткізген кезде тәжірибелік үлгілерді дайындау оңай. жылжудың сақиналы құралымен сынақтарды өткізгенде кернеу біркелкірек, ал пішінсіздену бір қалыпты емес. қатарлас жылжуымен ығысуды өлшеуші құралға қарағанда, ығысуды өлшеуге арналған сақиналы құралмен топырақтың қалдықты беріктігін анықтау және жоғарғы қатпарды құру жеңілдеу.

(3) Сынақтарға жататын үлгілерге санына қарағанда қатпарлардан екі есе артық материалдарды іріктеп алу керек.

Сынақтардың саны

(1) Топырақтың берілген түріне ұқсас салыстырмалы тәжірибе және топырақтың өзгергіштігіне бағынышты қажетті сынақтардың ең аз санының әдістемелік жөн-жобалары Р 2 кестесінде көрсетілген.

Кепілдеменің мәліметтері, түзу жылжу сынақтарының нәтижелері бөлек Қандай да бір топырақ қатпарының жылжу беріктігін анықтау үшін пайдаланады.

Кесте С.2 –Тік ығысуға сынақтау. Топырақтың бір қабатына ұсынылатын минималды сынақтау саны

Регрессия қисығындағы корреляция коэффициенті	Ұсынылатын сынақтар саны ^{а)} , егер ұқсас салыстырылатын тәжірибе болса		
	қатыссыз	орташа	кең
Корреляция коэффициенті < 0,95	4	3	2
0,95 ≤ Корреляция коэффициенті < 0,98	3	2	2
Корреляция коэффициенті ≥ 0,98	2	2	1 ^{б)}
^{а)} Кеңес берілетін бір сынақ - бұл үш жеке үлгілердің әр түрлі қалыпты кернеулердегі сынағы. ^{б)} Жеке сынақ және классификациялық сынақтар ұқсас тәжірибемен келісушілікті тексерісі үшін. Егер сынақ нәтижелері бар мәліметтерлермен сәйкес келмесе, қосымша сынақтар өткізу керек.			

Т ҚОСЫМШАСЫ
(*ақпараттық*)
ТОПЫРАҚТАРДЫ ШАЙЫРЛАУ ЖӘНЕ СИЛИКАТТАУ КЕЗІНДЕГІ
ҚОЛДАНЫЛАТЫН ЖАБДЫҚТАР ТІЗІМІ ЖӘНЕ СИПАТТАМАСЫ

Кесте Т.1 - Жабдықтар тізімі

Атау	Маркалар	Дайындаушы зауыт
Бетонолом	С-358	«Пневмостроймашина» зауыты (Свердловск қаласы)
Перфоратор	ПР-24	-
Айнымалы қиманың иньекторы	ИПС-1	-
Гидравликалық иньектор-тампондар	ИТГ-58 ИТГ-124	-
Пневматикалық иньекторы-тампондар	ИТП-58 ИТП-124	-
Ұңғыманы бұрғылау үшін қондырғы	-	Воровской атындағы Машина жасаушы зауыт (Свердловск қаласы)
Компрессор	ДК-9	-
Орталықтан тебетін сорғыш	ЗК 45/55 (ЗК-6)	Гидроаппаратура зауыты (Ереван қаласы)
Пневмо қондыру	-	«Красный котельщик» зауыты (Таганрог қаласы)
Тақтайшалы домкрат	ДР-7	Темір жол машина жасаушы зауыт (Армавир қаласы)
Көмірқышқыл редуктор	УР-2	-
Көмірқышқыл редукторға электр жылытқыш элемент	Э-12	-
Жерде тұратын таразы	РП-150-МГ	-

Кесте Т.2 - Иньекторлар

Сипаттамалардың атауы	Иньекторлар маркасы				
	АҚИ (ИПС)-2 (айнымалы қиманың иньекторы)	ИТГ-58	ИТГ-124	ИТП-58	ИТП-124
Ұңғының диаметрі, мм	-	68	130	68	130
Тесілген бөліктің диаметрі, мм	32	32	32 - 38	32	32 - 38
Тесілген бөліктің ұзындығы, мм	500	500	500	500	500
Бекітіліп қалған бөліктің ұзындығы, мм	1000	2000	2000	2000	2000
Ұңғының бекітіліп қалған кезіндегі жұмыстық қысымы, МПа	-	0,12 - 0,35	0,12 - 0,45	0,3 - 0,35	0,3 - 0,45

Кесте Т.3 - Топырақтарға ерітінділерді қысымдау үшін арналған жабдықтар

Механизм атауы	Салмағы, кг	Биіктігі, мм	Қысымы, МПа	Өнімділігі, м ³ /ч	Сору биіктігі, м вод.ст.	Қозғаушының қуаттылығы, кВт	Плунжердің диаметрі, мм	Плунжердің жүріс саны, мин	Түтіктердің шартты өтуі, мм
Пневмо қондырғы, бакпен диаметрі 1220 мм және 1,5 м ³ жұмыс көлемімен	613	1970	0,6	4,8	-	-	-	-	-
Орталықтан тебетін сорғыштар маркасы: 2К20/30 (2К-6)	72	180	0,3	19,8	6	4,5	-	-	50/40
3К45/55 (3К-6)	294	260	0,5	45	6	14	-	-	80/50
4К90/85 (4К-6)	570	260	0,6	90	5	55	-	-	100/70
Сорғыштар- мөлшерлеуіштер (дозаторлар) маркасы: НЛ-1000/10	150	726	1	1	3	2,2	60	100	32
НД-1600/10	239	840	1	1,6	3	3	80	100	32
НД-2500/10	245	840	1	2,5	3	3	100	100	40
2ДА	509	1190	1	0,945	3	1,7	25; 40	150	20
4ДА	733	1610	1	3,4	3	2,8	32; 55	150	32
6ДА	1165	2035	1	8,28	3	4,5	40; 70	150	45

Кесте Т.4 - Топырақтарды газбен силикаттау үшін көмірқышқыл редукторлары

Сипаттама атауы	Көмірқышқыл редукторларының техникалық мәліметтері, маркалары		
	ДЗД-139М	УР-1	УР-2
Кіредегі қысым, МПа	15	12	12,5
Шығардағы қысым, МПа	0,1	0,6	0,3
Қысым кезіндегі өнімділік 0,5 МПа, л/мин	6	100	100
Өлшемдер, мм	190×135×140	150×94×165	176×94×165
Салмақ, кг	1,74	1,1	1,27
Е С К Е Р Т У Көмірқышқыл редукторының электр жылытқыш элементінің сызбалары Ростов қаласының Промстройниипроект енгізу бюросында бар және жұмыс жүргізушінің өтініші бойынша жіберіледі.			

ҚОСЫМШАУ
(міндетті)
ЖҰМЫС ӨНДІРІСІНІҢ ЖУРНАЛДАРЫНЫҢ ҮЛГІСІ

Бекіту тәсілі _____

Тапсырыс беруші _____

Нысан _____

Мердігер _____

Сәулет жобасының, № _____

Кесте У.1 - Топырақты силикаттау және шайырлау жұмыстарының журналы

инъекторларды қағу				Ерітінді құрамы (шайырдың немесе силикаттың)					Ерітіндіні қысымдау									
ұзындығы, кезек	ұңғы №	енбе №	енбе тереңдігі, м	күні, кезек	силикат немесе шайыр		кислота или хлористый кальций		ерітіндінің температура сы, °С	гель түзілу ауқымы, мин	алды, ауқы т-мин	аяғы, уақы т-мин	ұзақтығы, мин	ерітінді көлемі, л	ерітінді шығыны, л-мин	қысымдау қысымы, МПа	жауапты атқарушы (тегі, аты, әкесінің аты)	ЕСКЕРТУЛЕР
					тығыздығы, г/см ³	көлем, л	тығыздық, г/см ³	көлем, л										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Мердігердің өкілі (қолы) _____

Тапсырушы өкілі (қолы) _____

Кесте У.2 - Топырақты газбен силикаттау жұмыстарының журналы

Нысан _____

Тапсырыс беруші _____

Сәулет жобасының № _____

Мердігер _____

үні, кезек	Инъектордың байлануы			Бекітуші реагенттердің жұмсалужәне көрсеткіштері											Қосынды кг, л	ЕСКЕРТУЛЕР
	ось	инъекци я	енбе	натрий силикаты					көмірқышқыл газы							
				тығыздық, г/см ³	температура, °С	көлем, л	қысым, МПа	уақыт , мин	топырақты алдын ала белсендірту үшін			ерітіндінің қатаюы үшін				
									салмақ, кг	қысым, МПа	уақыт, мин	салмақ, кг	қысым, МПа	уақыт, мин		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Мердігердің өкілі (қолы) _____

Тапсырушы өкілі (қолы) _____

Кесте У.3 - Авторлық қадағалаудың журналы

Нысан атауы _____

Мекен-жай _____

Сәулет жобасы № _____

Жұмыстың алды _____ 19 ____ г. Жұмыстың аяғы _____ 19 ____ г.

Тапсырыс беруші _____

Мердігер _____

авторлық қадағалауды жүзеге асыру келісім шартының №-і және оның әрекетінің мерзімі _____

нысандағы телім №	жазба №	күн і	Жобадан айқындалған шегінулер немесе басқа жіберілген ақаулар	Айқындалған шегінулерді жоюы туралы жөн- жоба және оларды орындау мерзімдері	Жазбан ы жасаған (қолы)	Жазбалармен таныстырылғандар, қол ы: а) мердігер б) тапсырыс беруші	Жөн- жобаларды ң орындалуы туралы белгі, қолдары: а) мердігер б) тапсырыс беруші
1	2	3	4	5	6	7	8

УДК [69+624.154.5.001.63](476)(083.74)

МКС 93.020

Негізгі сөздер: құрылыс мөлшерлері, арматураланған топырақ, конструктивтік элементтер, көтеру қабілеті, топырақтың тығыздығы, деформация, геотехникалық талаптар, төкпелі топарақ, анкерлі элементтер, құлама, беткей, қазаншұңқыр, тік арматуралаушы элементтер, силикаттау және шайырлау, бұрғыинъекцилы, инъекцилы химиялықбекіту, негізді күшейту, қауіпсіздік техникасы, қоршаған ортаны қорғау.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	V
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	1
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	2
3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	2
4 ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	4
5 СПОСОБЫ ХИМИЧЕСКОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ	8
5.1 Общие положения	8
5.2 Инженерные изыскания и специальные исследования	15
5.3 Основные требования по проектированию оснований.....	19
5.4 Методика расчета и проектирования оснований.....	21
5.4.1 Требования к проектированию	21
5.4.2 Методика расчета.....	25
6 ТЕХНОЛОГИЯ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ	31
6.1 Требования к химическим материалам	31
6.2 Технологическая процедура закрепления основания	32
6.3 Контроль качества и приемка работ	46
6.4 Меры техники безопасности и охрана окружающей среды.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ А(информационное) Европейская модель проектирование основания усиленные грунтовыми, известковыми, цементными и другими армирующими элементами.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Б(обязательное) Выбор типа (вида) и назначение конструктивной схемы закрепления грунтов	61
ПРИЛОЖЕНИЕ В(информационное) Методы проведения геотехнических исследований	72
ПРИЛОЖЕНИЕ Г(обязательное) Химические испытания грунта по Еврокоду	77
ПРИЛОЖЕНИЕ Д(обязательное) Определение емкости поглощения просадочных лессовых грунтов.....	81
ПРИЛОЖЕНИЕ Е(обязательное) Определение гипса в грунтах	82
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж(обязательное) Определение органического вещества в грунтах	83
ПРИЛОЖЕНИЕ И(обязательное) Определение модуля силиката натрия	84
ПРИЛОЖЕНИЕ К(обязательное) Информация об испытаниях фильтрации грунта по Еврокоду.....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ Л(обязательное) Лабораторное определение коэффициента фильтрации грунтов	87
ПРИЛОЖЕНИЕ М(обязательное) Химические материалы применяемые при химическом закреплении грунтов способами силикатизации	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Н(обязательное) Определение зависимости времени гелеобразования от объемного соотношения компонентов закрепляющих смесей для однорастворной двухкомпонентной силикатизации и смолизации песчаных грунтов.....	98
ПРИЛОЖЕНИЕ П(обязательное) Определение прочности при одноосном сжатии закрепленных силикатизацией и смолизацией грунтов	99
ПРИЛОЖЕНИЕ Р(обязательное) Испытания пород на прочность по Еврокоду	101
ПРИЛОЖЕНИЕ С(информационное) Информация об испытаниях грунта на прочность	105

НТП РК 07-01.5-2012

ПРИЛОЖЕНИЕ Т(<i>информационное</i>) Перечень и характеристики оборудования, применяемого при силикатизации и смолизации грунтов.....	107
ПРИЛОЖЕНИЕ У(<i>обязательное</i>) Формы журналов производства работ	111

ВВЕДЕНИЕ

Закрепление грунтов — искусственное преобразование строительных свойств грунтов, используемых в строительстве, различными физико-химическими способами в условиях их естественного залегания. Искусственное преобразование грунтов предполагает увеличение их прочности, устойчивости, уменьшение водопроницаемости, сжимаемости, а также ослабление чувствительности природной прочности грунтов к изменению внешней среды, особенно влажности.

Рациональное применение физико-химических способов закрепления грунтов на современном уровне их развития решает следующие вопросы строительной практики:

- усиление фундаментов под существующими сооружениями;
- строительство промышленных и гражданских сооружений на просадочных грунтах;
- вскрытие насухо котлованов в водонасыщенных грунтах;
- проходка подземных выработок;
- создание противofильтрационных завес в аллювиальных грунтах в связи со строительством на них высотных земляных и каменно-набросных плотин;
- защита бетонных сооружений (фундаментов) от вредного влияния агрессивных грунтовых вод нагнетанием (инъекции) в грунты затвердевающих химических реагентов, а также введением специальных противокоррозионных добавок в грунты обратной засыпки;
- увеличение несущей способности свай и опор большого диаметра последующим закреплением грунта ниже их концов.

В зависимости от требований, предъявляемых к закрепленному грунту, можно выделить две категории способов быстро и прочно закрепляющие грунты. К ним относятся двухрастворная силикатизация, однорастворная силикатизация с применением кремнефтористоводородной кислоты, однорастворная силикатизация лессов, смолизация и инъекция цементно-глинистых растворов придающие грунтам водонепроницаемость и малую прочность. К ним относятся случаи использования глиносиликатных, глиноалюмосиликатных и силикатных тампажных растворов.

Закрепление осуществляется нагнетанием в грунт под давлением через скважины-инъекторы маловязких химических растворов, а также воздействием на грунт электрического тока, нагреванием и охлаждением. Химические растворы с течением времени затвердевают, превращая водонепроницаемый грунт в камень.

Химическое закрепление долговечно и имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами (замораживанием, кессонным и др.). Основные преимущества:

- простота производства работ;
- портативность применяемого оборудования;
- короткие сроки выполнения работ;
- возможность закрепления грунта на любой глубине без проведения каких-либо специальных выработок и земляных работ;
- вероятность проведения подземных работ без прекращения эксплуатации здания или сооружения.

НТП РК 07-01.5-2012

Нормативно-техническая документация разрабатывается согласно задания в развитие СН РК EN 1992, 1997/2011 и основываться на современных достижениях науки, техники и технологий, переводом зарубежном и отечественном опыте проектирования и строительства объектов.

Проект нормативно-технической документаций максимально гармонизировано с Еврокодами и их ссылочными стандартами

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ
НОРМАТИВНО–ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ,
УСИЛЕННЫХ ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

**GEOTECHNICAL DESIGN. FOUNDATION DESIGN, REINFORCED CHEMICAL
METHODS**

Дата введения 2015-07-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее пособие распространяется на проектирование и устройство упрочненного основания зданий и сооружений химическими методами на строящихся и реконструируемых объектах.

Настоящее Нормативно-техническое пособие, разработанное в соответствии с СН РК EN 1992, 1997/2011 и основанное на современных достижениях науки, техники и технологий, зарубежным и отечественным опытом проектирования и строительства объектов, распространяется на проектирование и производство работ по химическому закреплению грунтов при решении различных практических задач в области промышленного и гражданского строительства инъекционными способами силикатизации и смолизации.

Пособие устанавливает технические требования к материалам, принципам расчета упрочненного основания, технологии устройства упрочненного основания, контроль качества и приемки работ, техника безопасности и охрана окружающей среды, как в грунтах природного сложения, так и в насыпных толщах, включая водонасыщенные, за исключением случаев наличия напорных подземных вод.

Пособие содержит материалы, разъясняющие сущности химического закрепления грунтов, классификаций способов и области их применения, конкретизирующие принципы и правила проектирования упрочненного основания, устанавливающие процедуру производства работ по химическому закреплению грунтов в их естественном залегании инъекционными способами при устройстве оснований и фундаментов зданий и сооружений.

Пособие предназначено для инженерно-технических работников проектно-изыскательских, проектных и производственных организаций, занимающихся устройством оснований, фундаментов и подземных сооружений.

Положения настоящего Пособия не ограничивают разработку новых конструктивных и технологических решений или принципов закрепления грунтов химическими методами, а также совершенствование существующих.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем Пособии к строительным нормам использованы ссылки на следующие нормативно-технические документы:

СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011. Основы строительного проектирования

СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила

СН РК EN 1997-2:2007/2011. Геотехническое проектирование. Часть 2. Исследования и испытания грунта

ISO 14688-1-2009 Геотехническое исследования и испытания идентификация и классификация почв. Часть 1. Идентификация и описание

EN 12063-2009 Производство специальных геотехнических работ. Шпунтовые стены

EN 1536-2009 Выполнение специальных геотехнических работ. Буровые сваи

EN 1537-2009 Выполнение специальных геотехнических работ. Грунтовые анкеры

ПРИМЕЧАНИЕ При пользовании настоящими строительными нормами целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов на территории Республики Казахстан, в том числе по перечням фонда нормативных правовых актов, Указателям нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан и межгосударственных нормативных документов по стандартизации, ежегодно издаваемым по состоянию на 01 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими нормами следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем Пособии к строительным нормам применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Анизотропия: отличие прочностных, упругих характеристик и физических свойств материала в различных структурных направлениях.

3.2 Анизотропный материал: материал, механические свойства которого различны во всех направлениях, проходящих через точку тела.

3.3 Армирование: усиление материала или конструкции элементами (арматурой) из другого, более прочного материала.

3.4 Армированный массив грунта: естественный грунтовый массив, усиленный армирующими элементами.

3.5 Армирующий элемент: составная часть армированного грунта, обеспечивающего восприятие повышенных сжимающих и растягивающих напряжений.

3.6 Берма: уступ, устраиваемый на откосах земляных (каменных) насыпей, плотин, каналов, укрепленных берегов, карьеров, котлованов и т.п. или между подошвой насыпи (автомобильной или железной дороги) и резервом (водоотводной канавой).

3.7 Грунты: продукты выветривания горных пород верхних слоев литосферы

3.8 Грунты связные: продукты химического выветривания горных пород, обладающие сцеплением

3.9 Грунты сыпучие: продукты механического выветривания горных пород.

3.10 Грунт просадочный: грунт, который при замачивании водой претерпевает вертикальную деформацию (просадку)

3.11 Деформация: изменение формы или размеров тела (части тела) под внешним воздействием (активные силы, температура, смещение опор и других факторов).

3.12 Деформация основания: деформация, возникающая в результате передачи усилий от здания (сооружения) на основание или изменения физического состояния грунта основания в период строительства и эксплуатации здания (сооружения).

3.13 Закон Кулона: зависимость предельного сопротивления сдвигу от нормального напряжения

3.14 Испытание грунтов: процесс определения физико-механических характеристик грунта.

3.15 Исследования инженерно-геологические: комплексное изучение и оценка геологических и гидрогеологических факторов с целью принятия соответствующих проектных решений и определения наиболее благоприятных мест размещения зданий и сооружений

3.16 Касательное напряжение: напряжение, действующее по касательной к сечению.

3.17 Метод предельных состояний: метод расчета, основанный на требовании не допускать наступления предельных состояний при эксплуатации и возведении конструкций.

3.18 Модель упругого тела: модель тела с линейной зависимостью между напряжениями и деформациями

3.19 Модуль сдвига (модуль упругости второго рода): физическая постоянная материала, характеризующая способность сопротивляться упругим деформациям сдвига.

3.20 Модуль упругости (модуль упругости первого рода): физическая постоянная, характеризующая жесткость материала, т.е. его способность сопротивляться упругим деформациям при растяжении (сжатии).

3.21 Напряжение: интенсивность внутренних усилий; (в геотехнике): эффективная интенсивность внутренних сил, действующая в скелете грунта, определяемая как разность между полным напряжением в образце грунта и давлением в поровой жидкости;

3.22 Насыпной грунт: грунт природного происхождения с нарушенной естественной структурой.

3.23 Нелинейные задачи механики: задачи механики с геометрической или физической нелинейностью

3.24 Нелинейно-упругое тело: тело, в котором отсутствуют остаточные деформации и процесс загрузки и разгрузки совпадает

3.25 Осадка грунта: вертикальная деформация грунта, вследствие изменения объема пор

3.26 Основание естественное: грунты в природном состоянии, воспринимающие нагрузку от здания или сооружения.

3.27 Основание искусственное: грунты с искусственными измененными свойствами за счет уплотнения, укрепления (закрепления) химическим,

электрохимическим, термическим или другим способом, воспринимающие нагрузку от здания (сооружения).

3.28 Откос: наклонные боковые поверхности выемок и насыпей

3.29 Плоское напряженное состояние: состояние, когда все напряжения внутри тела действуют только в одной плоскости и соответствующая задача становится двумерной.

3.30 Плотность грунта: масса единицы объема грунта

3.31 Ползучесть: изменение деформации во времени при постоянном усилии;

3.32 Ползучесть грунта, бетона: деформирование во времени бетона и минерального скелета грунта (главным образом глинистого) при неизменном давлении, действующим на него.

3.33 Пористость: свойство грунта, имеющего в своем составе пустоты, заполненные газом, воздухом или водой

3.34 Расчет по предельному состоянию: метод расчета, основанный на требовании, чтобы не допустить предельного состояния при эксплуатации и возведении конструкций

3.35 Релаксация: постепенное изменение напряжений в материале при постоянстве деформации.

3.36 Реология: учение о зависимости напряжений и деформации от времени

3.37 Свая: несущая подземная часть вертикальных армирующих элементов условного фундамента.

3.38 Сдвиг, срез: вид деформации, вызванный действием касательных напряжений;

3.39 Скважина: вертикальная геологическая выработка, предназначенная для изучения геологического строения и отбора проб грунта.

3.40 Сопротивление сдвигу: характеристика прочности грунта, определяемая значением предельного касательного напряжения, при котором происходит разрушение (срез)

3.41 Сцепление: физическое свойство глинистых грунтов, обеспечивающее их связность.

3.42 Усадка грунта: вид деформации вследствие изменения состояния структурных связей

3.43 Условие равновесия: условие, при котором удовлетворяется равновесие системы в целом или ее части.

3.44 Угол внутреннего трения: показатель трения в грунте, соответствующий углу наклона прямолинейного графика зависимости Кулона к оси абсцисс

3.45 Щебень: несвязный грунт, зерна которого имеют остроугольную (неокатанную) форму и шероховатую поверхность размером 10...200 мм

4 ОБОЗНАЧЕНИЯ

A' –эффективная площадь передачи нагрузки ($A' = B' \times L'$)

A_c –суммарная площадь основания при сжатии;

a_d –расчетное значение геометрических данных;

- a_{nom} – номинальное значение геометрических данных;
 Δa – приращение к номинальным геометрическим данным;
 B – ширина фундамента;
 b' – эффективная ширина фундамента;
 C_d – предельная расчетная величина для соответствующего критерия функциональности;
 c – удельное сцепление грунта;
 c' – удельное сцепление грунта при эффективных напряжениях;
 c_u – прочность грунта при недренированном сдвиге;
 $c_{u,d}$ – расчетная величина прочности грунта при недренированном сдвиге;
 D – глубина заложения фундамента;
 E_d – расчетная величина результата воздействия;
 $E_{stb,d}$ – расчетная величина результата стабилизирующих воздействий;
 $E_{dst,d}$ – расчетная величина результата дестабилизирующего воздействия;
 F_d – расчетное значение воздействия;
 F_k – характеристическое значение воздействия;
 F_{rep} – репрезентативное значение воздействия;
 G_{fctj} – расчетная величина постоянных дестабилизирующих воздействий для проверки подъемной силы;
 G_{Ab-d} – расчетная величина постоянных стабилизирующих воздействий для проверки подъемной силы;
 $G'_{sib,d}$ – расчетная величина стабилизирующих постоянных вертикальных воздействий для определения взвешивающих усилий;
 H – горизонтальная нагрузка или составляющая полного воздействия параллельная подошве фундамента;
 H_d – расчетное значение H ;
 H – высота стенки;
 H_w – уровень воды при гидравлическом поднятии;
 H' – высота призмы грунта для проверки гидравлического взвешивания;
 h_w-k – характеристическое значение гидростатического давления воды на основание призмы грунта;
 K_o – коэффициент бокового давления грунта в состоянии покоя при горизонтальной поверхности грунта за подпорной стенкой;
 K_{of} – коэффициент бокового давления грунта в состоянии покоя при наклоненной под углом ρ к горизонту поверхности грунта за подпорной стенкой;
 K – отношение $\sigma^{\wedge}/\phi_{ст}^{\wedge}$;
 L – длина фундамента;
 P_d – расчетная величина P ;
 P_p – максимальная допустимая нагрузка при испытаниях анкера;
 $Q_{dst,d}$ – расчетная величина переменных дестабилизирующих вертикальных воздействий для проверки подъемной силы;

- q_{bi} —характеристическое значение удельного сопротивления основания;
- q_u —предельная прочность на сжатие;
- $K_a \delta$ —расчетное значение R_a ;
- R_{aj} —характеристическое значение R_a ;
- R_{bM} —сопротивление грунта под нижним концом сваи, рассчитанное по характеристикам, полученным при его испытании;
- R_c —сопротивление грунта сжатию в предельном состоянии по несущей способности;
- $R_{c;cal}$ —рассчитанная величина R_c ;
- R_{cj} —расчетная величина R_c ;
- $R_{c;k}$ —характеристическая величина R_c ;
- R_d —расчетная величина сопротивления воздействию;
- R_{p-d} —расчетная величина силы сопротивления, вызываемой давлением грунта на боковую поверхность фундамента;
- S_{fatM} —расчетное значение дестабилизирующей силы фильтрационного давления в грунте;
- $S_{dst/t}$ —характеристическое значение дестабилизирующей силы фильтрационного давления в грунте;
- S —осадка;
- S_0 —мгновенная осадка;
- S_1 —осадка, вызванная консолидацией;
- S_2 —осадка, вызванная ползучестью грунта (вторичная осадка);
- U —поровое давление воды;
- $d_{st,rf}$ —проектное значение суммарного дестабилизирующего полного порового давления воды;
- V - вертикальная нагрузка или составляющая полного воздействия нормальная к основанию фундамента;
- V_d —расчетное значение V ;
- V'_d —расчетное значение эффективного вертикального воздействия или компонента суммарного воздействия нормальная к основанию фундамента;
- $V_{fa,d}$ —расчетная величина вертикального дестабилизирующего воздействия на сооружение;
- $F_{dst;it}$ —характеристическая величина вертикального дестабилизирующего воздействия на сооружение;
- X_d —расчетная величина свойства материала;
- X_k —характеристическая величина свойства материала;
- z —расстояние по вертикали

Греческие буквы

- α —наклон поверхности основания фундамента к горизонтали;
- β —угол откоса грунта позади стены (вверх - положительный);
- δ —угол трения на границе раздела грунт-конструкция;
- δ_d —проектное значение δ ;
- γ —удельный вес;

- γ' —эффективный удельный вес;
- γ_a —частный коэффициент для анкеров;
- $\gamma_{a;p}$ —частный коэффициент для постоянных анкеров;
- $\gamma_{a;t}$ —частный коэффициент для временных анкеров;
- γ_b —частный коэффициент для сопротивления основания сваи;
- γ_c —частный коэффициент для эффективного сцепления;
- γ_{cu} —частный коэффициент для прочности на сдвиг в недренированном состоянии;
- γ_E —частный коэффициент для воздействия;
- γ_f —частный коэффициент для воздействий с учетом неблагоприятных отклонений от репрезентативных значений;
- γ_F —частный коэффициент;
- γ_G —частный коэффициент для постоянного воздействия;
- $\gamma_{G;dst}$ —частный коэффициент для постоянного дестабилизирующего воздействия;
- $\gamma_{G;stb}$ —частный коэффициент для постоянного стабилизирующего воздействия;
- γ_m —частный коэффициент для параметра грунта (свойства материала);
- $\gamma_{m;i}$ —частный коэффициент для параметра грунта в слое i ;
- γ_M —частный коэффициент для параметра грунта (свойства материала), в том числе учитывающий неопределенности моделей;
- γ_Q —частный коэффициент для переменного воздействия;
- γ_{qu} —частный коэффициент для прочности при возможности бокового расширения;
- γ_R —частный коэффициент для сопротивления;
- $\gamma_{R;d}$ —частный коэффициент для неопределенности в модели сопротивления;
- $\gamma_{R,e}$ —частный коэффициент для сопротивления грунта;
- $\gamma_{R,h}$ —частный коэффициент для сопротивления скольжения;
- $\gamma_{R,v}$ —частный коэффициент для сопротивления сжатию;
- γ_s —частный коэффициент для сопротивления по боковой поверхности ствола сваи;
- $\gamma_{S;d}$ —частный коэффициент для неопределенностей при моделировании результатов воздействий;
- $\gamma_{Q;dst}$ —частный коэффициент для дестабилизирующего воздействия, вызывающего гидравлический разрыв;
- $\gamma_{Q;stb}$ —частный коэффициент для стабилизирующего воздействия, вызывающего гидравлический разрыв;
- $\gamma_{s;t}$ —частный коэффициент для сопротивления сваи на растяжение;
- γ_t —частный коэффициент для полного сопротивления сваи;
- γ_w —удельный вес воды;
- $\gamma_{\varphi'}$ —частный коэффициент для угла внутреннего трения ($\text{tg}\varphi'$);
- γ_γ —частный коэффициент для удельного веса воды;
- θ —угол наклона H ;
- ψ —коэффициент преобразования характеристической величины в репрезентативную;
- $\sigma_{stb;d}$ —проектное значение полного стабилизирующего вертикального напряжения;
- $\sigma'_{h;0}$ —горизонтальный компонент эффективного давления грунта в покое;

- $\sigma(z)$ —напряжение, нормальное к стене на глубине z ;
 $\tau(z)$ —напряжение, касательное к стене на глубине z ;
 φ' —угол внутреннего трения при эффективных напряжениях;
 φ_{cv} —угол внутреннего трения в предельном состоянии при сдвиге;
 $\varphi_{cv;d}$ —проектная величина φ_{cv} ;
 φ'_d —проектная величина φ' .

5 СПОСОБЫ ХИМИЧЕСКОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

5.1 Общие положения

5.1.1 Химическое закрепление грунтов как способ увеличения несущей способности основания представляет собой искусственное целенаправленное преобразование строительных свойств естественных грунтов, используемых в строительстве, различными физико-химическими способами в условиях их естественного залегания. Искусственное преобразование грунтов предполагает увеличение их прочности, устойчивости, уменьшение водопроницаемости, сжимаемости, а также ослабление чувствительности природной прочности грунтов к изменению внешней среды, особенно влажности.

5.1.2 В зависимости от технологии химической обработки грунтов существует два направления химическое закрепление грунтов:

- инъекционное химическое закрепление, когда реагенты в виде растворов или газов вводятся в грунты нагнетанием под давлением, в условиях их естественного залегания и без нарушения их структуры;
- бурсмесительное закрепление грунтов, когда закрепление грунтов осуществляется с нарушением их естественной структуры механическим перемешиванием грунтов с сыпучими или жидкими реагентами и добавками, с использованием специальных машин и механизмов.

Инъекционное закрепление распространяется на грунты, обладающие определенной водопроницаемостью, включая песчаные, крупнообломочные, трещиноватые скальные и полускальные грунты, а также просадочные лессовые грунты.

Бурсмесительное закрепление распространяется на все виды нескальных грунтов, включая глинистые, независимо от их водопроницаемости.

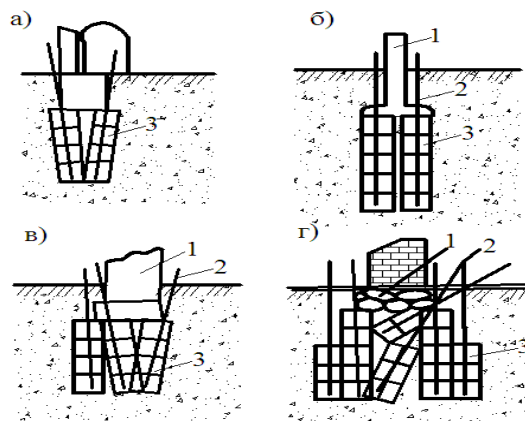
Оба направления в значительной мере способствует разрешению проблемы строительства на слабых грунтах в сложных инженерно-геологических условиях.

5.1.3 Инъекционное химическое закрепление необратимо повышает механическую прочность и устойчивость, уменьшает сжимаемость и водопроницаемость грунтов, а также устраняет просадочность при замачивании лессов и лессовидных грунтов, что обеспечивает широкие возможности его применения для решения многих практических задач строительства:

- усиление основания фундаментов под существующими сооружениями;
- устройства основания промышленных и гражданских сооружений на просадочных грунтах;

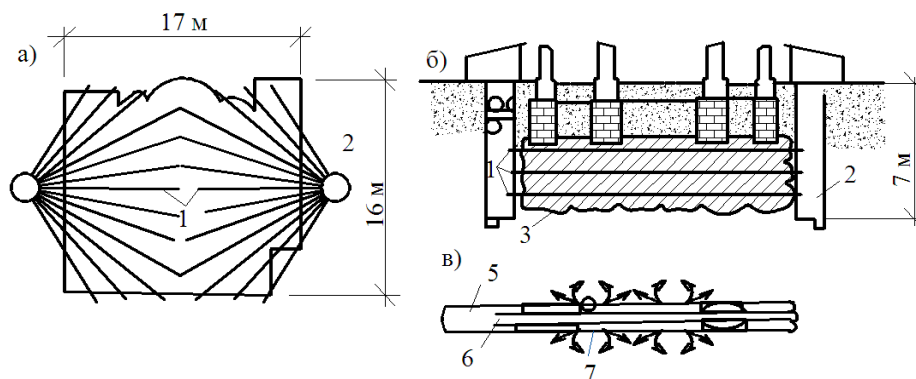
- устройства подпорных стенок и укрепления откосов при вскрытии строительных котлованов и других открытых выработок;
- устройства временного мероприятия при проходке в слабых грунтах различных подземных выработок;
- создание противодиффузионных завес и защита бетонных сооружений (фундаментов) от вредного влияния агрессивных грунтовых вод;
- повышения несущей способности грунтовых свай и других опор.

На рисунках 1 - 5 схематически показаны различные случаи практического опыта применения инъекционного химического закрепления грунтов.



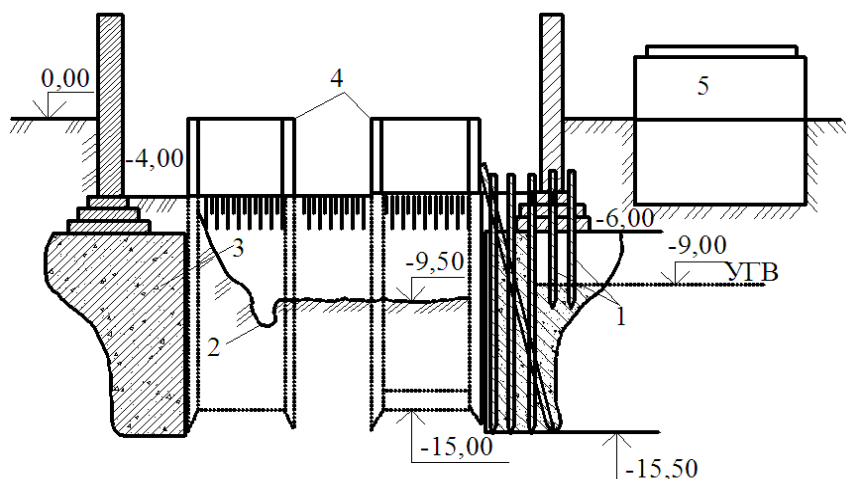
1- фундамент; 2 - инъекторы; 3- закрепленные массивы по заходкам

Рисунок 1 - Технологические схемы инъекционного химического закрепления грунтов под фундаментами существующих зданий



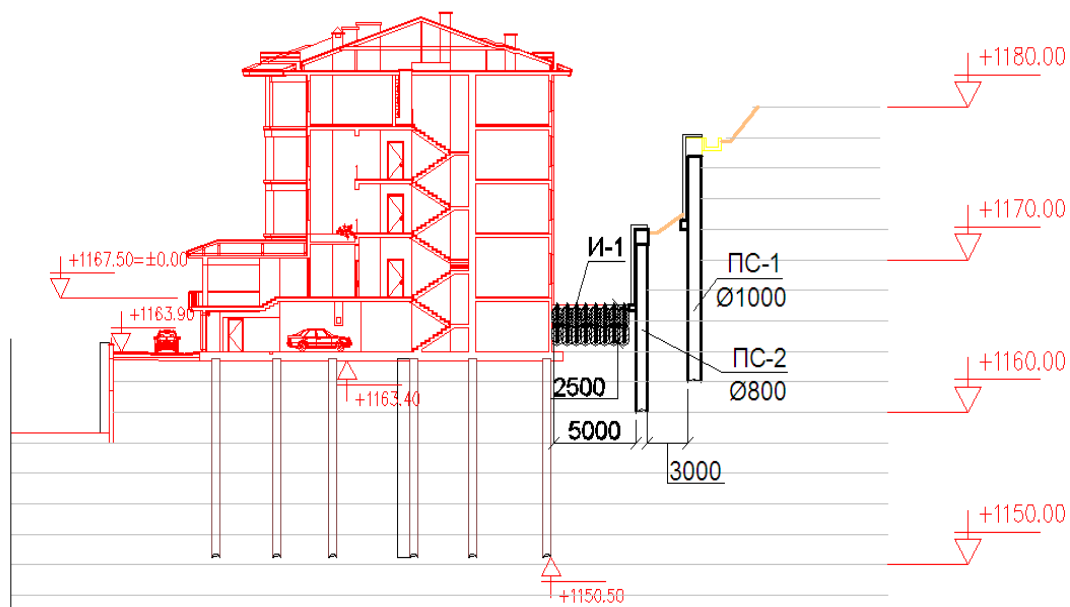
а - план, б - разрез, в- схема манжетно-тампонного инъектора; 1 - инъекторы; 2 - технологические колодцы; 3 - закрепленный массив; 4 - остатки сгнивших уплотнительных свай «коротышей»; 5 - инъекторная перфорированная труба; 6 - тампон; 7 - резиновые обоймы

Рисунок 2 - Схема инъекционного химзакрепления грунтов под фундаментами существующих зданий по горизонтальной технологии (на примере смолизации грунтов в основании церкви в Московском Кремле)



1- инъекторы; 2- водосборник в котловане; 3 - подпорные стенки из закрепленного грунта;
4 - опускные колодцы; 5 - существующая термическая печь

**Рисунок 3 - Схема устройство подпорных стенок из химически закрепленных грунтов при устройстве опускных колодцев
(на примере работ по реконструкции Новолипецкого металлургического завода)**



**Рисунок 4 - Ситуационный план строительной площадки и схема устройство подпорных стенок из химически закрепленных грунтов
(на примере работ по Бутаковке, Алматы)**

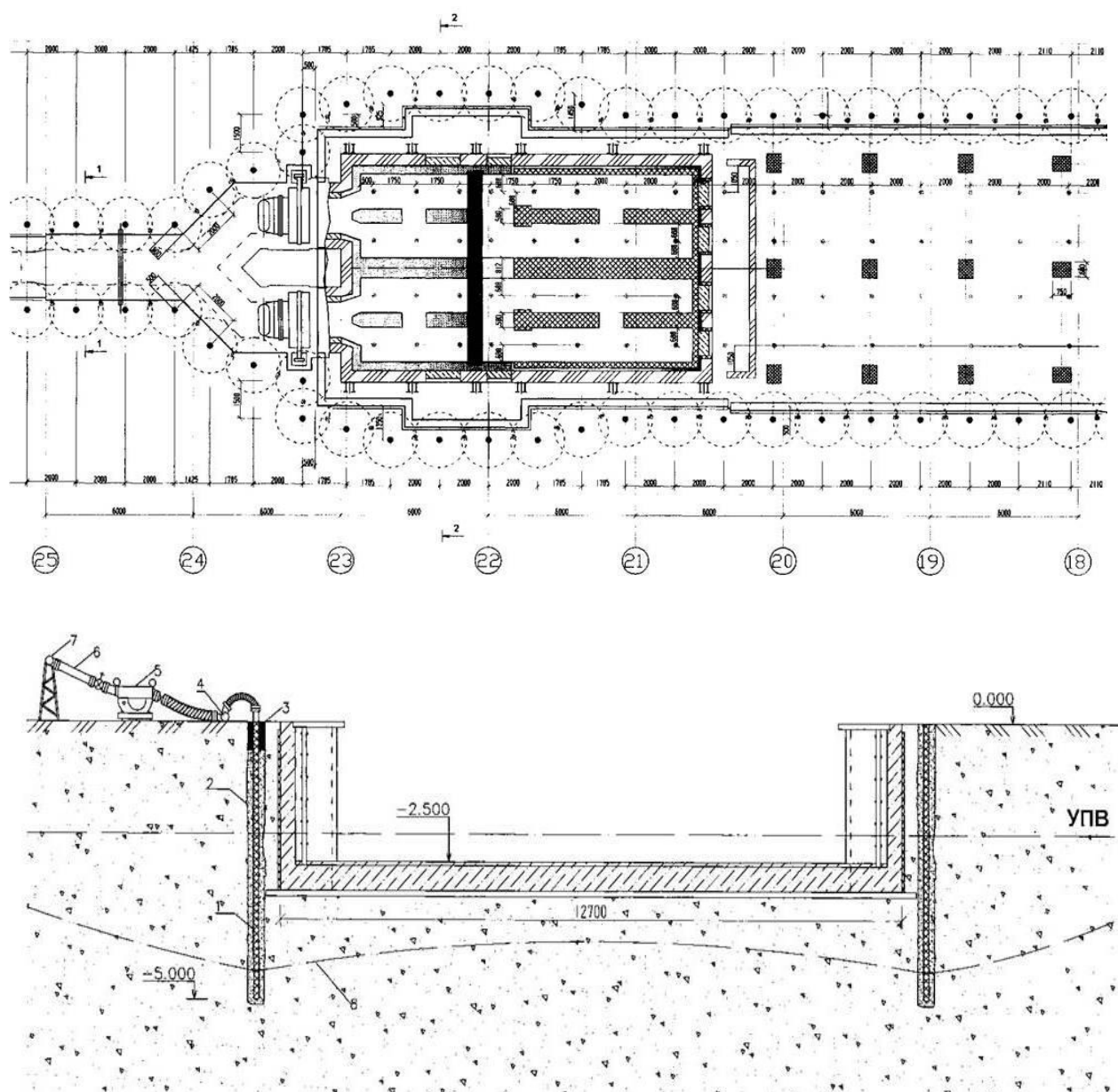


Рисунок 5 – Ситуационный план и схема расположения скважин-инъекторов для создание протпвофильтрационных завес и защита бетонных сооружений от вредного влияния агрессивных грунтовых вод (на примере Стекольного завода в п.Боролдай Алматинской обл.)

5.1.4 Выбор способов закрепления для конкретных грунтов осуществляется, руководствуясь указанной таблицей 1., с учетом гранулометрического состава, номенклатуры, коэффициента фильтрации и других характеристик естественных грунтов, а также проектных требований к прочностным и деформационным свойствам закрепленных грунтов. Каждый из способов имеет свою область применения, ограниченную величинами коэффициента фильтрации - для песчаных грунтов и

значениями коэффициента фильтрации, емкости поглощения и степени влажности - для просадочных лессовых грунтов.

Таблица 1 – Способы закрепления грунта и области их применения

Наименование способов и исходных реагентов	Реакция среды закрепляющих реагентов	Область применения		Экстремальные и средние значения прочности при одноосном сжатии, МПа
		Номенклатура и некоторые характеристики грунтов	Коэффициент фильтрации грунтов, м/сут	
Двухрастворная силикатизация на основе растворов силиката натрия и хлористого кальция	Щелочная	Пески гравелистые, крупные и средней крупности	5 - 80	(2 - 8)/5
Однорастворная двухкомпонентная силикатизация на основе растворов силиката натрия и кремнефтористоводородной кислоты	Щелочная	Пески средней крупности, мелкие и пылеватые, в том числе карбонатные	0,5 - 20	(1 - 5)/3
Однорастворная однокомпонентная силикатизация просадочных грунтов на основе одного раствора силиката натрия	Щелочная	Просадочные лессовые грунты, обладающие емкостью поглощения не менее 10 мг-экв/100 г грунта и степенью влажности не более 0,7*	Не менее 0,2*	(0,5 - 3,5)/2
Двухрастворная силикатизация на основе растворов силиката натрия и хлористого кальция	Щелочная	Пески гравелистые, крупные и средней крупности	5 - 80	(2 - 8)/5
Газовая силикатизация на основе раствора силиката натрия и углекислого газа	Щелочная	То же, но степень влажности не более 0,75*	Не менее 0,2	(0,5 - 3,5)/2
		Пески средней крупности, мелкие и пылеватые, в том числе карбонатные	0,5 - 20	(1 - 5)/3

Таблица 1 - Способы закрепления грунта и области их применения (продолжение)

Наименование способов и исходных реагентов	Реакция среды закрепляющих реагентов	Область применения		Экстремальные и средние значения прочности при одноосном сжатии, МПа
		Номенклатура и некоторые характеристики грунтов	Коэффициент фильтрации грунтов, м/сут	
Однорастворная двухкомпонентная силикатизация на основе раствора силиката натрия и ортофосфорной кислоты	Кислая	Пески средней крупности, мелкие и пылеватые	0,5 - 10	(0,2 - 0,5)/0,35
Однорастворная двухкомпонентная силикатизация на основе раствора силиката натрия и формамида с добавкой кремнефтористоводородной кислоты	Щелочная	Пески средней крупности, мелкие и пылеватые, в том числе карбонатные	0,5 - 25	(1 - 3)/2
Однорастворная двухкомпонентная силикатизация на основе раствора силиката натрия и алюмината натрия	Щелочная	Пески средней крупности, мелкие и пылеватые, в том числе карбонатные	0,5 - 10	(0,2 - 0,3)/0,25
Однорастворная двухкомпонентная смолизация на основе растворов карбамидных смол марок М, М-2, М-3, МФ-17 и соляной кислоты	Кислая	Пески всех видов - от гравелистых до пылеватых, кроме карбонатных	0,5 - 50	(2 - 8)/5
Однорастворная двухкомпонентная смолизация на основе растворов карбамидных смол марок М, М-2, М-3 и МФ-17 и щавелевой кислоты	Кислая	Пески всех видов - от гравелистых до пылеватых, в том числе некоторые карбонатные, согласно результатам специальных исследований	0,5 - 50	(2 - 8)/5
Цементация	Щелочная	Пустоты, полости в грунтах всех видов. Крупнообломочные и некоторые гравелистые песчаные, трещиноватые скальные и полускальные грунты	Для скальных и полускальных удельное водо-поглощение > 0,01 л/мин·м ² , для прочих > 50	

5.1.5 С химической точки зрения в основе инъекционного химического закрепления грунтов лежит физико-химические процессы соединения неорганических и органических полимеров (крепителей) с коагулянтами (отвердителями), обеспечивающие положительные изменения физико-механических свойств закрепляемых грунтов.

В качестве крепителей применяют водные растворы силиката натрия (неорганический полимер), а также растворы карбамидных и других синтетических смол (органические полимеры). В качестве отвердителей применяют различные неорганические и органические кислоты, соли и химические добавки к ним, некоторые газы.

Закрепление грунтов на основе растворов силиката натрия независимо от применяемых отвердителей называется силикатизацией, на основе карбамидных смол - смолизацией, на основе битумной эмульсией - битумизацией.

Способ силикатизации служит для усиления оснований и устройства противофильтрационных завес. Силикатизацию осуществляют:

- для закрепления песков с коэффициентом фильтрации от 2 до 0,5 м в сутки (плывуны) закрепляются способом однорастворной силикатизации, с коэффициентом фильтрации от 2 до 80 м в сутки применяется двухрастворный способ силикатизации;
- для глинистых грунтов, в которые нагнетание растворов невозможно, рекомендуется электрохимический способ закрепления.

При этом пропускаемый через грунт постоянный электрический ток увлекает воду и вводимый раствор хлористого кальция от анода к катоду (электроосмос), грунт обезвоживается и уплотняется. Реакции обмена, происходящие при этом в приэлектродной зоне, также способствуют уплотнению и закреплению грунта.

В лёссовых грунтах нагнетается лишь раствор силиката натрия. Прочность на сжатие закрепленных лёссовых грунтов около 10-20 кг/см², а плывунов - 5 кг/см².

Песчаные грунты. В этом случае крепителем служит раствор силиката натрия с добавкой фосфорной кислоты (коагулянт).

Способ смолизации применяется для закрепления мелкозернистых песчаных грунтов нагнетанием водного раствора карбамидной смолы с добавкой соляной кислоты. Смолизация придает грунту значительную прочность (10-50 кг/см²) и водонепроницаемость. Способ смолизации карбонатных песков заключается в использовании для предварительной обработки этих грунтов, а также для гелеобразования растворов, кислот, образующих на поверхности карбонатов защитные пленки, препятствующие нейтрализации отвердителей из карбамидных золь. В качестве таковых используются растворы щавелевой и кремнефтористоводородной кислот.

Горячая битумизация применяется для закрепления грунта, закрытия трещины груботрещиноватой скале или бетонной конструкции битумной эмульсией. Она заключается в инъекции в поры и трещины бетона горячего битума БНД 60/90 или БНД 40/60 при помощи специальных битумизационных поршневых насосов высокого давления (5-6 МПа); остывая, он делает их водонепроницаемыми. При заполнении крупных пор и пустот надо учитывать термическую усадку битума, инъектируя его многократно, опрессовывая закрепленный массив при постоянной циркуляции битума по обогреваемой скважине, причем в некоторых случаях опрессовку надо производить длительно - до 30 ч. Горячая битумизация весьма эффективна в

вечномерзлых породах и замороженных сооружениях, что позволяет использовать этот способ на Севере.

Холодная битумизация заключается в инъекции через скважины в грунт или трещины скалы битумной эмульсии (битума, диспергированного в воде), которая коагулирует в трещинах или порах, причем освобождающаяся вода отжимается, а частицы битума тампонируют их, придавая грунту водонепроницаемость. Для битумизации используют особые инъекционные эмульсии, отличающиеся повышенной дисперсностью и устойчивостью; их приготавливают на менее вязких битумах БН 90/30 и БН 130/180 и растворах омыленных органических кислот (олеиновой и нафтеновой) или сульфокислотах, омыленном древесном дегте либо сульфитно-спиртовой барде (ССБ) и других анионоактивных эмульгаторах.

5.1.6 С технологической точки зрения инъекционное химическое закрепление заключается в нагнетании под давлением в поры грунтов в их естественном залегании отверждающихся и закрепляющих грунты различных химических реагентов в виде двух отдельно нагнетаемых растворов (двухрастворный способ), одного раствора (однорастворный однокомпонентный способ), одного раствора и газа (двухкомпонентные газовые способы), гелеобразующих смесей из двух компонентов (однорастворные двухкомпонентные способы).

Участвующие в процессе закрепления грунтов химические вещества в растворах или газы называются закрепляющими реагентами.

Смесь растворов крепителей и отвердителей рабочих концентраций при однорастворном химическом закреплении грунтов называется гелеобразующей смесью.

Нагнетание закрепляющих реагентов в грунты осуществляется насосами, сжатым воздухом из специальных пневмобаков или из газовых баллонов, преимущественно по технологии с вертикальным и наклонным заглублением сверху вниз инъекторов или инъекционных скважин с открытой поверхности земли, с отмопок или из внутренних помещений (условно-вертикальная технология). На рисунках 1-5 показаны характерные примеры закрепления грунтов по этой технологии.

Если выполнение инъекционных работ при закреплении грунтов под существующими зданиями и сооружениями по технологии с вертикальным заглублением сверху вниз инъекторов и скважин в силу стесненных условий или по иным причинам невозможно, то инъекционные работы производятся по технологии с горизонтальным заглублением инъекторов и скважин из специально пройденных и оборудованных технологических выработок (траншей, штолен, колодцев); для предупреждения деформаций сооружений в этих условиях в результате возможных подвижек и разуплотнения грунтов под фундаментами стенки технологических выработок, обращенные к сооружению, предварительно подвергаются химзакреплению (условно-горизонтальная технология). На рисунке 3 показан пример применения этой технологии из двух технологических колодцев.

5.2 Инженерные изыскания и специальные исследования

5.2.1 Инженерно-геологических изысканий и специальных исследований проводится для выбора способа инъекционного химического закрепления грунтов оснований и

фундаментов и решения ряда других инженерных задач. Данные инженерно-геологических изысканий и специальных исследований являются исходным материалом для проектирования и производства работ по закреплению грунтов.

5.2.2 Инженерные изыскания и специальные исследования проводится в два последовательных этапа:

- на первом этапе, стандартные инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания и исследования грунтов, в соответствии с требованиями действующего СН РК EN 1997-2:2007/2011. Геотехническое проектирование. Часть 2. Исследования и испытания грунта.

- на втором этапе, специальные изыскания и исследования по требованиям настоящего пособия, в соответствии с п.5.2.4.

5.2.3 Инженерно-геологические изыскания для инъекционного химического закрепления грунтов на первом этапе должны обеспечить получение подробных данных о геологическом строении и литологическом составе грунтов, сведений о гидрогеологических условиях участка и следующих физико-механических и физико-химических характеристиках состава, состояния и свойств грунтов:

для всех видов грунтов - плотность частиц грунта и плотность грунта, влажность, водопроницаемость (коэффициент фильтрации для нескальных, удельное водопоглощение для скальных), химический состав водных вытяжек и грунтовых вод;

для всех видов нескальных грунтов - пористость;

для песчаных и крупнообломочных грунтов - гранулометрический состав;

для скальных грунтов - временное сопротивление при одноосном сжатии, коэффициент размягчаемости и степень выветрелости;

для слабых грунтов должны выполняться с учетом их специфических состава, состояния и свойств:

- высокой пористости и влажности;

- малой прочности, сильной сжимаемости, длительной консолидации при уплотнении и падения прочности при ползучести;

- часто значительной изменчивости состава, состояния и свойств по площади и глубине при анизотропии прочностных, деформационных и фильтрационных характеристик и существенном их изменении при нарушении природного сложения, в процессе консолидации основания и при высыхании (осушении);

- усадки с образованием трещин при высыхании (осушении);

- чувствительности к динамическим воздействиям;

- неустойчивости органического вещества в зоне аэрации;

- часто повышенной коррозионной агрессивности грунтов и подземных вод к бетонам и металлам;

для просадочных лессовых грунтов - относительная просадочность, начальное просадочное давление и влажность, прочностные и деформационные характеристики (угол внутреннего трения, удельное сцепление, модуль общей деформации, прочность при одноосном сжатии);

- распространение и приуроченность просадочных грунтов и специфических форм рельефа (просадочных блюдеч, суффозионно-просадочных воронок и т.п.) к определенным геоморфологическим элементам;

- просадочные свойства грунтов, мощность просадочной толщи, тип грунтовых условий по просадочности;
- наличие и распространение погребенных почв, карбонатных и гипсовых образований, кротовин.

При изысканиях для проекта следует проводить инженерно-геологическую съемку в масштабах 1:2000-1:1000 и дополнительно устанавливать:

- характер микрорельефа и развитие просадочных явлений (формы и размер просадочных блюдц, понижений, ложбин, псевдокарста, оврагов, рытвин и др.); изменение по площади мощности лессовидных отложений и просадочной толщи; структурно-текстурные особенности просадочных грунтов (характер вертикальных и горизонтальных макропор, их распределение по глубине и площади, агрегированность, тонкую слоистость, трещиноватость, наличие конкреций, следов ископаемых криогенных процессов, ходов землероев); карбонатность грунтов (степень вскипаемости при воздействии HCl), ее изменчивость по глубине и в плане;
- возможную цикличность строения просадочной толщи, особенности контактов между слоями и их комплексами, изменение природной влажности и границ пластичности грунтов по глубине, особенно в приконтактных с погребенными почвами слоях;
- фильтрационные свойства просадочных грунтов, просадку грунта от собственного веса, тип грунтовых условий по просадочности, характер изменения просадочности по площади и глубине, просадочные свойства грунтов в понижениях рельефа (просадочные блюдца, ложбины и др.) и на участках между ними;
- нормативные и расчетные значения характеристик просадочности, прочностных и деформационных характеристик просадочных грунтов природной влажности и в водонасыщенном состоянии по инженерно-геологическим элементам;
- глубину залегания, типы, виды и разновидности подстилающих непросадочных грунтов, а также их фильтрационные свойства (по специальному заданию).

5.2.4 Специальные изыскания и исследования на втором этапе включают лабораторные исследования и опытные работы по закреплению грунтов в натуральных условиях.

В состав специальных лабораторных исследований при силикатизации и смолизации грунтов входят определения следующих характеристик грунтов и параметров закрепления:

- а) определения физико-химических характеристик грунтов и закрепляющих растворов согласно прил. 1 - 7: pH грунтов и грунтовых вод, емкости поглощения для просадочных лессовых грунтов, содержания карбонатов, гипса и органического вещества и определение модуля силиката натрия;

Химические свойства определяются для того, чтобы дать практические рекомендации и обосновать выбор типа и количества вяжущего материала. При этом определяются следующие параметры:

- содержание сульфатов
- содержание хлоридов
- содержание карбонатов
- влажные кислоты/ООУ
- емкость катионного обмена (согласно ENISO 13536 или 11260)

- рН-балансгрунтовыхвод

Эти испытания описаны также в Евростандарте.

Для определения воздействия стабилизации на окружающую среду также необходимо выполнить ряд испытаний. Экологические характеристики, это:

- рН-баланс (согласно ENISO 10390)
- емкость катионного обмена (согласно ENISO 13536 или 11260)
- содержание сульфидов
- содержание карбонатов
- тип и общая концентрация ионов и металлов(определяется испытаниями на

выщелачивание).

б) определения параметров инъекционного химического закрепления грунтов, согласно прил. М-Л: коэффициента фильтрации грунтов, зависимости времени гелеобразования от объемного соотношения компонентов закрепляющих смесей при одноразовой силикатизации и смолизации песчаных грунтов, пробное закрепление песчаных и просадочных лессовых грунтов с последующими определениями прочностных и деформационных характеристик закрепленных грунтов (угла внутреннего трения, модуля общей деформации, временного сопротивления при одноосном сжатии, коэффициента Пуассона) и водостойкости;

в) для закрепляемых водонасыщенных грунтов при необходимости определение направления и скорости грунтовых вод;

г) для просадочных грунтов дополнительно определяют следующие характеристики согласно прил. К; просадочность силикатированных грунтов (коэффициент относительной просадочности и начальное просадочное давление при различных удельных расходах силиката натрия); определение оптимального удельного расхода силиката натрия.

5.2.5 Специальные изыскания и исследования на втором этапе должна проводиться в соответствии с требованиями действующего СН РК EN 1997-2:2007/2011. Геотехническое проектирование. Часть 2. Исследования и испытания грунта

5.2.6 Опытные работы по закреплению грунтов силикатизацией и смолизацией в натуральных условиях на втором этапе осуществляются с целью проверки и уточнения полученных в лаборатории и заданных проектом следующих параметров инъекционного закрепления грунтов: водопроницаемости, расчетного объема (радиуса) закрепления, прочностных и деформативных характеристик закрепленных грунтов.

Опытные работы назначают для объектов с объемом работ более 5000 м³ или когда химическое закрепление грунтов применяется для особо ответственных сооружений. Вопрос о необходимости проведения опытного закрепления грунтов решается проектной организацией. В состав опытных работ входят:

- полевое изучение водопроницаемости подлежащих закреплению грунтов;
- опытное закрепление грунтов по заходкам с последующей проверкой расчетного объема и радиуса закрепления и с определением прочностных и деформационных характеристик закрепленных грунтов;
- статические испытания закрепленных грунтов.

По результатам опытных работ в проект при необходимости вносят соответствующие коррективы.

5.2.7 При одноэтапном проектировании инъекционного химического закрепления грунтов рассмотренные выше специальные изыскания и исследования осуществляются одновременно в комплексе с типовыми изысканиями.

5.3 Основные требования по проектированию оснований

(1) СН РК EN 1997-1 предназначен для использования в качестве общих принципов проектирования геотехнической части зданий и сооружений.

(2) В СН РК EN 1997-1 рассматриваются следующие вопросы:

Раздел 1. Общие положения

Раздел 2. Основа геотехнического проектирования

Раздел 3. Геотехнические данные

Раздел 4. Надзор за строительством, мониторинг и техническое обслуживание

Раздел 5. Насыпи, дренирование, закрепление и армирование грунта

Раздел 6. Фундаменты на естественном основании

Раздел 7. Свайные фундаменты

Раздел 8. Устройство анкеров

Раздел 9. Подпорные сооружения

Раздел 10. Гидравлическое разрушение

Раздел 11. Общая устойчивость

Раздел 12. Насыпи

Настоящее пособие рассматривает проектирование оснований в соответствии с разделом 5 СН РК EN 1997-1.

5.3.1 Проект инъекционного химического закрепления грунтов в целом разрабатывается на основе следующих материалов:

а) материалов проекта сооружения, содержащих полные технические данные о нем, включая генплан и разрезы с данными о наземных конструкциях, фундаментах и основаниях, в том числе ожидаемые нагрузки на основание, а также сведения о расположенных вблизи сооружения других объектах;

б) для существующих сооружений на основе имеющихся архивных материалов о данном сооружении и результатов инженерного обследования сооружения с техническим заключением;

в) технико-экономическое обоснование выбора инъекционного химического закрепления грунтов в качестве оптимального решения данной конкретной задачи;

г) обоснованное решение о назначении типа (вида) основания, фундаментов или других заглубленных конструкций из закрепленных грунтов, включая выбор конструктивной схемы закрепления в соответствии с решаемой технической задачей;

д) строительный генплан с нанесением на него расположения транспортных путей, сетей водоснабжения, теплоснабжения, канализации, электроснабжения и освещения, растворного узла и растворопроводов, складов для химических и других материалов, а также иных временных построек и устройств, необходимых для выполнения работ, дополняющие генплан графики поступления на строительство материалов, специального оборудования и строительных машин и графиков потребности в рабочих кадрах;

е) данные о номенклатуре, характеристиках и количестве необходимых для выполнения работ механизмов и оборудования (бурового, забивного, насосного, инъекционного компрессорного, емкостей и др.);

ж) технологические карты или схемы с описанием способов и технологической последовательности производимых работ, стоимостей, трудозатрат и потребностей в механизмах и материалах по этапам;

и) объемы работ по контрольному закреплению и указания по их выполнению;

к) дополнительные указания к мероприятиям по контролю качества работ по закреплению грунтов, технике безопасности, охране окружающей среды;

л) другие данные общестроительного характера (вспомогательные устройства, мероприятия при работах в зимних условиях, обеспечение рабочего персонала пассажирским транспортом и общественным питанием);

м) смета, калькуляция и единичные расценки;

н) календарный план работ, в котором на основе объемов работ, технологии и наличия механизмов и оборудования устанавливаются последовательность и сроки выполнения отдельных видов работ, календарно определяются потребности в трудовых и других ресурсах по срокам, а также сроки поставки отдельных видов оборудования и материалов.

п) результатов инженерных изысканий, согласно требований СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила и СН РК EN 1997-2:2007/2011. Геотехническое проектирование. Часть 2. Исследования и испытания грунта и пособий на проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений, и на инженерные изыскания в строительстве, а также результатов специальных исследований, согласно разд. 5.2 настоящего пособия.

5.3.2 Выбор типа (вида) и назначение конструктивной схемы закрепления грунтов (оснований, фундаментов и других подземных конструкций разного назначения), определение форм и контуров закрепленных массивов в рамках общестроительного проектирования осуществляют в соответствии с решаемой инженерной задачей, исходя из общих требований указанных в прил.А.

5.3.3 Размеры заглубленных устройств из закрепленных грунтов, их местоположение в естественной грунтовой среде и требования к прочностным, деформационным и другим свойствам закрепленных грунтов при расчете на основное и особое сочетание действующих нагрузок устанавливают расчетами по предельным состояниям, руководствуясь действующими СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила и СН РК EN 1997-2:2007/2011. Геотехническое проектирование. Часть 2. Исследования и испытания грунта и пособиями по проектированию оснований и фундаментов для промышленных и гражданских зданий и сооружений.

5.4 Методика расчета и проектирования оснований

5.4.1 Требования к проектированию

5.4.1.1 Метод проектирования, приведенный в настоящем документе, основан на СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила. Согласно концепции Евростандарта по грунтовым параметрам, особо выделяются следующие величины:

- Измеренные величины
- Полученные величины
- Характеристические величины
- Расчетные величины

Полученная величина – это значение грунтового параметра, полученное по теории, корреляции или эмпирически по результатам тестовых замеров. Характеристическая величина определяется на основании полученных величин для всестороннего расчета величины, обуславливающей достижение предельного состояния. Данная терминология будет использоваться в следующем разделе настоящего Руководства по проектно-конструкторским работам.

Определение полученных и характеристических величин должно соответствовать принципам СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила, при одновременном соблюдении ограничений, применяемых к характеристическим величинам некоторых параметров, рекомендованных в настоящем пособии.

5.4.1.2 Срок службы

Расчетный срок службы указывается в строительных технических условиях (СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила. и национальное законодательство).

5.4.1.3 Предельные состояния

Проектирование упрочнения грунтов следует выполнять в соответствии с максимальными и эксплуатационными предельными состояниями.

Для соблюдения требований, предъявляемых к предельному состоянию по прочности (ULS) проектирование стабилизации грунта следует осуществлять так, чтобы оставалась лишь незначительная вероятность разрушения поддерживаемой конструкции. Сюда входит разрушение из-за предыдущей избыточной деформации в грунте, опасность для людей или вероятность серьезного экономического ущерба.

Упрочнения колоннами и массивом предназначена для придания конструкции или насыпи и их ближайшему окружению удовлетворительного суммарного запаса устойчивости, чтобы такая конструкция или ее часть не подвергались воздействию сильных деформаций (см. Евростандарт 7 и национальное законодательство).

Метод проектирования, приведенный в настоящем пособии, основан на СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила. Еврокод предполагает необходимость рассмотрения трех проектных ситуаций для анализа ULS, то есть Ситуации А, В и С.

Ситуация А в основном касается проблем с выталкивающей силой и должна рассматриваться в тех случаях, когда она применима в определенной проектной ситуации.

Общая область применения данной Ситуации А не будет рассматриваться в настоящем Руководстве.

Ситуация В касается прочности конструктивных элементов и поэтому не применяется к закреплению грунтов как таковой. Ситуация В также не рассматривается в настоящем Пособии несмотря на то, что стабилизация грунтов может сопровождаться взаимодействием с какими-либо конструкциями, когда их прочность обязательно следует учитывать.

Ситуация С определяет запас безопасности при разрушении грунта и напрямую связана с анализом предельных состояний стабилизированного грунта. В связи с этим, проектирование основания будет посвящена исключительно данной Ситуации С.

Для соблюдения требований, предъявляемых к предельному состоянию по эксплуатационной пригодности (SLS), стабилизация колоннами и массивом, включая переходные зоны нестабилизированных насыпей должны проектироваться так, чтобы общая и неравномерная усадка вдоль и поперек поверхности дороги удовлетворяли бы требованиям СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила и национального приложения. SLS должно учитывать долгосрочные деформационные смещения.

5.4.1.3 Долговечность

Выбор характеристических материальных величин должен учитывать долговечность глубинного закрепления.

5.4.1.4 Принципы и концепции проектирования

Предельное состояние по прочности, ULS

Механизмы ULS следует использовать так, чтобы при проектировании колонн закрепленного грунта учитывалось бы разрушение самой колонны закрепленного грунта, а также общее разрушение всех колонн закрепленного грунта и необработанного грунта. Расчетные параметры ULS должны основываться на характеристических величинах, разделенных на соответствующий частичный коэффициент. Евростандарт допускает использование частичных коэффициентов, величина которых для определенных временных условий будет ниже величин, приведенных в СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила. В настоящем Руководстве приведены рекомендации по соответствующим частичным коэффициентам, которые следует использовать при таких условиях в ходе проектирования закрепленного грунта.

5.4.1.5 Предельное состояние по эксплуатационной пригодности, SLS

Расчеты SLS выполняются с использованием характеристических величин параметров. Расчеты осадки основываются также на таком предположении, что распределение нагрузки между колоннами закрепленного грунта и незакрепленным грунтом будет происходить при одинаковом сжатии в колоннах и в незакрепленном грунте на каждом уровне.

Глубинное закрепления должна производиться в сочетании с предварительной нагрузкой, включая временную перегрузку. Цель перегрузки заключается в уплотнении грунта для нагрузки, превышающей эксплуатационную. Перегрузка должна рассчитываться так, чтобы ее части можно было снять в завершении периода

предварительной нагрузки. Это позволит уменьшить или полностью предотвратить будущие осадочные деформации.

В ходе проектирования предполагается выполнение расчета осадки. Такой расчет является основой для прогнозирования осадок на этапе строительства и эксплуатации, соответственно. Тщательный контроль (например, усадки, поровые давления) на этапе строительства имеет огромное значение для проверки поведения грунтов. Метод глубинного закрепления следует применять в активной фазе проектирования (метод наблюдений).

5.4.1.6 Закрепление грунтовыми колоннами

Термин «полужесткая колонна закрепленного грунта» относится к колоннам с максимальным характеристическим пределом прочности при сдвиге, равным 150 кПа.

Расчетные модели, представленные в настоящем Руководстве, предполагают взаимодействие между колоннами закрепленного грунта и незакрепленным грунтом.

При средней величине предела прочности при сдвиге, стабильность можно рассчитать для цилиндрических поверхностей оползания. Это можно сделать при том условии, что такие колонны будут нагружены вдоль оси (если мы говорим о активной части поверхности оползания), и что максимальная характеристическая величина предела прочности колонн при сдвиге без дренажа (c_{uk}) будет равна 100 кПа (при благоприятных условиях - 150 кПа, см. 4.8.2). Однако, при гетерогенной стратиграфической последовательности, плоская и композитная поверхности оползания могут стать критерием для расчетов.

Максимальная характеристическая величина предела прочности при бездренажном сдвиге (c_{uk}) колонн устанавливается равной 150 кПа независимо от возможных более высоких значений, полученных в лабораторных или полевых условиях. В большинстве случаев в полевых условиях очень сложно получить такие же высокие значения, какие были получены в лабораторных условиях. В целях расчета стабилизации, c_{uk} в некоторых случаях ограничивается значением 100 кПа.

5.4.1.7 Закрепление массивом

В целях выполнения расчета закрепленный массив предполагается однородным упругопластическим слоем грунта. В проекте необходимо учитывать погрешности, возникающие в результате смешивания и гомогенизации закрепленных грунтов.

5.4.1.8 Характеристические величины для материалов

Общая информация

Характеристические величины должны быть указаны в строительных технических условиях и выбираются в зависимости от условий проектирования.

Грунты вступают в различные химические реакции до достижения химической устойчивости. Испытания на смешивание в лабораторных условиях показывают, можно ли закреплять тот или иной грунт. Эффект закрепления в полевых условиях может существенно отличаться от результатов, полученных в лабораторных условиях.

Прочностные и деформационные свойства грунтов

Свойства грунтов определяются по результатам исследований в лабораторных и/или полевых условиях. Лабораторные испытания, полевые испытания и параметры незакрепленного грунта описаны в главе 5.

Удельный вес, прочностные и деформационные свойства закрепленных грунтов

Характеристические величины свойств закрепленного грунта по большей части основываются на результатах полевых испытаний испытательных колонн закрепленного грунта и/или испытательных панелей. Характеристические величины свойств колонн закрепленного грунта и свойства закрепленного массивом также могут основываться на результатах лабораторных испытаний, проведенных над образцами, смешанными в лабораторных условиях.

Характеристические величины, основанные на лабораторных смешанных образцах, должны учитывать разницу между прочностями в лабораторных и полевых условиях:

g_k - характеристический удельный вес закрепленных колонн, принимается равным удельному весу незакрепленного грунта.

g_k при закреплении массивом берется по результатам лабораторных испытаний, проведенных над образцами, смешанными в лабораторных условиях.

c_{uk} — характеристическая величина предела прочности при сдвиге без дренажа, берется в основном на основании результатов полевых испытаний пробной стабилизации, или, если применимо, на результатах испытаний на неограниченное сжатие, проведенных над образцами, смешанными в лаборатории, и учитывающих разницу прочностей между образцами, смешанных в лаборатории, и полевыми колоннами закрепленного грунта. Однако максимальная величина c_{uk} в закрепленных колоннах составляет 150 кПа независимо от результатов лабораторных и полевых испытаний.

E_k - характеристическая величина модуля Юнга в известково-цементных колоннах закрепленного грунта, берется равной 50-100 c_{uk} . Данная величина для органического грунта составляет примерно 50 c_{uk} , а для илистых глин — примерно 100 c_{uk} . Колонны с иными вяжущими материалами могут быть жестче, поэтому для них E_k принимается равной 50-150 c_{uk} .

При закреплении массивом M_k , характеристическая величина модуля сжатия (компрессионный модуль деформации с ограниченным сжатием) принимается равной 50-100 c_{uk} . Данная величина для органического грунта составляет примерно 50 c_{uk} , а для илистых глин — примерно 100 c_{uk} . Стабилизации с иными вяжущими материалами могут быть жестче, поэтому для них M_k принимается равной 50-150 c_{uk} .

5.4.1.9 Расчетные величины**Общая информация**

Частные коэффициенты, применяемые к характеристической величине ULS, зависят от конкретных расчетных условий. Частные коэффициенты, применяемые к готовой конструкции, должны соответствовать значениям, указанным в СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила, или определенным на основании особых исследований и указанным в строительных технических условиях. Наименьшие частные коэффициенты, как рекомендовано ниже, могут использоваться для некоторых временных проектных ситуаций.

Удельный вес закрепленного грунта

При расчете предельного состояния по потере несущей способности величина g_m для прочностных параметров берутся из СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила.

При расчете предельного состояния по эксплуатационной пригодности осадки рассчитываются с применением характеристических величин согласно СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила. Общие и дифференциальные осадки затем уточняются с учетом погрешности в расчетных значениях.

Расчетные значения следует получать на основании полевых испытаний. Расчетные значения, полученные на основании образцов, смешанных в лабораторных условиях, должны учитывать разницу между прочностями, рассчитанными в лабораторных и полевых условиях.

5.4.2 Методика расчета

5.4.2.1 (1)Р Расчеты в проектах выполняются в соответствии с основными требованиями СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 и с особыми правилами СН РК EN 1997-1:2004/2011. Расчеты в проектах включают:

- воздействия в виде приложенных нагрузок или заданных перемещений, например, вызванных перемещениями грунтов основания;
- свойства грунтов, горных пород или других материалов;
- геометрические данные;
- предельные величины деформаций, раскрытия трещин, вибраций и т. п.;
- расчетные модели.

(2) Следует учитывать, что знания грунтовых условий зависят от объема и качества геотехнических изысканий. Такие знания и контроль производства работ обычно важнее для выполнения фундаментальных требований, чем точность расчетных моделей и частных коэффициентов.

(3)Р Расчетная модель должна описывать принятое поведение основания для рассматриваемого предельного состояния.

(4)Р При отсутствии надежной расчетной модели для конкретного предельного состояния, надо провести расчет другого предельного состояния, используя такие коэффициенты, чтобы достижение этого конкретного предельного состояния было маловероятным. Другой подход - проектирование по предписаниям, с использованием экспериментальных моделей и испытаний нагрузкой или наблюдательного метода.

(5) Расчетная модель может быть:

- аналитической;
- полуэмпирической;
- численной.

(6)Р Любая расчетная модель должна быть или точной, или давать погрешность в сторону запаса надежности.

(7) Расчетная модель может включать упрощения.

(8) При необходимости можно изменять результаты, полученные при использовании модели так, чтобы проектный расчет был или точным, или давал погрешность в сторону запаса надежности.

(9) Если при модификации результатов используется коэффициент модели, то он должен учитывать следующее:

- диапазон неопределенности результатов, получаемых с помощью данного метода расчета;

- любые известные систематические погрешности, связанные с данным методом расчета.

(10)Р Если в расчете используется эмпирическая зависимость, то должно быть четко установлено, что она соответствует преобладающим грунтовым условиям.

(11) Предельные состояния грунтов с учетом их закономерностей, должны легко определяться с использованием расчетных схем. Для предельных состояний второй группы, деформации определяются расчетом в соответствии с 2.4.8 или другими методами.

ПРИМЕЧАНИЕ Многие расчетные модели основаны на предположении о достаточной гибкости системы «основание-сооружение». Отсутствие гибкости может привести к предельному состоянию, которое можно охарактеризовать как мгновенное разрушение.

(12) Пригодны такие численные методы, в которых учитывается совместность деформаций или взаимодействие между сооружением и основанием в предельном состоянии.

(13) Следует учитывать совместность деформаций в предельном состоянии. Может потребоваться уточненный расчет с учетом относительной жесткости сооружения и основания в тех случаях, когда может произойти одновременное разрушение конструктивных элементов и основания. Примером могут служить фундаментные плиты, горизонтально нагруженные сваи и гибкие подпорные стены. Особое внимание следует уделить совместности деформаций для материалов хрупких или разупрочняющихся при деформациях.

5.4.2.2 (1)Р Воздействия определяются в соответствии с СН РК EN 1990:2002. При необходимости можно использовать величины воздействий согласно СН РК EN 1991.

(2)Р Необходимо принимать значения параметров геотехнических воздействий, если они известны до выполнения расчета, эти значения могут измениться при расчете.

ПРИМЕЧАНИЕ Значения параметров геотехнических воздействий могут измениться в процессе расчета. В таких случаях они вводятся как первое приближение с заданным начальным значением.

(3)Р При определении воздействий, принимаемых в проекте, необходимо учитывать все взаимодействия между сооружением и основанием.

5.4.2.3 Упрочненное основание следует рассматривать как трансверсально-изотропную среду и рассчитывать по двум группам предельных состояний: критические предельные состояния и предельные состояния по эксплуатационной пригодности.

5.4.2.4 Виды критических предельных состояний определены СН РК EN 1997-1:2004/2011.

(1)Р В случае необходимости производится проверка по следующим предельным состояниям:

- потеря равновесия сооружением и основанием, которые рассматриваются как жесткое тело, в котором прочность конструктивных материалов и грунтов основания недостаточны для обеспечения сопротивления (EQU);

- внутреннее разрушение или чрезмерные деформации сооружения или конструктивных элементов, включая, например, фундаменты, сваи, стены подвала и т. д., в которых прочность конструктивных материалов важна для обеспечения сопротивления (STR);

- разрушение или чрезмерные деформации основания, в котором прочность грунта или горной породы важна для обеспечения сопротивления (GEO);

- потеря равновесия сооружением или основанием из-за увеличения давления воды (взвешивание) или другими вертикальными воздействиями (UPL);

- гидравлический подъем в основании, внутренняя эрозия и образование усадочных раковин в грунте, вызванные наличием гидравлических градиентов (HYD).

ПРИМЕЧАНИЕ Предельное состояние GEO часто оказывается критическим при назначении размеров конструктивных элементов, связанных с фундаментами или подпорными сооружениями, а иногда с прочностью конструктивных элементов.

(2)Р Для длительных или временных ситуаций следует использовать частные коэффициенты, указанные в приложении А.

ПРИМЕЧАНИЕ Значения частных коэффициентов приняты в национальном приложении СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила.. Значения даны в таблицах приложения А.

(3) Все значения частных коэффициентов для воздействий или последствий воздействий в аварийных ситуациях должны обычно приниматься равными 1,0. Все значения частных коэффициентов для сопротивлений должны в этом случае выбираться в соответствии с конкретными обстоятельствами аварийной ситуации.

ПРИМЕЧАНИЕ Значения частных коэффициентов принять из табл.... национального приложения СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила.

5.4.2.5 Из приведенных выше предельных состояний наиболее важным является разрушение или чрезмерные деформации основания (GEO).

(1)Р При рассмотрении предельного состояния по разрушению или чрезмерным деформациям конструктивного элемента или поперечного сечения или основания (STR и GEO) следует проверить, что:

$$E_d \leq R_d. \quad (10)$$

где:

E_d - расчетные результаты воздействий, которые определяются по формулам

$$E_d = E(\gamma_F F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d) \quad (11)$$

или

$$E_d = \gamma_E E\{F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d\}. \quad (12)$$

Частные коэффициенты можно применять или к воздействиям $F_{\text{геп}}$, или к результатам этих воздействий E и определить из А.3.1(1)Р и А.3.2(1)Р СН РК EN 1997-1:2004/2011.

ПРИМЕЧАНИЕ Значения частных коэффициентов могут назначаться в национальном приложении. В таблицах А.3 и А.4 приведены их значения.

R_d - расчетные сопротивления, которые определяются по формулам

$$R_d = R(\gamma_F F_{\text{геп}}; X_k/\gamma_M; a_d) \quad (13)$$

или

$$R_d = R\{\gamma_F F_{\text{геп}}; X_k; a_d\}/\gamma_R, \quad (14)$$

или

$$R_d = R\{\gamma_F F_{\text{геп}}; X_k/\gamma_M; a_d\}/\gamma_R. \quad (15)$$

Частные коэффициенты можно применять или к параметрам грунта X , или к сопротивлениям R следующим образом:

ПРИМЕЧАНИЕ В проектных процедурах, в которых результаты воздействий корректируются коэффициентами, частный коэффициент на воздействия $\gamma_F = 1,0$ (также см. В.3(6)).

2(Р) Частные коэффициенты, определения которых даны в А.3.3.1(1)Р, А.3.3.4(1)Р, А.3.3.6(1)Р СН РК EN 1997-1:2004/2011, используются в формулах (5.2а, б и с).

5.4.2.6 При упрочнении грунтового массива химическими элементами, способными воспринимать повышенные сжимающие напряжения, следует использовать вертикальные армирующие элементы, в виде колонны из закрепленного грунта (рисунок 5.1), длины которых должны назначаться в пределах сжимаемой толщи грунта.

5.4.2.7 Предварительное количество колонны из закрепленного грунта и их длину следует определять по формуле:

$$\frac{N_d}{n} \leq \frac{F_d}{\gamma_q} \quad (16)$$

где:

N_d - расчетное воздействие, кН;

n - количество колонны из закрепленного грунта;

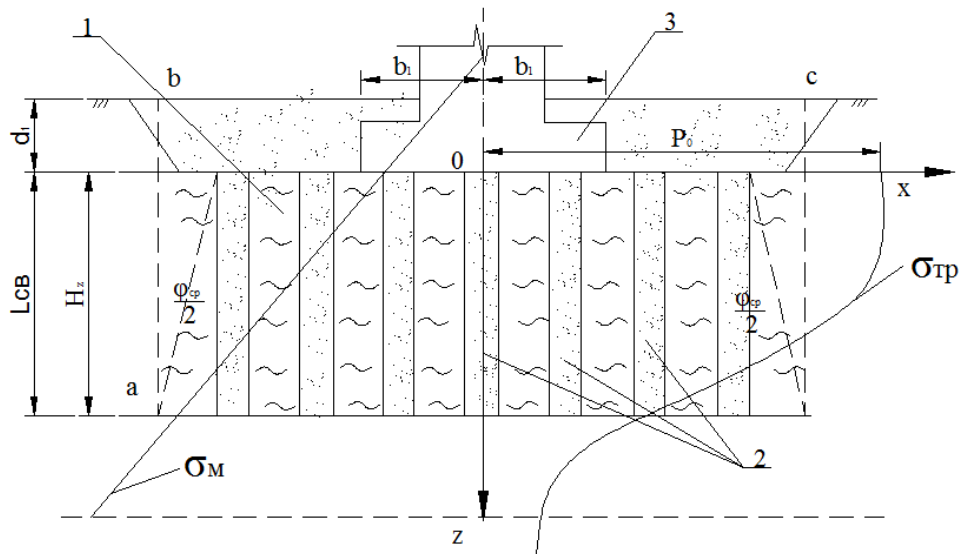
γ_q - коэффициент надежности по грунту;

F_d - несущая способность закрепленного массива по грунту (материалу), кН.

Несущую способность закрепленного массива с инъекционным упрочнением грунта под нижним концом следует определять по предписаниям пункта 7.5 в СН РК EN 1997-1:2004/2011 по данным их статических испытаний.

5.4.2.8 Проверка условия 5.1 п.5.4.5 пособия на уровне нижних концов колонны из закрепленного грунта производится также по методике нормативных документов. Проектирование и устройства оснований фундаментов зданий и сооружений в СН РК EN

1997-1:2004/2011. (где: (P) - удельная нагрузка по подошве условного фундамента; (R) - расчетное сопротивление под подошвой условного фундамента).



1 - слабый грунт; 2 - колонны из укрепленного грунта; 3 - фундамент

Рисунок 10 - Схема к расчету основания, укрепленного грунто-силикатными колонками

5.4.2.9 Расчет оснований выполняется по достижению предельного состояния по разрушению или чрезмерным деформациям конструктивного элемента или поперечного сечения или основания (GEO) из условия:

$$\alpha R_2 + (1 - \alpha) R_1 \geq P \quad (17)$$

$$S_{ap} \leq S_u \quad (18)$$

где:

$\alpha = V_k / V_{гр}$ - коэффициент, характеризующий долю колонны из укрепленного грунта в объеме усиливаемого грунта ((V_k) - колонны из укрепленного грунта, ($V_{гр}$) - объем грунта);

R_1 - расчетное сопротивление незакрепленного грунта под подошвой фундамента, кПа;

R_2 - расчетное сопротивление материала элементов усиления при условии замены естественного грунта укрепленным, кПа;

P - среднее давление под подошвой фундамента, кПа;

S_{ap} - осадка укрепленной части основания;

S_u - предельное значение совместной деформации основания и сооружения.

5.4.2.10 Осадка укрепленной части основания (S_{ap}) вычисляется методом послойного суммирования по формуле:

$$S_{ap} = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_3} \quad (19)$$

где:

h_i - расчетная толщина i -го слоя грунта в пределах зоны сжатия закрепленного основания, принимается из условия $h_i = 0,2b$ (где b) - ширина фундамента), м;

n - количество слоев, на которое разбивается сжимаемая толща закрепленного грунта;

$\sigma_{zp,i}$ - среднее значение дополнительного вертикального напряжения в i -ом армированном слое, равное полусумме указанных напряжений на верхней (Z_{i-1}) и нижней (Z_i) границах слоя по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента, кПа;

E_3 - модуль деформации закрепленного грунта в направлении, перпендикулярном поверхности грунта, кПа.

5.4.2.11 Дополнительные вертикальные напряжения (σ_{zp}) под подошвой прямоугольного фундамента определяются по формуле: (12) или по приложению В (таблицы В.2-В.5)

$$\sigma_{zp} = \frac{P_0}{2\pi(1-\sqrt{B})} \left\{ \arctg \frac{(y-l_1)(x-b_1)}{z\sqrt{(y-l_1)^2 + (y-b_1)^2 + z^2}} - \arctg \frac{(y+l_1)(x-b_1)}{z\sqrt{(y+l_1)^2 + (y-b_1)^2 + z^2}} \right. \\ \left. + \arctg \frac{(y+l_1)(x+b_1)}{z\sqrt{(y+l_1)^2 + (y+b_1)^2 + z^2}} \right. \quad (20)$$

где:

$P_0 = P - \sigma_{zg,0}$ - дополнительное вертикальное давление на основание (для фундаментов шириной $b \geq 10$ м принимается $P_0 = P$), кПа;

$\sigma_{zg,0}$ - вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента, кПа;

β - коэффициент, учитывающий степень анизотропии закрепленного грунта

$$\beta = \frac{E_3}{E} \quad (21)$$

где:

E - модуль деформации для горизонтального направления, кПа.

5.4.2.12 Деформативные характеристики (E , E_3) следует определять экспериментально, а при отсутствии опытных данных - по приближенным формулам:

$$E_3 = \alpha \cdot E_{ap} + (1-\alpha) E_{rp} \quad (22)$$

$$\frac{1}{E} = \frac{\alpha}{E_{sp}} + \frac{1-\alpha}{E_{rp}}, \quad (23)$$

где:

$E_{гр}$, $E_{зг}$ -модули деформации соответственно грунта до и после закрепления, кПа.

5.4.2.13 Проверку армирующих элементов на разрыв и сопротивление сдвигу (трению), а также корректировку длины армирующих элементов следует производить по формулам:

$$\frac{T_{1(2)}}{A_1} \leq R_s \quad (24)$$

$$T_1 = 2dtg\varphi_i(\sigma_{zg}N + \int_0^N \sigma_{zp}dx) \quad (25)$$

$$T_2 = 2dtg\varphi_i(\sigma_{zg}M + \int_0^M \sigma_{zp}dx) \quad (26)$$

где:

$N = 0,5L_1$; $M = 0,5L_2$;

T_1, T_2 - растягивающие усилия в продольных и поперечных армирующих элементах, кН, определяются либо по формулам (5.12), (5.13) либо по приложению В (таблицы В.7, В.8);

A_1 - площадь поперечного сечения колонны из закрепленного грунта, m^2 ;

R_s - расчетное сопротивление колонны из закрепленного грунта растяжению, кПа;

σ_{zg} -вертикальные напряжения от собственного веса грунта, приходящиеся на рассматриваемый уровень колонны из закрепленного грунта, кПа, определяемые по формуле:

$$\sigma_{zg} = \gamma'd + \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i, \quad (27)$$

где:

d - глубина залегания подошвы фундамента, м;

γ' - удельный вес грунта выше подошвы фундамента, kH/m^3 ;

γ_i - удельный вес i -го слоя закрепленного грунта, kH/m^3 ;

h_i - расчётная толщина i -го слоя закрепленного грунта, м.

6 ТЕХНОЛОГИЯ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

6.1 Требования к химическим материалам

6.1.1 При двухрастворной силикатизации в грунты в последовательном порядке нагнетают два водных раствора, раствор силиката натрия (крепитель) и раствор хлористого кальция (отвердитель).

6.1.2 Плотность раствора силиката натрия ($г/см^3$) назначают в зависимости от коэффициента фильтрации грунтов, м/сут:

При коэффициенте 5 - 10 плотность раствора 1,35 - 1,38;

При коэффициенте 10 - 20 плотность раствора 1,38 - 1,41;

При коэффициенте 20 - 80 плотность раствора 1,41 - 1,41.

Раствор хлористого кальция должен иметь плотность 1,26 - 1,28 г/см³ и величину pH не менее 5,5. Для безводного хлористого кальция указанным величинам плотности соответствуют 28 - 30 % значения концентрации.

6.1.3 При однорастворной двухкомпонентной силикатизации и смолизации в качестве основных исходных материалов, крепителем применяются водные растворы силиката натрия и карбамидных смол, а в качестве отвердителей или добавок - хлористый кальций, соляная, щавелевая и кремнефтористо-водородная кислоты, углекислый газ, алюминат натрия, азотнокислый аммоний, сульфитно-спиртовая барда, ортофосфорная кислота, формамид, этилацетат, контакт Петрова и другие реагенты.

6.1.4 Растворы-крепители, используемые при силикатизации и смолизации грунтов, должны удовлетворять следующим требованиям:

- силикат натрия должен иметь модуль в пределах 2,7 - 3 и плотность 1,2 - 1,45 г/см³ при закреплении песчаных грунтов и 1,13 - 1,2 г/см³ - при закреплении просадочных грунтов;

- карбамидная смола должна иметь плотность 1,08 - 1,18 г/см³.

6.1.4.1 Химические материалы, применяемые для закрепления грунтов способами силикатизации и смолизации, соответствующие требованиям и техническим условиям представлены в приложении **К**.

6.1.5 Закрепление просадочных лессовых грунтов осуществляют однорастворным однокомпонентным способом силикатизации на основе одного раствора силиката натрия, имеющего характеристики согласно п. 2.4.

6.1.6 Для газовой силикатизации в настоящее время разработаны и применяются два отличающиеся рецептурой способа закрепления песчаных и просадочных лессовых грунтов согласно табл. 4-5.

6.1.7 Химические материалы, применяемые для закрепления грунтов способами силикатизации, должны удовлетворять требованиям и техническим условиям действующих стандартов на силикат натрия (жидкое стекло), хлористый кальций, ортофосфорную, кремнефтористо-водородную кислоты, алюминат натрия, формамид, этилацетат, контакт Петрова и другие реагенты

6.2 Технологическая процедура закрепления основания

6.2.1 Производство инъекционного химического закрепления грунтов всеми способами включает последовательно следующие виды работ:

- подготовительные и вспомогательные работы, включая приготовление закрепляющих растворов;

- работы по погружению в грунты инъекторов и бурение, а также оборудование инъекционных скважин;

- нагнетание закрепляющих реагентов в грунты;

- извлечение инъекторов и ликвидация инъекционных скважин;

- работы по контролю качества закрепления.

Подготовительные и вспомогательные работы

6.2.2 До начала основных работ на площадке выполняются подготовительные и вспомогательные работы. В период подготовительных работ следует:

- выполнить подготовку и планировку территории;
- подвести электроэнергию, водопровод, а при необходимости и паропровод, обеспечить канализацию;
- для предупреждения обрушений закрепить аварийные конструкции;
- при необходимости установить инструментальные наблюдения за осадками фундаментов;
- выполнить другие мероприятия, обеспечивающие производство работ и контроль качества закрепления.

Состав и объем подготовительных работ задается проектом.

6.2.3 В последующий период вспомогательных работ следует:

- разместить на площадке химические реагенты и материалы, обеспечив их правильное складирование и хранение;
- смонтировать оборудование и подводящие коммуникации, подключив их к электросети, водопроводу и горячему водоснабжению, а в зимний период утеплив водо- и растворенесущие магистрали;
- при объеме закрепления более 10 тыс. м³ грунта оборудовать стационарный узел приготовления растворов;
- выполнить разметку мест погружения инъекторов или бурения инъекционных скважин, обеспечив их плановую и высотную привязку;
- согласовать безопасность производства работ с электронadzором и лицами, ответственными за подземные коммуникации;
- произвести приготовление закрепляющих растворов рабочих концентраций;
- выполнить контрольные работы по закреплению грунтов согласно проекту.

6.2.4 Разбивку мест размещения инъекторов, инъекционных и контрольных скважин следует производить от основных осей сооружения с допустимыми отклонениями ± 5 см.

6.2.5 Емкости для приготовления растворов при силикатизации и смолизации грунтов следует изготавливать с таким расчетом, чтобы их количество и объемы обеспечивали бесперебойную работу участника. Емкости должны быть оборудованы устройствами для подогрева и перемешивания раствора.

При работе с кислотами внутренние поверхности емкостей должны быть гуммированы или защищены каким-либо другим способом от воздействия кислот. Возможно применение пластмассовых емкостей.

Для приготовления растворов могут быть использованы железнодорожные цистерны емкостью 40 - 60 м³.

6.2.6 Для контроля качества приготавливаемых химических растворов на площадке должны быть следующие измерительные приборы:

- термометры с градуировкой шкалы 0 - 100 °С и ценой деления 1 °С;
- стеклянные мерные цилиндры для отбора проб раствора емкостью 250 - 500 мл;
- ареометры для определения плотности растворов с диапазоном измерений 1,01 - 1,50 г/см³ и ценой деления 0,001 г/см³.

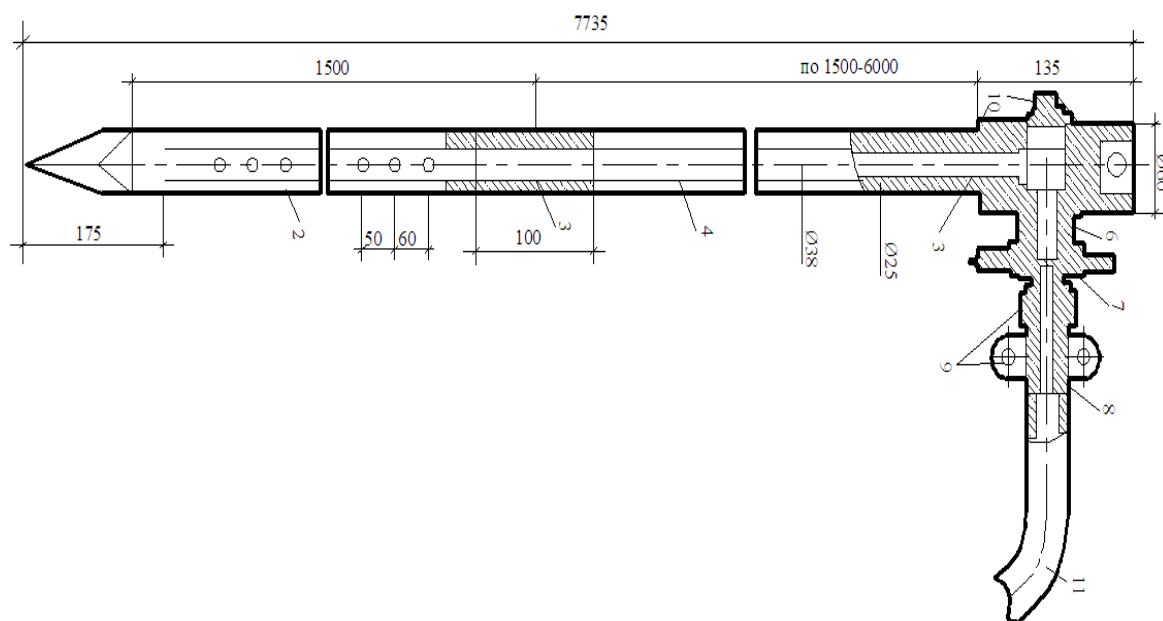
6.2.7 Химические растворы рабочих концентраций приготавливаются разведением растворов исходных концентраций чистой водой до плотности, указанной в проекте. Приготовленные растворы целесообразно до их нагнетания отстаивать в течение 1 - 3 ч, после чего перекачивать в рабочую емкость.

Конструкции инъекторов

6.2.8 Инъекторы представляют собой внедряемые тем или иным способом в грунты специальные устройства, посредством которых осуществляется нагнетание закрепляющих реагентов в грунты под давлением. Для всех способов инъекторы являются наиболее ответственным элементом оборудования, применяемого при инъекционном закреплении грунтов.

6.2.9 В настоящее время в практике инъекционного химзакрепления грунтов широко применяются инъекторы следующих трех типов конструкций:

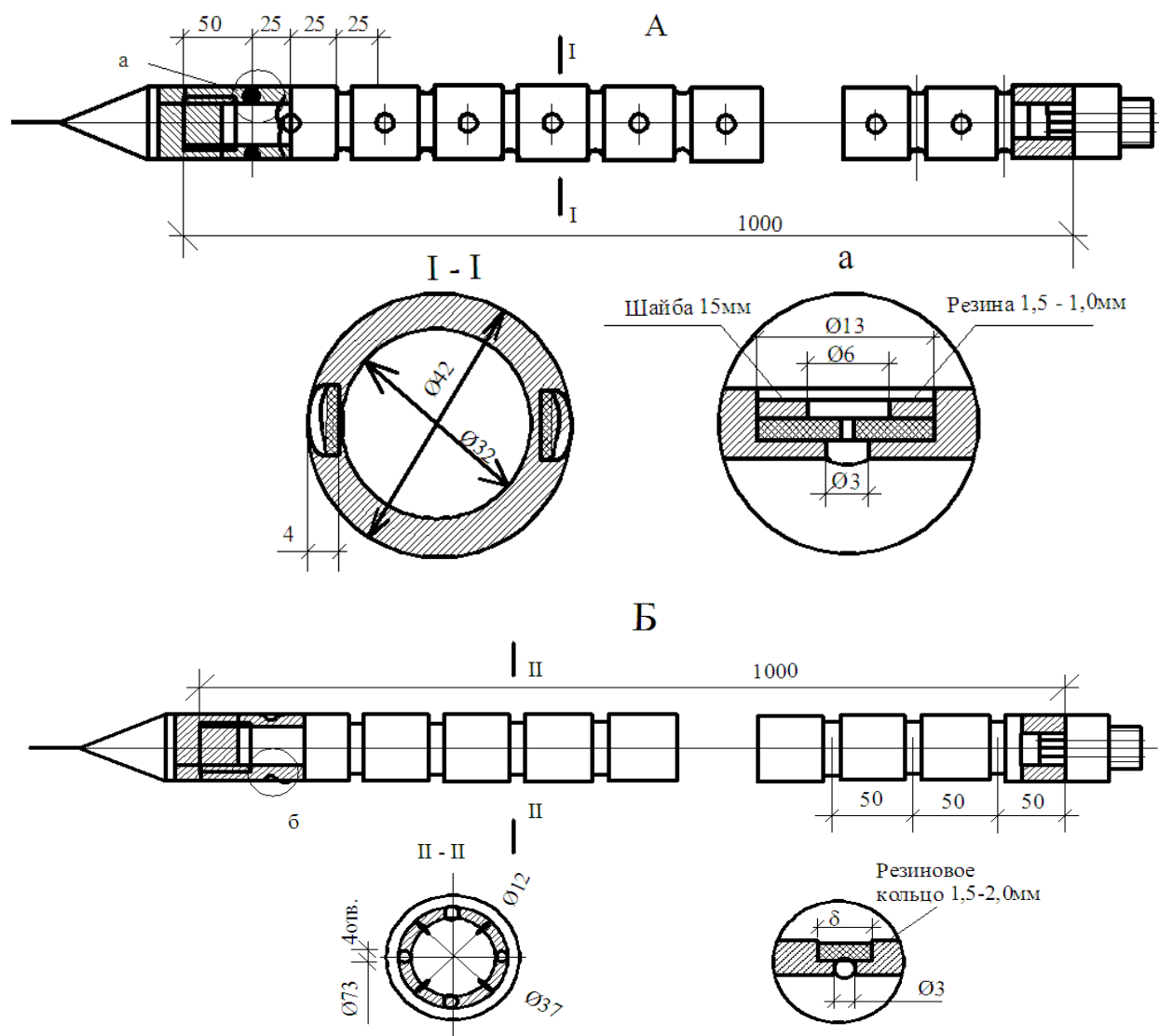
- забивные инъекторы, предназначенные для силикатизации и смолизации песчаных грунтов, одинакового сечения (Рисунки 11 и 15), и инъекторы переменного сечения (Рисунок 16), предназначенные для силикатизации просадочных лессовых грунтов;
- инъекторы-тампоны, предназначенные для силикатизации просадочных лессовых грунтов на большие глубины и для укрепительной цементации грунтов через инъекционные скважины (Рисунки 17 и 18);
- инъекторы манжетно-тампонного типа (Рисунки 19 и 20), предназначенные для закрепления грунтов через скважины в особо сложных геологических и гидрогеологических условиях. Характеристики по рисункам 16 - 18 приведены в табл. 4 прил. 19.



1 - наконечник; 2 - перфорированное звено; 3 - соединительный ниппель; 4- глухое звено; 5 - наголовник; 6 - ниппель наголовника; 7 - прижимная гайка; 8 - штуцер; 9 - хомут; 10 - заглушка; 11 – шланг

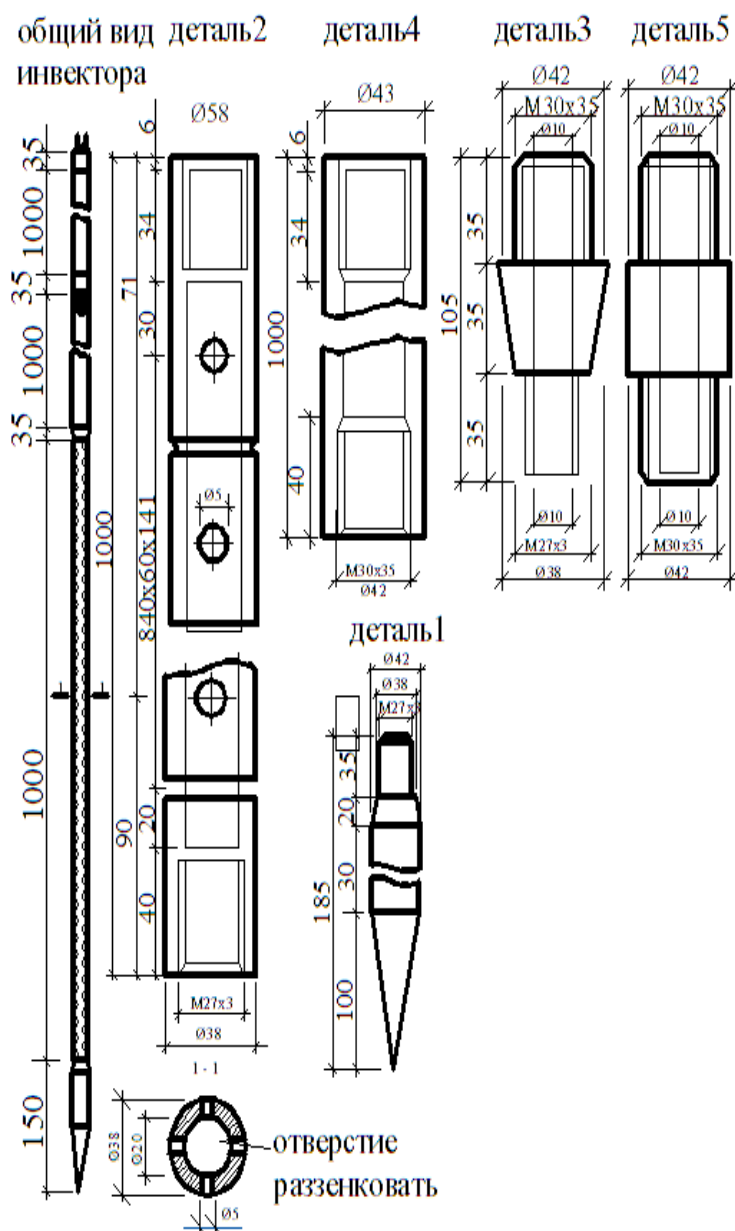
Рисунок 11 - Общий вид конструкции забивного инъектора для силикатизации и смолизации песчаных грунтов

6.2.10 При закреплении грунтов по технологии с горизонтальным задавливанием иньекторов из технологических выработок применяется несколько измененный вариант манжетно-тампонного иньектора, конструктивно приспособленный к задавливанию в грунты колонн труб без обойменного раствора.



А – с резиновыми клапанами; Б – с резиновыми кольцами

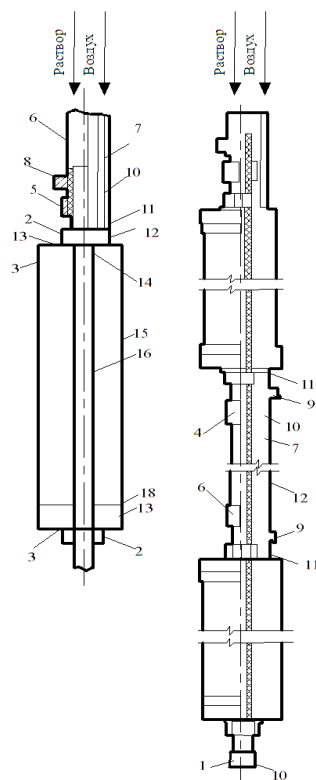
Рисунок 12 - Конструкция забивного иньектора для силикатизации и смолизации песчаных грунтов. Перфорированные звенья



1 - наконечник; 2 - перфорированное звено; 3- переходной ниппель; 4 - глухое звено; 5 - ниппель для соединения глухих звеньев

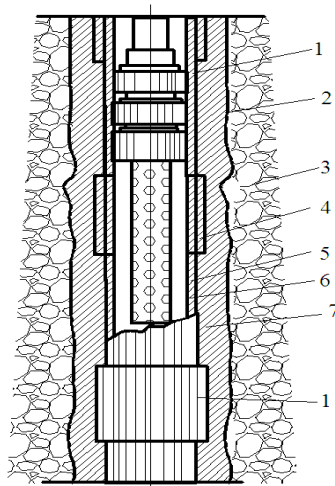
Рисунок 13 - Конструкция забивного иньектора переменного сечения для силикатизации просадочных лессовых грунтов, ИПС

6.2.11 Забивной иньектор для закрепления песчаных грунтов состоит из наголовника, колонны глухих звеньев труб, перфорированного звена, наконечника и соединительных частей. При забивке иньектора временно устанавливают упрощенный наголовник. Колонну глухих труб иньектора составляют из звеньев длиной 1 - 1,5 м, имеющие на концах внутреннюю метрическую резьбу на длине 35 мм. Звенья труб соединяют ниппелем. Перфорированное звено иньектора обычно имеет длину 0,5 - 1,5 м и отверстия диаметром 2 - 3 мм.



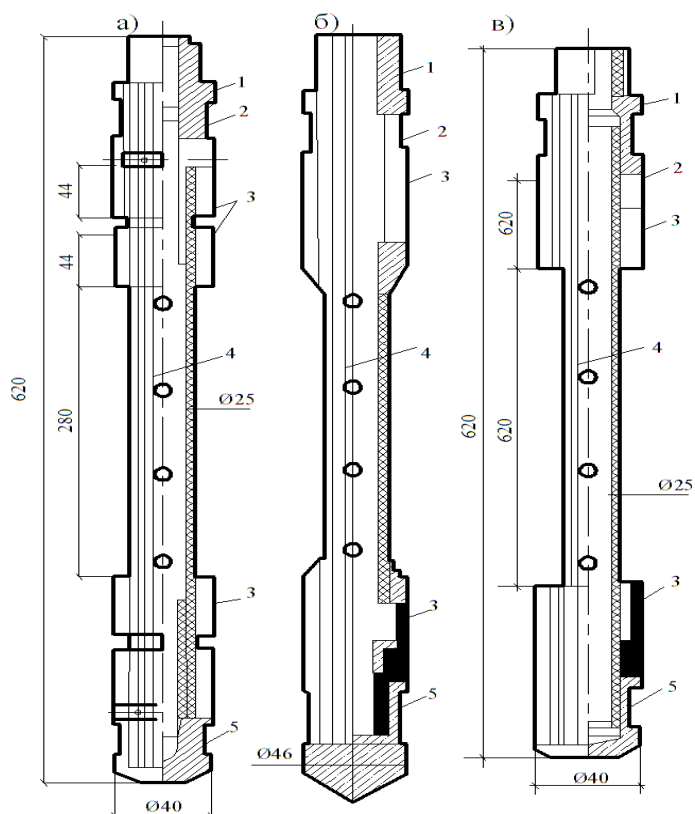
1 - заглушка; 2 - гайка; 3 - шайба; 4 - муфта; 5 - штуцер; 6 - шланг для раствора; 7 - шланг для воздуха; 8, 9 - хомуты; 10 - прокладка; 11 - штуцер; 12 - крышка верхняя; 13 - кольцоуплотнительное; 14 - муфта опорная верхняя; 15 - манжета из вулканизированной резины; 16 - труба; 17 - перфорированная труба; 18 - муфта опорная нижняя

Рисунок 14 - Инъекторы-тампоны пневматические: одинарный (А) и двойной (Б), ИТП



1 - манжетный тампон с перфорированной частью 6; 2 - сетка скважины; 5 - колонна труб с отверстиями 3 и резиновыми кольцами 4; 7 - обойменный глиноцементный раствор

Рисунок 15 - Схема манжетно-тампонного инъектора



а - четырехманжетный; *б* - двухманжетный щелевой; *в*- двухманжетный; 1 - ниппель на резьбе; 2, 3 - резиновые или кожаные манжеты; 4- перфорированная часть; 5 - заглушка

Рисунок 16 - Конструкция манжетных тампонов

Погружение и извлечение иньекторов, бурение и оборудование иньекционных скважин

6.2.12 Погружение иньекторов в грунты для последующей иньекции закрепляющих реагентов может производиться забивкой, задавливанием и установкой в предварительно пробуренные иньекционные скважины. Выбор способа погружения зависит от вида грунтов, естественно-исторических условий территории и глубины закрепления. Способ погружения иньекторов в грунты назначается проектом.

6.2.13 Погружение иньекторов в грунты забивкой применяют при силикатизации и смолизации песчаных грунтов, а также при закреплении просадочных лессовых грунтов на глубинах менее 15 м.

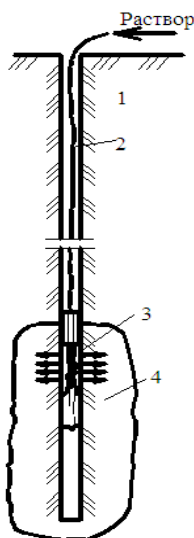
Способ задавливания иньекторов в грунты применяется преимущественно при закреплении грунтов под существующими сооружениями по горизонтальной технологии из специальных технологических выработок (Рисунок 20).

Погружение и установку иньекторов-тампонов в иньекционные скважины применяют при силикатизации просадочных лессовых грунтов на глубины св. 15 м.

ПРИМЕЧАНИЕ При закреплении просадочных грунтов на глубину более 15 м иньекторы могут забиваться в предварительно пробуренные скважины.

6.2.14 Для забивки иньекторов следует применять ударные инструменты и компрессоры марки и характеристики которых приведены в прил. 19 (табл. 1 - 3,5). Забивка осуществляется по заходкам в последовательности, заданной проектом. При затруднениях в забивке следует предварительно бурить лидирующие скважины. При забивке иньекторов через железобетонные плиты фундаментов, полы, стяжки и другие в них предварительно бурятся отверстия.

В скальных грунтах после окончания бурения скважины должны промываться водой или продуваться сжатым воздухом.



1 - стенки скважины; 2 - шланг для подачи закрепляющего раствора; 3 - иньектор-тампон; 4 - грунтовый массив, закрепленный двумя заходками

Рисунок 17 - Технологическая схема силикатизации просадочных лессовых грунтов через скважины

6.2.15 При закреплении грунтов через предварительно пробуренные иньекционные скважины последние могут быть пройдены с использованием бурового оборудования.

Иньекционные скважины должны быть строго ориентированы относительно вертикали, не иметь трещин и глубоких борозд на стенках. По окончании бурения скважину следует очистить от насыпанного грунта до проектной глубины специальным стаканом типа грунтоноса и закрыть деревянной пробкой. Выдаваемый шнеками грунт должен убираться с таким расчетом, чтобы обеспечить использование его в последующем для тампонирувания.

6.2.16 Для предупреждения выбивания раствора при нагнетании скважины необходимо бурить на двойном расстоянии друг от друга в плане, т.е. через одну. После завершения нагнетания по первой группе скважин производится бурение скважин и нагнетание растворов в скважины второй очереди.

6.2.17 Степень засорения пор и трещин грунтов продуктами бурения зависит от принятого способа бурения и применяемых буровых коронок. Так, например, колонковое бурение алмазными коронками меньше всего зашламовывает трещины. Ударное бурение

значительно сильнее зашламовывает трещины, что может потребовать более частого расположения цементационных скважин. Бурение под глинистой промывкой в цементируемой части скальных грунтов не допускается, а в песчано-гравелистых грунтах допускается только в случае применения способов инъекции, основанных на принудительном внедрении тампонирующих растворов в грунты с нарушением их структуры.

6.2.18 Допустимые отклонения в расстояниях между скважинами зависят от проектного расстояния между ними (чем больше расстояние, тем больше допустимое отклонение). Допустимое отклонение на забое зависит также от необходимой плотности цементации в нижней части цементируемой зоны. В целом допустимое отклонение определяется инженерным расчетом с учетом технических возможностей бурения и задается проектом.

Способы замера искривлений скважин описаны в пособиях по буровым работам.

Нагнетание закрепляющих реагентов в грунты

6.2.19 Для нагнетания закрепляющих химических растворов и смесей при силикатизации и смолизации грунтов следует применять насосы, пневматические баки, либо установки, смонтированные на базе дозировочных агрегатов. Последние позволяют осуществлять непрерывное приготовление и нагнетание раствора с регулировкой его плотности и расхода.

Применяемое оборудование должно обеспечивать поддержание требуемого режима нагнетания (плавное нарастание расхода раствора во времени с фиксацией давления). Режим нагнетания отрабатывается в процессе контрольных работ.

6.2.20 Оборудование для нагнетания химических растворов должно быть оснащено контрольно-измерительной аппаратурой:

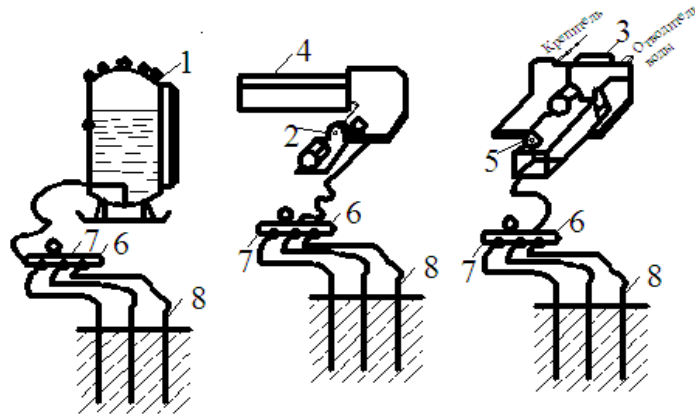
обычными либо электроконтактными манометрами, рассчитанными на давление 0,6 - 1 МПа с ценой деления шкалы 0,01 МПа;

счетчиками расхода с погрешностью измерения до $\pm 2\%$ и ценой деления не более 0,005 м³;

секундомером или часами.

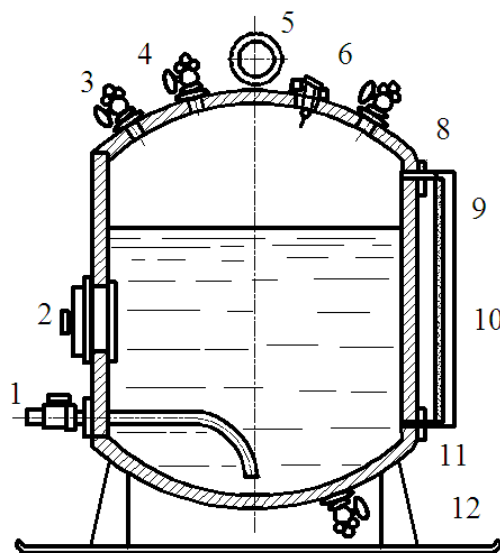
Шланги для подачи раствора должны быть рассчитаны на рабочее давление 0,6 - 1 МПа и иметь условный проход не менее 20 - 25мм.

6.2.21 Нагнетание реагентов через иньектор (скважину) должно производиться отдельными заходками в объеме и в технологической последовательности, предусмотренной проектом. В однородные по водопроницаемости грунты нагнетание производится в порядке от устья в глубину или из глубины к устью. В неоднородных по водопроницаемости грунтах слой с большей водопроницаемостью закрепляется в первую очередь. Количество реагента и его характеристики, параметры инъекции, а также диаметр скважин могут быть изменены проектной организацией по результатам контрольного закрепления.



1 - пневмобак; 2- насос; 3 - дозировочный агрегат; 4 - емкость с раствором; 5 - смеситель; 6 - распределитель; 7 - счетчики расхода; 8 - иньекторы

Рисунок 18 - Технологические схемы нагнетания закрепляющих растворов в грунты с использованием пневмобака - а, насоса - б, дозировочного агрегата – в

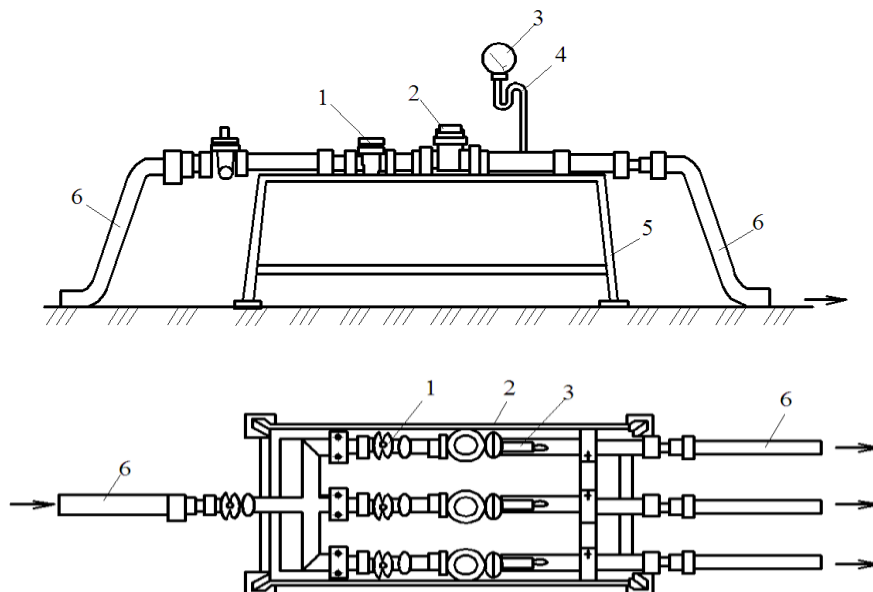


1 - патрубок с вентилем для подачи раствора к иньекторам; 2 - люк для осмотра и чистки емкости, 3 - патрубок с вентилем для подачи сжатого воздуха; 4- вентиль, регулирующий давление; 5 - манометр; 6 - предохранительный клапан; 7 - патрубок с вентилем для заливки растворов; 8- корпус емкости; 9 - шкала расхода; 10- водомерное стекло; 11 - патрубок с вентилем для отбора проб растворов; 12 - салазки

Рисунок 19 - Схема пневматической установки для нагнетания закрепляющих растворов в грунты

6.2.22 Перед нагнетанием химических реагентов в грунты иньектор должен быть промыт водой или продут воздухом под давлением, не превышающим предельно допустимое давление, указанное в проекте. Количество подаваемой воды должно

назначаться таким образом, чтобы обеспечить освобождение от реагента перфорированной части иньектора или действующей части скважины.



1 - краны для регулирования расхода; 2 - расходомер; 3 - манометры; 4- сифоны, заполненные маслом; 5 - подставка; 6- напорные шланги

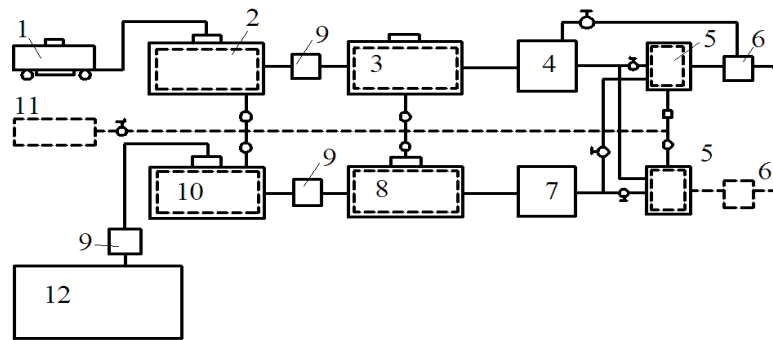
Рисунок 20 - Переносной распределитель, применяемый при нагнетании химических растворов в грунты

6.2.23 При двухрастворной силикатизации грунтов в сплошном массиве жидкое стекло и раствор хлористого кальция нагнетаются рядами с чередованием иньекторов через один ряд. Раствор хлористого кальция следует нагнетать как можно быстрее после нагнетания жидкого стекла. Перерывы между нагнетанием жидкого стекла и хлористого кальция не должны быть более указанных в табл. 10.

Таблица 10 – Технологические перерывы между нагнетанием жидкого стекла и хлористого кальция

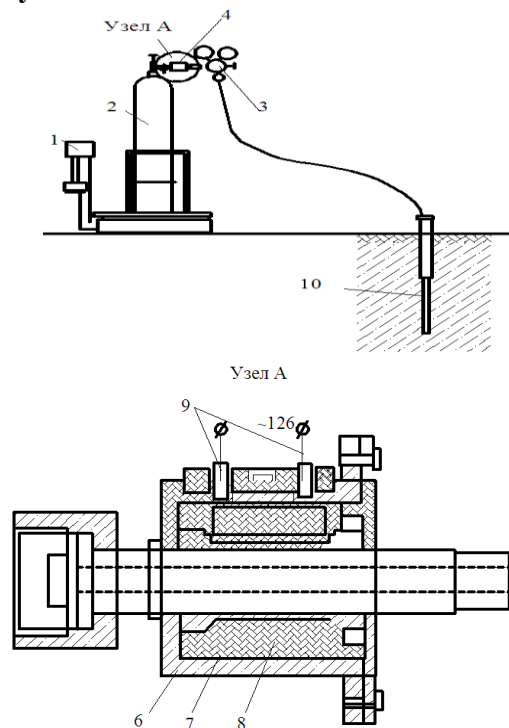
Скорость грунтовых вод, м/сут	Перерывы, ч	Скорость грунтовых вод, м/сут	Перерывы, ч
0	24	1,5	2
0,5	6	3	1
ПРИМЕЧАНИЕ При промежуточных значениях скорости грунтовых вод длительность перерывов определяется интерполяцией.			

При двухрастворном способе силикатизации песчаных грунтов каждый раствор нагнетается отдельным насосом. Смешения растворов в баках, шлангах, насосах и иньекторах допускать нельзя. Оборудование, использованное для нагнетания жидкого стекла, может использоваться и для нагнетания раствора хлористого кальция (или наоборот) только после тщательной промывки его горячей водой.



1 - автоцистерна; 2 - емкость для отвердителя исходной концентрации; 3 - емкость для отвердителя рабочей концентрации; 4 - дозатор для отвердителя; 5 - емкости для гелеобразующей смеси; 6 - насосы для нагнетания закрепляющих растворов в грунты; 7 - дозатор для крепителя; 8 - емкость для крепителя рабочей концентрации; 9 - насосы для перекачки растворов; 10 - емкость для крепителя исходной концентрации; 11 - компрессор для перемешивания растворов сжатым воздухом; 12 - хранилище для крепителя

Рисунок 21 - Технологическая схема приготовления гелеобразующей смеси при однорастворной двухкомпонентной силикатизации и смолизации грунтов



1 - напольные весы; 2 - баллон с углекислым газом; 3 - редуктор; 4 - электрообогревательный элемент; 5 - патрубок; 6 - корпус; 7 - электроизоляционная набивка; 8 - спираль; 9 - клеммы; 10 - инжектор

Рисунок 22 - Схема нагнетания углекислого газа в грунты при газовой силикатизации с использованием электрообогревательного элемента

6.2.24 При сплошном закреплении грунтов в массивах однорастворными способами силикатизации и смолизации закрепляющие реагенты, как правило, нагнетаются в грунты в порядке последовательного расположения рядов инъекторов. В рядах нагнетание реагентов осуществляется в порядке через один инъектор, в две очереди.

6.2.25 Давление при нагнетании растворов в грунты устанавливается проектом и корректируется по результатам контрольного закрепления. При закреплении грунтов под существующими сооружениями оно не должно превосходить нагружающего давления по подошве фундаментов.

6.2.26 Закрепление песчаных грунтов однорастворными двухкомпонентными способами силикатизации и смолизации рекомендуется производить по технологической схеме инъекционных работ, составленной для случая смолизации (Рисунок 18).

Химические реагенты хранятся в специально отведенных складах. Гелеобразующая смесь готовится попеременно в одной из двух емкостей 5. Смола подается со склада насосами, затем рабочий раствор смолы самотеком поступает в один из дозаторов, оборудованных водомерными стеклами с тарированной шкалой. В другой дозатор самотеком поступает кислота из мерной емкости 3 в заданном количестве. Приготовленная гелеобразующая смесь поступает к насосу и закачивается в инъектор. По мере расходования гелеобразующей смеси из первой емкости 5, во второй готовится новый объем смеси.

Для приготовления рабочего раствора кислоты из цистерны концентрированная кислота самотеком переливается в емкость 2, заглубленную в землю и предварительно наполненную водой в расчетном количестве. Отсюда кислота перекачивается насосом в емкость, установленную на эстакаде. В этой емкости производят окончательную доводку плотности кислоты до заданной величины. Из емкости через систему кранов рабочий раствор кислоты самотеком поступает в дозатор, служащий для подачи заданного объема кислоты в смесь с крепителем.

6.2.27 Величина расхода при нагнетании закрепляющих химических растворов или смесей от одного инъектора или действующей части скважины назначается проектом и уточняется при контрольном закреплении; в процессе нагнетания величина расхода жидких реагентов контролируется по расходомерной шкале или счетчику-расходомеру.

6.2.28 При силикатизации и смолизации грунтов под вновь строящиеся здания для предупреждения выбивания раствора на поверхность над закрепляемым массивом должен быть оставлен защитный слой грунта толщиной не менее 1 м. Вместо защитного слоя из грунта можно устраивать бетонную плиту толщиной 10 - 15 см марки не менее 50. Для бурения скважин или забивки инъекторов в плите оставляются отверстия.

6.2.29 При нарушении нормального хода процесса нагнетания химических растворов в грунты нагнетание следует прекратить и возобновить только после устранения причин, вызвавших нарушения.

Нагнетание растворов допускается производить при температуре грунта в зоне закрепления не ниже 0 °С.

6.2.30 Для обеспечения качественной пропитки грунта при радиусах закрепления 0,7 м и более вязкость растворов силиката может быть снижена путем добавки пластификатора или подогрева до температуры 40 - 60 °С.

6.2.31 При газовой силикатизации порядок нагнетания растворов устанавливается проектом и уточняется в процессе контрольного закрепления. Последовательность нагнетания: углекислый газ, раствор силиката натрия и снова газ.

6.2.32 Для нагнетания углекислого газа в грунт применяются следующее оборудование и контрольно-измерительная аппаратура:

- баллоны для газа;
- углекислотные редукторы, оборудованные электрообогревательным элементом;
- манометры высокого и низкого давления (цена деления не более 0,01 МПа);
- весы для определения расхода газа с пределом взвешивания до 150 кг и с точностью не менее 0,1 кг;
- понижающий трансформатор, обеспечивающий на низкой стороне напряжение 12 В;
- напорные шланги с внутренним диаметром 12 - 19 мм, рассчитанные на давление до 1 МПа.

Нагнетание углекислого газа в грунт производится плавно в режиме заданного проектом давления, определенного при контрольных работах по закреплению грунтов.

6.2.33 Баллон с углекислым газом, оборудованный редуктором, устанавливается на весах. После взвешивания баллона газ через редуктор подается по шлангу к инжектору или инжектору-тампону. Во избежание промерзания редуктора последний прогревается в процессе работ электронагревательным элементом. По разнице массы баллона до и после нагнетания определяется расход газа.

Давление при нагнетании газа для активизации грунта не должно превышать 0,15 - 0,2 МПа, а при подаче газа для отверждения силикатного раствора находиться в пределах 0,4 - 0,5 МПа. Нарушение режима подачи газа и превышение предельных давлений могут привести к разрывам грунта, а следовательно, к нарушению однородности закрепления. Перерыв во времени между нагнетанием силиката и газа не должен превышать 30 мин. Расстояние между инжекторами или скважинами, через которые одновременно производится нагнетание газа, должно быть не менее 6 радиусов закрепления.

6.2.34 При инъекционном химическом закреплении грунтов всеми способами сбрасывание давления в нагнетательных системах при окончании нагнетания должно производиться постепенно и медленно. Резкое сбрасывание давления может вызвать пробковое засорение перфорированной части инжекторов, значительно осложняющее производство работ.

После окончания инъекционных работ инжекторы извлекаются из грунта гидравлическими, реечными домкратами или другими приспособлениями грузоподъемностью 5 - 10 т. Во избежание выбивания растворов через использованные скважины последние тампонируются грунтом, смешанным с цементом в соотношении 8:1. В конце смены все оборудование, находящееся в соприкосновении с растворами, промывается горячей водой и продувается сжатым воздухом.

6.2.35 Вспомогательная цементация при силикатизации и смолизации грунтов под существующими сооружениями выполняется густыми растворами с $B/C = 1 - 0,8$. Для улучшения их свойств, а также в целях получения минимального водоотделения в раствор добавляется бентонит в количестве до 10 % веса цемента. Марка цемента не ниже 300.

Рабочий раствор приготавливается в последовательности вода - бентонит-цемент. Время перемешивания бентонита с водой в зависимости от его качества - 20 - 60 мин. Время перемешивания цемента 5 мин. Раствор должен отвечать следующим требованиям: плотность 1,48 - 1,52 г/см³, распыл по конусу АзНИИ 16 - 20, водоотделение не более 2 - 3 %.

В течение смены должны отбираться образцы раствора для определения его характеристик, а также кубиковой прочности на 7-е и 28-е сутки.

6.2.36 Рабочее давление уточняется в ходе производства работ и обычно не превышает 0,2 - 0,3 МПа.

6.2.37 Нагнетание растворов выполняется, как правило, без перерывов. Остановка в процессе нагнетания допускается в следующих возможных случаях:

- раствор обходит тампон и изливается из скважины;
- раствор изливается из соседних скважин;
- при выходе раствора через трещины на поверхность;
- при выходе раствора в подземные коммуникации, каналы.

Во всех этих случаях тампон извлекается, скважине дается выстойка в течение 1 сут, после чего цементный камень разбуривается и нагнетание производится повторно.

6.2.38 После инъекции тампон промывается водой. Непременное условие промывки - слив промывных вод в емкости, из которых они перекачиваются в общую емкость или зумпф на растворном узле, откуда жидкость вывозится автоцистернами в установленные заказчиками места слива. Эти же требования распространяются на промывку всей цементационной системы. Для этого проектом предусматриваются технологические линии перекачки промывных вод.

6.2.39 В ходе работ по данным исполнительной документации назначаются контрольные, а при необходимости и дополнительные рабочие скважины.

6.3 Контроль качества и приемка работ

6.3.1 Качество работ по химическому закреплению грунтов инъекцией, отвечающее соответствующим требованиям нормативов и проекта к их закреплению в части формы и размеров закрепленных массивов и сплошности, в части прочностных, деформационных и других физико-механических свойств закрепленных грунтов, определяется:

- правильностью выбора способа закрепления;
- соответствием требованиям проекта качества исходных химических и других применяемых материалов и рабочих (переработанных) закрепляющих реагентов (растворов, гелеобразующих смесей, газов, цемента);
- правильностью заложенных в проект расчетных параметров закрепления и технических условий на производство работ;
- и, наконец, качеством исполнения расчетных параметров и технических условий на производстве работ.

Для обеспечения необходимого качества закрепления грунтов производство работ должно сопровождаться комплексом соответствующих п. 6.2 контрольных мероприятий с обязательным ведением исполнительной документации.

6.3.2 Контроль качества инъекционного закрепления достаточно надежно обеспечивается выполнением следующих контрольных мероприятий:

- проверкой качества исходных химических и других материалов;
- операционной проверкой качества рабочих закрепляющих реагентов при производстве работ;
- опытной проверкой заложенных в проект расчетных параметров закрепления и технических условий на производство работ;
- контролем исполнения при производстве работ заложенных в проект расчетных параметров закрепления и заданных им технических условий;
- проверкой соответствия требованиям проекта характеристик физико-механических свойств закрепленных грунтов, а также однородности их закрепления;
- проверкой проектных формы и размеров закрепленных массивов, а также сплошности закрепления;
- наконец, при усилении или устройстве оснований и фундаментов зданий и сооружений из закрепленных грунтов инструментальными геодезическими наблюдениями за осадками фундаментов.

Мероприятия по контролю качества работ по закреплению грунтов должны быть заложены в проект.

6.3.3 Для проверки качества применяемых при инъекционном химическом закреплении грунтов исходных и рабочих материалов (реагентов, цемента, гелеобразующих смесей, газов, цементных растворов) на месте работ должны быть организованы систематические лабораторные определения соответствующих характеристик материалов. Проверка качества исходных материалов осуществляется до начала инъекционных работ лабораторными определениями следующих характеристик:

- для раствора силиката - плотность и модуль;
- для карбамидных смол - плотность, вязкость и содержание и свободного формальдегида.

Лабораторные определения характеристик исходных химических и других материалов выполняются согласно прил. 6 (модуль силиката).

Проверка качества исходных материалов должна производиться для каждой поступающей на стройплощадку новой партии материала.

6.3.4 Операционная проверка качества рабочих закрепляющих реагентов осуществляется путем измерений и определений соответствующих характеристик непосредственно в процессе инъекционных работ перед их нагнетанием в грунты:

- плотности и температуры растворов силиката и хлористого кальция при двухрастворной силикатизации песков и одного силиката при однорастворной однокомпонентной силикатизации просадочных лессовых грунтов;
- времени гелеобразования закрепляющих смесей при однорастворной двухкомпонентной силикатизации и смолизации;
- плотности и распыла цементных растворов при цементации.

Время гелеобразования контролируется непрерывно в процессе инъекционных работ путем отбора проб из каждой приготовленной для закачки порции закрепляющей смеси на заходку.

6.3.5 Проверка правильности заложенных в проект расчетных параметров закрепления и технических условий на производство работ при силикатизации и смолизации грунтов (радиус, величина заходки по глубине, единый объем химического реагента на одну заходку, расход и давление при нагнетании, данные для предварительной активизации грунтов, прочностные, деформационные и другие характеристики и закрепленных грунтов) осуществляется посредством контрольного закрепления непосредственно при производстве работ на их начальной стадии и по ходу дальнейших работ.

6.3.6 Контрольное закрепление грунтов осуществляют на ограниченных участках объекта, строго соблюдая при этом все проектные параметры и технические условия, при тщательном выполнении мероприятий по контролю качества исходных материалов и рабочих закрепляющих химических реагентов. После завершения на каждом контрольном участке инъекционных работ производят вскрытие закрепленных массивов контрольными шурфами и скважинами с последующим обследованием, отбором проб и лабораторными определениями характеристик физико-механических свойств закрепленных грунтов.

При выявлении несоответствия результатов контрольного закрепления с проектными требованиями в расчетные параметры и технические условия авторским надзором вносятся необходимые коррективы, после чего контрольные закрепления повторяются до устранения несоответствия.

Объем работ по контрольному закреплению устанавливается проектом в зависимости от объема закрепления, однородности грунтовых и других инженерно-геологических условий.

6.3.7 Для контроля за исполнением проектных расчетных параметров и технических условий производство работ по химическому закреплению грунтов должно сопровождаться обязательной фиксацией указанных в п. 6.6 и других технологических данных в рабочем журнале и другой исполнительной документации. Рекомендуемые формы журналов производства работ для всех инъекционных способов химического закрепления грунтов приведены в прил. 15.

Контроль качества исполнения проекта в этом случае заключается в систематической проверке соответствия зафиксированных в исполнительной документации технологических данных при производстве работ с соответствующими проектными данными, а также в периодической проверке достоверности ведения исполнительной документации сопоставлением записей с действительностью.

При вскрытии каких-либо отступлений от проекта авторский надзор и производители работ должны оперативно принять необходимые меры по исправлению некачественно обработанных участков в закрепленном грунтовом массиве.

6.3.8 Контроль заданных проектом форм и размеров закрепленных грунтовых массивов, а также требований в отношении сплошности и однородности закрепления может осуществляться посредством следующих контрольных мероприятий, выполняемых по завершению всех инъекционных работ на объекте:

- вскрытием области закрепления контрольными шурфами и скважинами и соответствующим обследованием качества закрепления грунтов;
- обследованием области закрепления геофизическими методами (радиометрическим, электрометрическим или сейсмоакустическим). Описание техники

контроля качества закрепления геоэлектрическим методом применительно к силикатизации приведено в прил. 22. Применение для этих целей геофизических методов экономически целесообразно при больших объемах закрепления грунтов в комплексе с бурением и шурфованием.

При обнаружении несоответствий с требованиями проекта в части формы, размеров и сплошности закрепленных массивов, а также качества закрепленных грунтов авторским надзором назначаются, а производителями работ выполняются дополнительные инъекционные работы до устранения дефектов.

6.3.9 Основная роль в оценке качества инъекционного химического закрепления грунтов принадлежит вскрытию и обследованию закрепленных массивов шурфами и скважинами с отбором проб и лабораторным определением физико-механических характеристик закрепленных грунтов, поэтому контроль качества закрепления с помощью этих мероприятий обязателен при любом назначении закрепления и при любом способе закрепления.

6.3.10 Характеристики физико-механических свойств закрепленных грунтов, необходимые для оценки и контроля качества закрепления, выбираются в зависимости от назначения закрепления и применяемого способа.

При устройстве основания или фундаментов из закрепленных грунтов, независимо от применяемого способа, определяют весь комплекс прочностных и деформационных характеристик закрепленных грунтов, предусмотренный для расчета по предельным состояниям, а также водоустойчивость.

В других случаях может быть назначено и другое сочетание характеристик, однако испытание закрепленных грунтов на прочность при одноосном сжатии и на водостойкость во всех случаях является обязательным.

Определенно прочности при одноосном сжатии - одной из важнейших характеристик закрепленных грунтов - выполняется согласно прил. 11; другие характеристики закрепленных грунтов определяют согласно действующим нормам на изыскания и проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений.

6.3.11 Количество и расположение контрольных скважин и шурфов, мест геофизических исследований или мест зондирования, количество и качество отбираемых при бурении или шурфовании проб закрепленных грунтов, состав определяемых в лаборатории физико-механических характеристик закрепленных грунтов, а также другие необходимые дополнительные рекомендации по контролю качества закрепления грунтов назначаются проектом. Количество контрольных скважин ориентировочно должно составлять 3 - 5 % общего количества инъекционных скважин, а число шурфов назначается примерно из расчета один шурф на 2 - 3 тыс. м³ закрепленного грунта, но не менее двух шурфов на объект.

6.3.12 К вскрытию контрольных шурфов и бурению контрольных скважин следует приступать не менее чем через 7 суток после окончания инъекционных работ.

Проходка шурфов должна производиться с обязательным креплением стенок, руководствуясь действующими нормами и пособием на изыскательские работы в строительстве. При проходке шурфов производится отбор проб закрепленных грунтов и делается описание характера и особенностей закрепления с зарисовками и с визуальной оценкой качества закрепления.

6.3.13 При закреплении грунтов с целью усиления или устройства оснований и фундаментов сооружений качество закрепления, его результат и эффективность окончательно оцениваются по результатам инструментальных геодезических наблюдений за осадками фундаментов, которые выполняются согласно требованиям СН РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила.

6.3.14 Приемка законченных работ по закреплению грунтов должна установить соответствие фактически полученных результатов закрепления с требованиями проекта. Учитывая скрытый характер работ, установление этого соответствия при приемке работ осуществляется на основе сопоставления проектной, исполнительной и контрольной документации.

6.3.15 При сдаче и приемке законченных работ, кроме проекта, должны быть предъявлены следующие технические документы:

- технические паспорта и документы с результатами проверки качества исходных химических материалов;
- документы с результатами проверки качества рабочих реагентов;
- журналы погружения инъекторов, бурения скважин и нагнетания и грунты реагентов;
- планы, профили и сечения закрепленного грунтового массива с указанием действительного расположения инъекторов и инъекционных скважин и с нанесением исполнительных данных нагнетания закрепляющих реагентов, а также с указанием расположения контрольных выработок;
- акты вскрытия контрольных шурфов, журналы контрольного бурения и результаты определения физико-механических характеристик закрепленных грунтов;
- журналы наблюдений за скоростью движения и уровнем грунтовых вод по пьезометрам;
- ведомости или графики с результатами инструментальных наблюдений за осадками фундаментов сооружений.

ПРИМЕЧАНИЕ При условии непрерывного наблюдения за производством работ со стороны авторского надзора, состав предъявляемых при приемке работ материалов может быть ограничен рабочими журналами и актами освидетельствования скрытых работ согласно документации контрольных мероприятий.

6.3.16 На основании анализа содержащихся в перечисленных документах данных и результатов и сопоставления их с требованиями проекта составляется акт-заключение о качестве выполненных работ и их приемке.

6.4 Меры техники безопасности и охрана окружающей среды

6.4.1 Работы по химическому закреплению грунтов инъекцией должны производиться с соблюдением норм и правил противопожарной охраны и техники безопасности, предусмотренных действующим СН РК по технике безопасности в строительстве, а также положений о безопасности эксплуатации паровых, компрессорных, гидравлических и электрических установок в условиях действующих предприятий.

6.4.2 При организации и производстве работ необходимо строго выполнять мероприятия, исключающие загрязнение почвы, подземных вод и атмосферного воздуха. В частности, должны выполняться изложенные в разд. 6 пособия требования по транспортировке химических реагентов, их складированию, приготовлению рабочих растворов, производству инъекционных работ, промывке технологического оборудования и эвакуации технологических отходов.

6.4.3 До начала производства работ рабочие и инженерно-технический персонал должны пройти курс обучения безопасным методам труда по программе, включающей:

- общестроительные работы - 2 ч;
- электрические устройства и электросети - 2 ч;
- правила устройства, содержания и обслуживания воздушных компрессоров, сосудов и воздухопроводов, работающих под давлением - 4 ч;
- технику безопасности в условиях действующих предприятий - 2 ч.

После проверки знаний техники безопасности каждому работнику выдается удостоверение.

6.4.4 Категорически запрещается допускать рабочих к работе по химическому закреплению грунтов без специального обучения безопасным методам труда, инструктажа на рабочем месте и медицинского освидетельствования.

Знание и соблюдение требований техники безопасности обязательны для всех исполнителей работ.

6.4.5 Все рабочие, занятые на работах по химическому закреплению грунтов, должны иметь спецодежду (хлопчатобумажные плотные костюмы или комбинезоны, а при работе с кислотами - суконные костюмы), резиновые перчатки и обувь, защитные очки, каски, в случае необходимости респираторы. Запрещается даже кратковременное пребывание без спецодежды и средств индивидуальной защиты в атмосфере, содержащей пыль, туман и пары химических продуктов.

Требования по ТБ к стройплощадке и к оборудованию

6.4.6 Хранение реагентов и других материалов должно осуществляться в специально отведенных местах. Резервуары для хранения химических реагентов должны быть снабжены надежными крышками с запорами.

6.4.7 Организация рабочего места должна обеспечивать безопасность выполнения работ. Доступ посторонних лиц к месту работ категорически запрещается, о чем должны быть вывешены предупредительные надписи.

6.4.8 Рабочее место должно быть обеспечено индивидуальными средствами защиты, а также полевой аптечкой для оказания первой помощи с бинтами, растворами аммиака, йода, соды и борной кислоты. Аптечка должна быть установлена в непосредственной близости от рабочего места.

6.4.9 Производство работ в стесненных закрытых помещениях должно производиться с применением принудительной вентиляции. Расчет вентиляции производится по нормам для горных выработок. Содержание углекислого газа в воздухе не должно превышать на рабочих местах 0,5 %. Для определения содержания углекислого газа при работе в закрытых помещениях рекомендуется использовать предохранительную

(шахтную) лампу. Нормальное горение бензиновой лампы, поставленной в нижней части помещения, указывает на отсутствие опасной для людей концентрации углекислого газа.

Содержание формальдегида в воздухе на рабочих местах при смолизации грунтов не должно превышать 0,5 мг на 1 м³. Для контроля состояния воздуха на растворных и инъекционных узлах, а также в помещениях, в которых производятся работы, следует привлекать районные эпидемические станции.

6.4.10 Перед погружением инъектора в грунт или опусканием инъектора-тампона в скважину необходимо убедиться в их исправности. Нахождение рабочих непосредственно вблизи скважин во время нагнетания раствора не допускается.

Требования ТБ к транспортированию и складированию химических материалов

6.4.11 Перевозка порошкообразных реагентов должна быть обеспечена упаковкой, исключающей их потери во время транспортирования.

Жидкие химические реагенты, поставляемые в железных бочках и в стеклянной таре, перевозятся в заводской упаковке. Другие жидкие химреагенты должны перевозиться в автоцистернах или в специально подготовленных герметически закрываемых емкостях.

6.4.12 Баллоны с углекислым газом транспортируются в вертикальном положении. При этом платформа, на которой устанавливаются баллоны, должна иметь устройства, предохраняющие их от падения.

6.4.13 Помещение склада должно отапливаться, иметь внутренние вводы водопровода и канализации, вытяжную принудительную вентиляцию, а также естественное и электрическое освещение. Полы складских помещений должны иметь ровную гладкую и легко моющуюся поверхность, а также уклон для стока и отвода промывной воды. Склад обеспечивается средствами индивидуальной защиты работающих, аптечкой для первой помощи и телефонной связью. Работники склада обеспечиваются спецодеждой в соответствии с установленными нормами.

6.4.14 Баллоны с углекислым газом следует хранить в помещениях с температурой не выше +25 °С в вертикальном положении. При временном хранении на открытом воздухе они должны быть закрыты от непосредственного воздействия солнечных лучей. Места хранения баллонов оборудуются ограждением, предохраняющим их от падения. Порожние баллоны должны храниться отдельно от заполненных газом. Вентили баллонов должны быть закрыты предохранительными клапанами. Приемка, хранение и отпуск баллонов для использования без предохранительных клапанов запрещается.

Баллоны с углекислым газом запрещается держать вблизи паровых труб, радиаторов отопления, электропроводов и нагревательных приборов. Расстояние от таких источников тепла должно быть не менее 1 м, а от сильных источников - 5 м. Для перемещения баллонов на стройплощадке следует применять ручные тачки.

6.4.15 Особого внимания требует хранение сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) к которым, в частности, относятся серная и соляная кислоты. Эти вещества должны храниться в отдельном складе с двумя входами, обеспечивающими сквозное проветривание. Хранение таких материалов под открытым небом, навесом, в сырых помещениях и подвалах запрещается. Помещение для хранения и розлива СДЯВ должно

быть обеспечено кроме постоянно действующей вентиляции и естественного притока воздуха еще и аварийной механической вентиляцией. Отпуск и хранение СДЯВ производится в заводской таре. Для транспортировки этих материалов на стройплощадке используются ручные тачки. Трубопроводы, предназначенные для жидких СДЯВ, изготавливаются из стальных цельнотянутых труб, соединяемых сваркой с минимальным количеством фланцев. Помещение склада для хранения СДЯВ должно быть обеспечено средствами пожаротушения в соответствии с установленными нормами.

Требования ТБ при производстве работ

6.4.16 При бурении скважин, проходке шурфов и отборе монолитов из зон закрепления необходимо выполнять требования техники безопасности на инженерно-геологических работах.

6.4.17 При нагнетании реагентов в грунты необходимо ежедневно в начале смены тарировать манометры на насосах и в случае неисправности немедленно их заменять. Запрещается ремонтировать насосы под давлением, а также затягивать сальники и фланцевые соединения.

6.4.18 Отсоединение шлангов от инжектора разрешается производить только после сброса давления в системе. Перегибать шланги под давлением категорически запрещается. Для их соединения необходимо применять только хомуты на болтах; использование стяжек из проволоки категорически запрещается.

6.4.19 При нагнетании закрепляющих растворов с использованием пневмоустановок запрещается производить ремонт и устранять неисправности соединений отдельных элементов сосуда, находящегося под давлением.

Запрещаются работы с пневматическими установками при следующих обстоятельствах:

- если давление в сосудах поднимается выше допустимого;
- при неисправности предохранительного клапана;
- при обнаружении в основных элементах сосуда трещин, выпучин, утоньшения стенок, разрыва прокладок, пропуска или потения в сварных швах, течи в заклепочных и болтовых соединениях;
- при возникновении пожара, непосредственно угрожающего сосуду, находящемуся под давлением;
- при неисправности манометра и невозможности измерения давления другим прибором.

6.4.20 При производстве работ в действующих цехах промышленных предприятий необходимо:

всем лицам, занятым на работах по закреплению грунтов, пройти дополнительный инструктаж в кабинете по ТБ этого предприятия;

иметь наряд-допуск на производство буровых и инъекционных работ на конкретном участке предприятия;

перед бурением скважин и забивкой инжекторов тщательно уточнить и учитывать расположение подземных коммуникаций и каналов.

НТП РК 07-01.5-2012

6.4.21 Промывочные воды и технические отходы должны перекачиваться в специальные емкости, размещаемые вне рабочей зоны. Емкости с отходами вывозятся и разгружаются в установленном месте.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(информационное)
ЕВРОПЕЙСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЯ УСИЛЕННЫЕ
ГРУНТОВЫМИ, ИЗВЕСТКОВЫМИ, ЦЕМЕНТНЫМИ И ДРУГИМИ
АРМИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Проектирование по предельным состояниям по эксплуатационной пригодности
Расчетная модель

Представленная ниже расчетная модель была получена на основе модели для известковых колонн, описанной Бромсом (Broms) (1984 г.). Данная модель использовалась также для известково-цементных полужестких и мягких колонн, см. Рогбек и др. (Rogbecketal) (1995 г.).

Осадки в пределах объема закрепленного грунта находятся под влиянием следующих факторов:

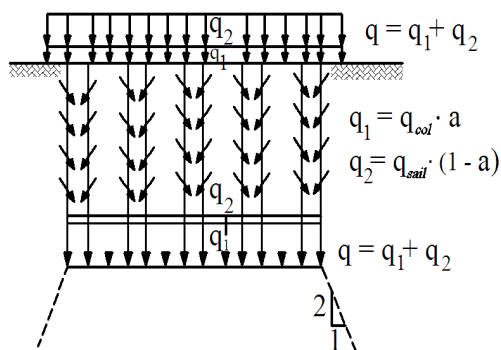
- соотношение между модулем сжатия колонн закрепленного грунта и модулем сжатия незакрепленного грунта;
- пропорция закрепленной поверхности, занятой колоннами закрепленного грунта;
- характеристики уплотнения грунта;
- несущая способность колонн закрепленного грунта;
- время приложения нагрузки при устройстве колонн закрепленного грунта;
- проницаемость незакрепленного грунта и колонн закрепленного грунта.

В данной расчетной модели подразумевается, что глубина грунта является равномерной и что все колонны закрепленного грунта проникают на одинаковую глубину. Поскольку существуют определенные отклонения в свойствах незакрепленного грунта и в результатах закрепления вяжущим материалом, использование колонн закрепленного грунта различной длины может оказаться экономически выгодным. В этом случае расчеты размеров осадок следует производить для различных длин колонн закрепленного грунта.

Распределение нагрузки между колоннами закрепленного грунта

Распределение нагрузки между колоннами закрепленного грунта и незакрепленным грунтом рассчитывается на предположении того, что на каждом уровне происходит одинаковое сжатие в колоннах и в незакрепленном грунте. То есть нагрузка на незакрепленный грунт постепенно переносится на колонны закрепленного грунта и что нагрузка передается на основания колонн, как показано на рисунке А.1. Осадки в грунте под колоннами рассчитываются с допущением того, что нагрузка передается на основания колонн закрепленного грунта.

Модуль сжатия колонн с течением времени увеличивается. Из-за применения, помимо прочего, различных методов смешивания и отношений напряжений, увеличение модуля сжатия происходит по-разному в лабораторных и полевых условиях. В связи с этим, результаты расчетов осадки должны иметь возможные максимальные и минимальные значения.



Нагрузка q формируется из нагрузки q_1 на колонны закрепленного грунта и нагрузки q_2 на незакрепленный грунт.

Рисунок А.1 - Принцип распределения нагрузки при закреплении колоннами.

Разработка этапа предварительной нагрузки основывается на характеристических величинах. С использованием метода наблюдений могут быть обнаружены возможные отклонения от прогнозируемой осадки после выполнения измерений осадки на этапе строительства. Это позволяет получить основу для принятия решения о том, когда можно снимать временную перегрузку, необходимо ли увеличить перегрузку или период предварительной нагрузки следует продлить. Кривая жесткости закрепленных колонн может приниматься как соответствующая кривой, показанной на рисунке А.2. Данная кривая остается линейной до достижения долговременной прочности (предел ползучести) колонн закрепленного грунта, а уклон кривой представляет собой модуль Юнга для колонн закрепленного грунта, E_{col} . После превышения долговременной прочности нагрузка на колонны закрепленного грунта берется постоянной. Описываемые здесь отношения нагрузка-деформация используются для расчета распределения нагрузки между колоннами закрепленного грунта и незакрепленным грунтом.

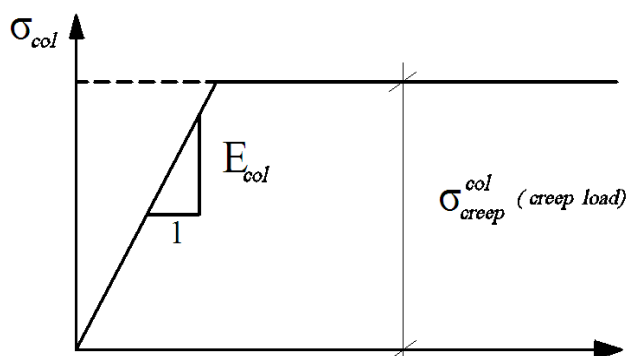


Рисунок А.2 - Предполагаемая кривая жесткости в колонне закрепленного грунта

Предел прочности σ_{ult} представляет собой функцию от предела прочности при сдвиге c_{uk} колонн закрепленного грунта и действительного горизонтального давления σ'_h колонн, в соответствии с эмпирическим выражением:

$$\sigma_{ult} = 2C_{uk} + 3\sigma'_n \quad (A.1)$$

σ'_h – это действительное горизонтальное напряжение между грунтом и колоннами закрепленного грунта. Его можно принять равным исходному действительному вертикальному давлению в грунте из-за деформаций, которые возникают при смешивании стабилизатора. Уравнение (28) в некоторой степени основано на анализе общей нагрузки при $\phi = 30^\circ$ в колонне закрепленного грунта.

$$\sigma'_n = \sigma'_{vu} + 0.54\sigma_v \quad (A.2)$$

Распределение нагрузки между колоннами закрепленного грунта и нестабилизированным грунтом рассчитывается с использованием процесса итерации. Как правило, во внимание также принимается тот факт, что горизонтальное давление увеличивается при приложении нагрузки к участку, закрепленному колоннами. Такое увеличение горизонтального давления принимается равным 50% от прилагаемой нагрузки на грунт, согласно уравнению (29), то есть нагрузка ползучести колонн увеличивается и колонны закрепленного грунта принимают на себя больше нагрузки.

Долговременная прочность закреплённых колонн, σ_{creep} , может приниматься равной 70-95% от предельной прочности. Если долговременная прочность колонны закрепленного грунта составляет 90% от ее предельной прочности, это означает, что отдельная колонна предназначена для несения максимальной нагрузки q_{1max} .

$$q_{1max} = 0.90 \cdot a \cdot \sigma_{ult} \quad (A.3)$$

где:

$a = A/c^2$, при размещении колонн по прямоугольнику

A = площадь поперечного сечения колонн закрепленного грунта

c = расстояние между центрами колонн закрепленного грунта

Нагрузка ползучести изменяется с изменением расстояния ниже уровня земли. Нагрузка q_1 , воспринимаемая отдельной колонной закрепленного грунта, всегда будет меньше, чем общая нагрузка q . Нагрузка q_2 на нестабилизированный грунт рассчитывается как разница между общей нагрузкой q и нагрузкой q_1 , воспринимаемой колоннами.

$$(A.4)$$

$$q_2 = q - q_1$$

Расчет осадки

Осадки на участке, закрепленными колоннами, рассчитываются путем деления профиля грунта на характеристические пласты. Осадка в колоннах закрепленного грунта рассчитывается по уравнению (31), где Δh – это толщина пласта.

$$S_1 = \sum \frac{\Delta h}{a} \cdot \frac{q_1}{E_{col}} \quad (A.5)$$

где:

S_1 - осадка в колонне закрепленного грунта, м

Δh - толщина пласта закрепленного грунта, м

$q_{1/a}$ - нагрузка на колонну закрепленного грунта, как указано выше, кПа

a - отношение площадей, как указано выше

E_{col} - модуль Юнга колонны закрепленного грунта, кПа

Осадка в закрепленном грунте рассчитывается по уравнению (33)

$$S_2 = \sum \frac{\Delta h}{1-a} \cdot \frac{q_2}{M_{soil}} \quad (A.6)$$

где:

S_2 - усадка в незакрепленном грунте, м

$q_{2/(1-a)}$ - нагрузка на незакрепленный грунт, как было указано выше, кПа

M_{soil} - модуль сжатия незакрепленного грунта, кПа

Первый расчет выполнен при $q_1 = q_{1max}$. Расчетная усадка S_1 в колоннах закрепленного грунта должна быть сопоставлена с расчетной усадкой S_2 в незакрепленном грунте. Если $S_1 > S_2$, то передача нагрузки выполняется постепенным уменьшением q_1 и соответствующим увеличением q_2 , чтобы в итоге получилось $S_1 = S_2$. Расчетная усадка S_m затем будет равна S_1 и S_2 . Если грунт был уплотнен в нормальных условиях, S_m может быть рассчитан по уравнению (34).

$$S_m = S_1 = S_2 = \sum \frac{\Delta h \cdot q}{a \cdot E_{col} + (1-a) \cdot M_{soil}} \quad (A.7)$$

Однако если $S_1 < S_2$, колонны закрепленного грунта не смогут больше воспринять какую-либо нагрузку, при этом происходящая осадка S_m будет равна расчетной осадке S_2 в незакрепленном грунте.

Осадки в пределах участка, закрепленного массивом, рассчитываются на том предположении, что объем, закрепленный массивом, будет вести себя как линейный эластичный абсолютно пластичный слой. Вся нагрузка q воспринимается объемом, закрепленным массивом. Прочность выбирается таким размером, чтобы не превышалось предельное напряжение сдвига закрепленного грунта. Осадка рассчитывается по уравнению (35). Помните о том, что значительные осадки могут происходить в процессе выдержки (когда нагрузка создается только рабочей платформой), поэтому такие осадки следует рассчитывать отдельно.

$$S_m = \sum \Delta h \cdot \frac{q}{M_m} \quad (A.8)$$

где:

S_m - осадка в объеме, закрепленном массивом, м

Δh - толщина пласта закрепленного грунта, м

q - нагрузка на грунт, закрепленный массив, кПа

M_m - модуль сжатия грунта, закрепленного массивом, кПа

Вышеупомянутые осадки слоя, закрепленного массивом, в период эксплуатации обычно незначительны. Если колонны выполнены под грунтом, закрепленном массивом, расчет усадки объема, закрепленного колоннами, выполняется в порядке, описанном выше.

Расчет осадки, описанный выше, касается только закрепленного объема. Расчет осадки в пласте под стабилизированным объемом выполняется традиционным способом. Распространение нагрузки в закрепленном объеме не предусматривается.

Степень осадки

Если действительное напряжение в грунте меньше давления предварительного уплотнения, осадка будет развиваться очень быстро.

Если действительное напряжение в грунте превышает давление предварительного уплотнения, степень осадки уплотнения в пласте закрепленного грунта рассчитывается таким же образом, что и для вертикально дренированного грунта.

Мониторинг показывает, что расчетная степень усадки будет достаточно верной после развития 80-90% общей усадки.

$$U = 1 - \exp \left[\frac{-2 \cdot c_{vh} \cdot t}{R^2 \cdot f(n)} \right] \quad (A.9)$$

где:

U- степень уплотнения закрепленного грунта

c_{vh} -коэффициент уплотнения в незакрепленном грунте в горизонтальном направлении, для вертикальной деформации обычно принимается равным 2 c_{vv}

c_{vv} - коэффициент уплотнения в незакрепленном грунте в горизонтальном направлении и при вертикальной деформации

t - время уплотнения

R - зависимость от радиуса колонн закрепленного грунта

Для колонн закрепленного грунта, расстояние между центрами которых в квадратной сетке или в сетке равнобедренных треугольников, зависимость от радиуса составляет $R = c/(p)1/2 = 0.56c$. Если колонны закрепленного грунта установлены в сетке равносторонних треугольников, $R = 0.53c$.

$$f(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \cdot \left[\ln(n) - 0.75 + \frac{1}{n^2} \cdot \left(1 - \frac{1}{4n^2} \right) \right] + \left[\frac{n^2 - 1}{n^2} \cdot \frac{1}{r^2} \cdot \frac{k_{soil}}{k_{col}} \cdot L_D^2 \right] \quad (A.10)$$

где:

$n = R/r$;

r - радиус колонны закрепленного грунта;

c - расстояние между центрами колонн закрепленного грунта;

L_D - длина колонны закрепленного грунта с дренажом, направленным только вверх, при этом половина длины колонны имеет дренаж как вверх, так и вниз ;

k_{soil} - проницаемость незакрепленного грунта ;

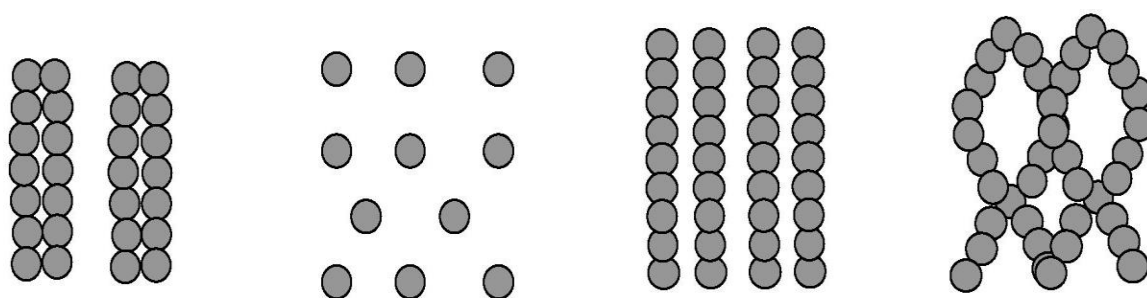
k_{col} - проницаемость колонн закрепленного грунта.

НТП РК 07-01.5-2012

Степень осадки, описанная выше, касается только закрепленного объема. Расчет степени осадки под закрепленным объемом выполняется традиционным способом, имея при этом ввиду то, что колонны дренируются в верхнюю часть пласта.

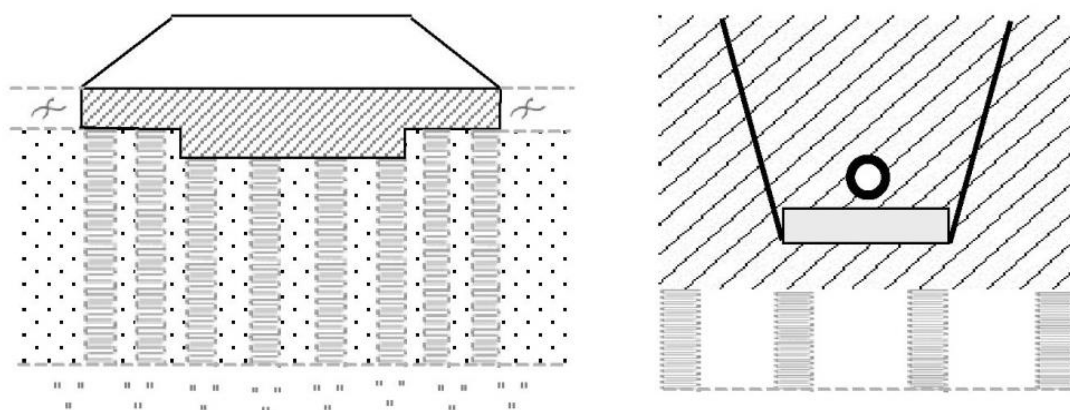
ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
ВЫБОР ТИПА (ВИДА) И НАЗНАЧЕНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ
ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

Необходимые характеристики закрепленных грунтов для указанных расчетов получают в результате специальных изысканий и исследований в соответствии с требованиями и рекомендациями, изложенными в разд. 5.2 настоящего пособия и дополненными соответствующими методиками, помещенными в приложениях.



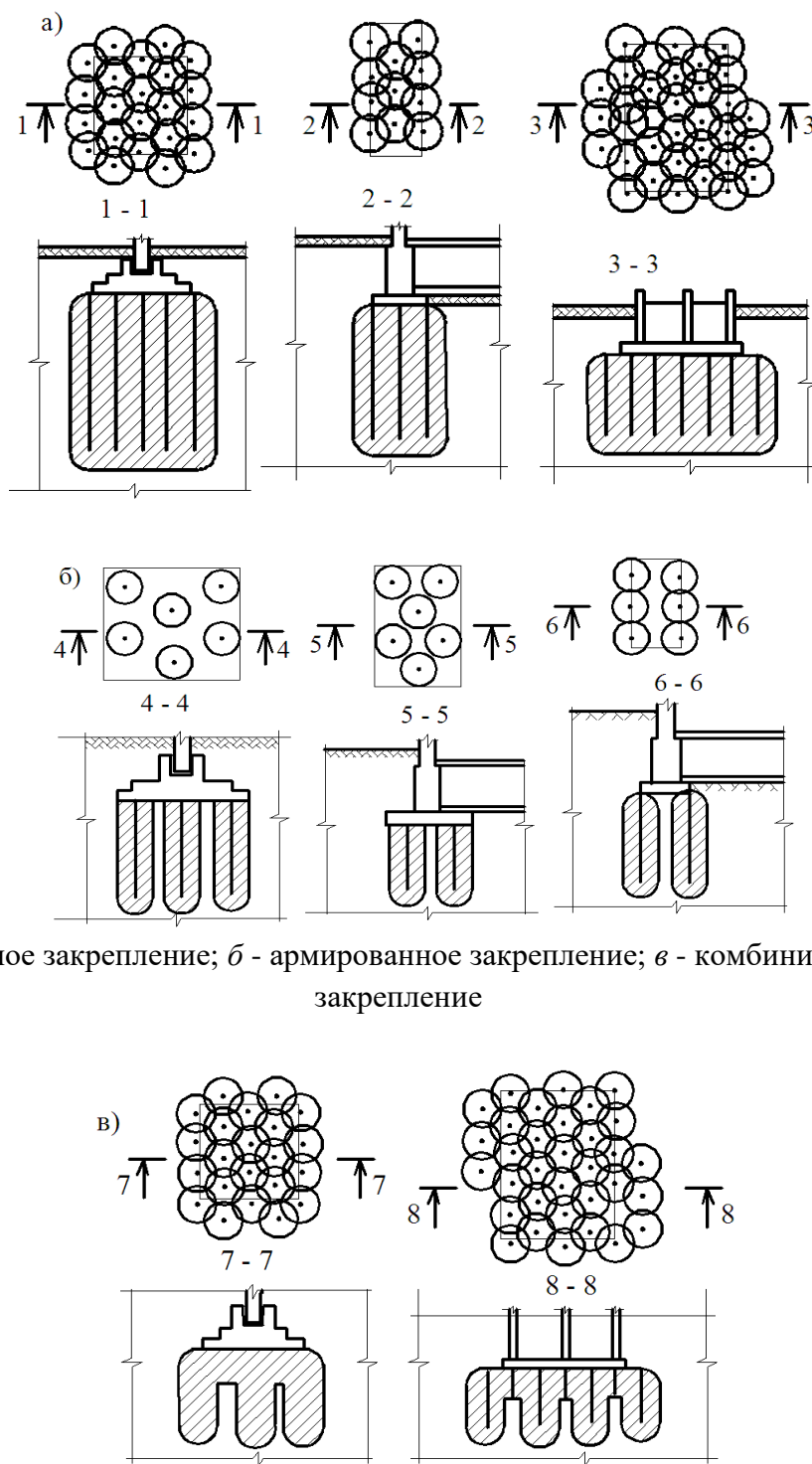
а – блоками; б – одинарные; в – панелями; г - сетками

Рисунок Б.1 - Схемы устройства армирующих элементов



а - закрепление грунта под насыпью; б – закрепление грунта под трубопроводы

Рисунок Б.2 - Схемы закрепления слабых грунтов в массиве



a - сплошное закрепление; *б* - армированное закрепление; *в* - комбинированное закрепление

Рисунок Б.3 - Конструктивные схемы инъекционного химического закрепления грунтов

Выбор конкретного способа (рецептуры) силикатизации и смолизации грунтов осуществляется в соответствии с требованиями к закрепленным грунтам, руководствуясь табл. 1 в разд. 5.1 пособия.

При закреплении грунтов в зоне сезонного промерзания прочность закрепленного грунта должна назначаться повышенной. Образцы закрепленных грунтов в этом случае должны быть испытаны на морозостойкость по методике для бетона (25 циклов).

Задаваемая проектом сооружения прочность закрепленных грунтов при одноосном сжатии не должна приниматься выше средних значений, указанных в табл. Б.1 приближенных величин.

Если по результатам лабораторных исследований закрепления грунтов однорастворными способами силикатизации и смолизации выявлена необходимость предварительной обработки грунтов отвердителем, то такая обработка предусматривается в проекте в соответствии с рекомендациями лаборатории.

Величина расчетного радиуса закрепления при силикатизации и смолизации грунтов назначается в зависимости от вида и водопроницаемости грунтов согласно табл. Б.2.

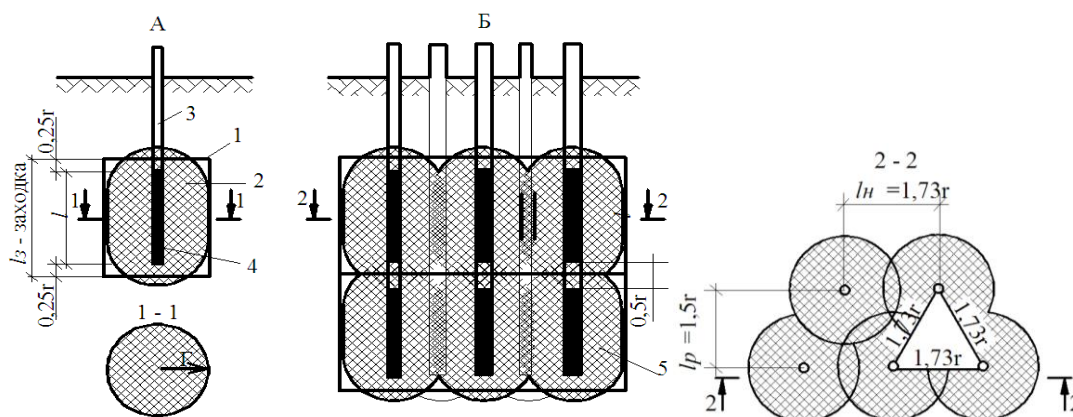
Длина действующей (перфорированной) части инъектора или инъекционной скважины l принимается для грунтов однородного сложения равной 1 м, для грунтов неоднородного сложения - 0,5 м. При закреплении однородных просадочных суглинков через инъекционные скважины величина l может быть увеличена до 3 м.

Таблица Б.1 – Расчетные значения радиуса закрепления грунта силикатизацией и смолизацией

Способ закрепления	Вид грунта	Коэффициент фильтрации, м/сут	Радиус закрепления грунта, м
Силикатизация двухрастворная	Пески разной крупности	5 - 10	0,3 - 0,4
		10 - 20	0,4 - 0,6
		20 - 50	0,6 - 0,8
		50 - 80	0,8 - 1
Силикатизация однорастворная двухкомпонентная	То же	0,5 - 1	0,4 - 0,6
		1 - 2	0,6 - 0,8
		2 - 5	0,8 - 1
Силикатизация газовая	»	0,5 - 1	0,3 - 0,5
		1 - 5	0,5 - 0,8
		5 - 20	0,8 - 1
Силикатизация однорастворная однокомпонентная	Просадочный лессовый грунт	0,2 - 0,3	0,4 - 0,7
		0,3 - 0,5	0,7 - 0,8
		0,5 - 2	0,8 - 1,0
Смолизация однорастворная двухкомпонентная	Пески разной крупности	0,5 - 1	0,3 - 0,5
		1 - 5	0,5 - 0,6
		5 - 10	0,65 - 0,85
		10 - 20	0,85 - 0,95
		20 - 50	0,95 - 1

Расчет параметров инъекции при силикатизации и смолизации осуществляется в соответствии с расчетной схемой, приведенной на рисунке Б.5. В основу этой схемы

положен объем закрепленного грунтового массива от единичной инъекции в форме условного цилиндра l радиусом r и высотой l_3 , равновеликий объему действительного закрепленного массива в форме, близкой к эллипсоиду вращения. Радиус цилиндра условно называется радиусом закрепления, а его высота представляет собой величину перемещения действующей части инъектора вдоль его оси от одной единичной инъекции к другой и называется заходкой; заходкой называют также сам закрепленный грунтовой массив от единичной инъекции. Эмпирические формулы, определяющие расстановку инъекторов (скважин) в плане и величину заходки с соответствующими коэффициентами, обеспечивают при инъекции сплошное закрепление грунтового массива.



A - для единичной заходки; *B*- для сплошного массива; *1* - расчетный массив закрепленного грунта от одной заходки; *2* - действительный массив закрепленного грунта от одной заходки для однородной среды; *3* - инъекторы или инъекционные скважины; *4* - перфорированная часть инъектора или действующая часть скважины; *5* - сплошной массив закрепленного грунта

Рисунок Б.4 - Расчетная схема инъекционного химического закрепления грунтов

При сплошном варианте конструктивной схемы закрепления грунтов (Рисунок Б.4) инъекторы или инъекционные скважины в плане располагаются рядами в шахматном порядке.

Расстояние (м) между рядами инъекторов (скважин) определяется по формуле:

$$l_p = 1,5r, \quad (\text{Б.1})$$

а расстояния (м) между инъекторами (скважинами) в ряду по формуле:

$$l_n = 1,73r, \quad (\text{Б.2})$$

где:

r - расчетный радиус закрепления от единичной инъекции, м.

Сплошное закрепление грунтов одним инъектором или через инъекционную скважину по глубине (вертикально, наклонно или горизонтально) достигается инъекцией

закрепляющих реагентов последовательными участками, заходками определенной величины.

Величина заходки (m) вычисляется по формуле:

$$l_3 = l + 0,5r, \quad (\text{Б.3})$$

где:

l - длина перфорированной (действующей) части инъектора (скважины), м;

0,5 - эмпирический коэффициент.

На основе геометрических параметров закрепления, определяемых формулами (Б.1) - (3) и заданных проектом конструктивной схемы закрепления, форм и размеров закрепляемых грунтовых массивов производится пространственное размещение в этих массивах инъекторов (скважин) в плане и заходов по глубине.

Одновременно на топографической основе проекта (планах и разрезах) с пространственным размещением заходов в закрепленном массиве делается подсчет общего количества заходов.

Объем закрепленного грунта (m^3) от единичной инъекции в одну заходку определяется по формуле:

$$q_{гр} = \pi r^2 l_3. \quad (\text{Б.4})$$

Общий объем (m^3) закрепленного грунта в общем случае находится произведением объема от единичной заходки $q_{гр}$ на количество заходов в массиве.

Объемы закрепляющих растворов рабочих концентраций и гелеобразующих смесей (m^3) при химзакреплении грунтов в общем случае вычисляются по формуле:

$$Q = Q_{гр} n a, \quad (\text{Б.5})$$

где:

$Q_{гр}$ - объем закрепляемого грунта, m^3 ;

n - расчетная пористость грунта в долях единицы;

a - коэффициент заполнения пор, равный при: двухрастворной силикатизации для каждого раствора 0,5; однорастворной силикатизации песчаных грунтов 1; силикатизации просадочных лессовых грунтов 0,7; смолизации песчаных грунтов 1; цементации крупнообломочных и трещиноватых скальных грунтов 1,0; при газовой силикатизации: песчаных грунтов 0,7, просадочных лессовых грунтов 0,8.

Объем раствора крепителя рабочей концентрации на единичную инъекцию в одну заходку при однорастворной двухкомпонентной силикатизации и смолизации песчаных грунтов находится по формуле:

$$q_k = q_c / (1 + \alpha) \quad (\text{Б.6})$$

где:

q_c - объем гелеобразующей смеси на единичную инъекцию, определяемый по формуле: (Б.5);

α - объемное отношение отвердителя к крепителю для данной рецептуры.

Объем отвердителя рабочей концентрации на единичную заходку находится как разность объемов гелеобразующей смеси и крепителя. Общие объемы растворов крепителей и отвердителей рабочих концентраций в общем случае находятся как произведение единичных объемов на количество заходов.

Количество исходного раствора закрепляющего реагента (л), необходимое для приготовления любого заданного объема раствора рабочей концентрации, в общем случае определяется по формуле:

$$Q_{ик} = \frac{\rho_{рк} - \rho_E}{\rho_{ик} - \rho_E} Q_{рк} \quad (Б.7)$$

где:

$\rho_{рк}$ - плотность раствора рабочей концентрации, г/см³;

ρ_v - плотность воды, г/см³, принимаемая равной 1;

$\rho_{ик}$ - плотность исходного раствора, г/см³;

$Q_{рк}$ - количество раствора рабочей концентрации, л.

Количество воды, добавляемое к раствору исходной концентрации при приготовлении раствора рабочей концентрации, находится как разность объемов этих растворов.

Для газовой силикатизации количество углекислого газа (кг), необходимое для предварительной активизации грунтов, рассчитывается по формуле:

$$A_{г} = Q_{гр} n c p_{г}, \quad (Б.8)$$

а для отверждения раствора в порах грунта, кг - по формуле:

$$B_{г} = Q_{гр} n b p_{г}, \quad (Б.9)$$

где:

$Q_{гр}$ - объем закрепляемого грунта,

м³; n - пористость грунта в долях единицы;

c - коэффициент, равный 2,5;

$p_{г}$ - плотность углекислого газа, кг/м³;

b - коэффициент, равный для песчаных грунтов 8; для просадочных грунтов 4.

По формулам (Б.1) - (Б.9) и данным пространственного размещения единичных инъекций в закрепляемых массивах получают необходимые данные об объемах инъекционных работ, о необходимых количествах химических материалов и задают параметры инъекционного закрепления грунтов.

Закрепляющие реагенты - растворы, смеси и газы должны нагнетаться в грунты медленно и равномерно. Применяемые при этом величины расходов и давлений не

должны вызывать в грунтах разрывов и выходов реагентов из контура единичной инъекции.

Для раствора эти условия приближенно обеспечиваются при величинах расхода от одного инъектора (скважины) через его действующую часть длиной в 1 м в зависимости от водопроницаемости грунтов, согласно табл. Б 2 .

Таблица Б.2 - Величинах расхода раствора на одного инъектора (скважины)

Коэффициент фильтрации, м/сут	Расход раствора л/мин	Коэффициент фильтрации, м/сут	Расход раствора л/мин
Пылеватые и мелкие пески:		Средней крупности и крупные пески:	
0,5 - 1	1 – 2	5 – 10	1 – 2
1 – 5	2 – 5	10 – 20	2 – 3
		20 – 50	3 – 5

Для действующей части инъектора или скважины иной длины допускаемые величины расходов соответственно изменяются по линейной экстраполяции.

В однородных по водопроницаемости грунтах или при уменьшении их водопроницаемости с глубиной закрепление следует производить заходками сверху вниз. Если коэффициент фильтрации с глубиной увеличивается, закрепление следует производить снизу вверх.

В неоднородных песчаных грунтах с частой слоистостью и разной водопроницаемостью, отличающейся более чем на 30 %, нагнетать химические растворы следует отдельно по слоям. Слои грунта с большим коэффициентом фильтрации закрепляют в первую очередь. При небольшой мощности закрепляемого слоя применяют инъекторы с укороченной перфорированной частью.

При инъекционном химическом закреплении водонасыщенных грунтов движение грунтовых вод практически может иметь существенное влияние на процесс инъекции лишь при силикатизации двухрастворным способом. В этом случае нагнетание закрепляющих растворов в грунты производят в следующем порядке:

- при скорости грунтовых вод до 1 м/сут нагнетают жидкое стекло последовательно заходками сверху вниз на всю глубину закрепляемого грунта, а затем раствор хлористого кальция заходками снизу вверх;

- при скорости грунтовых вод 1 - 3 м/сут поочередно нагнетают в каждую заходку жидкое стекло и раствор хлористого кальция;

- при скорости грунтовых вод более 3 м/сут грунт закрепляют в две очереди: вначале устраивают временную водонепроницаемую завесу, а затем под ее защитой закрепляют основной массив грунта; при устройстве временной завесы одновременно нагнетают в каждую заходку жидкое стекло и раствор хлористого кальция через разные инъекторы, забитые на расстоянии 0,15 - 0,2 м один от другого так, чтобы жидкое стекло по мере движения его с потоком грунтовых вод было перехвачено раствором хлористого кальция.

После устройства временной завесы закрепляют основные грунты поочередным нагнетанием растворов в каждую заходку.

Проектирование организации работ по химическому закреплению грунтов инъекцией выполняется согласно изложенным выше положениям по организации работ, а также руководствуясь EN 1537-2009 Выполнение специальных геотехнических работ. Грунтовые анкеры.

Мероприятия по контролю качества работ по химическому закреплению грунтов назначаются проектом закрепления согласно требованиям, изложенным в разд. б настоящего пособия.

Мероприятия по технике безопасности и охране окружающей среды назначаются проектом согласно требованиям, изложенным в разд. б пособия.

Примеры расчеты и проектирования

Пример Б.1. В соответствии с рекомендациями проектной организации при силикатизации лессовых просадочных грунтов задаваемая прочность закрепленных грунтов при одноосном сжатии должна составлять не выше 0,3-0,5МПа. Выбор конкретного способа (рецептуры) силикатизации грунтов осуществлен в соответствии с требованиями к грунтам. Величина расчетного радиуса закрепления при силикатизации лессовых просадочных грунтов назначена в диапазоне 0,4-0,7метра.

Длина действующей (перфорированной) части инъектора принимается для грунтов однородного сложения равной 1 м. При закреплении однородных просадочных суглинков через инъекционные скважины величина l может быть увеличена до 2 м.

Расчет параметров инъекции при силикатизации и смолизации осуществляется в соответствии с расчетной схемой, приведенной на Рисунок Б5. В основу этой схемы положен объем закрепленного грунтового массива от единичной инъекции в форме условного цилиндра l радиусом r и высотой l_z , равновеликий объему действительного закрепленного массива в форме, близкой к эллипсоиду вращения.

Решение. При сплошном варианте конструктивной схемы закрепления грунтов инъекторы или инъекционные скважины в плане располагаются рядами в шахматном порядке. Расстояние (м) между рядами инъекторов (скважин) определяется по формуле:

$$l_p = 1,5r = 1,5 * 0,4 = 0,6\text{м}, \quad (\text{Б.1.1})$$

а расстояния (м) между инъекторами (скважинами) в ряду по формуле:

$$l_n = 1,73r = 1,73 * 0,4 = 0,7\text{м}, \quad (\text{Б.1.2})$$

где:

$r = 0,4$ м - расчетный радиус закрепления от единичной инъекции.

Сплошное закрепление грунтов одним инъектором или через инъекционную скважину по глубине (вертикально, наклонно или горизонтально) достигается инъекцией закрепляющих реагентов последовательными участками, заходками определенной величины. Величина заходки (м) вычисляется по формуле:

$$l_3 = l + 0,5r = 2 + 0,5 * 0,4 = 2,2 \text{ м} \quad (\text{Б.1.3})$$

где:

l - длина перфорированной (действующей) части инъектора (скважины), м; 0,5 - эмпирический коэффициент.

На основе геометрических параметров закрепления, определяемых формулами (Б.1.1) - (Б.1.3) и заданных проектом конструктивной схемы закрепления, форм и размеров закрепляемых грунтовых массивов производится пространственное размещение в этих массивах инъекторов (скважин) в плане и заходок по глубине.

Одновременно на топографической основе проекта (планах и разрезах) с пространственным размещением заходок в закрепленном массиве делается подсчет общего количества заходок. Объем закрепленного грунта (м^3) от единичной инъекции в одну заходку определяется по формуле:

$$q_{\text{гр}} = \pi r^2 l_3 = 3,14 * 0,4^2 * 2,2 = 1,11 \text{ м}^3 \quad (\text{Б.1.4})$$

Общий объем (м^3) закрепленного грунта в общем случае находится произведением объема от единичной заходки $q_{\text{гр}}$ на количество заходок в массиве. Объемы закрепляющих растворов рабочих концентраций и гелеобразующих смесей (м^3) при химзакреплении грунтов в общем случае вычисляются по формуле:

$$Q = Q_{\text{гр}} n a = 1800 * 0,48 * 0,7 = 604,8 \text{ м}^3 \quad (\text{Б.1.5})$$

где:

$Q_{\text{гр}}$ - объем закрепляемого грунта, м^3 ;

n - расчетная пористость грунта в долях единицы;

a - коэффициент заполнения пор, равный при: двухрастворной силикатизации для каждого раствора 0,5; силикатизации просадочных лессовых грунтов 0,7.

После проведения лабораторных исследований α – коэффициент насыщения грунта раствором, который при растворе жидкого стекла плотностью $1,13 \text{ г/см}^3$ с расходом 2-5 л/мин принят равным 0,8.

$$Q^* = Q_{\text{гр}} n a = 1800 * 0,48 * 0,8 = 691,2 \text{ м}^3 \quad (\text{Б.1.5*})$$

Далее основные изменения по расходу закрепляющих веществ у учетом рекомендаций лабораторных исследований приведены в таблице Б.3.

Таблица Б.3 - Сводная таблица основных характеристик по закрепляемому массиву

Характеристики	Расчетный радиус закрепления от единичной	Величина заходки (м)	Количество заходов в массиве, штук	Объем закрепленного грунта (м ³) от единичной инъекции в одну	Объемы закрепляющих растворов рабочих	Количество исходного раствора закрепляющего
До лабораторн исслед	0,4	2,2	1625	1,11	604,8	218,4
После лабор исслед	0.4	2.2.	1625	1.11	691.2	249.6

Объем раствора крепителя рабочей концентрации на единичную инъекцию в одну заходку при одnorазтворной двухкомпонентной силикатизации и смолизации песчаных грунтов находится по формуле:

$$q_k = q_c / (1 + \alpha) \quad (\text{Б.1.6})$$

где:

q_c - объем гелеобразующей смеси на единичную инъекцию, определяемый по формуле: (5);

α - объемное отношение отвердителя к крепителю для данной рецептуры.

Объем отвердителя рабочей концентрации на единичную заходку находится как разность объемов гелеобразующей смеси и крепителя. Общие объемы растворов крепителей и отвердителей рабочих концентраций в общем случае находятся как произведение единичных объемов на количество заходов.

Количество исходного раствора закрепляющего реагента (л), необходимое для приготовления любого заданного объема раствора рабочей концентрации, в общем случае определяется по формуле:

$$Q_{ик} = \frac{\rho_{рк} - \rho_E}{\rho_{ик} - \rho_E} Q_{рк} \quad (\text{Б.1.7})$$

$$Q_{ик} = ((1,13 - 1,0) / (1,36 - 1,0)) * 604,8 = 218,4 \text{ м}^3$$

где:

$\rho_{рк}$ - плотность раствора рабочей концентрации, г/см³;

ρ_E - плотность воды, г/см³, принимаемая равной 1;

$\rho_{ик}$ - плотность исходного раствора, г/см³;

$Q_{рк}$ - количество раствора рабочей концентрации, л.

Количество воды, добавляемое к раствору исходной концентрации при приготовлении раствора рабочей концентрации, находится как разность объемов этих растворов.

Пример Б.2. (1)Р Проверка основания или конструкций, элементов или стыков по эксплуатационным предельным состояниям (по деформациям) требует выполнения неравенства:

$$E_d \leq C_d \quad (2.10) \quad (\text{Б.2.1})$$

В уравнении (Б.8) E_d - расчетное значение результата воздействий, а C_d - лимитирующее расчетное значение результата воздействия. Значения частных коэффициентов для эксплуатационных предельных состояний обычно равны 1.0.

Пример Б.3. Ленточный фундамент шириной 1.2 м, покоящийся на однородном пласте глины с характеристической прочностью в недренированном состоянии $c_u = 120$ кПа и коэффициентом объемной сжимаемости $m_y = 0,0001$ м³/кН, подвергается репрезентативному вертикальному воздействию $V = 240$ кН. С учетом толщины эффективного консолидирующего слоя 3 м и среднего увеличения напряжения на 75 кПа консолидационная осадка составит:

$$s_1 = 75 \times 0,0001 \times 3 = 22,5 \text{ мм}$$

Если первичная осадка $s_0 = 5$ мм, а осадка ползучести $s_2 = 0$, то суммарная осадка:

$$s = s_0 + s_1 + s_2 = 27,5 \text{ мм}$$

Таким образом, $E_d = 27,5$ мм. Это значение должно быть меньше или равно C_d , расчетному пределу осадки, для того, чтобы соответствовать эксплуатационному предельному состоянию. Все частичные коэффициенты безопасности по воздействиям, материалам и сопротивлениям при расчете осадки принимаются равными 1,0.

(4) Если удостовериться, что в некотором небольшом диапазоне напряжений в грунтах деформации не превысят предельных значений по условиям нормальной эксплуатации сооружения или имеется подтверждающий это установленный сравнительный опыт проектирования с аналогичными грунтом, конструкцией и методом применения, то выполнения расчета осадки не требуется.

Пример Б.4. Для приведенного выше примера с использованием подхода, изложенного в прил. D к СН РК EN 1997-1, предельная несущая способность при давлении перегрузки $q = 15$ кПа:

$$R / A' = 5.14 c_u + q = 5.14 \times 120 + 15 = 63 \text{ кПа}$$

Тогда отношение величины сопротивления к величине репрезентативного вертикального воздействия для основания с эффективной площадью поверхности $A' = 1,2$ м²/м равно:

$$R / V = 6,31 \times 1,2 / 240 = 3,16 \text{ кПа}$$

Для того, чтобы R было больше V , прочность в недренированном состоянии должна уменьшиться до величины менее 36 кПа (т.е. до величины, составляющей менее 30% от фактического значения). Поэтому, в соответствии с 6.6.2(16), в расчете на осадку необходимости нет.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(информационное)
МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В таблице В.1 приводится перечень полевых и лабораторных испытаний и их результатов, которые должны быть представлены в отчете об инженерно-геологических условиях.

Таблица В.1 - Методы проведения геотехнических исследований

Полевые испытания ^{a)}	Результаты испытаний
СРТ	Удельное сопротивление грунта погружению зонда q_c . Удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности зонда f_s . Коэффициент трения R_f
СРТУ	Скорректированное сопротивление грунта погружению зонда с учетом давления поровой воды q_t . Удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности зонда f_s . Измерение порового давления u
Динамическое зондирование	Количество ударов N_{10} для испытаний: DPL, DPM, DPH ²⁾ . Количество ударов N_{10} (или N_{20}) для испытаний DPSH
SPT	Количество ударов N . Коэффициент энергии E_r . Определение вида грунта
Прессиометрические	Модуль Менарда E_M . Давление ползучести p_f . Предельное давление Менарда p_{LM} . Кривая разгрузки
Дилатометрические на изгиб	Дилатометрический модуль E_{FDT} . Кривая деформаций
Прочие прессиометрические	Кривая разгрузки
Зондирование крыльчаткой	Недренированное сопротивление срезу (нескорректированное) $c_{f,v}$. Недренированное сопротивление срезу (скорректированное переформование образца) $c_{r,v}$. График «Вращение от приложенного усилия»
Статической нагрузкой	Запись изменения во времени сопротивления зондированию. Сопротивление зондированию - это: глубина проникновения при стандартной нагрузке; или количество полуоборотов, необходимых для проникновения вглубь на 0,2 м при стандартной нагрузке 1 кН
Плоским дилатометром	Скорректированное напряжение при растяжении (отрыве) p_0 . Скорректированное напряжение при расширении p_1 (расширение 1,1 мм). Дилатометрический модуль деформации E_{DMT} , коэффициент материала I_{DMT} и коэффициент для определения горизонтальных напряжений K_{DMT}

Таблица В.1 - Методы проведения геотехнических исследований (продолжение)

Лабораторные испытания ^{b)}	Результаты испытаний
Штамповые	Предельное контактное давление по подошве p_u
Влажность (нескальный грунт)	Влажность w
Плотность грунта (нескальный грунт)	Плотность ρ
Плотность частиц грунта (нескальный грунт)	Плотность частиц ρ_s
Гранулометрический состав (нескальный грунт)	Кривая гранулометрического состава
Пределы текучести и раскатывания (консистенции) (нескальный грунт)	Предельные значения текучести w_L и раскатывания w_p
Коэффициент пористости (нескальный грунт)	e_{min}, e_{max}, I_D
Содержание органических веществ (нескальный грунт)	Содержание органических веществ (C_{OM})
Содержание карбонатов (нескальный грунт)	Содержание карбонатов (C_{CaCO_3})
Содержание сульфатов (нескальный грунт)	Содержание сульфата ($C_{SO_4^{2-}}$) или ($C_{SO_3^{2-}}$)
Содержание хлоридов (нескальный грунт)	Содержание хлоридов (C_{Cl})
pH (нескальный грунт)	pH
Компрессионная сжимаемость грунта (нескальный грунт)	Компрессионная кривая деформации сжатия (различные варианты). Кривая консолидации (различные варианты). Кривая ползучести (вторичная компрессионная кривая). E_{oed} (в интервале напряжений) и σ_p или C_s, C_c, σ_p, C_a
Испытания на сдвиг (нескальный грунт)	Недренированное сопротивление сдвигу c_u
Падение конуса (нескальный грунт)	Недренированное сопротивление сдвигу c_u
Одноосное сжатие (нескальный грунт)	Напряжение при сжатии $q_u = 2c_u$
Неконсолидированно – недренированный срез (нескальный грунт)	Недренированное сопротивление сдвигу c_u
Консолидированное трехосное сжатие грунта (нескальный грунт)	Кривые напряжено-деформированного состояния и порового давления. Распределение напряжений (линии равных напряжений). Круги Мора. c', φ' или c_u . Изменчивость c_u и σ_c . Деформационные характеристики E' и E_u
Консолидированный прямой сдвиг (нерадиальный) (нескальный грунт)	Кривая зависимости вытеснения грунта от нагрузки. Зависимость $\tau - \sigma$. c', φ' - остаточные параметры
Калифорнийский тест на степень плотности грунта (скальный грунт)	Индекс CBR (I_{CBR})

Таблица В.1 - Методы проведения геотехнических исследований (продолжение)

Лабораторные испытания ^{b)}	Результаты испытаний
Фильтрация грунта (скальный грунт)	Коэффициент фильтрации k , полученный по результатам: непосредственных лабораторных испытаний; полевых испытаний;
Содержание воды (скальный грунт)	Влажность w
Плотность и пористость (скальный грунт)	Плотность ρ и пористость n
Набухание (скальный грунт)	Коэффициент напряжения набухания. Давление набухания. Поверхность набухания.
Одноосное сжатие и деформируемость (скальный грунт)	σ_s . Модуль упругости Юнга E .
Испытания сосредоточенной нагрузкой (скальный грунт)	Индекс Is_{50}
Прямые испытания на сдвиг (скальный грунт)	Кривая зависимости вытеснения грунта от нагрузки. Круги Мора. c' , φ' . Остаточные параметры
Исследования по бразильскому методу (скальный грунт)	Сопротивление растяжению σ_T
Трехосное сжатие грунта (скальный грунт)	Кривая распределения напряжений. Распределение напряжений (линии равных напряжений). Круги Мора. c' , φ' . Модуль упругости Юнга E и коэффициент Пуассона ν
^{a)} См. раздел 4.	
^{b)} См. раздел 5.	
²⁾ См. 4.7.2 (2).	

Выбор методов исследований грунтов при различных стадиях проектирования

Таблица В.2 - Примеры выбора методов изысканий при различных стадиях проектирования

Предварительные исследования		Исследования при проектировании		Контрольные исследования	
Камеральные исследования топографических, геологических и гидрогеологических карт. Аэро-фотосъемка и интерпретация. Архивы. Осмотр строительной площадки	Мелкозернистые грунты: CPT, SS, DP или SPT, отбор проб (PS, TP, CS, OS), PMT, GW	Предварительный выбор метода возведения фундамента	Свайные фундаменты: SS, CPT, DP, SPT или SR, отбор проб (PS, OS, CS), FVT, PMT, GWC (PIL)	Окончательный выбор метода возведения фундаментов. Проектирование	Свайные фундаменты: PIL, испытания на забивание опытных свай. Измерения распространения волн напряжений GWC. Осадка. Инклинометры
			Фундамент мелкого заложения: SS или CPT, DP, отбор проб (PS, OS, CS, TP), FVT, DMT или PMT, BJT, GW		Фундамент мелкого заложения. Проверка типа грунта. Проверка плотности (CPT). Осадка фундаментов
	Грубозернистые грунты: SS, CPT, DP или SPT, SR, отбор проб (AS, OS, SPT, TP), PMT, DMT, GW	Предварительный выбор метода возведения фундамента	Свайные фундаменты: CPT, DP или SPT, отбор проб грунта (PS, OS, AS), FVT, DMT, GWO (PIL)	Окончательный выбор метода возведения фундаментов. Проектирование	Свайные фундаменты: PIL, опытные сваи. Измерения распространения волн напряжений GWC. Осадка. Инклинометры
			Фундамент мелкого заложения: CPT + DP, SPT, отбор проб (PS, OS, AS, TP), возможно PMT, BJT или DMT, (PIL), GWO		Фундамент мелкого заложения. Проверка типа грунта. Проверка жесткости (CPT). Осадка фундаментов
			Фундаменты свайные или мелкого заложения: SR и MWD, карты трещин в TP, CS, RDT (PMT, BJT в выветрелых породах), GWO		Свайные фундаменты. Проверка контакта между пятой сваи и поверхностью породы. Проверка трещин в породе. Определение инфильтрации воды. Фундаменты мелкого заложения: проверка уклона и трещин в поверхности породы

Таблица В.2 - Примеры выбора методов изысканий при различных стадиях проектирования (продолжение)

Полевые испытания

- BJT - испытания прибором типа скважинный домкрат;
- DP - динамическое зондирование;
- SR - зондирование скальных/нескальных грунтов;
- SS - статическое зондирование грунтов (например, статической нагрузкой WST);
- CPT(U) - исследование на сопротивление погружению зонда (с замерами порового давления);
- SPT - стандартные испытания на пенетрацию;
- DMT - испытания плоским дилатометром;
- FVT - полевые испытания методом вращательного среза;
- PMT - прессиометрические испытания;
- MWD - измерения при производстве буровых работ;
- SE - измерения сейсмической активности;
- PIL - испытания несущей способности сваи нагрузкой;
- RDT - диламетрические испытания скальных грунтов.

Отбор проб

- PS - поршневой пробоотборник;
- CS - кернаотборник;
- AS - спиральный бур;
- OS - тонкостенный забивной кернаотборник;
- TP - взятие образцов из шурфов.

Замеры уровня грунтовых вод

- GW - измерения уровня грунтовых вод;
- GWO - измерения уровня грунтовых вод в открытых системах;
- GWC - измерения уровня грунтовых вод в закрытых системах

Примечания

- 1 Геодезические и топографические работы в данную таблицу не включены.
- 2 Лабораторные исследования в данную таблицу не включены.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)
ХИМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ГРУНТА ПО ЕВРОКОДУ

Общие сведения**Методика испытаний**

(1) Вышеуказанные типовые химические испытания основаны на традиционных методиках испытаний, которые могут быть проведены многими геотехническими лабораториями. Химические испытания на наличие других веществ обычно должны проводиться специализированными химическими лабораториями.

(2) Для большинства химических испытаний достаточно 100 г сухого грунта. Обычно в целом на начальном этапе требуется гораздо больший объем пробы/керна сухого грунта, но для проведения конкретного испытания необходим очень маленький образец. Важнейшее значение имеет тщательность перемешивания начального образца и правильный порядок разделения.

(3) Температура хранения материала перед испытаниями может повлиять на скорость биологического распада органического вещества. По возможности, материалы проб для химических испытаний следует хранить при температуре от 5 °C до 10 °C.

(4) Большинство методик испытаний включают процедуру калибровки, с использованием контрольных проб в качестве эталонов. Для электрохимических методов, например, основанных на уровне pH, существуют четкие схемы калибровки с применением ряда растворов с известным pH.

(5) Наличие особых требований может вызвать необходимость в отклонении от стандартного порядка подготовки и проведения испытаний, включая подготовку опытных образцов. Все отклонения от установленной процедуры следует четко отражать в документации и отчетности, с указанием причин отклонения от стандартного порядка.

Количество испытаний

(1) При определении количества предусмотренных испытаний следует учитывать тот факт, что содержание органических веществ, карбонатность, содержание сульфатов, значение pH и содержание хлоридов могут сильно различаться даже в пределах одного геологического пласта. Для определения диапазона локальной вариативности может понадобиться проведение большего количества испытаний над взятыми опытными образцами из одной небольшой области.

Определение содержания органических веществ**Порядок испытаний**

(1) Потеря при прокаливании обычно определяется на репрезентативном образце грунта с фракциями менее 2 мм как масса, потерянная при прокаливании подготовленного образца при определенной температуре. Содержание органических веществ рассчитывается, исходя из предположения, что органическая масса полностью выгорает при прокаливании и что потеря массы происходит только за счет выгорания органического вещества.

(2) Потеря массы при прокаливании обычно относится к содержанию органических веществ в грунте при малом или нулевом количестве глины и карбонатов. Для грунтов с

более высоким процентным содержанием глины и/или карбонатов основная часть потери массы при прокаливании может быть вызвана факторами, не имеющими отношения к содержанию органических веществ.

(3) Для того, чтобы избежать окисления некоторых органических веществ во время сушки, требуется температура сушки ниже чем $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$. В примерах, приведенных в Х.4.2.2, указана температура сушки $(50 \pm 2,5)^\circ\text{C}$, при которой может не произойти удаление всей воды. Для определения подходящей температуры сушки может понадобиться проведение пробных экспериментов.

(4) Температура прокаливании, указанная в примерах, упомянутых в (1), составляет $(440 \pm 25)^\circ\text{C}$, но в других стандартах указываются температуры до 900°C . При задании температуры прокаливании следует соблюдать осторожность, принимая во внимание следующее:

- некоторые глинистые минералы могут начать распадаться при температурах около 550°C ;

- химически связанная вода может исчезнуть при более низких температурах испытаний; например, в некоторых глинистых минералах этот процесс может начаться при 200°C , а гипс разлагается при температурах примерно от 65°C ;

- сульфид может окисляться, а карбонаты разлагаться в пределах температур от 650°C до 900°C .

Для большинства случаев следует применять температуру прокаливании, равную 500°C или 520°C .

(5) Время сушки и прокаливании должны быть достаточными для обеспечения равновесия. Если период прокаливании составляет менее 3 ч, в отчете должно быть указано, что постоянство массы было подтверждено повторными взвешиваниями.

Оценка результатов испытаний

(1) Количество органического углерода и органических веществ может соотноситься с потерей массы при прокаливании, если последнее корректировалось путем исключения других составных компонентов.

(2) Содержание органических веществ можно определить путем прямого замера содержания органического углерода, что позволяет избежать погрешности метода потери массы при прокаливании.

Определение содержания карбонатов

Методика испытаний

(1) Примеры испытательных методик определения содержания карбонатов приводятся в документах, перечисленных в Х.4.2.3. В настоящем техническом кодексе наиболее предпочтительным является метод быстрого титрования. Данный метод позволяет получить результаты достаточно точные для грунта при условии принятия специальных мер, обеспечивающих процесс полного растворения и при проведении дублирующих испытаний.

(2) Другие примеры, содержащиеся в документах, перечисленных в Х.4.2.3, определяют содержание карбонатов путем измерения количества высвобожденной двуокиси углерода (CO_2) в газометре при контролируемых температуре и атмосферном давлении.

Оценка результатов испытаний

(1) Процентное содержание карбонатов в пробе выражается в виде количества CO_2 . Формально это правильно, но конструктивно не осуществимо. Результаты можно выразить в виде эквивалентного количества карбоната кальция (CaCO_3), что и представляет карбонатный состав для большинства типов грунта. Эквивалентное количество CaCO_3 определяется по количеству CO_2 посредством следующей формулы:

$$\text{CaCO}_3 = 2,273 \cdot \text{CO}_2,$$

где CaCO_3 - содержание CaCO_3 , % сухой массы;

CO_2 - содержание CO_2 , % сухой массы.

Определение содержания сульфатов**Методика испытаний**

(1) Гравиметрический метод анализа кислотного или водяного экстракта из грунтовых вод, упоминаемый здесь, предлагается как более предпочтительный, за исключением случаев, когда проведение параллельного анализа доказывает, что другой альтернативный метод обладает такой же или более высокой точностью.

(2) Кристаллическая форма сульфата кальция, гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), должна быть высушена при температуре 50°C . Опытные образцы, содержащие гипс, начинают терять свою кристаллизационную воду при температуре выше чем примерно 65°C , что может стать причиной ошибочно высокого замеренного содержания воды.

(3) Соотношение между SO_3^{2-} и SO_4^{2-} : $\text{SO}_4^{2-} = 1,2 \cdot \text{SO}_3^{2-}$, где SO_3^{2-} и SO_4^{2-} определяются в процентах.

Оценка результатов испытаний

(1) При интерпретации результатов испытаний следует учитывать, что растворимость сульфата кальция в воде низкая, но за геологическое время заметное количество может, как это случается, раствориться, например в карстовых образованиях. Особую осторожность следует проявлять, когда результаты испытаний являются зарамочными по отношению к классификационным категориям.

(2) Наличие некоторых других веществ (особенно сульфидов и полуторных оксидов) может влиять на химические реакции, которые в таких случаях сказываются на результатах испытаний. Сульфиды в грунте могут окисляться с течением долгого времени, образуя дополнительные сульфаты.

Определение значения рН (кислотно-щелочного баланса)**Методика испытаний**

(1) Для определения значений рН существует несколько методик. Как определяющий рекомендуется электрометрический метод, который выдает непосредственное показание рН или в приготовленной суспензии грунта, или в грунтовых водах. Для этого определения рекомендуется рН-метр марки рН-340.

Оценка результатов испытаний

(1) Причиной ошибочных результатов испытаний может стать следующее:
- непроведенная или неправильная калибровка прибора для измерения рН перед или после каждого комплекса испытаний;

- несоответствующая защита электродов прибора при его хранении;
- недостаточная выдержка при замере прибором, в результате чего он не успевает достичь стабильного состояния, прежде чем снимаются его показания;
- загрязнение опытного образца вследствие некачественной промывки контейнеров для забора образцов грунтовой воды.

Определение содержания хлоридов

Методика испытаний

(1) Порядок испытаний по определению содержания хлоридов включает:

- проверку по методу Мора для водорастворимых хлоридов;
- испытания по методу Фольгарда для растворимых в кислотах или растворимых в воде хлоридов;
- электрометрические измерения.

(2) В первых двух методах используется реакция обмена между хлоридами и нитратом серебра, однако в них применяются различные способы анализа. Оба метода требуют внимательного наблюдения и взвешивания. Третий метод основан на измерении проводимости в разжиженных образцах с известным содержанием воды.

(3) Наличие хлоридов может быть подтверждено посредством быстрого качественного определения: возьмите в пробирку примерно 5 мл фильтрованной грунтовой воды или почвенно-соляной экстракт с соотношением 1:1. Если материал сильно щелочной (рН 12–14), добавьте несколько капель азотной кислоты, чтобы окислить образец. Добавьте несколько капель 1 %-ного раствора нитрата серебра. Ощутимое помутнение указывает на то, что присутствует измеримое количество хлоридов, которое можно определить посредством одного из методов испытаний.

(4) Метод Фольгарда служит основой для испытаний, описываемых в 7.2 (хлориды, растворимые в воде) и 7.3 (хлориды, растворимые в кислотах) BS 812-118:1988 для минеральных заполнителей. В принципе, избыточное количество раствора нитрата серебра добавляется в окисленный раствор хлоридов, а непрореагировавшая порция титруется обратно с тиоцианатом калия, при этом железистый алюминий служит в качестве индикатора.

(5) В методе Мора опытный и чистый растворы для сравнения титруются посредством 0,02N раствора нитрата серебра, где при этом хромат калия служит в качестве индикатора. Данный метод предпочтителен для определения содержания хлоридов в грунтовых водах.

Оценка результатов испытаний

(1) Теоретическая связь между засоленностью, выражающейся в виде содержания хлоридов, и реальным содержанием хлоридов может не всегда оставаться практически применимой вследствие очень мобильного характера поведения аниона хлорида.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ

Определение в щелочной среде характеризует физико-химическую активность, по которой можно ориентировочно прогнозировать эффективность силикатизации просадочных лессовых грунтов, производится по следующей методике.

Грунт в воздушно-сухом состоянии растирается в ступке резиновым пестиком и просеивается через сито с отверстиями 1 мм. Из подготовленного грунта отбирается проба 50 г и вводится в коническую колбу объемом 250 - 300 мл, после чего грунт заливается 50 мл 1Н раствора едкого натрия. После минутного взбалтывания и отстаивания в течение 2 - 3 мин раствор отфильтровывается через складчатый фильтр. Из фильтрата отбирается пипеткой проба объемом 15 - 20 мл и титруется по фенолфталеину 1Н раствором соляной кислоты.

Расчет емкости поглощения мг/экв на 100 г грунта ведется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{(aN_{щ} - bN_{к})K100}{P} \cdot \frac{100}{100 - W}, \quad (Д.1)$$

где:

a - количество фильтрата, взятое для определения, мл;

$N_{щ}$ - нормальность раствора NaOH;

b - количество кислоты, пошедшей на титрование, мл;

$N_{к}$ - нормальность раствора HCl;

K - коэффициент перевода на весь объем;

P - масса грунта, г;

W - гигроскопическая влажность грунта, %

Активными грунтами, поддающимися закреплению способом однорастворной силикатизации, являются просадочные грунты с емкостью поглощения в 1Н щелочном растворе не менее 15 мг/экв на 100 г сухого грунта.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИПСА В ГРУНТАХ

Определение гипса в грунтах проводят с помощью соляно-кислых (0,2-нормальной HCl) и водных вытяжек.

Определяя в соляно-кислой вытяжке содержание $\text{SO}_4^{''}$ и вычитая из него количество сульфат-иона, определенного в водной вытяжке, узнают содержание сульфат-иона гипса и по нему вычисляют количество $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Порядок определения, необходимые для этого реактивы и вычисление результатов, согласно действующим нормам.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ГРУНТАХ

Содержание органического вещества в грунтах определяют или по методу Тюрина, путем мокрого сжигания органического вещества хромовой кислотой (оксидометрический метод), или методом сухого сжигания в потоке кислорода при температуре 950 - 1000 °С согласно действующим нормам.

ПРИЛОЖЕНИЕ И
(обязательное)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ СИЛИКАТА НАТРИЯ

1 мл раствора силиката натрия плотностью 1,07 - 1,1 г/см³ вводится в стеклянную колбу объемом не менее 120 мл, добавляется 30 - 50 мл воды и несколько капель смешанного индикатора, состоящего из смеси метилового красного и бромтимолового синего, приготовленного в массовом отношении 1:1 по общепринятой методике.

Затем производится титрование щелочи приблизительно 0,5 нормальным раствором HCl до появления красного окрашивания. В нейтрализованный раствор добавляется 4 - 5 г кристаллического фтористого натрия и дополнительно 4 - 5 капель смешанного индикатора. При активном перемешивании производится вторичное титрование для определения кремневой кислоты. Титрование заканчивается в тот момент, когда две последние капли кислоты окрасят раствор и красный цвет.

Модуль раствора силиката натрия рассчитывается по следующей формуле:

$$M = \frac{\text{количество HCl мл, пошедшее на второе титрование}}{\text{количество HCl мл, пошедшее на первое титрование}} \cdot 0,51 \quad (\text{И.1})$$

Коэффициент 0,5 выводится из отношения

$$15/31 \cdot 1,032 = 0,4992 \approx 0,5,$$

где :

15 - эквивалент SiO₂;

31 - эквивалент Na₂O;

1,032 - коэффициент выражает отношение молекулярной массы Na₂O к молекулярной массе SiO₂.

ПРИЛОЖЕНИЕ К
(обязательное)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ИСПЫТАНИЯХ ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТА ПО ЕВРОКОДУ

Методика проведения испытаний

- (1) Из слоя грунта производится забор такого объема материала, который в 2 раза превышает необходимый для испытываемых образцов.
- (2) Необходимо произвести такой отбор испытываемых образцов, который позволил бы смоделировать предельные значения соответствующих характеристик грунтов, например: состава, относительной плотности, коэффициента пористости и т. д.
- (3) Согласно нормативам, градиент гидравлического давления в глинистых и илистых грунтах не должен быть менее 30, в песке - не менее 10.
- (4) Необходимо учитывать нужную степень насыщенности грунта в зависимости от типа грунта и заданной точности коэффициента фильтрации.

Количество испытаний

- (1) В таблице К.1 приведены нормы минимального количества необходимых испытаний, зависящих от изменчивости грунта и существующего аналогичного опыта, относящегося к данному типу грунта.

Таблица К.1 - Испытания фильтрации грунта. Рекомендуемое минимальное количество образцов грунта для исследования одного слоя грунта

Диапазон измеренного коэффициента фильтрации k	Рекомендуемое минимальное количество образцов для испытаний, если аналогичный сопоставимый опыт		
	отсутствует	средний	широкий
$k_{\max}/k_{\min} > 100$	5	4	3
$10 < k_{\max}/k_{\min} \leq 100$	5	3	2
$k_{\max}/k_{\min} \leq 10$	3	2	1 ^{a)}
^{a)} Одно испытание и классификационные испытания проводятся для проверки соответствия существующим данным.			

- (2) В таблице К.1 характеристика только одного испытания подтверждает обоснованность существующих данных. Если результаты испытаний не согласуются с существующими данными, требуется проведение дополнительных испытаний.

Оценка результатов испытаний

- (1) Существуют четыре широко распространенных метода для определения коэффициента фильтрации грунта (водопроницаемости):
 - методы полевых испытаний, такие как определение водопроницаемости путем опытной откачки и скважинным способом;
 - метод эмпирической связи с гранулометрическим составом грунта;

- метод получения оценочных показателей при испытаниях с использованием компрессионного прибора (одометра);

- метод определения водопроницаемости грунта на испытываемых образцах в лабораторных условиях.

Можно оптимизировать оценку коэффициента фильтрации, если использовать несколько вышеназванных методов в сочетании друг с другом.

(2) Даже если слой грунта однороден по составу, коэффициент фильтрации грунта может значительно варьироваться ввиду небольших изменений удельной нагрузки, коэффициента пустотности, структуры, размера частиц и слоистости. Самым достоверным методом для получения коэффициента фильтрации является полевой метод испытаний.

(3) Даже если слой грунта однороден по составу, необходимо описывать коэффициент фильтрации грунта с указанием минимального и максимального предельного уровней.

(4) При использовании результатов одометрических испытаний для расчета коэффициента фильтрации глинистых и илистых грунтов получается лишь приблизительная оценка. Одометрические испытания с постоянной скоростью обеспечивают более точный замер водопроницаемости.

(5) Определение коэффициента фильтрации однородного по составу песка можно произвести достаточно точно, используя взаимосвязь с гранулометрическим составом.

(6) Достоверные результаты можно получить при проведении лабораторных испытаний на глинистых, илистых и минеральных грунтах органического происхождения, из которых возможно получить необработанные образцы высокого качества. Важно тщательно проверять репрезентативность испытываемых образцов.

(7) Степень влажности некоторых типов грунтов может оказать влияние на коэффициент фильтрации вплоть до трех порядков значений величины.

(8) Химический состав проникающего вещества может изменить коэффициент фильтрации на несколько порядков значений величины.

ПРИЛОЖЕНИЕ Л
(обязательное)

ЛАБОРАТОРНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТОВ

Определение коэффициента фильтрации грунтов в лабораторных условиях в принципе может производиться по многим хорошо разработанным и широко известным в технической литературе методикам, а именно: в трубке и в приборе Г.Н. Каменского; в приборе Г. Тиме; в трубке Спецгео; в приборе П.В. конструкции Д.И. Знаменского и В.Н. Хрусталева (для глинистых грунтов); в фильтрометре Н.Н. Веригина и по другим методикам.

В целях инъекционного закрепления грунтом лабораторное определение коэффициента фильтрации рекомендуется производить по методике НИИОСП, которая представляет собой усовершенствованную методику в трубке Г.Н. Каменского.

Методика распространяется на все без исключения, пригодные для инъекционного закрепления грунты нарушенного и естественного сложения, включая рыхлые - от крупнообломочных грунтов до пылеватых песков, и просадочные лессовые грунты; не исключаются и все другие глинистые грунты, неспособные к инъекционному закреплению.

Определение основано на измерении падения уровня воды в измерительной трубке при фильтрации из нее воды с переменным (убывающим) напором, согласно Дарси, для случая, когда диаметры образца грунта и измерительной трубки не совпадают.

От трубки Г.Н. Каменского данный прибор (Рисунок Л.1) отличается наличием сменных измерительных трубок разного сечения 4и применением грунтоноса оригинальной конструкции (Рисунок Л.2). Набор измерительных точно тарированных трубок диаметром 126, 25, 11 и 5 мм, включая и трубку Каменского диаметром 56 мм, обеспечивает их подбором возможность кратковременного, практически одновременного определения коэффициента фильтрации грунтов независимо от его величины в диапазоне трех порядков величин, охватывающем все пригодные для инъекционного закрепления нескальные грунты.

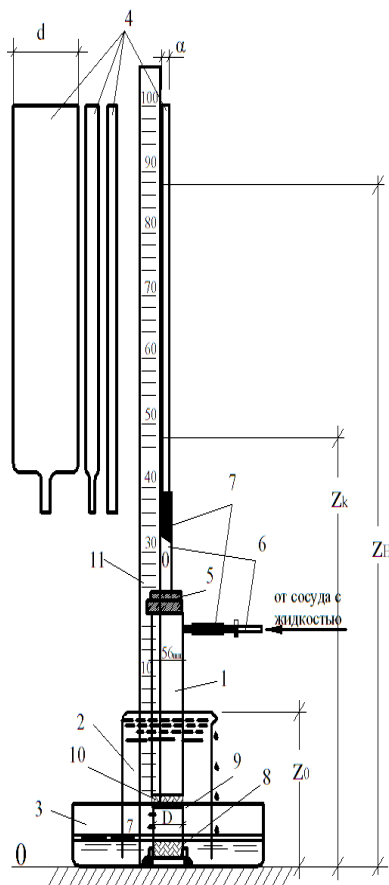
Прибор-грунтонос в комплекте той же лабораторной установки, подключенный вместо трубки Г.Н. Каменского, предназначается для определения водопроницаемости просадочных лессовых грунтов и других глинистых грунтов. Обжатие грунтового образца давлением, создаваемым лабораторным компрессором, надежно гарантирует от пристенной фильтрации.

Кроме показанного на рисунках, в комплект прибора входят лабораторный компрессор, обеспечивающий давление до 0,3 МПа и стеклянная бутылка с тубусом на 5 - 10 л для подачи воды в прибор. Для проведения опыта еще требуются секундомер, термометр, трамбовка для укладки рыхлых грунтов, технические лабораторные весы и все необходимое для определения влажности грунтов. Коэффициент фильтрации песчаных и крупнообломочных грунтов определяют при двух состояниях по плотности, минимальной и максимальной, с соответствующими определениями пористости, просадочные, лессовые и другие глинистые грунты испытываются в состоянии монолитов цилиндрической формы с сохранением их естественной структуры и влажности. Определение

коэффициента фильтрации песчаных и крупнообломочных грунтов осуществляется на образцах воздушно-сухого состояния. Перед опытом на фильтрацию определяют необходимые для расчета пористости образца в нагруженном состоянии величины плотности частиц и гигроскопической влажности, а также гранулометрический состав. Для просадочных лессовых грунтов определяют плотность, плотность частиц и естественную влажность.

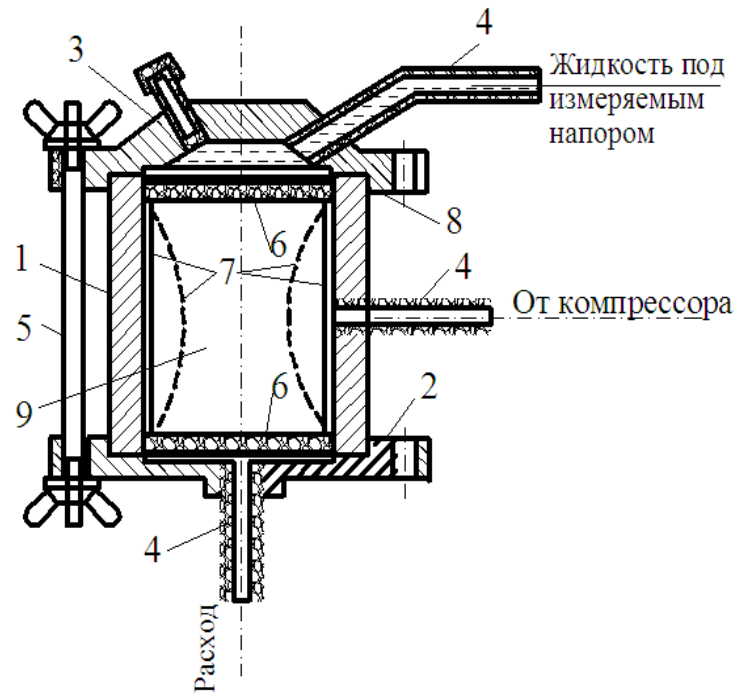
1 Подготовка грунтов воздушно сухого состояния и определение указанных характеристик выполняются по соответствующим СН РК EN 1997-2:2007/2011. Геотехническое проектирование. Часть 2. Исследования и испытания грунта

Определение пористости образца песчаных и крупнообломочных грунтов в нагруженном состоянии осуществляют двукратным взвешиванием (до и после загрузки в прибор пробы грунта, взятой в фарфоровой чашке в некотором избытке). По разности весов и объему грунта в приборе определяют плотность грунта в приборе, а затем расчетом его пористость.



1 - трубка из оргстекла с перфорированным дном; 2 - химический стакан в качестве стабилизатора уровня; 3 - кристаллизатор; 4- сменные измерительные трубки разного сечения; 5 - резиновая пробка; 6 - стеклянные трубки с кранами; 7 - резиновые соединительные трубки; 8 - гравийная подсыпка; 9 - испытуемый образец грунта; 10 - гравийно-песчаная присыпка; 11 - мерная рейка-измеритель напоров.

Рисунок Л.1. - Схема лабораторного определения коэффициента фильтрации песчаных и крупнообломочных грунтов по методике НИИОСП



1 - стакан грунтонос; 2 - днище; 3 - крышка; 4 - патрубки; 5 - зажимные болты; 6 - перфорированные диски; 7 - резиновая обойма; 8 - резиновые прокладки; 9 - грунтовый монолит

Рисунок Л.2. - Прибор для определения коэффициента фильтрации глинистых грунтов ненарушенной структуры

Загрузка прибора

1 Перед загрузкой прибора взвесить на технических весах подготовленный для опыта в небольшом избытке грунт в фарфоровой чашке, залить бутылку для подачи воды в трубку, подготовить составные элементы прибора.

2 Установить стакан 2 диаметром 8 - 10 см, высотой 10 - 12 см в кристаллизатор 3, а трубку 1 диаметром 5 - 6 см, высотой 20 - 25 см - на подставку в стакане 2.

3 На сетчатое дно трубки уложить слой гравия толщиной 1-2 см для предотвращения выноса частиц испытуемого образца.

4 Осторожно, небольшими порциями произвести заполнение трубки грунтом на высоту 5 - 10 см. При испытании образца минимальной плотности заполнение осуществляют через воронку без всякого уплотнения; при испытании образца максимальной плотности - при тщательном уплотнении трамбовкой.

5 Одновременно с заполнением трубки грунтом в стакан следует понемногу приливать воду до капиллярного увлажнения поверхности грунта, узнаваемого по изменению его цвета.

6 После заполнения трубки грунтом и насыщения его водой уложить на его поверхность слой гравия толщиной 1 - 2 см для предохранения образца от размыва.

7 Добавить в стакан такое количество воды, чтобы просочившись через образец, она образовала над гравием слой в 1 - 2 см.

8 После загрузки взвесить чашку с остатками грунта; результат записать в журнал для определения пористости.

Последовательный ход определения

9 Визуально, приближенно оценивая на основе собственного опыта водопроницаемость грунта, экспериментатор с запасом в большую сторону выбирает и устанавливает в лабораторном штативе (на рисунках не показан) измерительную трубку 4.

10 На удобной для наблюдения высоте измерительной трубки отметить начальное и конечное положения уровня с таким расчетом, чтобы расстояние между ними составляло 10 - 15 см. С помощью масштабной линейки 11 произвести измерения Z_n , Z_k и Z_o , результаты записать в журнал.

11 Открытием крана на горизонтальной трубке 6 заполнить водой трубку 1 и измерительную трубку 4 до понижения мениска на 3 - 4 см выше отметки начального уровня, после чего оба крана закрыть.

12 Заполнить водой до краев стакан 2, измерить температуру воды, подготовиться к опыту на фильтрацию.

13 Открыв кран на вертикальной трубке 6, наблюдать падение уровня в измерительной трубке, включив секундомер на отметке начального уровня и выключив его на отметке конечного уровня, после чего кран закрыть, а измеренное время падения уровня занести в журнал.

14 Если по результатам первого опыта время падения уровня окажется слишком большим (св. 5 мин) или слишком малым, не подходящим для надежного измерения (менее минуты), то следует произвести соответствующую замену измерительной трубки.

15 Далее аналогичным образом делают несколько повторных измерений времени падения уровня до полной стабилизации отсчетов времени, после чего опыт считают законченным.

Ход определения коэффициента фильтрации просадочных лессовых и других глинистых грунтов отличается от изложенного выше определения для рыхлых грунтов лишь немногим в составе предварительно определяемых характеристик и особенностью установки образца грунта в прибор-грунтонос.

Загружаемый образец грунта ненарушенной структуры вырезается в виде монолита правильной цилиндрической формы диаметром 5 см и высотой 6 см. Диаметр образца должен быть меньше внутреннего диаметра стакана 1 не менее чем на 4 мм, а по высоте точно соответствовать расстоянию между перфорированными дисками 6 в собранном состоянии. Приготовление образца из парафинированного монолита должно производиться не более чем за 1 ч до начала опыта на фильтрацию. До установки в прибор готовый образец должен храниться в воздушно-влажных условиях.

Последовательный порядок загрузки монолитного образца в прибор-грунтонос (Рисунок Л.2.)

1 Обойму из тонкой эластичной резины в виде трубки диаметром 4 см и длиной 12 см поместить внутрь кольца 1 и натянуть на его края таким образом, чтобы натянутая обойма внутри кольца имела вид, показанный на рисунке пунктиром 7.

2 На патрубке 4 одеть чистую резиновую трубку с зажимом и при открытом зажиме втянуть в себя воздух с таким усилием, чтобы резиновая обойма плотно облегла внутреннюю поверхность кольца, после чего зажим закрыть.

3 Вставить образец грунта в кольцо и открыть зажим на резиновой трубке, в результате чего резиновая обойма расправится, обожмет и закрепит образец в кольце.

4 После этого собрать прибор-грунтонос, укрепить его в вертикальном положении на лабораторном штативе и соответствующим образом укомплектовать на нем измерительную трубку, масштабную линейку и посуду для слива фильтрующейся жидкости.

5 К боковому патрубку 4 подсоединить лабораторный компрессор или баллон с сжатым воздухом, обеспечивающие регулируемое и измеряемое давление, и к верхнему патрубку 4- бутылку с водой для ее подачи в прибор. В дальнейшем опыт на фильтрацию производить точно так, как указано выше, для рыхлых грунтов.

Коэффициент фильтрации грунта см/с, по результатам измерений рассчитывают по формуле:

$$K_{\phi} = \frac{d^2}{D^2} L \frac{\ln(z_n - z_o)/(z_k - z_o)}{T}, \quad (\text{Л.1})$$

где:

T - измеренное время падения уровня, с, другие величины, см, показаны на рисунке Л.1 данного приложения.

Умножением результата на коэффициент размерности 864 получают коэффициент фильтрации, м/сут.

Отличительными особенностями и достоинствами данной методики являются несложность и доступность укомплектования прибора, простота техники эксперимента, кратковременность определения независимо от величины водопроницаемости грунтов, охват возможностью испытания на водопроницаемость всех без исключения грунтов - нарушенной и ненарушенной структуры.

Методика апробирована в НИИОСП многолетним опытом ее применения в практических целях, связанных с инъекционным закреплением грунтов.

ПРИЛОЖЕНИЕ М

(обязательное)

ХИМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ХИМИЧЕСКОМ
ЗАКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВ СПОСОБАМИ СИЛИКАТИЗАЦИИ

Технические материалы, применяемые при химическом закреплении грунтов способами силикатизации приведены в табл. М.1.

Таблица М.1 - Растворы-крепители, используемые при силикатизации и смолизации грунтов

№ способа по рецептуре	Компоненты гелеобразующей смеси				Объемное отношение отвердителя к крепителю	Время гелеобразования, мин	Порядок приготовления смеси
	Крепитель		Отвердитель				
	наименование	плотность, г/см ³	наименование	плотность, г/см ³			
I	Силикат натрия	1,25 - 1,3	Кремнефтористо- водородная кислота	1,1 - 1,08	0,12 - 0,2	При 20 °С - 10 - 20, при 5 °С - 60	Отвердитель добавляют к крепителю
II	То же	1,15	Алюминат натрия	1,05	0,225	60 - 180	То же
III	»	1,19	Ортофосфорная кислота	1,025	3,4 - 6	60 - 600	Крепитель добавляют к отвердителю
IV	Силикат натрия, модуль 3,3 - 3,4*	1,28 - 1,30	50 %-ный раствор формамида	1,073	0,25 - 0,5	15 - 180	Отвердитель добавляют к крепителю
V	Силикат натрия, модуль 3,3 - 3,4**	1,28 - 1,30	Этилацетат Контакт Петрова**	-	0,02 - 0,04 0,04 - 0,05	30 - 90	Крепитель смешивают с контактом Петрова и в полученную смесь добавляют этилацетат
* Раствор силиката повышенного модуля получают обработкой силиката обычного модуля 2,5 - 3 кремнефтористоводородной кислотой плотностью 1,1 - 1,08 в количестве 5 - 6 % по объему.							
** Контакт Петрова предварительно разбавляют водой в соотношении 1:3.							

Таблица М.2 - Растворы-крепители, используемые при газовой силикатизации

№ способа по рецептуре	Компоненты газовой силикатизации					Порядок закачки компонентов в грунты
	Крепитель			Отвердитель		
	наименование	плотность, г/см ³	норма закачки	наименование	норма закачки на 1 м ³ грунта, кг	
VI (для песков)	Силикат натрия	1,19 - 1,30	0,8 объема пор	Углекислый газ в баллонах	4 - 6,5	Углекислый газ 2 - 2,5 кг, силикат натрия, углекислый газ 2 - 4 кг
VII (для просадочных лессовых грунтов)	То же	1,10 - 1,17	0,8 объема пор	То же	5 - 7,5	Углекислый газ 2 - 3 кг, силикат натрия, углекислый газ 3 - 4,5 кг

Таблица М.3 - Технические материалы, применяемые при силикатизации

№ п.п.	Реагенты	Физическое состояние
1	Силикат натрия растворимый	Глыба
2	Стекло натриево-жидкое	Жидкость
3	Хлористый кальций	Жидкость, порошок, комки
4	Ортофосфорная кислота	Жидкость
5	Кремнефтористо-водородная кислота	»
6	Углекислый газ	Сжиженный газ

Применяемый при силикатизации грунтов силикат натрия $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ доставляется к месту работы либо в виде силикат-глыбы, либо в виде раствора плотностью 1,4 - 1,5 г/см³.

В зависимости от исходных материалов силикат натрия выпускается содовый и содово-сульфатный.

Раствор силиката натрия должен отвечать требованиям процедуры закрепления.

Силикатный модуль является главной характеристикой силиката натрия, определяющей его состав. Под модулем подразумевается отношение числа грамм-молекул кремнезема SiO_2 к числу грамм-молекул окиси натрия Na_2O . В процессе производства работ модуль употребляемых растворов силиката натрия (каждая партия) подлежит контрольным определениям.

По физико-химическим показателям раствор силиката натрия должен отвечать нормам, указанным в таблице М.3.

Применяемый при однорастворной двухкомпонентной силикатизации в качестве отвердителя (коагулянта) силиката натрия, алюминат натрия должен удовлетворять следующим требованиям:

каустический модуль 1,5 - 1,7 (отношение $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$);

крупность дробления 5 - 6 мм;

наличие нерастворимых взвесей 1 - 2 %

Коагулянт - кремнефтористо-водородная кислота - является побочным продуктом производства суперфосфата и фосфорной кислоты и поставляется в виде раствора плотностью 1,1 - 1,2 г/см³.

Таблица М.4 – Соотношение силикатной модули

Показатели	Нормы для видов силиката натрия	
	содового	содово-сульфатного
Внешний вид	Густая жидкость желтого или серого цвета без механических включений, видимых невооруженным глазом	Густая жидкость от желтого до коричневого цвета без механических включений, видимых невооруженным глазом
Содержание кремнезема, %	31 - 33	28,5 - 29,5
Содержание окиси железа и окиси алюминия, %, не более	0,25	0,4
Содержание окиси кальция, %, не более	0,2	0,25
Содержание серного ангидрида в пересчете на серу, %, не более	0,06	0,4
Содержание окиси натрия, %	10 - 12	10 - 11
Силикатный модуль	2,65 - 3,4	2,65 - 3,4
Плотность, г/см ³	1,36 - 1,5	1,43 - 1,5

При однорастворной двухкомпонентной смолизации песчаных грунтов в настоящее время разработаны и могут применяться девять отличающихся рецептурой способов согласно в таблице К.5, в которой приведены данные для получения соответствующих гелеобразующих смесей.

Преимуществом смолизации перед однорастворной силикатизацией является возможность значительно более прочного закрепления грунтов. Так, временное сопротивление при сжатии закрепленных смолизацией некоторых видов песчаных грунтов может достигать 7 - 10 МПа. Недостатком смолизации является выделение карбамидными смолами токсичного формальдегида. При закреплении грунтов под существующими сооружениями, когда работы ведутся в закрытых помещениях, это обстоятельство требует применения усиленной приточно-отточной вентиляции.

Для глубинного закрепления грунтов смолизацией, не связанного последующим вскрытием закрепленных массивов (например, при усилении оснований, устройстве фундаментов или других подземных конструкций), следует применять способы смолизации на основе карбамидных смол марок М, М-2, МФ-17 и УКС.

При смолизации грунтов с целью проходки подземных выработок допускается применять способы на основе смолы марки М-3, содержащей наименьшее количество свободного формальдегида (0,3 - 0,5 %).

В связи с изменением во времени физико-химических свойств смолы для каждой партии смолы в процессе инъекционных работ требуется уточнять соотношения компонентов в гелеобразующей смеси, обеспечивающие заданный период времени гелеобразования, руководствуясь прил. Н.

Разведение смолы водой до рабочих концентраций производится в следующих приближенных соотношениях:

- крепитель М-2 разбавляется водой в соотношении 1:0,8 до плотности раствора 1,09 г/см³, являющейся нижним пределом разбавления;
- крепитель М-3 разбавляется водой в соотношении 1:0,5 до плотности раствора 1,12 г/см³;
- крепитель МФ-17 разбавляется водой в соотношении 1:2 до плотности раствора 1,08 г/см³.

При разбавлении смолы растворами азотно-кислого аммония или сульфитно-спиртовой барды раствор получается более стабильным.

Таблица М.5 - Химическая технология однорастворных двухкомпонентных способов смолизации

№ способа по рецептуре	Компоненты гелеобразующей смеси				Объемное отношение отвердителя к крепителю	Время гелеобразования, мин	Порядок приготовления смеси
	Крепитель		Отвердитель				
	наименование	плотность при 18 °С, г/см ³	Наименование	плотность, г/см ³			
VIII	Карбамидная смола марки М	1,08	5 %-ная соляная кислота	1,023	0,05 - 0,06	180 - 40	В смолу при тщательном перемешивании добавляют кислоту
IX	То же, марки М- 2	1,09 - 1,1	5 %-ная щавелевая кислота	1,023	0,12 - 0,14	180 - 60	То же
X	То же	1,09 - 1,1	5 %-ная соляная кислота	1,023	0,07 - 0,08	150 - 50	»
XI	То же, МФ-17	1,08 - 1,09	То же	1,09 - 1,1	0,08 - 0,10	150 - 40	»
XII	» М-3	1,12 - 1,13	»	1,023	0,03 - 0,05	150 - 25	»
XIII	» М-3	1,178 - 1,18	Азотнокислый аммоний 5 %-ная соляная кислота	1,1 - 1,2 1,023	1 - 2 0,25 - 0,35	150 - 30	Вначале смешивают крепитель с азотнокислым аммонием, а затем добавляют кислоту
XIV	» М-3	1,178 - 1,18	Сульфитно-спиртовая барда 5 %-ная соляная кислота	1,15 - 1,16 1,023	1 - 2 0,25 - 0,35	180 - 30	К сульфитно-спиртовой барде приливают кислоту, а затем кислый раствор сульфитной барды смешивают с крепителем
XV	» М-3	1,178 - 1,18	Сульфитно-спиртовая барда Азотно-кислый аммоний	1,2 - 1,22 1,25 - 1,26	0,55 - 2,15 0,25 - 0,50	150 - 60	Сульфитно-спиртовую барду смешивают с азотно-кислым аммонием, в полученную смесь добавляют кислоту
XVI	» М-2	1,15 - 1,16	Сульфитно-спиртовая барда Азотно-кислый аммоний 5 %-ная соляная кислота	1,2 - 1,22 1,25 - 1,26 1,023	0,58 - 2 0,24 - 0,67 0,18 - 0,33	120 - 30	Приготовленную по рецептуре XIV смесь при перемешивании добавляют в крепитель

Применяемые при смолизации в качестве крепителей растворы карбамидных смол по своим физическим и химическим характеристикам должны удовлетворять нормам таблицы К.5, а щавелевая (кристаллогидрат) и техническая соляная (жидкость) кислоты должны удовлетворять соответствующим нормам.

При приготовлении и применении гелеобразующих смесей необходимо соблюдать следующие правила:

- измерение заданных объемов крепителя и отвердителя рабочих концентраций перед их смешиванием должно выполняться с необходимой точностью, которая устанавливается на основе экспериментальной зависимости времени гелеобразования от объемного соотношения компонентов (прил.Н) и указывается в проекте. При этом точность измерения находится по условию, что погрешность в получении заданного периода гелеобразования не должна превосходить 10 %;

- при смешивании компонентов смеси отвердитель следует постепенно добавлять к крепителю (а не наоборот) при непрерывном и тщательном перемешивании;

- заданное время гелеобразования в процессе инъекции должно контролироваться путем отбора проб смеси и фиксации момента ее загустевания.

При одnorастворной двухкомпонентной силикатизации и смолизации грунтов в последнее время получила широкое применение предварительная обработка (активизация) грунтов отвердителями, повышающая радиус закрепления и прочность закрепленных грунтов. Необходимость предварительной обработки грунтов и нормы нагнетания отвердителей устанавливаются проектом по результатам специальных лабораторных исследований и опытных работ по закреплению грунтов в натурных условиях.

Таблица М.6 - Крепителей растворы карбамидных смол

Показатель	Нормы для марок			
	М	М-2	М-3	МФ-17
Внешний вид	Сиропообразная жидкость, однотонная по цвету. Допускается появление мути в виде устойчивых кристаллов			Однородная, вязкая жидкость белого или светло-коричневого цвета. Допускается появление мути
Плотность при 20°C, г/см ³	1,15 - 1,2	1,15 - 1,2	1,15 - 1,2	1,25 - 1,27
Вязкость при 20°C по вискозиметру ВЗ-1, с	4 - 10	4 - 10	4 - 35	40 - 100
Концентрация водородных ионов (рН)	7,2 - 9	7,2 - 9	7 - 9	7,5 - 8,5
Содержание свободного формальдегида, %, не более	Не определяется	2	0,5	3
Растворимость в воде	Растворяется, допускается легкий осадок на дне	Не определяется	В соотношении 1:1	При смешивании воды и смолы раствор не должен коагулировать

ПРИМЕЧАНИЕ Сроки хранения смол М, М-2, М-3 не более трех месяцев, МФ-17 - не более двух месяцев.

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

(обязательное)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВРЕМЕНИ ГЕЛЕОБРАЗОВАНИЯ ОТ
ОБЪЕМНОГО СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЗАКРЕПЛЯЮЩИХ СМЕСЕЙ
ДЛЯ ОДНОРАСТВОРНОЙ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СИЛИКАТИЗАЦИИ И
СМОЛИЗАЦИИ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ**

Методика указанного определения приводится на примере однорастворной смолизации на основе крепителя - карбамидной смолы марки М и 3 %-ного раствора соляной кислоты в качестве отвердителя.

В 4 - 5 стаканчиков вместимостью 150 - 200 см³ наливают заранее приготовленный раствор крепителя М ($\rho = 1,07 - 1,08$). В стаканчики с раствором из бюретки при тщательном перемешивании стеклянной палочкой приливают разные количества 3 %-ного раствора соляной кислоты ($\rho = 1,013$).

Таблица Н.1 - Примерная дозировка соляной кислоты и порядок записи определения
времени гелеобразования

№ определений	Объемы закрепляющих растворов, см ³		Время начала опыта, ч- мин	Время окончания опыта, ч- мин	Время гелеобразования, ч-мин	Температура, °С
	смолы, $\rho = 1,08$	3 %-ной HCl, $\rho = 1,013$				
1	100	6	12-00	12-10	10	20
2	100	5	12-05	12-40	35	20
3	100	4	12-10	13-30	1 ч. 20	20
4	100	3	12-10	15-25	3 ч. 10	20

За время гелеобразования принимают промежуток времени между окончанием введения нужного количества кислоты в смолу и моментом перехода приготовленной смеси из жидкого состояния в желеобразное. Тот же порядок определения времени гелеобразования сохраняется и при подборе рецептур однорастворной силикатизации с той только разницей, что в качестве крепителя берется рабочий раствор силиката натрия, а за коагулирующие компоненты - соответствующие отвердители рабочих концентраций. Исключение составляет гелеобразующий раствор, получаемый на основе силиката натрия и ортофосфорной кислоты, когда порядок смешения растворов обратный - к раствору кислоты (100 мл) приливают разные количества раствора силиката натрия. Объемные соотношения компонентов закрепляющих смесей для разных способов силикатизации приведены в табл. L.1 основной части.

ПРИЛОЖЕНИЕ П
(обязательное)
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ ОДНООСНОМ СЖАТИИ ЗАКРЕПЛЕННЫХ
СИЛИКАТИЗАЦИЕЙ И СМОЛИЗАЦИЕЙ ГРУНТОВ**

Образцы должны иметь цилиндрическую форму с соотношением высоты к диаметру $B/D = 1,5/1$. В качестве нормы рекомендуется цилиндр диаметром 40 - 50 мм. Отклонение от этих рекомендаций допускается в пределах ± 2 мм (диаметр) и до 10 % (отношение высоты к диаметру). Допускается производить испытание закрепленных грунтов и на образцах кубической и призматической формы.

Торцовые поверхности образца должны быть параллельны друг другу (небольшая непараллельность - до 1,5 мм по диаметру - допускается в случае испытания образцов на прессе с легкоподвижным шарниром). Торцовые поверхности не должны иметь выпуклости более 0,1 мм. Влажность и плотность образцов должны соответствовать естественному состоянию в месте взятия пробы.

Испытание на сжатие может производиться на любой пригодной для этой цели испытательной машине (прессе). Мощность пресса выбирается исходя из ожидаемых усилий разрушения, причем шкала силоизмерителя выбирается так, чтобы разрушающие нагрузки фиксировались во второй и третьей четвертях, где точность показаний манометра более высокая.

Плиты пресса должны быть хорошо отшлифованными, абсолютно сухими, не загрязненными маслами и остатками грунта. Одна из плит (желательно, верхняя) должна быть самоустанавливающейся и иметь сферическую «плавающую» опору. Точность работы пресса должна периодически контролироваться тарировочными приспособлениями.

Образцы устанавливаются на нижнюю плиту пресса с тонкими рисками в виде концентрических окружностей с диаметром, равным диаметру испытываемых образцов, что обеспечивает простоту центрирования образцов. Скорость нагружения должна быть 0,01 МПа в 1 мин.

Расчет. По максимальной нагружающей силе P , Н, определяется предел прочности грунта на одноосное сжатие, МПа

$$R = P/F, \quad (\text{П.1})$$

где:

F - площадь нагружаемой грани образца, см^2 .

Таблица П.1 - Данные коэффициента K для расчета по формуле: (P.2)

Отношение высоты образца к его диаметру	Значение коэффициента K	Отношение высоты образца к его диаметру	Значение коэффициента K
0,50	0,54/0,63	1,5	1/1
0,75	0,66/0,78	1,75	1,03/1,02
1	0,82/0,9	2	1,06/1,03
1,25	0,9/0,96		
ПРИМЕЧАНИЕ До черты приведены значения K при действии нагружающих сил перпендикулярно к преимущественному направлению пор просадочных лессовых грунтов, за чертой - параллельно направлению пор.			

В том случае, если образцы имеют отношение высоты к диаметру, отличное от 1,5, необходимо провести перерасчет по формуле:

$$R = KR_0, \quad (\text{П.2})$$

где:

K - коэффициент, принимаемый по таблице;

R_0 - прочность при сжатии, определенная на образцах с соотношением высоты к диаметру, не равном 1,5.

Для закрепленных песчаных и крупнообломочных грунтов за величину K допускается принимать среднеарифметическое значение приведенных в таблице величин до и за чертой.

ПРИЛОЖЕНИЕ Р
(обязательное)
ИСПЫТАНИЯ ПОРОД НА ПРОЧНОСТЬ ПО ЕВРОКОДУ

Предел прочности при неосином сжатии и деформируемость

Порядок испытаний

(1) В качестве примеров испытаний при неосином сжатии и испытаний на деформируемость рекомендуется следовать методикам, изложенным в стандартах ISRM или ASTM. Помимо этого можно использовать дополнения, указанные в разделе W.1.

(2) ISRM предполагает два метода испытаний:

- первый метод: определение прочности породы на неосиное сжатие;
- второй метод: определение деформируемости породы при сжатии.

(3) С помощью первого метода определяется предел прочности на сжатие, а второй дает дополнительную возможность получить модуль упругости Юнга и коэффициент Пуассона. Наиболее предпочтительным является второй метод.

(4) Процедуры, предлагаемые в стандарте ISRM, очень трудно соблюдать, особенно в отношении подготовки образцов и геометрических допусков. Техника проведения испытаний, рекомендуемая в настоящем приложении, менее строгая. Хотя методика, рекомендуемая в ISRM, более предпочтительна, в настоящем техническом кодексе предусматривается набор минимальных требований. Считается, что важнее провести большее количество испытаний, чем меньшее количество испытаний на более высококачественных образцах.

(5) В методику ISRM следует внести следующие изменения и дополнения:

- диаметр цилиндров должен быть в пределах от D до $(D + 10)$ мм, где D - диаметр пробы (образца). При условии, что можно обеспечить достаточную жесткость плиты, диаметр цилиндра может быть больше, чем $(D + 10)$ мм. Требуются особые меры, чтобы должным образом отцентрировать образец;

- опытные образцы должны быть подготовлены в виде правильных круглых цилиндров с коэффициентом отношения высоты к диаметру от 2 до 3 и с диаметром не менее 50 мм. Отношение диаметра образца к самому крупному зерну неустойчивой породы может быть низким, как например 6:1. Однако соотношение 10:1 является более предпочтительным;

- торцевые части образца должны быть плоскими, в пределах 0,02 % от диаметра образца,

и не должны отклоняться от нормали к оси образца более чем на $0,1^\circ$;

- использование покрывающих материалов или обработка поверхностей торцов (помимо машинной) не допускается, кроме случаев испытания мягких скальных грунтов, где механические характеристики покрывающих материалов должны быть лучше, чем у подлежащей испытаниям горной породы.

- диаметр и высота испытываемого образца должны быть определены до ближайших 0,1 мм или 0,2 %, в зависимости от того, какое из значений является большим;

- в тензометрических измерениях радиальных и осевых напряжений база тензометра должна быть не менее чем в 10 раз больше размера зерен. Измерения должны производиться на средней трети опытного образца, во избежание влияния трения и

неоднородностей напряжения на торцах. Измерение вертикального напряжения по всей высоте образца допускается только в том случае, если можно доказать, что получается практически такой же результат, как если напряжение измеряется по средней трети высоты образца;

- нагрузка должна прилагаться к образцу при постоянной скорости изменения напряжения или при постоянной скорости деформации так, чтобы разрушение произошло в течении от 5 до 15 мин. Если для более качественного определения параметров деформации применяются циклы нагрузки и разгрузки, затраченное на них время должно быть исключено из вышеупомянутого интервала времени.

- устройство, которое будет использоваться для приложения и измерения осевой нагрузки на опытный образец, должно иметь достаточную мощность и быть способным оказывать нагрузку с постоянной интенсивностью. Следует проверить параллельность цилиндров.

(6) Начальные деформации могут включать прилегание торцов образца к прессующему устройству и/или закрытию микротрещин в опытном образце. Измерение общих вертикальных деформаций путем использования только расстояния между стальными половинками пресса может привести к неправильным результатам определения характеристик деформации.

Количество испытаний

(1) Характеристики породы могут сильно различаться в зависимости от литологии, диагенеза или отверждения, истории нагружения, выветривания и других естественных процессов, даже в пределах одного геологического пласта. В таблице 12.1 приводятся указания по минимальному количеству испытаний на одноосное сжатие, которое зависит от изменчивости породы и сопоставимого аналогичного опыта его изучения.

Таблица Р.1 - Испытания на одноосное сжатие. Рекомендуемое минимальное количество образцов, подлежащих испытаниям в одном слое породы по бразильскому методу и на трехосное сжатие

Стандартное отклонение измеренной прочности s , % от среднего значения	Рекомендуемое мин. количество образцов для испытаний, если сопоставимый аналогичный опыт		
	отсутствует	средний	широкий
$s > 50$	6	4	2
$20 < s < 50$	3	2	1
$s < 20$	2	1	0 ^{a)}
^{a)} Действительно только для очень однородных типов породы при наличии широкого опыта и сведений по характеристикам локальных грунтов.			

Испытания сосредоточенной нагрузкой

Порядок испытаний

(1) В качестве примера порядка проведения испытаний сосредоточенной нагрузкой рекомендуется следовать методике стандарта ISRM.

(2) Испытания можно проводить при помощи портативного оборудования или с использованием лабораторного испытательного оборудования, в полевых условиях или в лаборатории.

(3) Для испытаний могут быть использованы образцы породы в форме колонки (диаметральные или аксиальные испытания), либо вырезанных блоков (блочные испытания), либо неправильных глыб (испытания неправильных образцов) при условии, что будут соблюдаться справочные указания (например, по ISRM) относительно формы и размеров.

Количество испытаний

(1) Для классификации образцов или пластов грунта используется среднее значение показателя прочности при точечном нагружении. Чтобы получить репрезентативное среднее значение, минимальное количество отдельных испытаний должно быть не менее пяти.

(2) Для характеристики породы и прогнозирования других параметров прочности может понадобиться большее количество испытаний, чем указано в W.1.2. Обычно требуется как минимум по 10 отдельных испытаний из каждого пласта.

Испытания на прямой сдвиг

Порядок испытаний

(1) В качестве примера порядка проведения испытаний на прямой сдвиг рекомендуется следовать методике стандарта ISRM.

(2) В качестве изменений и дополнений к методике ISRM может быть рекомендовано следующее:

- испытательный прибор должен иметь длину хода больше, чем предполагаемое набухание или сжатие грунта, и он должен быть способен поддерживать нормальную нагрузку в пределах 2 % от заданного значения в течение всего испытания. Набухание должно измеряться во время испытания с такой же погрешностью, как смещение при сдвиге;

- скорость смещения при сдвиге должна быть менее 0,1 мм/мин в течение 10 мин непосредственно перед снятием показаний. При использовании автоматической регистрации данных снижение скорости смещения при сдвиге до 0,1 мм/мин может не понадобиться;

- образец необходимо доуплотнять при каждой новой нормальной нагрузке и продолжать сдвиг в соответствии с критериями, изложенными в стандарте ISRM. Если поверхности образца зачищаются перед началом новой фазы испытания или если образцы разгружаются перед переустановкой, это следует отразить в протоколе испытаний. Следует также описать внешний вид материала, удаленного при зачистке.

(3) Прочность на прямой сдвиг может также быть определена в ходе полевых испытаний. Это требует подробной оценки полевых характеристик разрывов.

(4) Результаты могут быть использованы, например, при анализе устойчивости откосов или оснований плотин, тоннелей и подземных выработок.

(5) Можно использовать образцы породы либо в форме колонок, либо в виде вырезанных блоков. Испытываемая плоскость должна, по возможности, иметь минимальную площадь 2500 мм². В случаях незаполненных соединений (кливажа)

диаметр или кромка опытного образца (в случае, если он имеет квадратное сечение) должны, по возможности, относиться к размеру самых крупных зерен в скальной породе не менее чем 10:1. Рекомендуемое соотношение между длиной соединения (кливажа) и размером коробки сдвигового прибора должно быть не менее 0,5, во избежание возможных проблем из-за нестабильности сдвигового аппарата.

(6) Следует использовать специальное оборудование для вырезки образца, например, колонковый бур большого диаметра или породную пилу. Желательно избегать применения ударно-вращательных буров, молотков и зубил, поскольку пробы и образцы должны иметь как можно менее нарушенную структуру.

(7) Направление опытного образца в испытательном приборе обычно выбирается такое, чтобы сдвигаемая плоскость совпадала с плоскостью минимального сопротивления в горной породе, например с линией кливажа, плоскостью напластования, слоистости или трещиноватости либо с поверхностью раздела между нескальным и скальным грунтом или монолитным массивом и скальной породой.

Количество испытаний

(1) Определение прочности на сдвиг должно включать проведение не менее пяти испытаний на одной испытываемой формации или на одном семействе соединений (кливажа), при этом каждый образец должен испытываться при постоянном нормальном давлении в применимом диапазоне нагружения.

Испытания на трехосное сжатие

Порядок испытаний

(1) В качестве примера методики проведения испытаний на трехосное сжатие рекомендуется использовать методику, приведенную в стандарте ISRM.

(2) Опытные образцы должны быть вырезаны диаметром D не менее размера керна (колонки грунта) ($D \approx 54$ мм), с высотой, равной 2 – 3-кратному диаметру, как указывается в 5.4, и с характеристиками согласно указаниям X.4.8.

Количество испытаний

(1) В таблице Р.1 приводятся указания по минимальному количеству испытаний на трехосное сжатие как функции изменчивости породы и имеющегося сопоставимого опыта и знаний. Для характеристики породы и прогнозирования других параметров прочности требуется большее количество испытаний.

ПРИЛОЖЕНИЕ С
(информационное)
ИНФОРМАЦИЯ ОБ ИСПЫТАНИЯХ ГРУНТА НА ПРОЧНОСТЬ

Компрессионные испытания на трехосное сжатие

Количество испытаний

(1) В таблице С.1 приведены методические указания относительно минимального количества необходимых испытаний, которое зависит от изменчивости грунта и имеющегося аналогичного сопоставимого опыта для данного типа грунта. Если требуется только одно испытание, то это испытание проводится для перепроверки и подтверждения существующих данных. Если результаты новых испытаний не согласуются с существующими данными, то следует провести дополнительные испытания.

(2) Количество испытаний можно сократить, если имеются значения напряжения сдвига, полученные в ходе других проведенных испытаний, например полевых испытаний.

Таблица С.1 - Испытания на сжатие. Рекомендуемое минимальное количество испытаний для одного слоя грунта

Коэффициент корреляции r на кривой регрессии	Рекомендуемое количество испытаний для определения эффективного угла внутреннего трения ^{а)} , если аналогичный сопоставимый опыт		
	отсутствует	средний	широкий
$r \leq 0,95$	4	3	2
$0,95 < r \leq 0,98$	3	2	1
$r \geq 0,98$	2	1	1
Изменчивость прочности при проведении испытаний на сдвиг недренированного грунта (для некоторых сжимающих давлений)	Рекомендуемое количество испытаний на сдвиг ^{а)} недренированного грунта, если аналогичный сопоставимый опыт		
	отсутствует	средний	широкий
Соотношение макс./мин. значений > 2	6	4	3
$1,25 < \text{соотношение макс./мин. значений} \leq 2$	4	3	2
Соотношение макс./мин. значений $\leq 1,25$	3	2	1
^{а)} Одно рекомендуемое испытание - испытание при различных давлениях в камере трех отдельных образцов.			

Оценка результатов испытаний

(3) В дополнение к фактической оценке, недренированная прочность на сдвиг должна проверяться с учетом типа грунта, показателя пластичности и т. д. Оценки недренированной прочности на сдвиг должны соотноситься с типом испытаний, результаты которого анализируются.

(4) Угол внутреннего трения следует определять в соответствии с типом грунта, пластичностью, степенью плотности и т. д. Необходимо тщательно учитывать лабораторные условия и реальные пластовые условия напряжения (например, осесимметричные состояния в сопоставлении с плоскодеформированными состояниями), и в соответствующих случаях следует отрегулировать угол внутреннего трения. Следует также учесть взаимосвязи, например, с результатами испытаний коническим зондом и существующие корреляции с углом внутреннего трения.

Консолидированные испытания на прямой сдвиг в сдвиговых приборах

Порядок испытаний

(4) Испытания на прямой сдвиг (в прямоугольном или кольцевом сдвиговом приборе) проводятся преимущественно для грунтов и условий устойчивости, где предполагается образование отчетливой плоскости разрыва или когда требуется определить прочностные характеристики.

(5) Сравнительные исследования показывают, что результаты испытаний прибором прямого(с параллельным смещением) сдвига и кольцевого прибора для измерения сдвига хорошо согласуются друг с другом. Подготовка опытных образцов проще при испытаниях прибором сдвига с параллельным смещением. Напряжения более однородны при испытаниях кольцевым прибором сдвига, однако деформации не равномерны. Получается легче создать высокие напряжения и таким образом определить остаточную прочность грунта в кольцевом приборе для измерения сдвига, чем в приборе для измерения сдвига с параллельным смещением.

(6) Из пласта следует отобрать вдвое больше материала, чем требуется для количества образцов, подлежащих испытаниям.

Количество испытаний

(1) В таблице С.2 приводятся указания по рекомендуемому минимальному количеству испытаний, которое зависит от изменчивости грунта и имеющегося аналогичного сопоставимого опыта с конкретным типом грунта. Данные рекомендации распространяются на случай, когда результаты испытаний на прямой сдвиг используются отдельно для определения прочности на сдвиг какого-либо пласта грунта.

Таблица С.2 - Испытания на прямой сдвиг. Рекомендуемое минимальное количество испытаний для одного пласта грунта

Коэффициент корреляции на кривой регрессии	Рекомендуемое количество испытаний ^{а)} , если аналогичный сопоставимый опыт		
	отсутствует	средний	широкий
Коэффициент корреляции < 0,95	4	3	2
$0,95 \leq$ Коэффициент корреляции < 0,98	3	2	2
Коэффициент корреляции $\geq 0,98$	2	2	1 ^{б)}
^{а)} Одно рекомендуемое испытание - это испытание при различных нормальных напряжениях трех отдельных образцов.			
^{б)} Отдельное испытание и классификационные испытания для проверки согласованности с аналогичным опытом. Если результаты испытаний не согласуются с имеющимися данными, следует провести дополнительные испытания.			

ПРИЛОЖЕНИЕ Т
(информационное)
**ПЕРЕЧЕНЬ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО ПРИ
СИЛИКАТИЗАЦИИ И СМОЛИЗАЦИИ ГРУНТОВ**

Таблица Т.1 - Перечень оборудования

Наименование	Марки	Завод-изготовитель
Бетонолом	С-358	З-д «Пневмостроймашина» (г. Свердловск)
Перфоратор	ПР-24	-
Инъектор переменного сечения	ИПС-1	-
Инъекторы-тампоны гидравлические	ИТГ-58 ИТГ-124	-
Инъекторы-тампоны пневматические	ИТП-58 ИТП-124	-
Установки для бурения скважин	-	Машиностроительный з-д им. Воровского (г. Свердловск)
Компрессор	ДК-9	-
Центробежный насос	ЗК 45/55 (ЗК-6)	З-д гидроаппаратуры (г. Ереван)
Пневмоустановка	-	З-д «Красный котельщик» (г. Таганрог)
Домкрат реечный	ДР-7	З-д железнодорожного машиностроения (г. Армавир)
Углекислотный редуктор	УР-2	-
Электрообогревательный элемент к углекислотному редуктору	Э-12	-
Весы напольные	РП-150-МГ	-

Таблица Т.2 - Инъекторы

Наименование характеристик	Марки инъекторов				
	ИПС-2 (инъектор переменного сечения)	ИТГ-58	ИТГ-124	ИТП-58	ИТП-124
Диаметр скважины, мм	-	68	130	68	130
Диаметр перфорированной части, мм	32	32	32 - 38	32	32 - 38
Длина перфорированной части, мм	500	500	500	500	500
Длина запорной части, мм	1000	2000	2000	2000	2000
Рабочее давление при запоре скважины, МПа	-	0,12 - 0,35	0,12 - 0,45	0,3 - 0,35	0,3 - 0,45

Таблица Т.3 - Оборудование для нагнетания растворов в грунты

Наименование механизма	Масса, кг	Высота, мм	Давление, МПа	Производительность, м ³ /ч	Высота всасывания, м вод. ст.	Мощность двигателя, кВт	Диаметр плунжера, мм	Число ходов плунжера, мин	Условный проход патрубков, мм
Пневмоустановка с баком диаметром 1220 мм и рабочим объемом 1,5 м ³	613	1970	0,6	4,8	-	-	-	-	-
Центробежные насосы марок:	72	180	0,3	19,8	6	4,5	-	-	50/40
2К20/30 (2К-6)	294	260	0,5	45	6	14	-	-	80/50
3К45/55 (3К-6)	570	260	0,6	90	5	55	-	-	100/70
4К90/85 (4К-6)	150	726	1	1	3	2,2	60	100	32
Насосы-дозаторы марок:									
НЛ-1000/10	239	840	1	1,6	3	3	80	100	32
НД-1600/10	245	840	1	2,5	3	3	100	100	40
НД-2500/10	509	1190	1	0,945	3	1,7	25; 40	150	20
2ДА	733	1610	1	3,4	3	2,8	32; 55	150	32
4ДА	1165	2035	1	8,28	3	4,5	40; 70	150	45
6ДА									

Таблица Т.4 - Углекислотные редукторы для газовой силикатизации грунтов

Наименование характеристик	Технические данные углекислотных редукторов, марки		
	ДЗД-139М	УР-1	УР-2
Давление на входе, МПа	15	12	12,5
Давление на выходе, МПа	0,1	0,6	0,3
Производительность при давлении 0,5 МПа, л/мин	6	100	100
Размеры, мм	190×135×140	150×94×165	176×94×165
Масса, кг	1,74	1,1	1,27
П Р И М Е Ч А Н И Е Чертежи электрообогревательного элемента к углекислотному редуктору имеются в Бюро внедрения Ростовского Промстройинипроекта и высылаются по просьбе производителя работ.			

ПРИЛОЖЕНИЕ У
(обязательное)
ФОРМЫ ЖУРНАЛОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Способ закрепления _____
Объект _____
Проект, арх. № _____

Заказчик _____
Подрядчик _____

Таблица У.1. Журнал работ по силикатизации и смолизации грунтов

Забивка иньекторов				Состав раствора (силикатного или смолы)						Нагнетание раствора								
длина , смена	№ скважин ы	№ заходк и	глубина заходки , м	дата, смен а	силикат или смола		кислота или хлористый кальций		температур а раствора, °С	время гелеобразовани я, мин	начало , ч- мин	конец , ч- мин	Продолжи - тельность, мин	объем раствора , л	расход раствора , л-мин	давление нагнетани я, МПа	ответственны й исполнитель (фамилия, имя, отчество)	Примечани е
					плотность , г/см ³	объем , л	плотность , г/см ³	объем , л										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Представитель подрядчика (подпись) _____

Представитель заказчика (подпись) _____

Таблица У.2. Журнал работ по газовой силикатизации грунтов

Объект _____
Проект, арх. № _____

Заказчик _____
Подрядчик _____

Дата, смена	Привязка иньектора			Параметры и расход закрепляющих реагентов											Добавка кг, л	Примечание
	ось	иньекция	заходка	силикат натрия					углекислый газ							
				плотность, г/см ³	температура, °С	объем, л	давление, МПа	время, мин	для предварительной активизации грунта			для отверждения раствора				
									масса, кг	давление, МПа	время, мин	масса, кг	давление, МПа	время, мин		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Представитель подрядчика (подпись) _____

Представитель заказчика (подпись) _____

Таблица У.3. Журнал авторского надзора

Наименование объекта _____

Адрес _____

Проект, арх. № _____

Начало работ _____ 19 ____ г. Окончание работ _____ 19 ____ г.

Заказчик _____

Подрядчик _____

№ договора на осуществление авторского надзора и срок его действия _____

№ участка на объекте	№ записей	Дата	Выявленные отступления от проекта или другие допущенные дефекты	Указания об устранении выявленных отступлений и сроки их выполнения	Запись произвел (подпись)	С записями ознакомлены, подписи: а) подрядчик б) заказчик	Отметка о выполнении указаний, подписи: а) подрядчик б) заказчик
1	2	3	4	5	6	7	8

УДК [69+624.154.5.001.63](476)(083.74)**МКС 93.020**

Ключевые слова: нормы строительные, грунт армированный, элементы конструктивные, несущая способность, прочность грунта, деформация, требования геотехнические, грунт насыпной, анкерные элементы, откосы, склоны, котлованы, вертикальные армирующие элементы, силикатизации и смолизации, буроинъекционные, инъекционное химическое закрепления, упрочненное основания, техника безопасности, охрана окружающей среды.

ҚР НТҚ 07-01.5-2012
НТП РК 07-01.5-2012

Ресми басылым

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ЭКОНОМИКА МИНИСТРЛІГІНІҢ
ҚҰРЫЛЫС, ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ ЖӘНЕ
ЖЕР РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ КОМИТЕТІ**

**Қазақстан Республикасының
НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ**

ҚР НТҚ 07-01.5-2012

**ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ ЖОБАЛАУ.
ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН КҮШЕЙТІЛГЕН ІРГЕЛЕРДІ ЖОБАЛАУ**

Басылымға жауаптылар: «ҚазҚСҒЗИ» АҚ

050046, Алматы қаласы, Солодовников көшесі, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – қабылдау бөлмесі

Издание официальное

**КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ МИНИСТЕРСТВА
НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**НОРМАТИВНО–ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
Республики Казахстан**

НТП РК 07-01.5-2012

**ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ,
УСИЛЕННЫХ ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная