О.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

«Тау-кен ісі» кафедрасы

«6B07205» – «Тау-кен инженериясы» мамандығы студенттеріне арналған

MIN4551 «Ұңғымалық қалқандық комплекстер (кешендер)» пәнінен

5-практикалық жұмыс. Өтпелі тоннель қаптамасы мен таужынысы аралығындағы саңылауды бітеме ерітінділерімен тығындауды есептеу – 2 сағат.

Оқытушы: Алменов Талгат Макулбекович, техн.ғыл.канд.,
«Тау-кен ісі» кафедрасының профессоры
Эл.почта: T.Almenov@satbayev.university

Алматы, 2026

MIN4551 «Ұңғымалық қалқандық комплекстер (кешендер)» пәнінен

5-практикалық жұмыс. Өтпелі тоннель қаптамасы мен таужынысы аралығындағы саңылауды бітеме ерітінділерімен тығындауды есептеу.

Жұмыстың мақсаты. Өтпелі тоннель қаптамасы мен таужынысы аралығындағы саңылауды бітеме ерітінділерімен тығындау әдісінің орындау технологиясын меңгеру және аталған әдісте қолданылатын тығын ерітінділерінің құрамдарын есептеуді үйрену осы 5-ші практикалық жұмысты орындаудың негізгі мақсаты болып табылады.

Жұмысты орындау талаптары. Әрбір студент оқытушы ұсынған теориялық түсіндірме жазбаларды оқып меңгеріп (білім алушы өзі де тақырып бойынша тағы да қосымша материалдардан тереңірек ізденіп), есептеу мысалдарына қарап, өз варианты бойынша есептеулерді орындап, осы практикалық жұмыстың теориялық және есептік бөлімдерін презентациялық (Word немесе PowerPoint (слайд)) материалдармен көрнекі етіп дайындап, жұмысты оқытушы және топ алдында қорғауы қажет. Әрбір студент төменде берілген кестелерден өз вариантарын алады. Практикалық жұмыстың варинттарын әрбір студентке оқытушы өзі ұсынады.

Өткізу және қорғау мерзімі: Орындалған жұмыс силабустағы жоспар бойынша оқу грфигінің **12-ші аптасының соңына дейін** қорғалуы және тапсырылуы тиіс. Көрсетілген мерзімнен кешіккен білім алушыдан жұмыс қабылданбайды. Өз уақытында қорғалып, өткізілген жұмыс (сапасы мен деңгейіне қарай, критериилер бойынша) бағаланады.

№5 практикалық жұмысты орындауға ұсынылатын **бастапқы деректер** мен **вариантар** реттері төмендегі кестеде келтірілді.

5-ПРАКТИКАЛЫҚ ЖҰМЫСТЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ ТҮСІНДІРМЕ БӨЛІМІ

Метроның өтпелі тоннелдерін өту барысында құрастырмалы қаптамаларды орнатқанда қаптама мен қазылған таужынысы аралығында кеңістік пайда болады (30-50мм), кейде оданда жоғары болуы мүмкін. Оны тәжірибелерде **технологиялық саңылау** (технологогический зазор) деп те атайды. Қазба алға өтілген сайын осы аталған кеңістікті бітеме ерітінділерімен толтырып отыру қажет. Қаптама мен таужынысы аралығындағы кеңістікті дұрыс толтырылғанда таужынысы массиві мен қаптаманың арасы тығыздалады да төбе (жоғары жатқан) таужыныстарының шөгуін (отыруын) болдырмайды. Сонымен қатар, тоннель конструкциясының суөтекізбеушілік қасиеттерін жоғарылатады, яғни қаптаманың коррозияға ұшырауынан қорғайды және ұзаққа шыдамды етуге ықпал жасайды.

Жерасты өтпелі тоннелдерді өтудегі қаптама мен таужынысы аралығындағы кеңістікті бітемелеу ерітінділерімен толтыру жұмыстары «Москваметрострой», «Свердловскметрострой», «Бамтоннельстрой», «Днепрометрострой», «Алматыметрострой» мекемелерімен келісіліп

жасалған ВСН 132-92 «Тоннель қаптамасының сыртына ерітіндіні айдамалау жұмыстарын жасау және қабылдау» атты Ведомствалық құрылыс нормаларының талаптары бойынша орындалады [1].

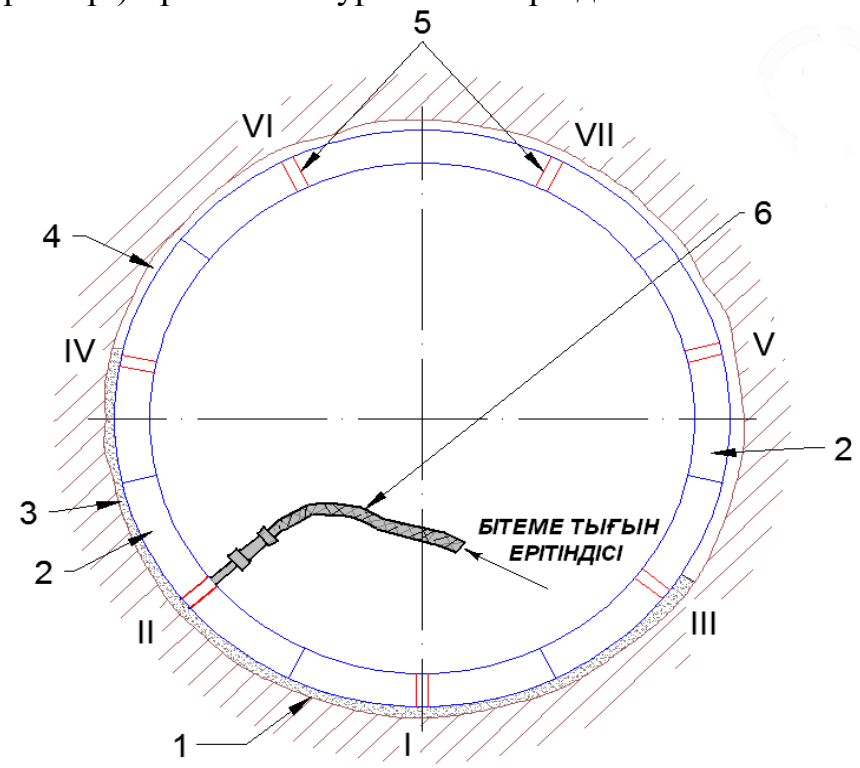
Метроның өтпелі тоннелдердін салудағы қаптама мен таужынысы аралығындағы кеңістікті бітемелеудің екі әдісі бар:

- **Бірінші айдамалау (превичное нагнетание),** яғни, қалқаннан кейінгі қаптаманың екінші және үшінші сақиналарын монтаждағаннан кейін орындалады, мұнда ерітіндіні айдамалау әрбір тюбинг блоктарында қарастырылған тесіктер арқылы жүзеге асады (10.1-сурет);

- **Бақылаулық айдамалау (контролное нагнетание)** қалқаннан кейін 15-20 м кейін орындалады. Мұнда орнатылған тюбинг блоктарының жіктерінен 60-70 см шпур қуысын бұрғылау арқылы жасайды және сол шпурлардан тығын ерітінділері айдамаланады.

Бірінші айдамалауды 0,5 МПа (5 кгс/см^2) дейінгі қысыммен орындайды. Ал, бақылаулық айдамалауды нақтылы шарттарға байланысты 1,5÷2 МПа (15÷20кгс/см^2) дейінгі қысыммен орындайды.

Алматы метрополитенінің өтпелі тоннелі қаптамасы мен қазылған таужынысы аралығындағы кеңістікті бітеме тығын ерітінділерімен толтыру (әдістерінің реттері) сұлбасы 1-суретте келтірілді.



1- таужынысы сілемінің беткейі; 2-қаптаманың (тюбингтің) әрбір блоктары; 3- бітеме тығын ерітіндісі; 4- тоннель қаптамасы мен қазылған таужынысы аралығындағы кеңістік (зазор); 5- ерітіндіні айдамалауға арналған тюбинг блоктарындағы тесіктер; 6 –инекциялауға арналған ерітінді өткізгіш; I÷VII - қаптамаға (тюбинг блоктарына) бітеме тығын ерітіндіні айдамалау кезектілігі.

1-сурет - Өтпелі тоннель қаптамасы мен қазылған таужынысы аралығындағы кеңістікті бітеме тығын ерітінділерімен толтыру сұлбасы

Бітеме тығын материалдары мен ерітінділері және оларға қойылатын талаптарды талдау.

Метрополитен құрылысындағы жерасты өтпелі тоннелдерді салудағы қолданылатын бітеме тығын ерітінділерін дайындауға кәдімгі құрылыс материалдары (цемент, су, құм, саз, зола, үдеткіш немесе баяулатқыш қоспалар) пайдаланылады және олардың барлығы Мемлекеттік стандарттарға (ГОСТ) сәйкес таңдалып қабылдануы тиіс [1, 2].

Бітемелеп тығындау материалы ретінде қолданылатын ертінділер таужыныстарының жарықшақтарына еніп тығыз жабуы; бағасының қолжетімді болуы; адгезиялық жабысу қасиетінің жоғары болуы; әртүрлі температурада және ылғалды ортада жылдам жабысып ұстасуы; құрамына қосылатын толтырмалар отқа қауіпсіз, жылжымалы және иіссіз болулары тиіс.

Тоннель қаптамасы мен таужынысы аралығындағы кеңістікті толтыруға (бітемелеп тығындауға) арналған ертінділердің құрамына қосылатын компоненттерді (цементтер, құмдар, зола, ұсақтастар, химиялық қоспалар, су) дұрыс таңдау және өзара арақатынастық құрамдарын дұрыс анықтау бітемелеп тығындау жұмыстарының сапасына және оның тиімділігіне көп әсерін тигізеді.

Тәжірибелерде бітеме тығын материалдарының түрлерін - негізінен қазба салынатын сілемнің қасиеттеріне, жерасты нысанының жалпы пайдаланымдық мақсатына және оның қаптамасының түріне, және қолданылатын материалдардың экономикалық жағынан тиімділігіне байланысты таңдап қабылдайды [1, 2, 3].

Тығындаушы қоспаны блоктардағы немесе тюбингілердегі тесіктер арқылы тығын қоспаларын қысыммен айдау олрдың жоғарғы қатардағы блоктардың немесе тюбингілердің қиылысқан жерінен қоспа шыққаннан кейін ғана тоқтатылады. Тығындаушы қоспа берілетін шланг алынып жоғарғы тесікке орнатылады, ал төменгі тесік тығынмен жақсылап тығындалады.

Тоннельдерді сенімді және ұзақ уақытқа арналған мақсатта пайдалану үшін оны қоршаған жыныс сілімінен келетін сулардан қорғау керек. Су келімін мүлде болдырмау үшін немесе тоннельді пайдалануға кедергі келтірмейтін деңгейде ғана ененіндей етіп су келімінен қорғау керек.

Тоннельге су келтірмеудің әдістерін тоннельдің құрылымына, қаптамасының материалдарына, қоршаған жыныстардың сулылық деңгейіне, көрсететін қызмет мақсатына, сонымен қатар оны судан қорғауға қолданылатын материалдардың физика-механикалық қасиеттеріне және ол материалдарды жерасты жұмыстарында пайдалану мүмкіндігі мен қауіпсіздігіне байланысты таңдап алады.

Казіргі кезде тоннельдерді қалқандарды қолдану тәсілімен жүргізгенде қаптамаларын көбіне шойын тюбингілерден, бетоннан және темірбетоннан құрастырып немесе тұтас сығылған бетоннан жасайды. Сондықтанда олардың жеке элементтерінің арасынан, тығындаушы тесіктерден және олардың сақиналарының қиылысқан жерлерінен тоннельге су келуі ықтимал.

Осыған орай су келімінен қорғау үшін олардың қиылысқан жерлерін тығындайды (**чеканка**) және каптамалардың ішін торкрет-бетон және бүрікпебетонмен су өткізбейтін қосындылар қосып бүрікпелеп сылайды, яғни жұқа су өткізбейтін қосымша бекітпе жасайды. Кей жағдайларда сылақ-су өткізбейтін материалдармен желімдеп қаптайды.

Шойын немесе болат тюбингілермен қаптамаланған тоннельдердерде тюбингілердің жіктерін арнайы жасалған қоспалармен сылайды немесе су өткізбейтін арнайы пілтелерді есіп пневмобалғалармен тығыздап тығындайды. Мұндай тығындаушы материалдардың ісіну және тез қатаю қасиеттері болуы қажет. Олардың қатарына тез қатаюшы цементтер, қорғасындалған пілте (освинцованный шнур) және полимерлік сағыздар жатады.

Бетоннан және темірбетоннан жасалған қаптамалардағы жіктерді жоғарғы маркалы, су өткізбейтін, отырмалы емес цемент қосылған немесе эпоксидті – фуранды полимер сияқты материалдардан жасалған арнайы қоспалармен сылайды.

Эпоксидті – фуранды қоспаның құрамына синтетикалық сағыздар (эпоксидті ЭД-5 және фуранды ФА), толықтырғыштар (шаң тәрізді кварц) және қатырғыштар (БСК және полиэтиленполиамин ПЭПА) кіреді.

Өтпелі тоннель қаптамасы мен қазылған таужынысы аралығындағы кеңістікті бітемелеп тығындауда қолданылатын тығын ерітінділерінің құрамдары **екікомпонентті**, **үшкомпонентті** және **көпкомпонентті** құрамдардан тұруы мүмкін. Яғни, тоннелдер салынатын таужынысы массивінің қасиеттеріне байланысты тәжірибелерде көп жағдайларда Цементті-құмды-зола (күл) толтырма материалдары кеңінен қолданылады. Яғни, келесі бітеме тығын қоспаларының құрамдары **Ц:Қ:К:С=1:1:1:0,5**; **Ц:Қ:К:С=1:2:1:0,0,55**; **Ц:Қ:К:С=1:2:2:0,6**; **Ц:Қ:К:$Y_к$:С=1:3:1:0,03:0,6** кеңінен қолданылады.

Бітеме тығын қоспаларын (ерітінділерін) дайындау процессі цемент пен ұсақ және ірі толтырмаларды (құм, ұсақтас, күл т.б.) араластырудан және оларды суландырудан тұрады.

Су мен цементтің өзара қатынасы – тығындау саңылауларының параметрлеріне, таужыныстарының қасиеттеріне, цементтің, толтырмалардың мөлшеріне, сапасына ылғалдылығына байланысты алдын-ала зертханалық жолдармен анықталады.

5-ПРАКТИКАЛЫҚ ЖҰМЫСТЫҢ ЕСЕПТІК БӨЛІМІ

Бітеме тығын қоспаларының (ерітінділерінің) арақатынастық құрамдарын таңдау және есептеп қабылдау жолдары кәдімгі бетон қоспаларының құрамдарын есептеу әдістері бойынша анықталады.

Бітеме тығын қоспаларының (ерітінділерінің) арақатынастық құрамдарын таңдау және есептеп қабылдау жолдарын мысал ретінде қарастырып түсіндіреміз.

Мысал-1. Цементті-құмды-зола (күл) компоненттерді қолданғандағы

1м^3 бітеме тығын қоспасын дайындауға жұмсалатын материалдардың мөлшерлерін есептейміз:

Су мен цементтің арақатынасын (С/Ц=0,5) етіп алып, құм мен цемент және ұсақтастың өзара қатыныстарын **Ц:Қ:З=1:1:2** (үш компонентті) етіп алғандағы 1 м^3 тығын қоспасына қосылатын материалдардың жұмсалу мөлшері келесі ретпен анықталады:

Ц : Қ: З: С=1: 1: 2: 0,5 боғанда, сонда $\sum(Ц+К+З+С)=1$.

Одан келесі теңдеуді шығарамыз: $\sum(Ц+1Ц+2Ц+0,5Ц)=1;$

Осыдан: 1 м^3 тығын қоспасының құрамына қосылатын цемент, құм, зола, су мөлшерлерін анықтаймыз:

яғни: Цемент мөлшері $Ц=\frac{1}{4,5}=0,2222\ \ м^3;$

Құм мөлшері Қ = 0,2222$м^3$

Ұсақтас мөлшері $Қ=0,2222\times 2=0,4444\ \ м^3;$

Су мөлшері $С=0,5\times 0,2222=0,1112\ \ м^3$ немесе 111,2 л.

Яғни, осы құрамды есептей келе келесі кестені құрауға болады (1-кесте).

1-кесте. 1 м^3 Бітеме тығын қоспасын дайындауға жұмсалатын әрбір компоненттердің мөлшерлері.

Материалдардың атауы	Бітеме тығын қоспаларының құрамдары
	Ц:Қ:З:С=1:1:2:0,4
Цемент, м^3 / кг	0,2222
Құм, м^3	0,2222
Зола, м^3	0,4444
Су, л	0,1112

Бітеме тығын қоспаларының құрамы және оған қосылатын әрбір компоненттердің мөлшерлері анықталғаннан кейін, оларды арнайы орындарда дайындап алады және тығындау процесстері жүргізілетін жерасты орындарына тасушы машиналармен жеткізеді немесе тікелей тоннелдің жерасты бекітілетін, тығындалатын орындарында да дайындайды.

Практикалық жұмыс бойынша бақылау сұрақтары:

1. Өтпелі тоннелдерді өту барысында құрастырмалы қаптамаларды орнатқанда қаптама мен қазылған таужынысы аралығындағы кеңістік не үшін толтырылады?
2. Қаптама мен қазылған таужынысы аралығындағы кеңістікті толтыруда қандай материалдар қолданылады?
3. Тығын ерітінділерін қаптама сыртына айдамалау қандай құрылыс нормаларының талаптары бойынша орындалады?
4. Бірінші айдамалау және бақылаулық айдамалау қалай және қандай шарттарда орындалады?
5. Құрастырмалы тюбинг (блок) сақиналарының қиылысқан жерлерінен сылап тығындау (чеканка) не үшін жүргізіледі?
6. 1 $м^3$ Бітеме тығын қоспасын дайындауға жұмсалатын әрбір компоненттердің мөлшерлері қалай анықталады, тығын қоспаларының құрамдарын есептеу жолдарын түсіндіріңіз?

Практикалық жұмыс тақырыбын терең меңгеру үшін ұсынылатын әдебиеттер (сллабус бойынша):

Негізгі:[1, 2, 3]; Қосымша:[4, 8].

5-ші практикалық жұмыс бойынша әрбір студенттерге арналған нұсқалар (варианттар)

Варианттар	Бастапқы мәліметтер: (тығын ерітінділерінің құрамдары)
1	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:1:2:0,04:0,6
2	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:2:2:0,05:0,65
3	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:1,5:2:0,03:0,55
4	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:1,5:2,5:0,06:0,65
5	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:2:2,5:0,05:0,55
6	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:1,5:2:0,07:0,6
7	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:2:1:0,08:0,55
8	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:2,5:2,5:0,06:0,75
9	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:3:2:0,03:0,6
10	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:2:1,5:0,05:0,65
11	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:1,5:2:0,045:0,55
12	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:1,5:2:0,055:0,6
13	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:1,5:2,5:0,065:0,7
14	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:3:2:0,055:0,65
15	Ц:Қ:З:$Y_к$:С=1:1:2:0,06:0,65

Мұнда, Бастапқы мәліметтердегі: Ц-цемент, Қ-құм, З-зола (күл), $Y_қ$ –үдеткіш қоспа, С- су.

Техн.ғыл.канд., профессор **Т.М.Алменов**