

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциалық емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Тау-кен ісі кафедрасы

6B07205 – Тау-кен инженериясы

Рағыт Ақмоншақ Болатқызы

Тақырыбы: «Алматы метрополитенінің шарттары бойынша
«Қалқаман» станциясын Жаңаавстриялық тоннель (НАТМ) технологиясымен
салуды жобалау»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6B07205 – Тау-кен инженериясы

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциалық емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Тау-кен ісі кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі,
техн. ғылым. д-ры., профессор

 С.К. Молдабаев
« 05 » 06 2025 ж.

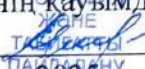
Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы: «Алматы метрополитенінің шарттары бойынша
«Қалқаман» станциясын Жаңаавстриялық тоннель (НАТМ) технологиясымен
салуды жобалау»

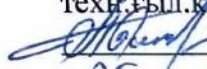
6В07205 – Тау-кен инженериясы

Орындаған

Рағыт Ақмоншақ Болатқызы

Рецензент, техн. ғыл. канд.,
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
Университетінің қауымдастырылған
профессоры  М.А. Сарыбаев
« 04 » 06 2025 ж.



Ғылыми жетекші,
техн. ғыл. канд., профессор
 Т.М. Алменов
« 05 » 06 2025 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

Алматы 2025

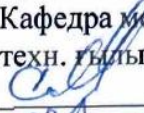
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциалық емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Тау-кен ісі кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі,
техн. ғылым. д-ры., профессор
 С.К. Молдабаев
« 03 » « 06 » 2025 ж.

Диплом жобасын орындауға арналған

ТАПСЫРМА

Білім алушы: Рағыт Ақмоншақ Болатқызы

Тақырыбы: «Алматы метрополитенінің шарттары бойынша «Қалқаман» станциясын Жаңаавстриялық тоннель (НАТМ) технологиясымен салуды жобалау»

Университет ректорының «29» 01 2025 ж. № 26 -П/Ө бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі

« 09 » « 06 » 2025 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы деректері: Станцияны жүргізу тереңдігі $H=28$ м; Таужыныстары массивінің қасиеттері: қалыңдығы $h=28$ м; бекемдік коэффициенті $f=1,7$; құрылымдық әлсіреу коэффициенті $K_c=0,7$; таужынысының тығыздығы $\gamma=1,5$ т/м³; таужынысының түрі – “койтасты-малтатасты кұм”; су келімі – $g=4$ м³/с/ағ; ауысымдағы адамдар саны – 10; таужынысының қопсу коэффициенті – 1,45.

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелердің тізімі:

а) Алматы метрополитенінің станцияларының құрылыс алаңдарының геологиялық жағдайларының қысқаша сипаттамасы; Алматы метрополитенінің ғимараттарының құрылымдық конструкциялары, ұңғымалық кешендер мен құрылғыларды таңдау тәсілдері;

ә) метро станцияларын австриялық тоннель әдісімен салу технологиясы, қазбалық жабдықтардың жұмыс істеу процестері, метро станциясына түсетін тау қысымдарын есептеу, қаптама (бекітпе) түрлерін таңдау және бекітпелеу, қазу жұмыстарын ұйымдастыру;

б) метро құрылысындағы еңбек қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау шаралары; станция құрылысының техника-экономикалық көрсеткіштерін есептеу, құрылыс жұмыстарының сметалық және келісімшарттық құнын анықтау.

Графикалық материалдардың тізімі: құрылыс алаңының геологиялық картасы; құрылыс алаңының сұлбасы; НАТМ әдісімен станцияны салу технологиясының схемасы; қолданылатын жабдықтардың сұлбалары; бекітпе сұлбалары- Барлығы 6 сызба (А4 және А3 форматында).

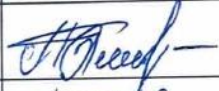
Жұмыс презентациясы слайдтарды: 9 бет көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 10 атаулардан

**Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшілерге ұсыну мерзімі	Ескерту
Алматы метрополитені орналасқан құрылыс аймағының геологиялық сипаттамасы	03.02.2025 ж. - 17.02.2025 ж.	
Метрополитен станцияларының түрлері және оларды салу әдістері	18.02.2025 ж. – 03.03.2025 ж.	
Қалқаман станциясын Жанаавстриялық тоннель әдісімен салу	04.03.2025 ж.- 17.03.2025 ж.	
Станция құрылысының техно-экономикалық көрсеткіштері	18.03.2025 ж. – 01.04.2025 ж.	

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетумен кеңесшілермен норма бақылаушылардың қойған қолдары

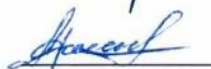
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Геологиялық бөлім	профессор Т.М.Алменов	17.02.2025 ж.	
Жалпы бөлім	профессор Т.М.Алменов	03.03.2025 ж.	
Арнайы бөлім	профессор Т.М.Алменов	17.03.2025 ж.	
Экономика бөлімі	PhD доктор Р.К. Жанакова	01.04.2025 ж.	
Норма бақылаушы	жетекші инженер Мендекинова Д.С.	03.09.2025 ж.	

Ғылыми жетекші



Т.М. Алменов

Білім алушы тапсырманы орындауға алды



А.Б. Рағыт

Күні

« 05 » 06 2025 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жоба Алматы метрополитені объектілерінің құрылыс технологиясын жобалауға арналған.

Жобаның жалпы бөлімінде Алматы метрополитені құрылысы жүргізілетін аумақтың геологиялық және гидрогеологиялық сипаттамалары, жерасты ғимараттары салынатын таужыныстарының физикалық және механикалық қасиеттері, сондай-ақ, метро объектілерінің құрылысын жүзеге асырудың түрлі тәсілдері, станцияларға түсетін жүктемелерді есептеу әдістері, бекітпе (қаптама) тәсілдері, бекітпе материалдары және басқа да мәселелер қарастырылған.

Дипломдық жоба арнайы бөлімінде «Қалқаман» станциясын Австриялық тоннель әдісімен (НАТМ) салу қарастырылған. Бұл бөлімде аталмыш әдісті қолдану шарттары, пайдаланылатын құрал-жабдықтар, уақытша және тұрақты тіректерді орнату тәртібі сипатталған. НАТМ әдісіне сәйкес құрылыс жұмыстарының ұйымдастырылуы, еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары, құрылыс процесінің техникалық-экономикалық көрсеткіштері және жұмысты ұйымдастыру қағидалары анықталған.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект посвящён проектированию технологии строительства объектов Алматинского метрополитена.

В общей части проекта рассмотрены геологические и гидрогеологические характеристики района строительства, физико-механические свойства горных пород, в которых будут возводиться подземные сооружения, а также различные методы строительства объектов метро. Также приведены методы расчёта нагрузок на станции, способы крепления (обделки), используемые материалы и другие технические вопросы.

В специальной части дипломного проекта рассматривается строительство станции «Калкаман» с применением австрийского тоннельного метода (НАТМ). В разделе описаны условия применения данного метода, используемое оборудование, порядок установки временных и постоянных креплений. В соответствии с методикой НАТМ изложена организация строительных работ, меры по обеспечению безопасности труда, технико-экономические показатели строительного процесса и основные принципы организации работ.

ANNOTATION

The thesis project is dedicated to the development of construction technology for the facilities of the Almaty Metro.

The general section of the project examines the geological and hydrogeological conditions of the construction area, the physical and mechanical properties of the rock formations where the underground structures are to be built, and various methods for constructing metro facilities. Particular attention is given to the calculation methods for station loads, tunnel lining techniques, the selection of materials, and other key technical aspects.

The preliminary part of the diploma project, the quality of construction of the Kalkaman station using the Austrian tunnel method (ATM). The section describes the conditions for using this method, the equipment used, the procedure for installing temporary and permanent fastenings. In accordance with the ATM methodology, the organization of construction work, measures to ensure labor safety, technical and economic indicators of the construction process and the main principles of organizing work are laid down.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Алматы метрополитені орналасқан аймақтың геологиялық сипаттамасы	8
1.1 Жалпы мәліметтер	8
1.2 Алматы метрополитені желілерінің геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлары	10
1.3 Метрополитен трассасының инженерлік-геологиялық аудандарға бөліну сипаттамалары	13
1.4 Құрылыс аймағының физико-географиялық шарттары	14
2 Метрополитен станцияларының түрлері және оларды салу әдістері	16
2.1 Метрополитен ғимараттарының инженерлік конструкциялары	18
2.2 Метрополитен қазбаларының қаптамаларының құрастырмалы конструкциялары	19
2.3 Алматы метрополитені ғимараттарының құрылыстық конструкциялары	23
2.4 Алматы қаласының метрополитен орталықтарының құрылысы.	24
2.5 Эскалаторлық тоннелдер мен метрополитен станцияларының құрылыстық технологиялары	25
3 «Қалқаман» станциясын жаңаавстриялық тоннель әдісімен салу	28
3.1 Жаңаавстриялық тоннель салу әдісі жөніндегі жалпы мәліметтер	28
3.2 Станция тоннелдерінің қаптамаларына түсетін есепті жүктемелерді анықтау	31
3.3 Станциялық тоннельдерді қазу технологиясы	32
3.4 Станциялық тоннельдердің уақытша бекітпелері	34
3.5 Бүрікпобетонның құрамын есептеу	38
3.6 Станциялық тоннель қаптамаларын гидроизоляциялау	39
3.7 Станция тоннельдеріне монолитті темірбетон қаптамасын орнату технологиясы	41
3.8 Станция құрылысындағы қазбаны желдету жұмыстары	42
3.9 Тоннельді салудағы көлік машиналары	44
4 Станция құрылысының техникалық және экономикалық көрсеткіштері	46
4.1 Станция құрылысында жұмысты ұйымдастыру	47
4.2 Құрылыстың сметалық бағасы	48
Қорытынды	
Пайдаланылған әдебиттер тізімі	
А қосымша	
Б қосымша	
В қосымша	
Г қосымша	

КІРІСПЕ

Метрополитен станциясын жерасты әдісімен салу — метрополитен құрылысының күрделі кезеңдерінің бірі болып табылады, себебі бұл процесс үлкен көлемді ғимараттар кешендерінің қималары мен құрылымдарының өзара тығыз байланысымен сипатталады.

Метро станцияларын жерасты әдісімен салу — күрделі процесс, себебі ғимараттар тығыз байланыста болады. Үлкен қалалардағы жолаушы тасымалы мәселесін шешу үшін ғылыми жобалар қажет. Жерасты метросы тасымалды тиімді ұйымдастыруда маңызды. Метро желілерін жоспарлағанда қаланың құрылымы мен даму жоспары зерттелуі тиіс.

Үлкен қалаларда көлік, соның ішінде метро жүйесін жобалау үшін бірнеше маңызды факторды ескеру қажет: жер бедері, әр аймақтағы құрылыс нысандары, халық тығыздығы, көлік түрлерінің тиімділігі мен жолаушы ағынының статистикасы, тұрғын үйлер мен мәдени, қоғамдық, сауда және өндірістік орындардың жағдайы, сондай-ақ қаланың болашақ даму жоспары.

Барлық осы мәліметтерді мұқият зерттеу қала метросының болашақ желілерін жоспарлауға және құрылысын кезең-кезеңімен жүргізуге негіз болады.

Метро желілері мен құрылыс кезеңдері негізгі даму жоспарына сәйкес нақтыланады және жүзеге асырылады.

Метро жүйесін жобалау кезінде станцияларды қала құрылымына сай орналастыру және олардың арақашықтығын дұрыс анықтау маңызды. Станциялар көбінесе көп адам жиналатын жерлерде болады. Арақашықтықты таңдағанда жылдам қозғалыс пен станцияларға жеңіл жетуді ескеру қажет. Жолаушылардың станцияға жетуі 10-12 минуттан аспауы тиіс.

Шетелдерде метро құрылысы жерасты технологияларының дамуына ықпал етті. Әр жаңа метро желісін салғанда тоннель жұмыстарындағы техникалық жабдықтар жақсарып, құрылыс әдістері жаңартылды.

Қаладағы жерасты құрылыстары көлік кептелісін азайтып, өндірістік ғимараттарды жер астында салуға мүмкіндік береді. Сондықтан жаңа әдістер мен технологияларды дамыту — болашақтың маңызды міндеті.

Қазір Алматыда метроның екінші кезеңі белсенді жүріп жатыр. Алматы метросының терең станцияларын жаңа австриялық тоннель әдісімен салу тиімділігі дәлелденді. Сондықтан біздің жоба бойынша «Қалқаман» станциясы осы әдіспен тұрғызылады.

1 Алматы метрополитені орналасқан аймақтың геологиялық сипаттамасы

1.1 Жалпы мәліметтер

Алматы қаласы Іле Алатауының солтүстік жотасының бойында орналасқан, жазық және беткейлі аймақты қамтиды. Беткейдің еңісі солтүстікке қарай 5 градусқа тең. Рельефі сәл толқынды, дөңесті және тізбекті сипатта, сонымен қатар терең емес, шоғырланған жыралар мен кішігірім өзендер алқабынан тұрады.

Метрополитен желісінің трассасы Абай мен Райымбек даңғылдарының аралығында орналасқан, мұнда үстіңгі беттің белгісінің биіктігі 100 метрге жетеді, ал беткейдің еңісі 0,035% құрайды. Абай даңғылының субендік бағытында орналасқан үстіңгі беттің биіктігінің құламасы Абай мен Алатау станцияларының арасында 46,5 метрді құрайды.

Жерасты ғимараттарының жоларнасын, орналасу орындарын, конструкцияларын таңдау, тұрғызу әдістерін анықтау, сондай-ақ жұмыстардың жалпы уақытын және бағасын белгілеу барысында инженерлік-геологиялық зерттеулер шешуші рөл атқарады.

Ауданның геологиялық құрылымы палеозойдан қазіргі уақытқа дейінгі әртүрлі жастағы шөгінділерден тұрады. Палеозой шөгінділері 2000 метр тереңдікте орналасқан және олар карбон кезеңінің эффузивті шөгінді қабатынан құралған. Палеозойды қызыл түсті құмыралар, саздар, аргилиттер, құмтастармен араласқан мергелдер мен әк тастардан тұратын палеоген-неоген дәуіріне тән көлді шөгінділердің қалың қабаты жабады.

Палеоген-неогенді шөгінділер 400-500 метр қалыңдықтағы борпылдақ төрттік шөгінділермен жабылған. Кейбір учаскелерде дөңбектаскесекті шөгінділер кездеседі.

Ғылыми-зерттеу және жобалық-конструкторлық жұмыстардың нәтижелері бойынша Алматы қаласының аумағы сейсмикалық белсенділік күшіне байланысты екі аймаққа бөлінеді. Бұл аймақтардың сейсмикалық активтілігі 9 балл және одан жоғары деңгейде болып табылады.

Сейсмикалық 9 баллды бірінші аудан келесі шекаралармен шектеледі: солтүстікте — Райымбек даңғылы, шығыста — кіші Алматы өзені, оңтүстікте — төменгі тау бөктері, батыста — қаланың Боралдай шегі, [1].

Бұл аудан қойтасты-малтатасты шөгінділердің дамуымен ерекшеленеді. Гидрогеологиялық жағдайлар бойынша аудан тасымалдау аймағына жатады. Ірі кесекті шөгінділер кей жерлерде қалыңдығы 4 метрге дейінгі жабынды саздармен, сондай-ақ шөкпе саздарымен жабылған.

Жерасты массивінің геологиялық құрылымын және жағдайларын зерттегенде келесі инженерлік-геологиялық факторларды анықтау қажет:

а) петрографиялық (минералогиялық және химиялық) құрамы, литологиялық (құрылымы мен генезисі) және бітімдік (бөлшектердің орналасуы мен бөлінуі) ерекшеліктері; таужыныстарының негізгі түрлерінің жату

созылымы, қалыңдығы және басқа жағдайлары, олардың сақталу және бұзылу дәрежелері;

ә) тектоникалық құрылымдардағы ұсақталу зоналарының, қатпарланудың және жарықшақтанудың болуы, сипаты мен бағыты (осылардың аясында таужыныстар әртүрлі бағыттағы көптеген жарықшақтарға бөлінген) және бекітпе мен қаптамаларға тау қысымының және таужыныстардың әсері;

б) гидрогеологиялық жағдайлар — сулы горизонттардың болуы және жерасты суының жиналуы (линзалар), олардың таралуы, таужыныстардың сумолдығы, суөткізгіштігі (сүзілу коэффициенттері), жоларна бойынша жерасты суы қысымының таралуы, химиялық құрамы мен жеміргіштігі, жерасты ғимараттарының құрылысын пайдалану кезінде жерасты және жерүсті суларының өзара байланысы мен әсері;

в) таужыныстарының газдылығы (газдардың таужыныстардан шығуы немесе лақтырылу мүмкіндіктері);

г) геометриялық жағдайлар, көпжылдық тоңды таужыныстардың күйін бағалау;

ғ) массивтегі таужыныстың жарықшақтылығын, ылғалдығын, морфологиялық ерекшеліктерін ескере отырып, физикалық және механикалық қасиеттерін (беріктік, деформациялық қасиеттері, сырғу параметрлері және басқа да көрсеткіштер) бағалау;

д) құрылыс жүргізілетін аудандағы таужыныстарының кернелген және деформацияланған жағдайы (құрылыс ауданындағы жер сілкіну мен қазіргі тектоникалық жағдайлардың әсерін ескере отырып).

Осы мәселелерді толық білу жерасты ғимараттарының жоларнасын дұрыс анықтауға, таужыныстардың көтеру қабілетін бағалауға, ғимараттарға түсетін жүктемелерді есептеуге және бұл негізде жобалау мен құрылыс кезеңдерінде оңтайлы конструктивтік және өндірістік шешімдерді қабылдауға мүмкіндік береді, [1].

Технологиялық жоба кезеңінде ізденулер екі бағытта жүргізіледі: инженерлік-геологиялық түсіру және барлау жұмыстары. Жерасты ғимараттарының класына, сондай-ақ инженерлік және геологиялық жағдайлардың күрделілігіне байланысты түсіру 1:25000 немесе 1:5000 масштабтарда жүзеге асырылады. Түсіру шегінің ені тоннель жүргізілетін тереңдіктен үш есе артық болуы тиіс. Жоларнаның барлық варианттарын толық қамту қажет.

Таужыныстар массивінің геологиялық құрылысының күрделілігіне байланысты ұңғымалар арасындағы арақашықтық олардың тереңдігінің бес есесінен артық болмайды. Тоннель салынатын немесе байырғы таужыныстар ашылған жағдайда барлау ұңғымаларын жиі орнатады.

Ізденіс жұмыстары мен зерттеулердің нәтижесінде инженерлік-геологиялық құжаттамалар жасалады. Олар жерасты ғимараттарының құрылысын жобалаудың бастапқы жеке бөлімі болып табылады. Бұл құжаттамада инженерлік және геологиялық, гидрогеологиялық карталар, жарықшақтық картасы, арнайы профильдер (сейсмикалық және геотермикалық),

таужыныстарының қасиеттерін зертханалық зерттеулер және табиғи бақылаудың нәтижелері қамтылады.

1.2 Алматы метрополитені желілерінің геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлары

Алматы метрополитенінің бірінші кезегінің құрылыс ауданында инженерлік-геологиялық ізденулерді МЕТРОГИПРОТРАНС институтының техникалық тапсырмасымен Алматы ГИПРОТРАНС және КазГИИЗ басқармасының Қазақстандық бөлімшесі орындады.

Станцияның және станция жанындағы құрылыстардың қайта айдау туннельдерін салудың инженерлік-геологиялық жағдайларын зерттеу мақсатында метрополитеннің бірінші жолының инженерлік-геологиялық зерттеулері жүргізілді. Зерттелетін нысандардың инженерлік-геологиялық жағдайы шартты түрде жағымды деп бағаланды, себебі инженерлік-геологиялық қимада малтатасты грунттар кеңінен таралған.

Ең жоғарғы қабаттан грунт алынады. Грунттың сипаттамасы жоғарғы қаттылыққа байланысты жаңа қабаттың түзілуіне әсер етеді. Грунттың сулануы 41,5-44,5 метр тереңдіктен басталады.

Төменде метрополитен нысандарының инженерлік-геологиялық құрылымы мен грунттардың физика-механикалық қасиеттерінің мазмұны көрсетілген.

Метрополитеннің бірінші желісінің жоларнасы бойымен тереңдігі 85 метрге дейін 10 барлау ұңғымасы бұрғыланып, 20 метрге дейін 12 барлау шурфы қазылады. Үш шурфтың әртүрлі деңгейлерінде таужыныстардың орнықтылығын зерттеу үшін қысқа жазық қазбалар жүргізіліп, таужыныстарының артық сулануының әсері талданады. Жоларнаның бір бөлігіне таужыныстар массивін тәжірибелік цементтеу жұмыстары орындалады. Сонымен қатар, таужыныстарының созылу қасиеттерін анықтау мақсатында екі топтық су сору және шурфтарға бірнеше тәжірибелік су толтырулар жүргізіледі.

Таужыныстарды жіктеу және нормативтік геотехникалық сипаттама жасау үшін зерттеулер жүргізілді. Метрополитен құрылысын жобалау барысында инженерлік-геологиялық зерттеулер мен көпжылдық жерасты суларының режимін бақылау нәтижелері де қолданылды.

Қажетті қосымша мәлімет ретінде Алматы метрополитенінің «Қалқаман» станциясының ауданында қазылып жүргізілген 6 шурфтың инженерлік-геологиялық жағдайлары қарастырылды.

Бұл шурфтар 75х50 метр торы бойынша жүргізілген, аймақта көптеген құрылыс ғимараттары мен коммуникациялар тығыз орналасқан. Сондықтан құрылыс алаңы жер бетінен қалыңдығы 2,9 метрге дейін негізінен үйме жыныстарынан тұрады. Олардың құрамында саздақ, қиыршықтас, малтатас және құрылыс қалдықтары бар.

Петрографиялық жағынан малтатасты таужыныстары сұр гранит пен гранодиорит сынықтарынан тұрады. Малтатас және дөңбектас жақсы

жұмырланған, дөңгелек пішінді, негізінен өте берік болып келеді. Малтатасты таужыныстары көбіне құрамы жағынан біркелкі болады. Тереңдеген сайын тек дөңбектас ірілігі мен пайыздық көлемі бойынша өзгеріп отырады. Қойтастардың орташа өлшемі 500 мм-ге жетеді, ал ең үлкен өлшемі 1200 мм.

Жерасты суының арнасы таудан жазыққа қарай жалпы еңіске ие, ал ысырынды конусының жеке бөлікшелерінде елеулі өзгерістер байқалады, бірақ жалпы үстіңгі беттің еңісінен едәуір төмен. Жерасты суы арнасының орналасу тереңдігі тау массивіне қарай артады, ал үстіңгі қабатта бұл тереңдік 200 метрге дейін жетеді.

Ысырынды конустың орталық бөлігінде (Абай-Төле би) жерасты суының орналасу тереңдігі 70 метрге дейін жетеді, ал еркін арналы біртұтас сулы деңгейінің қуаты 400 метрден асады. Ысырынды конус қабаты бастаулардың көп шығуымен, саздардың болуымен және Қарасу өзенінің лайлығымен ерекшеленеді. Геологиялық құрылыс пен гидрогеологиялық шарттар тұрғысынан аймақ екі бөлікше арасындағы өткел ретінде қарастырылады — ысырынды конус пен тау бөктерінің еңістік жазығы. Бұл бедердің ерекше құрылымы, шөгінділер ойпаңының литологиялық және гранулометриялық құрамының әсерінен қалыптасқан. Аймақтың оңтүстігінде малтатаст пен дөңбектас басым, ал солтүстікке қарай сары таужынысты саздақ пен құмайтаралады. Аймақтың оңтүстігінде біртұтас, қуатты жерасты суының еркін арналы ағыны өтеді, оның орналасу тереңдігі тау массивіне жақындаған сайын артады. Солтүстікке қарай таубөктерінің еңістігі жазығында ысырынды конус шегінде дамыған қуатты ағын арынды сулы деңгейлер сериясына бөлініп, бөлікшелер арасындағы шекаралар тік емес болады. Саздақтар мен құмайтар қабаттары біртіндеп ысырынды конуста бірігеді, ал таубөктерінің жайпақ жазығында олардың қуаты артады.

Таубөктерінің еңісті жазықтығының төрттік шөгінділерінің арынды суына таулы аудандағы ысырынды конусының таубөктері жиегінің қабатында қалыптасатын ағынның тек жартысы кетеді. Ал ағынның елеулі бөлігі бұлақ ағынын түзе отырып (Қарасу өзені), ысырынды конус перифериясында бірігеді.

Ысырынды конустың жерасты суына өзен суы мен терең орналасқан су, сондай-ақ атмосфералық жауын-шашындар да қорек береді. Бұл факторлар жерасты суының анағұрлым маңызды ерекшелігін анықтайды, яғни оның қоректенуінің пайдалануға тікелей байланысты екенін көрсетеді.

Жерасты суы Алматы құрылыс орнының ішінде орналасқан, ол Іле тауаралық депрессиясының ең төмен батқан бөлігі болып табылады. Бұл аймақта палеоген, неоген және төрттік шөгінділерінің қуатты қабаттары жинақталған.

Басты құрылымды-геологиялық шығарылым конусының кенорнындағы ерекшелігі — бұл түзілу жағдайын анықтайтын, сондай-ақ жерасты суларының коллектор көлемі мен формасының қалыптасуына әсер ететін палеозойлық фундаменттің ең терең иілу жеріне тәуелділігі болып табылады.

Іле Алатауын қоректендіру облысының қасында, Іле артезиан бассейнінің шекарасында метрополитеннің бірінші жолының құрылыс ауданы орналасқан. Артезиан бассейнінің суы мол, және ол қаланы сумен қамтамасыз ету үшін

пайдаланылады. Пайдалану нәтижесінде грунтты сулардың деңгейі жылына 1-2 м жылдамдықпен төмендейді. Ғылымдар Академиясының геология институтының мәліметтері бойынша, бұл деңгей 2000 жылға дейін төмендеуі мүмкін.

Абай даңғылының бойындағы бөлікшеде метрополитеннің бірінші кезектегі құрылыс жұмыстарының басталуында 90-100 метр тереңдіктегі грунтты сулардың деңгейі айтарлықтай төмен. Ал Абай және Райымбек даңғылдарының арасындағы бөлікшеде, Фурманов көшесі бойымен, грунтты сулардың деңгейі 100 метрден 20 метрге дейін төмендейді.

Қалалық жер асты су кенжарларының қызметі толығымен тоқтатылған жағдайда, қаланың әр бөлігінде грунтты су деңгейінің көтерлу қарқындылығы жылына 7 метрден аспайды.

Жалпы минералдылығы 0,2-ден 0,58-ге дейінгі аралықта болатын гидрокарбонат-натрийлі немесе кальцийлі жерасты суларының химиялық құрамы бетондарға агрессивті емес болып табылады және МЕСТ 2874-73 «Ауыз су» стандарттарының талаптарына толық сәйкес келеді.

Тау массивінің жартасты таужыныстары мен таубөктері сатысының шөгінділері тектоникалық тұрғыдан байланысқан және екі геоморфологиялық деңгейге бөлінеді:

1) Жоғары таубөктері сатысы - тығыздалған су айырықтары мен бедерден тұрады, ал оның төменгі төрттік жазықтығы болып келеді;

2) Төменгі таубөктері сатысы - ортаңғы төрттік жазықтары, ортаңғы төрттік аллювий-пролювий шөгінділерінен тұрады.

Тау массиві мен таубөктерінің сатысын қиып өтетін солтүстік-шығыс бағыттағы тектоникалық жарылмалар палеозой іргетасының әртүрлі шөгу тереңдігінде оны блоктарға бөле отырып, таубөктері ойпаңының ішкі бөлігіне қарай өтеді. Бұл тектоникалық қозғалыстар таужыныстардың құрылымын өзгертіп, жер бедерін және жерасты суының ағындарын қалыптастырады.

Ақсай ысырынды конусындағы дөңбектастардың жалпы қалыңдығы 250-380 метр, ал Үлкен Алматы ысырынды конусында бұл қалыңдық 520 метрді құрайды. Қаланың шығыс бөлігінде дөңбектастардың қалыңдығы 410 метрге жетеді. Бұл дөңбектастар қабатында конгломерат, құм және құмайт линзалары бар.

Ауданның тектоникалық жағдайы бойынша, ол тереңдік бұзылулар жүйесіне байланысты тауаралық ойпаң ретінде қалыптасқан. Құрылымдық тұрғыдан бұл ойпаң Алматы және Боралдай жүйелерінің жарылмаларына қатысты төмен түскен тектоникалық блокқа сай келеді. Қала астындағы палеозой іргетасы күрделі жарылымдар жүйесімен бөлінген. Таужыныстардың жоғарғы қабаты борпылдақ және жылжымалы келеді.

Райымбек даңғылынан солтүстікке қарай ипподромға дейінгі аумақта орналасқан блок тұрақты болып қалды. Ал «Кіші Станица» ауданында осы блоктар шегінде жоғары төрттік саздақтарының максималды қуаты сақталған.

Ғылыми-зерттеу және жобалау-конструкторлық жұмыстардың нәтижелеріне сүйене отырып, Алматы қаласының аумағы сейсмикалық ауданға

бөлу кестесі бойынша екі ауданға бөлінеді: сейсмикалық белсенділігі 9 балл және одан жоғары баллдармен сипатталатын аймақтар.

Бірінші ауданның шекарасы келесідей: солтүстікте – Райымбек даңғылы, шығыста – Кіші Алматы өзені, оңтүстікте – төменгі тау бөктерінің сөрелері, батыста – қаланың шегі. Бұл аудан ысырынды конустың дөңбектасты шөгінділер қабатының дамуымен ерекшеленеді және 38-61 метр тереңдіктегі жерасты суының деңгейімен байланысты аймаққа жатады.

Екінші аудан 9 баллдан жоғары сейсмикалық белсенділіктің аймағын қамтиды және Алматы қаласының Райымбек даңғылынан солтүстігіндегі бөлігін алып жатыр. Бұл аудан қуатты жабын шөгінділерімен, сары таужынысты саздақ шөгінділерімен (құрамы 3-20 метр), жерасты суы деңгейінің аз тереңдікте (4-10 метр) жатуымен сипатталады.

1.3 Метрополитен трассасының инженерлік-геологиялық аудандарға бөліну сипаттамалары

Метрополитен трассасының инженерлік-геологиялық құрылысы күрделі. Жүргізілген барлау жұмыстары трассаны инженерлік-геологиялық аудандарға бөлуді жүргізуге және геологиялық шығу тегі, гидрогеологиялық жағдайы, литологиялық құрылысы бойынша келесі инженерлік-геологиялық аудандарды бөлуге мүмкіндік берді:

Еңісті жазықтық бөлімшесі орналасқан және депоның орналасу ауданы. Бұл учаске галечникті таужыныстардың майда құмды, қиыршықтасты таужыныстарын және супесьютер қабатшаларымен жиі қайта қатпарлануымен сипатталады. Жерасты сулары 3,9 метрден 15,85 метрге дейін тереңдікте жатыр. Құрылыстың инженерлік-геологиялық жағдайы қолайсыз, .[2]

Метрополитеннің бірінші желісі бойынша инженерлік-геологиялық ізденулердің мақсаты — құрылыс жұмыстарын қауіпсіз және тиімді жүргізу үшін қажетті барлық геологиялық және гидрогеологиялық мәліметтерді жинау. Бұл жұмыстар өту тоннелдерінің, станциялардың, станция жанындағы жайлардың, жұмыс оқпандарының, жер асты жаяу өткелдерінің және эскалаторлық тоннельдердің құрылыс шарттарын нақты анықтау үшін жүргізіледі.

Бұрғылау УКС-22 станоктарымен соққылы-арқанды әдіспен жүзеге асырылды. Бұрғылаудың бастапқы диаметрі ретінде 25 м-ден аспайтын колоннаның шығуымен 325 миллиметр анықталды. Жалпы аумағы 1714 м² болды. Метрополитен құрылысының ашық әдіспен жүргізілген учаскелерінде 20,0 м тереңдікке дейін, 6,0 м² қимасы бар, 22,0 метр жалпы көлемдегі шахталар қазылды. Сонымен қатар, ТЭО жобасын әзірлеу үшін және Алматы қаласындағы жер асты суларының кен орындарын зерттеу мақсатында негізгі роторлы әдіспен суға ұнғымалар бұрғыланды, алдын ала жинақталған қалдық материалдар қолданылды.

Депоға кіру тармағы ПК02+34 пен ПК4+30 аралығында орналасқан және оның ұзындығы 370 метрді құрайды.

1988 жылы осы учаскеде қазаншұңқыр ретінде №14, 18, 19 және 7-1н-(81) ұңғымаларының бұтақтары және №15 ұңғыманың 22,0 метр тереңдікке дейінгі оқпанының асты бұрғыланды.

Үстіңгі бетінен ұңғымалармен 1,4 метрге дейінгі қуатпен үйінді таужыныстары ашылған, оның ішінде қойтастар, галькалар, шлактар, құрылыс қалдықтары, асфальт бар. Үймелі таужыныстың жалпы қуаты 0,8-ден 2,0 метрге дейін жетеді. Төменде сары түсті, қатты консистенциялы, аздаған шанды құмды қабатшалармен тығыз, батуы бойынша 1 типке жататын супесь қабаты ашылған.

Галечник қабатында сары түсті, қуаты 1,7 метрден 4,8 метрге дейінгі өтпелі суглинка қабаты ашылды. Суглинканың тығызпластикалы консистенциясы 18 кПа аралығындағы есептеу ілінісуімен және 22 градус ішкі үйкеліс бұрышымен сипатталады. Бұл таужыныстары депо учаскесінің құрылымы үшін сенімді негіз болып табылады.

Таужыныстары мен жерасты сулары темірбетон мен құрылыс конструкцияларына агрессивті емес.

Депо бұтағының құрылысы барысында жер асты суларының тоннельге ағуын болдырмау үшін тиімді гидроокшаулау шараларын қамтамасыз ету ұсынылған.

1.4 Құрылыс аймағының физико-географиялық шарттары

Алматы қаласындағы метрополитеннің бірінші желісі Кіші Алматы, Есентай және Үлкен Алматы өзендері аралығындағы көлбеу жазықтықта орналасқан. Бұл бағыттың құрылысы Райымбек даңғылынан басталып, Фурманов көшесімен, Абай даңғылымен Гагарин көшесіне дейін созылады. Метрополитеннің бірінші желісінің жалпы ұзындығы 8,3 километрді құрайды. Бұл трасса қаланың маңызды көлік жүйесін дамытатын негізгі элемент болып табылады.

Метроның алғашқы желісінің құрылыс аймақтары Іле Алатауының солтүстік беткейінде, Кіші және Үлкен Алматы өзендері ағып жатқан өңірде шоғырланған.

Соңғы уақытта Алматы қаласында тұрғын үйлердің құрылысы жоғары қарқынмен жүзеге асырылып, ауқымды жаңа тұрғын аймақтары қалыптасып келеді. Қалада сауда, жеңіл өнеркәсіп, азық-түлік және машина жасау салалары белсенді дамуда. Алматының шығыс және батыс бөліктерінде созыла орналасқан елді мекендер бар. Бұл өңірде, әсіресе Алматы облысында, ауыл шаруашылығы өркендеп, оның ішінде мал өсіру мен бау-бақша шаруашылығы жақсы жолға қойылған. Аталған үрдістер мегаполистің әлеуметтік-экономикалық өсіміне елеулі ықпал етіп, оның әрі қарай дамуына берік іргетас қалыптастырып отыр.

Алматы қаласының климаты шұғыл континенттік сипатта, бұл аймақта тәулік ішінде және жыл бойындағы ауа температурасының күрт айырмашылықтары жиі кездеседі. Тау бөктері мен жазықтар арасындағы рельефтік ерекшеліктерге байланысты түрлі микроклиматтық жағдайлар қалыптасады. Қалада жылдық орташа температура шамамен 8,7 °C деңгейінде

тұрақтайды. Ең суық кезең – қаңтар айы, оның орташа температурасы $-7,9^{\circ}\text{C}$ шамасында, ал ең жылы кезең — шілде айы, орта есеппен $+23^{\circ}\text{C}$ -ты көрсетеді. Қаңтардағы абсолюттік максимум $28\text{--}32^{\circ}\text{C}$ аралығында, ал шілде айындағы ең жоғары температура $+32\text{--}36^{\circ}\text{C}$ деңгейінде тіркелген. Ауа температурасының тұрақты қайталануы орта есеппен 124 күнге созылады. Тәуліктік температуралық амплитудасы $23,5^{\circ}\text{C}$ -қа тең, [1].

Алматыда бір жыл ішінде түсетін жалпы жауын-шашын көлемі орта есеппен 629 мм-ге тең, оның ішінде жаңбыр түрінде жауатын ылғал мөлшері 541 мм-ді құрайды. Қар қабаты әдетте желтоқсан айында қалыптасып, наурызда еріп кетеді. Қар жамылғысының орташа биіктігі шамамен 30 см шамасында болады.

2 Метрополитен станцияларының түрлері және оларды салу әдістері

Алматы қаласының қарқынды дамуына орай тұрғындар саны да ұдайы өсіп келеді. Құрылыс көлемінің артуы мен көлік құралдарының көбеюі қалалық ортада адамдардың еркін қозғалысын қиындата түсті. Осыған байланысты тұрғындардың қозғалыс еркіндігін қамтамасыз етудің тиімді шешімдерінің бірі – жерасты көлік инфрақұрылымын дамыту болып табылады.

Халқы тығыз орналасқан ірі қалаларда тұрғындардың уақытында және кедергісіз қозғалуын қамтамасыз ететін негізгі көлік түрлерінің бірі – жерасты метросы болып саналады. Метрополитен тек жолаушылардың уақытты үнемдеп, тиімді қатынауына мүмкіндік беріп қана қоймай, сонымен қатар қаланың экологиялық жағдайын жақсартуға, ауа ластануын азайтуға және заманауи инфрақұрылымдық келбетінің қалыптасуына оң ықпал етеді.

Егер жолаушы қаланың шет аймағынан орталық бөлігіне жарты сағат ішінде жете алса, онда қалалық қоғамдық көлік жүйесінің тиімділігі қанағаттанарлық деп бағалануы мүмкін. Осындай талаптарға сүйене отырып, халқы 1 миллионнан асатын мегаполистер үшін метрополитенді енгізу — көлік мәселесін шешудің орынды әрі тиімді жолы ретінде қарастырылады.

Метрополитен желілері, әдетте, жердің беткі қабатынан төмен орналастырылады. Жерасты тоннельдері орналасу тереңдігіне қарай екі түрге бөлінеді: таяз және терең салынатын түрлері. Тоннельдердің тереңдігін анықтауда қаланың бас жоспары, жер үсті құрылыстары мен жерасты инженерлік желілерінің орналасуы ескеріледі. Сонымен қатар, құрылыс алаңының топографиялық, геологиялық және гидрогеологиялық ерекшеліктері де маңызды рөл атқарады.

Метрополитеннің таяз тереңдікте орналасатын желілері әдетте 5-6 метр тереңдікке дейін салынатыны белгілі. Таяз орналастырылған метрополитен нысандары жолаушылар үшін ең қолайлы жағдайларды туғызып, эксплуатациялық және экономикалық тұрғыдан тиімді көрсеткіштерге ие болады, [2,3].

Тереңде орналасатын метрополитен желілерінің жол арналарын жобалау кезінде қаладағы құрылыс нысандарының орналасуын ескермей-ақ, станциялар арасындағы ең қысқа бағыттарды таңдауға болады. Тоннельдердің тереңдігін анықтау кезінде оларды су өткізбейтін және орнықты таужыныстарда орналастыру қажеттілігі басшылыққа алынады. Тоннель төбесіндегі таужыныстарының қалыңдығы кем дегенде 4-5 метр болуы тиіс. Осылайша, терең салынатын тоннельдер жер бетіне 30-50 метр тереңдікте орналастырылады.

Метрополитен желілерінің профилі жоларнаның геологиялық және гидрогеологиялық шарттарына сәйкес анықталады. Жолдың өтпелі учаскелерінің ұзынабойғы еңкеюі әдетте 3% болып қабылданады, ал ең үлкен еңкеюі 4,0% -ті құрайды. Жерасты станциялары көбінесе жолдың еңкеюі 3%-дан аспайтын деңгейде орналасатын тура учаскелерде немесе жазық алаңдарда орналастырылады. Станциялар ұзындығы жоларнаның «өркешінде» орналасқан

жағдайда, платформаның ұзындығы оның өлшемінен кем болмауы тиіс, ал өте сирек жағдайларда станциялар жоларнаның «шұңқырында» орналасқан кезде платформа ұзындығы 20 метрге дейін ұлғайтылады. Метро станцияларын «өркеште» орналастыру тиімді деп саналады, себебі поездар станцияға жақындағанда көтерілу оның жылдамдығын баяулатады, ал станциядан шығу кезінде жылдамдықты арттырады.

Метрополитен құрылысын қала жерасты аймағында жүргізу күрделі қаржылық шығындарды, үлкен көлемдегі жұмыс күшін, сондай-ақ заманауи технологиялар мен техникалық құралдарды талап етеді.

Метрополитеннің басты құрылыс элементтері станциялары мен өтпелі тоннельдері болып табылады, [3].

Метрополитеннің тоннельдік ғимараттарының ішкі өлшемдері СНиП-3.02-01-2023 стандарттарына сәйкес бекітілген габариттермен белгіленеді. Бұл өлшемдер метрополитен желілерінде рельстің үстінен биіктігі 3,7 метр, ені 2,7 метр және ұзындығы 19,2 метр болатын вагондардың қозғалысын қамтамасыз етеді.

Поездар жолдың тікелей учаскелерінде қозғалғанда, вагонның ешбір бөлігі жылжитын құрамның сыртқы габариттерінен шығып кетпеуі керек.

Метрополитен поездарының қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қойылатын аса жоғары талаптарды ескере отырып, жер бетіндегі теміржол көліктерінен ерекшеленетін қосымша жылжымалы құрамның шектік габариті деген ұғым енгізілген. Бұл түсінік поездың қозғалысы кезінде вагондардың рессорларының сынып кету мүмкіндігін есепке алады.

Шектік көлденең қима пішіні дегеніміз, жабдықтардың жақын орналасқан габаритін білдіреді, яғни оның сыртында бағдаршамдар, кабельдер, жол белгілері және басқа да элементтер шықпайтыны жағдайдағы шекара.

Бұл габарит вагондардың қозғалысы кезінде пайда болатын шайқалуды, қозғалмалы бөлшектердің тозу шектерін, бір жағындағы рессорлар комплектісінің сынуын, сондай-ақ рельстік жолдың тозуын және шектік ығысуын есепке алады.

Құрылымдардың жақындау габариті деп көлденең қиманың шекарасына жететін пішінін айтады, оның ішкі бөлігінде құрылымдар мен ғимараттардың ешбір элементі кіріп кетпеуі тиіс.

Құрылымдардың жақындау габариті оның және жабдықтардың жақындау габариттері арасындағы кеңістікте жолдың, санитарлық, техникалық қызметтер, электрмен жабдықтау, байланыс жүйелері, автоматты тежеу және жүргізу құралдарының орналасуын ескеруді қамтиды. Сонымен қатар, бұл жанасу рельске қарсы жақтан тоннельде жұмыс істейтін қызметкерлердің қозғалысына қажетті жоларалық кеңістікті орналастыруды да есепке алады.

Дөңгелек пішіндегі тоннельдерді салу кезінде, сондай-ақ құрылыс барысындағы тоннель қаптамаларының ауытқуларын және оның деформациясына әсер ететін шектеулерді ескере отырып, конструкцияның ішкі өлшемдерін анықтағанда қаптаманың радиусына қатысты шектеу мөлшері +100 мм құрайды. Дөңгелек пішіндегі тоннельдердің тікелей учаскесінде

құрылымдық жақындау габаритінің радиусы 2450 миллиметр болған жағдайда, қаптаманың ішкі пішінінің радиусы 2550 миллиметр деп қабылданады.

Жерасты ғимараттарының трассасын, орналасу орнын, конструкциясын таңдауда, сондай-ақ құрылыс әдістері мен жұмыстардың жалпы уақытын және бағасын анықтауда инженерлік-геологиялық зерттеулердің маңызды рөлі бар. Осыған байланысты дипломдық жобаның келесі бөлімі құрылыс аймағының геологиялық сипаттамаларына арналады.

2.1 Метрополитен ғимараттарының инженерлік конструкциялары

Метрополитеннің негізгі көліктік инфрақұрылым нысандарының қаптама бекітпелері түрлі инженерлік-конструктивтік шешімдер негізінде орындалады. Атап айтқанда, олар жайпақ жабындылар түрінде (бір аралықты, екі аралықты, үш аралықты және көп аралықты) немесе күрделі геометриялық пішіндегі күмбез тәрізді құрылымдар (бір, екі, үш күмбезді) түрінде жобаланады. Жерасты кеңістігін қазу үдерісінде, әсіресе тұйық дөңгелек конфигурацияларда және қалқандық әдісті қолдану кезінде күмбезді конструкциялар тиімділігімен ерекшеленеді. Қаптама құрылымдары материалдық орындалуына қарай тұтас (бетон немесе темірбетон), құрастырмалы (бетон, темірбетон, шойын, болат), сондай-ақ құрамдастырылған материалдардан жобаланады.

Көптеген шетел мемлекеттерінде метрополитен құрылысы саласында тұтас бетон және темірбетон конструкциялары кең ауқымда қолданылуда. Бұл материалдар өздерінің сенімділігімен және ұзақ мерзімділігімен ерекшеленетіндіктен, жерасты көлік инфрақұрылымын салуда басымдыққа ие болып отыр.

Ішкі гидроизоляциялық «қабаты» бар біржолақты өтпелі тоннель үшін тұтас бетон қаптаманың екі баламалы жобалық шешімі ұсынылады. Бірінші нұсқада гидроизоляциялық материал ретінде қалыңдығы 4 см торкрет-бетон қабаты қарастырылған. Ал екінші нұсқада – жапсырмалы гидроокшаулағышы бар, қалыңдығы 20 см болатын тұтас темірбетон қаптама ұсынылады.

Өтпелі тоннельдерге арналған болашақта тиімді пайдалануға мүмкіндік беретін тұтас бетон конструкцияларының бірі – пресс-бетоннан жасалған құрылымдар болып табылады. Бұл типтегі қаптамалар ұстамсыз құмды қабаттарда және қатты тау жыныстарында тоннель салу барысында қолдануға қолайлы, әрі олардың құрылыс үдерісіндегі тиімділігі тәжірибе жүзінде дәлелденген.

Пресс-бетоннан жасалған қаптамалар орнықсыз тау жыныстары орналасқан аумақтарда, сондай-ақ қалаішілік ғимараттар мен инженерлік коммуникациялар астында арнайы бекіту шараларын қолданбастан құрылыс жұмыстарын жүргізуге мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл құрылыс процесінің жеделдігін қамтамасыз етіп, жалпы жұмыс мерзімін едәуір қысқартуға ықпал етеді.

Пресс-бетон қаптамалары жоғары деңгейдегі су өткізбейтін қасиетімен ерекшеленетін, жіксіз тұтас құрылымдар болып табылады. Мұндай

конструкциялар қаптамадағы жіктерді нақыштау, сондай-ақ құм-цемент ерітіндісін сыртқы бетке айдап тығындау сияқты күрделі және көп еңбекті қажет ететін операцияларды қазба жүргізу циклінен алып тастауға мүмкіндік береді. Пресс-бетоннан жасалған қаптамалардың маңызды конструктивтік артықшылықтарының қатарына олардың қоршаған тау жыныстарымен біртұтас статикалық жұмысқа тез араласа алуы жатады, бұл оларды құрастырмалы немесе дәстүрлі әдіспен жасалған тұтас бетон конструкцияларынан ерекшелендіреді. Сонымен қатар, пресс-бетонның беріктік сипаттамалары жоба бойынша қабылданған бетон маркасымен салыстырғанда орта есеппен 20–25%-ға жоғары болады.

Аталған жағдайда бетонның жобалық маркасы М300 болғанымен, оның призмалық нақты беріктігі шамамен 40 МПа деңгейінде тіркелді. Пресс-бетон қаптамаларын қатты тау жыныстарында қолдануға нақты мысал ретінде Тбилиси метрополитенінің өтпелі тоннелінің құрылысы келтіріледі. Бұл жобада қаптама тұрғызу және забойды қазу жұмыстары бөлектелген технология негізінде жүргізілді, бұл тәсіл құмды массивтерде қолданылатын бірлескен технологиямен салыстырғанда тиімдірек болып шықты. Соның нәтижесінде, құрылыс жұмыстарының қарқыны айына 100 метрден артық көрсеткішке жетіп, жобаның өнімділігін едәуір арттырды.

Орнықты қатты тау жыныстарында өтпелі тоннельдердің қаптамалары қалыңдығы 5-15 см болатын бүрікпебетоннан жобалануы мүмкін. Ал өте жоғары беріктігі бар, үгітілмейтін тау жыныстарында өтпелі тоннельдер арнайы бекітпелерді қолданбай-ақ пайдалануға болады.

2.2 Метрополитен қазбаларының қаптамаларының құрастырмалы конструкциялары

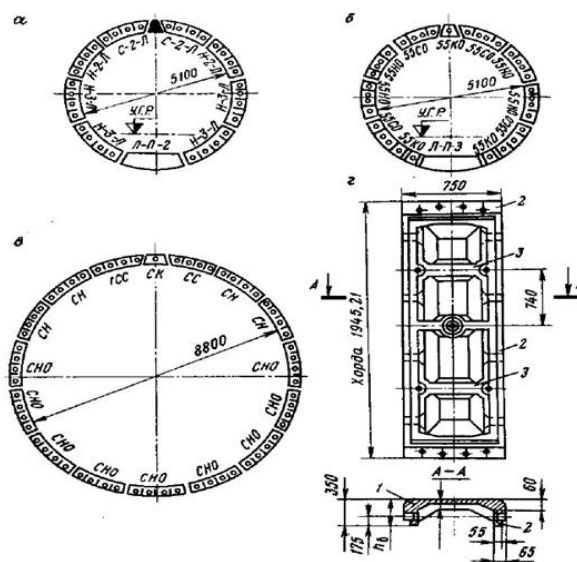
Жерасты әдісімен жүргізілетін құрылыс жұмыстарында метрополитен ғимараттарында ең жиі қолданылатын конструкциялар құрастырмалы қаптамалар болып табылады. Орнықсыз және жоғары суланған тау жыныстарында шойын қаптамалар мен сирек жағдайларда болат тубингтер пайдаланылады, ал орнықсыз, бірақ суланбаған тау жыныстарында темірбетон кесектері мен тубингтерден жасалған қаптамалар қолданылады.

Тоннельдердің құрастырмалы шойын қаптамалары тубинг түрінде жобаланады, олар ұзына бойы бойынша сақина пішінінде бүйірлермен құрылып, көлденең бағытта сақиналар арасындағы түйісулер түзіледі.

Кейбір конструкцияларда арнайы ішкі беті жайпақ астаулық тубингтер қолданылады, ал құлыптық тубингтердің орнына сына пішінді тығындықтар (прокладкалар) пайдаланылады. Тоннельдің бұрылатын бөліктерінде сына пішінді тубингтердің сақиналары немесе арнайы металл тығындықтар қолданылатын болады.

Кәдімгі тубинг маркасы СЧ-21-40 сұр шойыннан құйылған шойын құймасы болып табылады (2.1-сурет), [2]. Оның цилиндрлік бетінің қабықшасы (1) төрт бүйірлік бөліктен (2) тұрады, олар екі көлденең және екі ұзына бойлық

бағытта орналасқан, сондай-ақ қаттылық қабырғалары (3) бар. Арқаның қалыңдығы есептеу әдісіне сәйкес анықталады және шойын құю технологиясының талаптарына сәйкес 18-20 миллиметрден кем болмауы тиіс. Бүйірлерінің биіктігі h_b , сондай-ақ монтаждық және жүк көтергіштік элементтерін есепке ала отырып, тоннельдің ішкі диаметрі және қоршаған тау жыныстарының қасиеттеріне қарай алдын ала белгіленеді. Орнықты сулы жыныстарда b үйір биіктігінің мәні $h_6 = (0,02 \div 0,03)$ формуласы бойынша анықталады.



2.1-сурет - Метрополитен тоннельдері үшін шойын түбингтерден тұратын құрастырмалы қаптамалардың конструкциялары

Тұрақсыз тау жыныстарында бүйірлік биіктік мәні бастапқыда $h_6 = 0,04$ формуласы бойынша анықталады. Кейін бұл көрсеткіш есептік тексеру арқылы нақтыланады.

Тоннель қимасының габариттері мен оны қоршаған жыныстардың физикалық-механикалық қасиеттеріне қарай түбингтердің ені 500 мм-ден 1000 мм-ге дейінгі диапазонда таңдалады.

Қалқанды кешеннің домкраттарынан түсетін монтаждық сығымдау күштерін ұзына бойлы қаттылық қабырғалары қабылдайды, ал көлденең бағыттағы қабырғалар түбингтің көлденең қимадағы иілуге төзімділігін күшейтеді.

Түбингтер өзара бойлық және көлденең жақтарынан диаметрі 20-45 мм аралығындағы болат болттармен біріктіріледі.

Түбингтердің бүйірлерінің сыртқы бетінде фальцылар орналасқан, олар шектес түбингтерді түйістіргенде жыра пішінінде қосылып, түйіспелерді тығыздайды. Бұл жыралар қосылыстарды герметизациялау үшін және су өткізбейтіндікті қамтамасыз ету мақсатында пайдаланылады. Нақыштау процесі қорғасындалған асбест жіптері, қорғасын сымдары немесе арнайы цемент құрамдарын қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Тоннельдерді гидроизоляциялау үшін негізгі әдіс ретінде тубингтердің арқа қабырғаларындағы арнайы тесіктер арқылы қаптаманың сыртқы бетіне тампонаждық ерітінділерді айдау қолданылады.

Өтпелі тоннельдің жайпақ астаулы шойын қаптамасының басқа конструкциясы Л-П-3 астаулық блоктан, төрт 55 НО типті кәдімгі тубингтен, төрт 55 СО типті шектес тубингтен және үш 55 СО типті кілттік тубингтен тұрады. Бұл тубингтер тоннельді қалқанды әдіспен салу барысында сақина пішінінде ішкі қабыстыруды қамтамасыз етеді. Аталған қаптамалар астауларды тазалау және теміржолдарды салу жұмыстары кезінде еңбек шығындарын және жалпы жұмыс көлемін едәуір азайтуға мүмкіндік береді.

Метрополитен станцияларының тоннельдеріне арналған шойын қаптамаларының сыртқы диаметрі 8,5 пен 9,5 метр аралығында жобаланады.

Сыртқы диаметрі 8500 метрге тең тоннельдің қаптама сақинасы екі 750 миллиметрлік бөліктен және бес түрлі 17 тубингтен тұрады, ал сақинаның ернеулері күшейтілген.

Шойын қаптамалармен салыстырғанда, құрастырмалы болат қаптамалардың бірнеше артықшылықтары бар: олар сығылу мен созылу кезінде күшті біркелкі қабылдап, балқыту әдісімен біріктірілгендіктен жоғары су өткізбейтін қасиеттерге ие болады. Дегенмен, болат қаптамалардың басты кемшіліктері – олар жоғары коррозиялық әсерге ұшырап, салыстырмалы түрде қымбатқа түседі. Бұл факторлар болат қаптамалардың көлік тоннельдерінде кеңінен қолданылуын айтарлықтай шектейді.

Су әсеріне тікелей түспейтін тоннель ішіндегі құрылымдарда болат материалдарын қолдануға болады.

Метрополитен, теміржол және автожол тоннельдерінде құрастырмалы темірбетон қаптамалары кеңінен жобаланып, қолданысқа енгізіледі. Қазіргі уақытта салынатын тоннельдердің жалпы ұзындығының 90%-ы темірбетон қаптамаларымен жабдықталады.

Екі 1000 миллиметрлік қаптама сақинасы 7 блоктан тұрады: төрт стандартты блок, екі жапсарлас блок және бір құлыптық блок. Блоктар арасындағы жазық қосылыстарда жартыциркульді саңылаулар қарастырылған, олар монтаждан кейін цемент ерітіндісімен толтырылады, ал монтаждық шпонкалар қалыптасады.

Жапсарлардағы байланыстар созылу күшіне қызмет етеді. Блоктардың материалы – маркасы 400 бетон мен диаметрі 16 миллиметрлік периодты профилді арматуралы өзекшелерден жасалған балқытылған арматуралық каркас, сондай-ақ диаметрі 6-10 миллиметр тегіс болат арматура. Тоннельдің 1 метрі үшін шығын 621 кг құрайды. Жапсарлардың гидроизоляциясы бұл конструкцияда және басқа құрастырмалы темірбетонды қаптамаларда цементпен сылау әдісімен жүзеге асырылады, арнайы фальцалармен толтырылып, герметизацияланады.

Қалқанды әдіс арқылы салынатын тоннельдер үшін болашақта кеңінен пайдаланылатын конструкциялар қабырғалы блоктардан жасалған біртекті қаптамалар болады.

Ашық әдіспен жүргізілген қазба жұмыстары кезінде метрополитен құрылысында құрастырмалы темірбетоннан жасалған жайпақ жабындысы бар қаптама конструкциялары кеңінен қолданылды.

Өтпелі тоннельдерде негізінен екі басты конструктивтік шешім қолданылады: жекелеген темірбетон элементтерінен (жабындылардан, қабырғалардан, табан арналдарынан) құралған қаптамалар және қимасы тікбұрышты тұйықталған темірбетон элементтерінен жасалған тұтас секциялық қаптамалар

Тұтас секциялы қаптамалар алдын ала кернеуленген арматурамен орындалып, гидроизоляция зауыттық жағдайда жасалады. Бұл конструкциялар құрастыру жұмыстарының жоғары өнімділігін қамтамасыз етеді.

Кеңінен қолданылатын үш аралықты станциялық құрастырмалы конструкциясы ортаңғы бөлігінде су ағатын арнасы бар тұтас темірбетонды табан-астаудан, қабырға элементтерінен, қостауарлық қималы арқалықтардан және оларға орнатылған жабындылардан тұрады. Бұл конструкциялар колонналарға негізделіп орнатылады, олардың қадамдары 4, 4,5 және 6 метр аралығында болады.

Құрастырмалы қаптамаларды орнату кезінде олардың тұрақтылығы мен салмақ көтеру қабілеті арнайы әзірленген құрылымдық шешімдермен қамтамасыз етіледі.

2.3 Алматы метрополитені ғимараттарының құрылыстық конструкциялары

Алматы метрополитенінің алғашқы кезеңіне арналған жоба және қолданыстағы нормативтерге сәйкес, метрополитен желілерінің құрылымдық бөлшектері тау жыныстарының ішінде орналасып, қоршаған жыныстармен тығыз байланыста деп есептеледі. Аталған құрылымдар сол уақыттағы болжамды жүктемелер негізінде жобаланған.

Құрылыстың гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық ерекшеліктеріне, тереңдік деңгейіне, сондай-ақ құрылыс жүргізілетін аймақтың сейсмикалық белсенділігіне (9 баллдан жоғары) байланысты ғимараттардың конструкциялық түрлері анықталып, таңдалған. Негізгі конструкциялар – темірбетон блоктары мен шойын тубингтерінен тұратын құрастырмалы элементтерден құралған.

Тұтас бетон мен темірбетон конструкциялар ғимараттың төменгі астауша бөліктерінде, тоннельдердің түйісу нүктелерінде, пішіні өзгермелі аймақтарда және технологиялық ойықтары көп жерлерде пайдаланылады. Мұндай конструкциялар үшін гидроизоляция шаралары жол құрылымдарының гидрогеологиялық ерекшеліктеріне сай жобаланған. Бұған қоса, Мәскеу қаласындағы ЦНИИС ұсынған сараптамалық қорытындыға сүйене отырып, жобада сейсмикалық тұрақтылықты қамтамасыз етуге бағытталған арнайы шаралар енгізілген.

Метрополитен желілерінің терең орналасқан бөлімшелеріндегі конструкциялары. Жерасты қысымды сулардың жоқтығы ескеріліп, өтпелі тоннельдердің қаптамалары үшін негізінен зауытта дайындалған құрастырмалы темірбетон блоктары қолданылған. Құрылыс аймағының сейсмикалық белсенділігіне байланысты, № 935623 авторлық куәлікте көрсетілгендей, сақина жапсырмаларында симметриялы бұрыштама пішініндегі созылғыш байланыстары бар қаптама блоктары таңдалған. Бұл қаптама сақиналарының ішкі диаметрі — 5,1 метр, ал әр блоктың қалыңдығы — 0,2 метр.

Өтпелі тоннельдерде қолданылатын шойын тубингтердің ішкі диаметрі 5,1 метр ретінде белгіленген. Бұл тубингтер тоннель бойындағы ғимараттармен түйісетін тұстарда ғана қолданылады, мұндағы ойықтардың ені төрт сақинаның енін қосу арқылы анықталады.

Терең қабатта орналасқан станциялар үшін пилондық және колонналық конструкциялардың жаңа, біріздендірілген түрлері әзірленді, мұнда пилондар мен колонналар арасындағы арақашықтық тұрақты түрде 5,0 метр деп белгіленген. Жерасты қысымды сулардың болмауына байланысты сақиналардың төменгі бөлігінде жайпақ астау пішінін қалыптастыратын темірбетон блоктар қолданылған.

Шойын материалын үнемдеу және құрылыс жұмыстарының күрделілігін азайту мақсатында станцияларда пилондық конструкциялар таңдалған. Бұл шешім, әсіресе, ортаңғы тоннельдерді салу кезінде бүйірлік тоннельдердің жоғары тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

2.4 Алматы қаласының метрополитен орталықтарының құрылысы

Жұмыс өнімділігін арттырып, еңбек шығындарын азайту мақсатында тиімді ресурстарды пайдалану қажет. Жұмыс жылдамдығы, негізінен, механикаландырылған құрылғылар мен механизмдердің үйлесімді жұмыс істеуіне байланысты. Механикаландырылған жұмыстарға топырақты және таужыныстарын бұзу, бұзылған таужыныстарын тиеп шығару, транспорттық жолдарды жөндеу сияқты іс-әрекеттер кіреді. Кешенді механизация, өз кезегінде, механикаландырылған қалқандармен жабдықталған тоннельдердегі жұмыстарды қамтиды, оның ішінде забойдағы таужыныстарын бұзу, бұзылған таужыныстарын тиеп шығару және гидроизоляциялық жұмыстар орындалады. Бұған қоса, грунтты шығару үшін щиттер, грунт тасымалдайтын транспорттық мосттар және жүктерді көтеру механизмдері де қолданылады.

Операцияны тиімді басқару үшін механикаландырылған қалқандардың рөлі өте маңызды, [4].

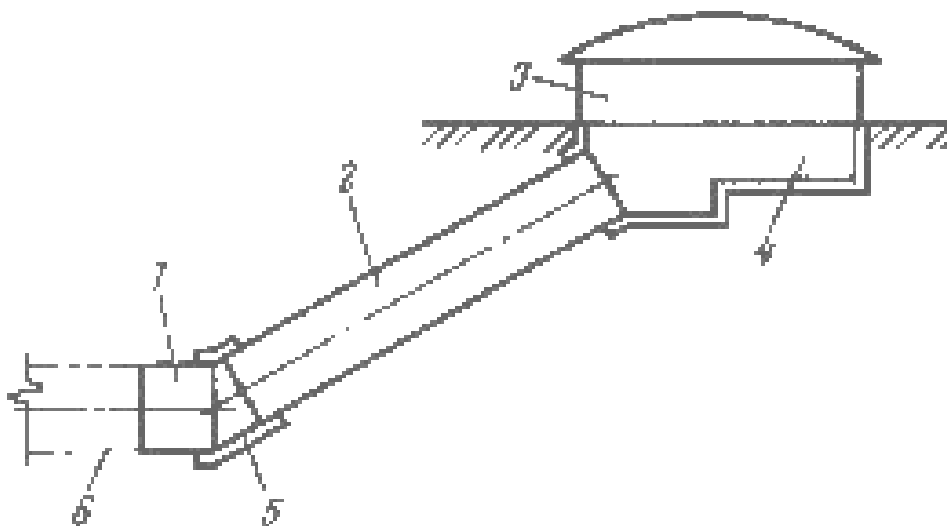
Грунтты шығару конвейерлік тәсілмен жүзеге асырылады, ал грунт ұзын лента арқылы жүк көлігіне тасымалданады. Бөлшектеу жұмыстарын орындау үшін тельфер пайдаланылады.

2.5 Эскалаторлық тоннелдер мен метрополитен станцияларының құрылыстық технологиялары

Эскалаторлық кешен метрополитен мен жер бетіндегі құрылымдар арасындағы байланысты қамтамасыз етеді (2.3-сурет), [3]. Бұл кешеннің құрамына: эскалаторлық тоннель (2), созылмалы камера (1), жер үсті (3) немесе жерасты (5) вестибюльдері, эскалатордың машиналық кеңістігі (4) кіреді. Жерасты вестибюліне апаратын есік көшеден шығатын жолда орналастырылады (6).

Станция терең орналасқан жағдайда, оны эскалатордың бір маршымен жер бетімен байланыстыру қиынға соғады. Сондықтан осындай жағдайда жерасты вестибюлі арқылы өтетін екі марш пайдаланылады. Эскалаторлық кешендердің құрылыс жұмыстары өте күрделі болғандықтан, олар ғимаратқа жақын жерде орналасуы қажет. Эскалаторлық кешеннің ерекшелігі оның тоннельдің үлкен диаметрмен көлбеу орналасуы болып табылады. Екінші бір ерекшелік — барлық эскалаторлық кешен жұмыстары тоннель ішінде жүргізіледі, ал жерасты немесе жерүсті вестибюльдері бір құрылыс алаңында орналасады.

Эскалаторлық кешен жұмыстары екі схема бойынша жүзеге асырылады: кезектесіп және параллельді. Бірінші схема бойынша алдымен эскалаторлық тоннель салынады, содан кейін созылмалы камера, машиналық кеңістік пен вестибюль орналасады. Бұл схема бойынша алдын ала дайындық жұмыстарын қысқарту және жұмыс қиындықтарын жеңілдету мүмкіндігі бар. Алайда, мұндай жағдайда тоннельді жүргізу және камераны орналастыру жұмыстары арасындағы уақыт аралығы екі жылға немесе одан да ұзаққа созылуы мүмкін, бұл өз кезегінде эксплуатациялық жұмыстардың баяу жүруіне әкеледі.



2.3-сурет - Эскалаторлық кешеннің сұлбасы

Екінші схема бойынша тоннельді жүргізу және вестибюль мен машиналық кеңістікті орналастыру жұмыстарын қатар жүргізу арқылы жұмыс уақыты 35-40 пайызға жеңілдетіліп, қысқартылады.

Эскалаторлық тоннельді жүргізу үшін уақытша темірбетонды бекітпе орнатылады, кейін оны толық темірбетонды вестибюльге айналдырады. Алғашқы тұрақты бекітпе темірбетонмен қоршалып, болат диафрагма жүргізіледі. Сонымен қатар, бұл бекітпелер бетонды анкермен қосымша бекітілуі мүмкін. Параллельді схема бойынша уақытша бекітпе котлованға орнатылып, машиналық кеңістікке аз мөлшерде бекітпе қойылады.

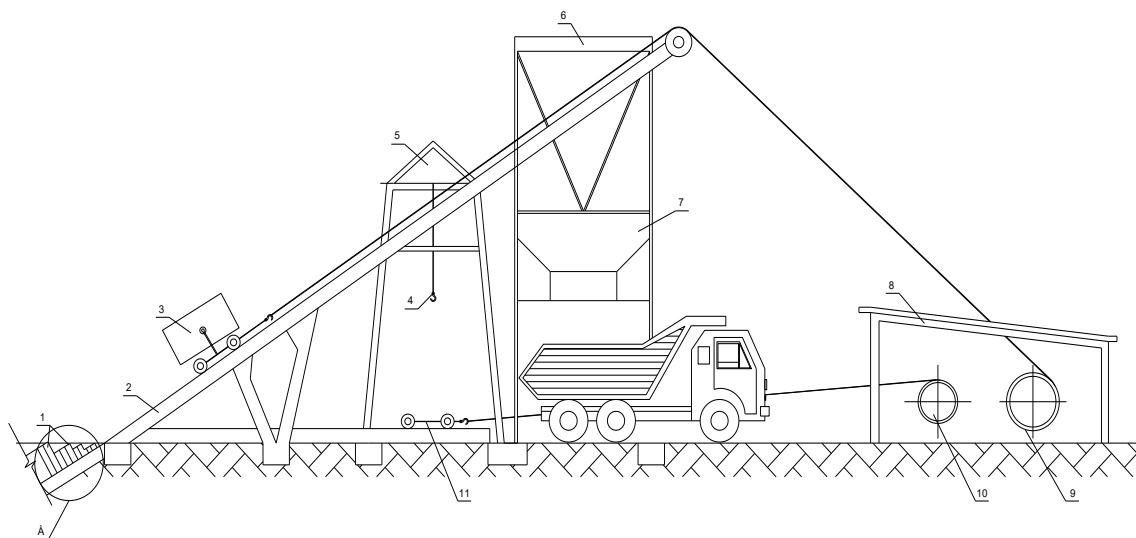
Бірінші бекітпе жоғарыда сипатталғандай орнатылады. Созылмалы камераны орналастыру кезінде эскалаторлық тоннельдің жұмысына әсер етпейді.

Дайындық жұмыстары екі кезеңнен тұрады. Бірінші кезеңде ұңғымаларды бұрғылау жұмыстары жүргізіледі. Параллельді схемада котловандарды орналастыру жұмыстары жүзеге асырылады. Котловандардың тереңдікке орналасуы ерекше маңызды, өйткені ғимараттардың жақын орналасуына байланысты котловандарды тігінен орналастыру қажет.

Тау-кен кешенінде кезектесіп жұмыс істегенде, жұмыстар жер бетінде жүзеге асырылады.

Грунттарды тасымалдау үшін скиптер пайдаланылады, ал машинаның көтерілу биіктігі 1560 миллиметрді құрайды.

Грунтты механикалық әдіспен тиеу үшін тоннельге эстакада (2.4-сурет) орнатылады, оның соңына стандартты бункерлі секция (6) қойылады, [3]. Бункердің үстіңгі жағына тиегіш құрал (7) орналастырылады. Скип (3) автоматты түрде бункердің үстіне қойылады. Көлбеу эстакаданың екі жағына тельферлі эстакада (5) орнатылып, оның әсерінен тельфермен жұмыс істейтін монорельс (4) көлбеу эстакаданың астынан өтеді. Ғимараттарда тубинговоздарды көтеріп, түсіру үшін лебедка (8) орналасқан, оның жүк көтеру қабілеті 1,5 тонна.



2.4-сурет - Тау-кен жұмыстарының жер үстіндегі кешенінің сұлбасы

Забойдағы грунттың сақинасының ені 1 метр болған жағдайда 1 сақина, ал ені 0,75 метр болғанда 1 немесе 2 сақина қолданылады.

Жұмыстың орындалуы грунттың қаттылығына тәуелді. Жұмыс эректордың жоғарғы платформасынан басталады. Платформа швеллерлерден тұратын рамамен жабдықталып, эректорға төменнен ілініп тұрады.

Грунттың қаттылығына байланысты, жұмыс түрлері әртүрлі болады. Қатты грунтта жоғарыдан ұзындығы 1,5-1,8 метр тоқтам орналастырылады, кейін жұмыс барысында грунт платформасына дейін жіберіледі. Өте берік жыныстарда забойдың жоғарғы бөлігіндегі таужыныстарын қазу кезінде кертпештер 25 сантиметр тереңдікте салынады..

Жоғарғы қабаттың таужынысы өңделгеннен кейін, тиелетін платформа лебедкамен эректорға қарай жылжиды, ал төменгі қабаттағы өңделген таужыныс скипке тиейд, [4].

3 «Қалқаман» станциясын жаңаавстриялық тоннель әдісімен салу

3.1 Жаңаавстриялық тоннель салу әдісі жөніндегі жалпы мәліметтер

Бұл әдіс қазіргі уақытта бос таужыныс сілемдерінде тоннель салудың ең көп қолданылатын әдісі болып табылады. Оның экономикалық тиімділігі жоғары, әрі жерасты құрылымдарын салу кезінде материалдардың шығыны аз, қауіпсіздігі де жоғары. Тоннельдерді тұрақты және тұрақсыз таужыныс сілемдерінде салу жылдамдығы 3-7 м/тәулік аралығында, ал басқа әдістермен салыстырғанда тоннель салуға 30-40% аз қаржы жұмсалады.

Бұл әдіс тау-кен-геологиялық жағдайлары күрделі таужыныс сілемдерінде де қолдануға мүмкіндік береді. Мысалы, таужыныстарының дүмпу қауіпі бар тұрақсыз таужыныс сілемдерінде немесе жер бетіне жақын, саяз қалалық тоннельдер салу кезінде бұл әдіс тиімді болып табылады, [5].

Қоршаған ортадағы таужыныс сілемінің жүк көтеру қасиетін тоннельдің опырылып құлауынан қорғайтын құрылым ретінде пайдалану — бұл әдістің басқа әдістерден негізгі принципіалды айырмашылығы болып табылады.

Бұл үшін таужынысының контурлық жиекке жақын аймағын қарнақты, бүрікпелбетон немесе отырмалы аркалы уақытша бекітпелермен бекіту қажет. Осылайша, контурлық жиектегі таужыныстары жүк көтеруші құрылымға айналады, нәтижесінде қазбаға сырттан түсетін үлкен қысым мен салмақты қабылдап алады. Қысым мен салмақтың қалған бөлігі тоннельдің тұрақты қаптамасына беріледі. Қаптамаға түсетін қысым мен салмақтың мөлшері аз болғандықтан, басқа әдістермен салыстырғанда оны салуға материалдар аз жұмсалады.

Тоннельді жаңа австралиялық әдіспен салу кезінде оның контуры жылжып, осы қасиеті арқасында таужыныс сілеміндегі тау қысымы реттеледі. Уақытша бекітпелердің жүк көтергіштік қабілеті төмендеген кезде тоннельде тұрақты қаптамалар орнатылады. Осылайша, тұрақты бекітпеге түсетін қысым мөлшері, тау қысымы реттелгенге дейін орнатылғаннан кейін, айтарлықтай азаяды.

Бұл әдісті қолданудың негізгі шарты — тоннель құрылысында барлық кезеңдерде тоннельдің қаптамасы мен таужыныс сілемінің деформацияларын, түсетін кернеулер мен жылжуларды мұқият өлшеп, болжау. Өлшеулер арқылы таужыныс сілемі мен уақытша бекітпелердің жағдайын үнемі бақылап отыруға болады. Бұл әдіс бекітпелердің деформациялануы немесе әлсіреуі жағдайында оларды уақытында күшейтуге немесе ауыстыруға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, жаңаавстралиялық тоннель салу әдісінің негізгі принциптері келесідей:

- тоннель құрылымының негізгі жүк көтеруші элементі — таужыныс сілемдері болып табылады. Олардың жүк көтергіштік қабілетін бекітпелердің түрлері мен параметрлерін дұрыс және дәл таңдау арқылы жақсартуға болады;
- тоннельдің қаптамасы кері күмбезімен уақытында қосылуы керек және ол уақытша бекітпелердің қысымға төтеп беру қабілеті таусылмай тұрып

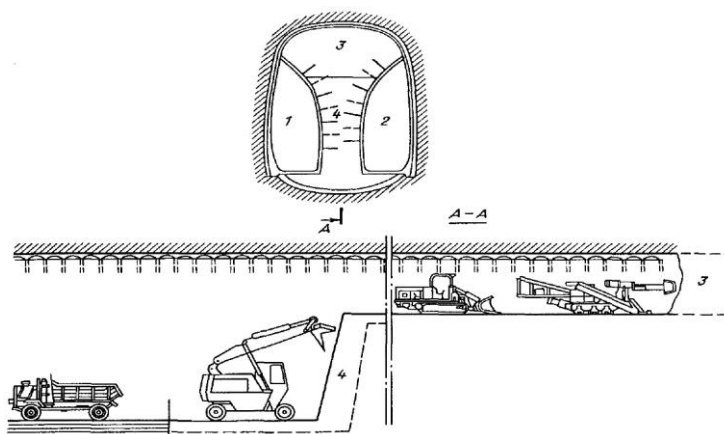
орнатылуы қажет. Олардың түйісу уақыты тоннель контуры мен қаптамаға түсетін кернеулерді өлшеу нәтижелеріне негізделіп анықталады. Әдетте, тоннельдің қаптамасы мен күмбездің табаны 30 күннен аспайтын мерзімде қосылады. Егер өлшеулер нәтижесінде қажет деп тапса, онда 1-2 ауысымнан кейін қосу жұмыстары жалғастырылады. Кері күмбезді табанды бүрікпебетонмен немесе тұтас бетонмен бекітеді;

- бұл әдісті тек қазба маңайындағы таужыныс сілемінің қозғалысын, бекітпеге түсетін кернеулерді және тоннель құрылымы мен таужыныстарының жіктеріндегі қысымдарды тұрақты түрде және мұқият өлшеу жағдайында ғана қолдануға болады;

- бұл шарттарды орындау үшін өндірістік мәдениет жоғары деңгейде болуы қажет, яғни сенімді өлшеу құралдары мен заманауи, алдыңғы қатарлы жабдықтарды қолдану керек. Егер бұл талаптар орындалмаса, қазба жүргізу кезінде апатты жағдайлар туындауы мүмкін;

- қазба жүргізу үшін забой бірнеше учаскелерге (қабаттарға) бөлінеді. Қабаттардың саны забойдағы таужыныстарының беріктігіне байланысты анықталады. Тоннельдің толық қимасын ашудың ең көп таралған сұлбалары төменде көрсетілген (3.1-сурет), [4]. Қазба бұрғылап-аттыру әдісімен немесе таңдаулы әрекет ететін комбайндармен жүргізіледі. Кейбір жағдайларда механикаландырылған құралдармен қолмен де жүргізілуі мүмкін. Қазылған учаскелер уақытша бекітпелермен, мысалы, бүрікпебетон, қарнақты немесе металл аркалы бекітпелермен нығайтылып бекітіледі.

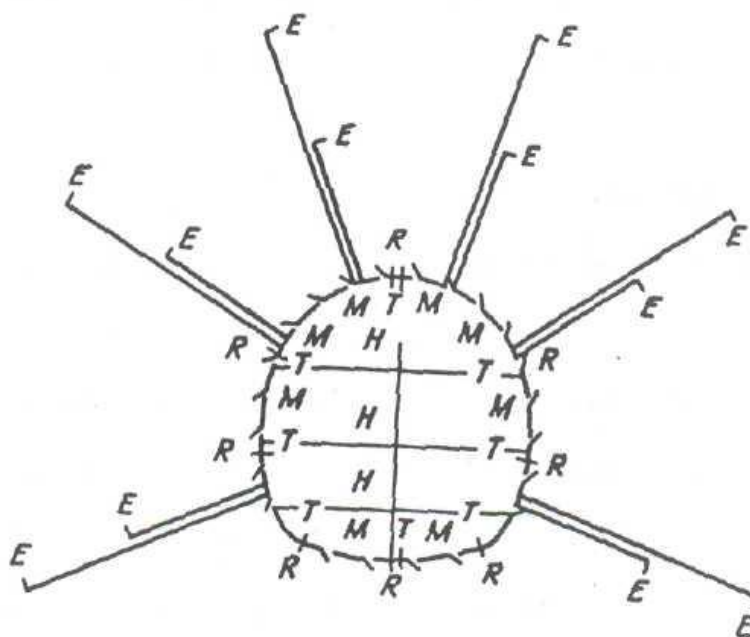
Қазбаның қимасын ашу жұмыстары ұзын бойымен бірнеше қабатта, бір-бірінен қалыс жүргізіледі. Калоттаның жоғарғы бөлігіндегі жұмыстар төменгі қабаттағы жұмыстардан бірнеше метр алда орындалады. Таужыныстары кемерден кемерге көлбеу пандустар арқылы тасылады.



1-4-тоннель қимасын ашу кезеңдерінің реттері

3.2-сурет - Жаңаавстралиялық әдіспен тоннель салу сұлбасы (қазба қимасын бүйірлік екі штольнямен ашу)

Тоннельді жаңаавстралиялық әдіспен салу барысында тоннельдің ұзындығы бойына әр 100-150 метр сайын арнайы бақылау-өлшеу станциялары (створы) орнатылады (3.3-сурет), [4].



Т-тангенциальдық датчиктер; R-радиальды датчиктер; М-қысым-салмақты өлшейтін мессдоза; Е-экстензометрлер; Н-ковергенцияны өлшейтін құралдар. Конвергенция (convergentio) – сходство-ұқсастық, дәлдік.

3.3-сурет - Бақылаушы-өлшеуші станцияның өлшеуіш құралдарының тоннельде орналасу сұлбасы

Бақылаудың басты мақсаты – қазба жұмыстарын жүргізу барысында жыныс сілімінде пайда болатын деформациялар мен кернеулердің деңгейін өлшеу.

Өлшеу станциясының көмегімен жыныс сілімінің жылжуы, жыныс сілімі мен тоннель қаптамасының түйіскен жерлеріндегі кернеулер, қарнақтар мен шашыранды бетон бекітпелеріне түсетін кернеулер сияқты параметрлер бақыланады. Өлшеулер белгілі бір тәртіппен жүргізіледі. Бақылау нәтижесінде алынған өлшемдер геологиялық барлау кезінде алынған және жобада көрсетілген мәндермен салыстырылады. Геологиялық барлау кезеңінде эксперименталды барлау штольнялары өтеді.

Жаңаавстралиялық тоннель салу әдісі құмды, сазды, құмды-сазды сланецтер мен созылмалы мергель сияқты ерекше тау-кен-геологиялық жағдайларда тоннель қазу үшін өте қолайлы. Жыныстардың созылмалық қасиеттері шектеулі болуы тиіс. Жыныс сілімінің сулылық деңгейі төмен болғаны жөн. Негізінде, қапсырмаға түсетін қысым бір жақты болмауы керек, ол жұқа шашыранды бетон қапсырманы бұзбайтындай деңгейде болуы тиіс.

Жаңаавстралиялық тоннель салу әдісін қолданудың әлемдік тәжірибесі кеңінен тараған. Бұл әдіспен тоннель қазу жылдамдығы айына 100-200 метрге дейін жетіп отыр. Болашақта бұл көрсеткіш одан да жоғары болуы мүмкін.

3.2 Станциялық тоннелдердің қаптамаларына түсетін қысымдарды (жүктемелерді) есептеу

Метро станцияларының тоннельдеріндегі қаптамалардың тау қысымынан келетін жүктемелерінің мөлшерін анықтау үшін инженерлік-геологиялық зерттеулер мен эксперименттік зерттеулердің нәтижелеріне негізделген ҚНЖЕ 3.02-01-2023 (СНиП 3.02-01-2023) нормативтік құжаттарының әдістемесін қолдануға болады. Тау қысымынан туындайтын тік және көлденең жүктемелер қазбаның ені мен биіктігі бойынша біркелкі тарайды деп болжам жасалады.

Егер тоннельдің үстіндегі біркелкі таужынысының қалыңдығы қаптаманың сыртқы диаметрінен аз болса, ал одан жоғары әлсіз таужыныстары орналасқан жағдайда, тау қысымынан туындайтын нормативтік тік жүктеменің мөлшерін келесі формула арқылы анықтауға болады:

$$q^H = q_z^H - \frac{Z \cdot (q_z^H - q_0^H)}{d}, \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (3.1)$$

мұнда q_z^H – ең аз беріктігі бар таужынысының нормативтік тік жүктемесі, кН/м^2 (тс/м^2).

$$q_z^H = K_p \cdot \gamma \cdot h_2 \cdot g = 1 \cdot 1,5 \cdot 28 \cdot 9,81 = 412 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (3.2)$$

Z – тоннель қаптамасы күмбезінің жоғары жерінен тоннелді қоршаған ең әлсіз таужынысының контактысына дейінгі қашықтық, $Z=28$ м;

q_0^H – тоннелдің үстінде жатқан таужынысының нормативтік тік жүктемесі, кН/м^2 (тс/м^2).

$$q_0^H = K_p \cdot \gamma \cdot h_1 \cdot g = 1 \cdot 1,5 \cdot 11 \cdot 9,81 = 161,8 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (3.3)$$

K_p – таужынысы массивінің жұмыс жағдайы коэффициенті;

d – қаптаманың сыртқы диаметрі, м.

$$q^H = 412 - \frac{28 \cdot (412 - 161,8)}{5,1} = 1292 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (3.4)$$

Тоннель қаптамаларына тау қысымынан болатын нормативтік жазық жүктеменің (P^H) мөлшерін мына формуламен анықтайды:

$$P^H = q^H \cdot \tan \left(45^\circ - \frac{\varphi^H}{2} \right)^2, \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (3.5)$$

мұнда q'' – нормативтік тік жүктеме, кН/м²;

φ – таужынысының нормативтік ішкі үйкеліс бұрышы, $\varphi=32^\circ$

$$P^H = 1292 \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{32^\circ}{2}\right)^2 = 396,9 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Метрополитен бекітпелері конструкцияларының өз салмағынан болатын сейсмикалық инерциялық жүктеме мына теңдеу бойынша анықталады:

$$P_{ik} = K_c \cdot m_o \cdot \eta_{ik} \cdot G_k = 0,3 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 86 = 26 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (3.6)$$

мұнда K_c - сейсмикалық коэффициент, жеті, сегіз, тоғызбалдық жер сілкіністері үшін сәйкесімен 0,025; 0,05; 0,1 тең болады;

m_o - қаптаманың (бекітпенің) материалын есептейтін коэффициент, темірбетон үшін 1,0; бетон үшін 0,8;

β_i - өзіндік тербелістің периодына байланысты динамикалық коэффициент, конструкцияның өзіндік толқынысы периодының 0-ден 2,0 С өзгеруіне байланысты 1,0-ден 0,6 дейін қабылданады;

η_{ik} - конструкция деформациясы формасының коэффициенті, конструкцияның өзіндік тербелісіне және жүктеменің (G_k) түсетін жеріне байланысты, әр кезекте арнайы есептермен анықталады;

G_k – конструкция элементінің қарастырылып отырған нүктесіндегі өз салмағынан болатын нормативтік жүктеме.

Терең салынған тоннельдер (күмбездің төбесінен жер бетіне дейінгі қашықтық H тоннельдің көлденең өлшемінен B үш есе артық болған жағдайда) қаптамалары сейсмикалық толқындардың сығу-созу және сырғыту әсерлеріне есептеледі. Бұл кезде болатын жүктемелер қазбадан біраз қашықтықтағы таужыныс массивіне статикалық әсер ретінде қарастырылады, [4, 5].

3.3 Станциялық тоннельдерді қазу технологиясы

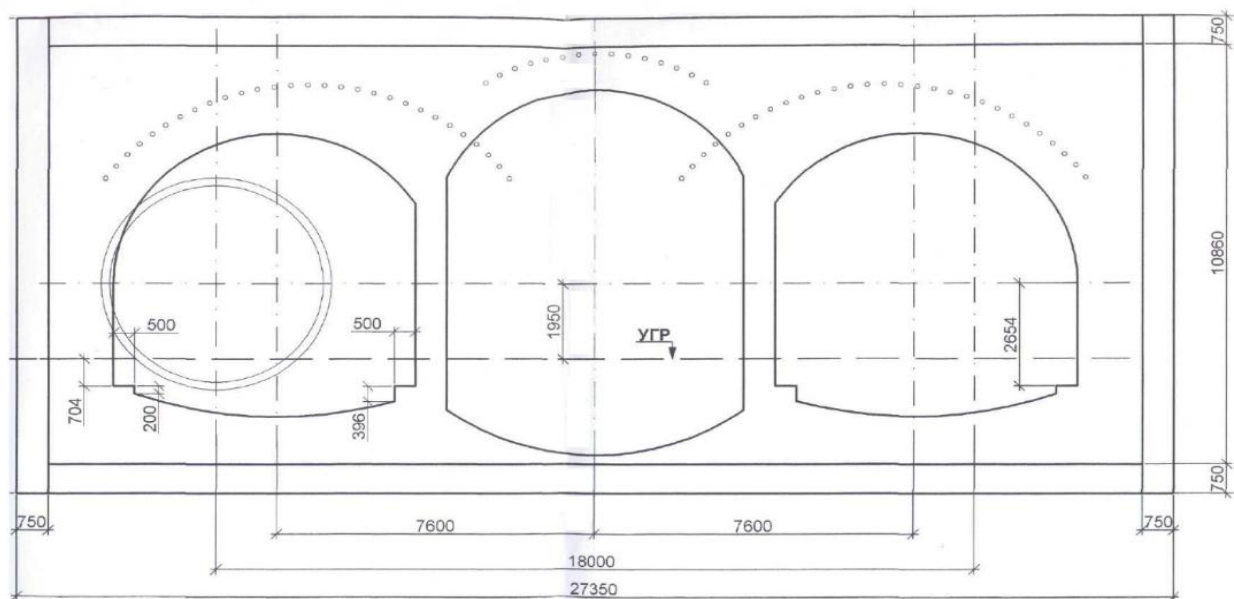
Метрополитен станцияларын салу — бұл жоғары деңгейде техникалық дайындықты, көптеген ресурстарды және күрделі процестерді талап ететін жұмыс. Станциялар метрополитен жүйесінің негізгі құрамдас бөліктері ретінде, олардың сапасы, қауіпсіздігі және архитектуралық көркемдігі аса маңызды.

Құрылысты жүргізу барысында қолданылатын техника мен технология құрылыс шығындары мен уақытын үнемдеуде маңызды рөл атқарады. Сондықтан тиімді әдістерді таңдау және жоғары деңгейде ұйымдастырылған техника мен технологияны қолдануға ерекше назар аударылады. НАТМ әдісі қазіргі кезде бос, сусымалы таужыныстарында жерасты құрылысын жүргізу үшін ең тиімді әдіс ретінде танылған.

«Қалқаман» — Алматы метрополитенінің жоспарланып отырған он екінші станциясы. Ол бірінші бағыт бойынша «Бауыржан Момышұлы» мен «Автовокзал» станцияларының арасында, Әшімов көшесі мен Абай даңғылының қиылысында орналасады. Бұл станция үш күмбезді платформалық алаңы бар колонналы типте жобаланған. Жоспар бойынша, станция НАТМ (жаңа австриялық тоннель әдісі) технологиясы арқылы, яғни күмбез құрылымдарын тіреу құбырларымен бекіте отырып салынады. Құрылыстың негізгі кезеңдері үздіксіз және кезең-кезеңмен ағымды әдіспен жүзеге асады. Үш күмбезді құрылымды тұрғызу үшін алдымен екі жақ қапталдағы тоннельдер, кейін орталық тоннель қазылады. Егер станция тұрақсыз жер қабаттарында тұрғызылса, онда екінші қаптал тоннелі бірінші қазылған тоннельден 30 метр кейін, ал ортаңғы тоннель 50 метр кейін салынады.

Станцияның құрылысы кезінде кенжарды қазу мен оны бекіту тәсілдері жер қыртысының қасиеттеріне қарай таңдалады. Үш күмбезді станция тоннельдерінің қаптамасы көбінесе тұйық сақина түрінде жасалады. Орталық тоннельді қазу барысында қаптал тоннельдерден туындауы мүмкін деформациялардың алдын алу үшін арнайы шаралар қолданылады. Атап айтқанда, қаптал бөліктерге металл тіректер орнатылады, ал орталық тоннельде металл құбырлардан жасалған кергіштер орналастырылады. Монолитті бетон немесе темірбетон құрылымдар жылжымалы қондырғылардың көмегімен жеке бөліктерге бөлініп орналастырылады. Бетон құю аймағының ұзындығы станцияның салыну технологиясына және қаптама элементтерін орнату тәсіліне қарай анықталады.

«Қалқаман» станциясының көлденең камерасына қатысты сұлба, сондай-ақ ССТ, ОСТ және ОСТ-дердің төбе бөліктеріне орнатылған қорғаныс экраны құбырларының орналасу тәртібі 3.4-суретте көрсетілген, [4].



3.4-сурет - «Қалқаман» станциясының көлденең камерасының сұлбасы

3.4 Станциялық тоннельдердің уақытша бекітпелері

«Қалқаман» станциясын НАТМ әдісімен салу барысында бірқатар арнайы техника пайдаланылады. Тоннельді қазу үшін «Terex TE210» маркалы экскаватор қолданылады. Ұңғымаларды бұрғылап, оздырма бекітпелерін орнату мақсатында «Atlas Copco Rocket Boomer 352 S» бұрғылау құрылғысы қолданылады. Құбырларға ерітінді жіберу үшін «Suprema» енгізу жабдығы пайдаланылады. Ал уақытша тірек жасау үшін бүрікпе бетонды шашуға «Meuso Potenza» машинасы қолданылады. Сонымен қатар, құрылыс кезінде жылжымалы тоннель қалыптамалары, қазылған жыныстарды шығару үшін «КамАЗ» автосамосвалы мен өздігінен жүретін «ТСШ-4» техникасы іске қосылады.

НАТМ технологиясын қолданып, колонна типіндегі станцияны темірбетон монолит қаптамасымен қазу барысында келесі жұмыс кезеңдері жүзеге асырылады:

- қапталдағы станциялық тоннельдер төменгі кемер әдісімен, бір-бірінен 30 метр қашықтықта артта қалдыра отырып қазылады;
- екінші қаптал тоннельді қазу кезінде диаметрі 300 мм металл құбырлардан жасалған тіреу бағандар қолданылады. Бұл бағандар қазу фронтына қатысты 15 метрлік арақашықтықпен орналастырылады;
- қаптал тоннельдерге гидрооқшаулау гидроизоляциялық композицияны жағу арқылы жүргізіледі;
- станциялық тоннельдің темірбетон қаптамасы бірнеше кезеңмен орнатылады;
- аймақтың қабырғалары мен күмбезі пневмобетон енгізу қондырғысының көмегімен үзіліссіз бетондалады. Бетондау арасындағы үзіліс екі сағаттан аспауы тиіс. Бетондау тігістері тоннель осіне параллель бағытта жүргізілуі қажет;
- уақытша бүрікпобетон бекітпесі орнатылған кезде орталық станциялық тоннельдің калоты толық ұзындығы бойынша қазылады.

Орталық тоннельді қазу жұмыстары қаптал станциялық тоннельдері қазылып, 30 п.м ұзындықта тұрақты қаптамамен бекітілгеннен кейін басталады.

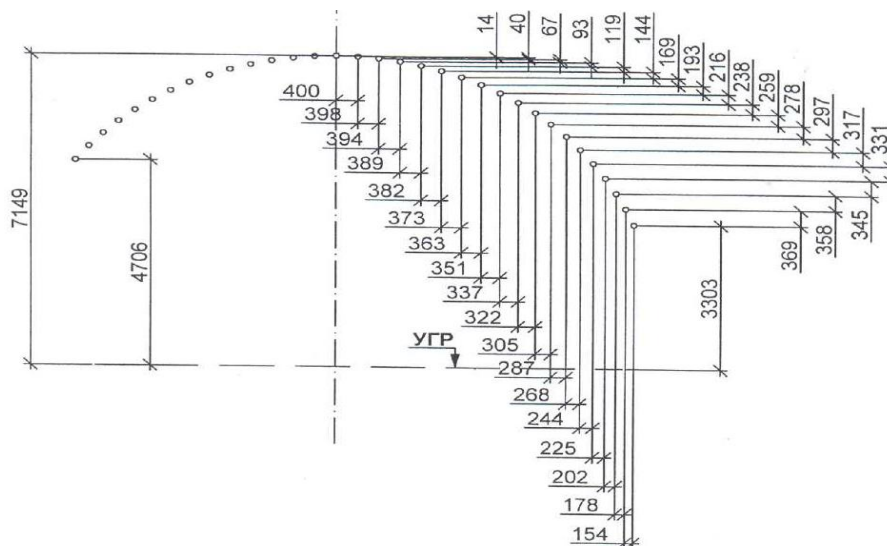
Жоғарыда аталған жұмыс кезеңдері қайталана отырып, станциялық тоннельдердің қалған бөлігі қазылады. Орталық тоннельдің бекітпесі 75% мықтылыққа жеткеннен кейін қазу жұмыстары жалғастырылады. Бүрікпобетонның үстіне арматуралық каркас орнатылып, тұрақты бетон бекітпесімен бетондалады.

Алматы қаласының геологиялық жағдайында, қала жерасты таужыныстары сусымалы және бос болғандықтан, бұрғылап-аттыру жұмыстарын жүргізбей-ақ қазу жүргізуге болады. Станция төбесі оздырма бекітпемен бекітілгеннен кейін, бос таужыныстары экскаватор арқылы қазылып, автосамосвалдарға тиеліп сыртқа шығарылады, [8,9].

«Қалқаман» станциясының жалпы тоннельдерінде төбесінің көлденең қимасы бойынша бұрғыланатын ұңғымалардың саны келесідей жоспарланған: сол жақ тоннель бойынша – 29 ұңғыма, орталық тоннель бойынша – 15 ұңғыма, оң жақ тоннель бойынша – 29 ұңғыма. Станцияның жалпы ұзындығы бойынша

16 қатар ұңғымалар бұрғыланса, барлық тоннельдер бойынша барлығы 1168 ұңғыма бұрғыланады.

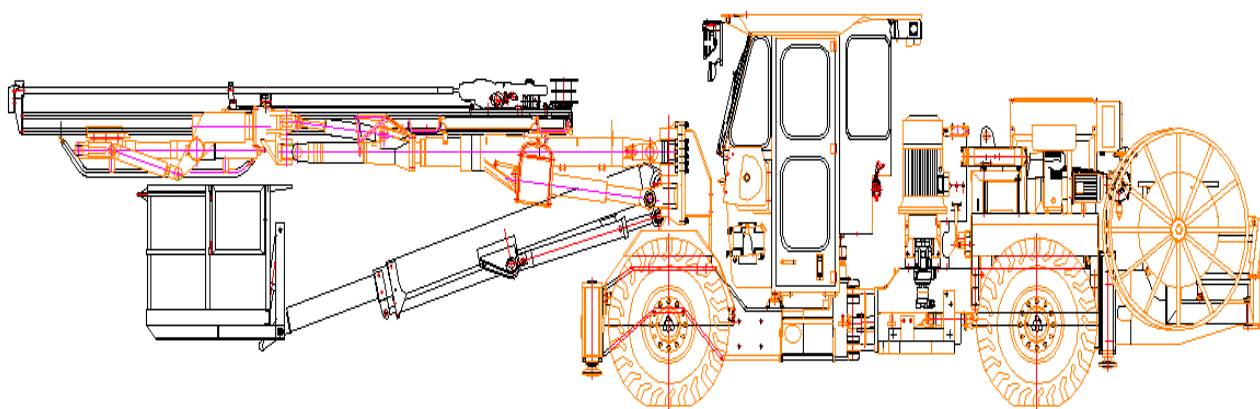
Қаптал станциялық тоннельдеріндегі оздырма бекітпелер қазбаның күмбезі бойымен экран түрінде, диаметрі 114 мм болатын бұрғылама енбе құбырларынан, қадамдары 400 мм-ден 154 мм-ге дейінгі аралықта орнатылады (3.5-сурет), [8].



3.5-сурет - Қаптал тоннельдеріне ұңғымаларды орналастыру сұлбасы

Бұрғылама енбе құбырларына цементті ерітінді құйылады. Оздырма бекітпе тұрақсыз жыныстардың құлауын алдын алу және тұрақты бекітпені кедергісіз, еркін орнатуға мүмкіндік беру мақсатында қолданылады.

Оздырма бекітпенің ұңғымалары Atlas Corco Rocket Voomer 352 S маркалы соққылы айналмалы бұрғылау агрегаты арқылы, ұңғыманы сумен жуып отырып, 10500 мм тереңдікке дейін бұрғыланады. Бұл бұрғылау агрегаты және оның техникалық сипаттамалары 3.6-суретте және 3.1-кестеде көрсетілген, [9].



3.6-сурет - Atlas Corco Rocket Voomer 352 S бұрғылау агрегаты

Кесте 3.1 - Atlas Copco Rocket Voomer 352 S бұрғылау агрегатының сипаттамалары

Көрсеткіштер	Техникалық параметрлері
Қозғалтқышы турбоолы үрлемелі дизель	108 кВт
Айналу радиусы:	
Сыртқы	7,1 м
Ішкі	4,4 м
Максималды бұрғылау биіктігі	9000 мм
Перфораторлар саны	2 дана
Габариттері:	
Ені	2,5 м
Кабины бойынша биіктігі	3,09 м
Ұзындығы	14,34 м
Массасы	10500 кг

Жобамызда станцияның орталық тоннелі қарастырылғандықтан, оған бұрғыланатын ұңғымалар санын анықтаймыз. Станцияның орталық тоннелінің төбесінде көлденең қимасы бойынша бір қатардағы бұрғыланатын ұңғымалар саны 15 болып жоспарланған. Жалпы станцияның ұзындығы бойынша 16 қатар ұңғыма бұрғыланса, орталық тоннель бойынша барлығы 240 ұңғыма бұрғыланады.

Оздырма бекітпесінің құбырларына ерітіндіні енгізу үшін Suprema енгізгіш қондырғысы пайдаланылады. Ерітіндінің құрамы мен қысымы тәжірибелік жолмен анықталады.

Бір құбырға енгізілетін ерітіндінің көлемі төмендегідей анықталады:

$$V_{ep} = 4 \cdot L_{\kappa} \cdot S_{\kappa}, \text{ м}^3 \quad (3.7)$$

мұнда L_{κ} – құбырдың ұзындығы, м;

S_{κ} – құбырдың көлденең қимасының ауданы, м^2 .

$$V_{ep} = 4 \cdot 10,5 \cdot 0,0088 = 0,3696 \text{ м}^3$$

Станцияның төбесінде көлденең қимасы бойынша бір қатардағы бұрғыланатын ұңғымалар саны 15-ті құрайды, ал станцияның жалпы ұзындығы бойынша 16 қатар ұңғыма бұрғыланады, яғни, барлығы 240 ұңғыма бұрғыланатынын ескерсек, барлық ұңғымаларға келесідей ерітінді жұмсалады:

$$V_{ep \text{ жалпы}} = 240 \cdot 0,3696 = 88,704 \text{ м}^3$$

Оздырма бекітпесінің құбырларына ерітіндіні енгізуге арналған Suprema енгізгіш қондырғысының техникалық сипаттамалары 3.2-кестеде көрсетілген, [8,9].

Кесте 3.2 - Suprema енгізгіш қондырғысының техникалық сипаттамасы

Көрсеткіштер	Техникалық параметрлері
Қозғалтқышы – электрлі	6,2 кВт
Жұмысшы қысымы	40 бар
Енгізу арақашықтығы	60 м
Габариттері:	
Ені	0,57 м
Биіктігі	0,96 м
Ұзындығы	1,73 м

Қалқаман станциясының жалпы ұзындығы 104 м, станцияның көлденең қимасының ауданы 84,93 м².

Қазбадан шығарылатын жалпы таужыныстарының көлемі:

$$V_{т.ж} = S_{ст} \cdot L_{ст} \cdot K_k, м^3 \quad (3.8)$$

$S_{ст}$ – станцияның көлденең қимасының ауданы, м²;

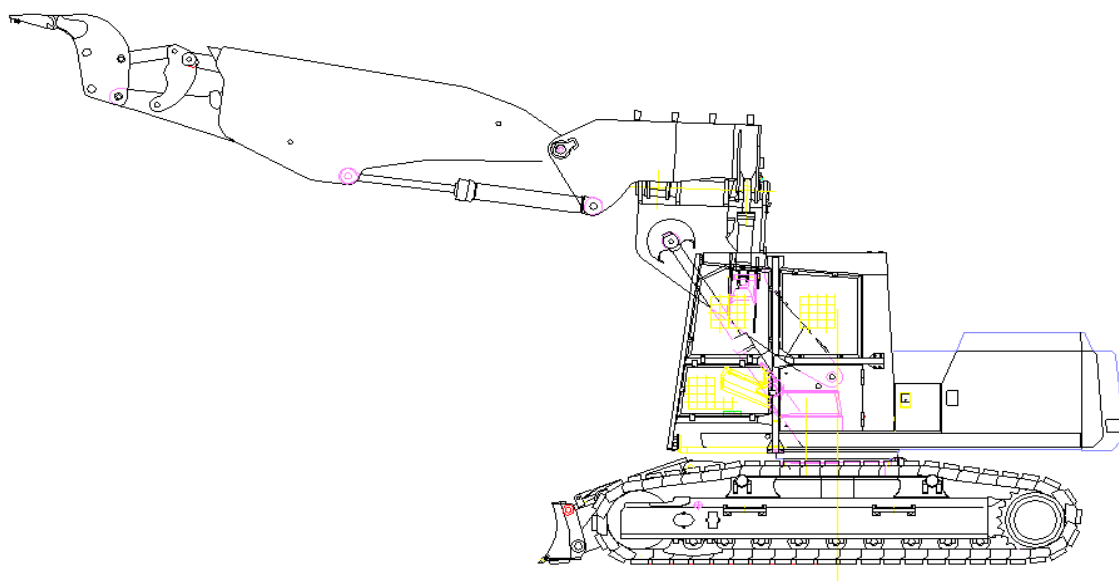
$L_{ст}$ – станцияның жалпы ұзындығы, м;

K_k – таужынысының қопсу коэффициенті.

$$V_{т.ж} = 84,93 \cdot 113 \cdot 1,4 = 13436 м^3$$

Тоннель кенжарындағы бұзылған таужыныстары Terex TE210 экскаваторымен (3.7-сурет) қазылып автосамосваларға тиеледі.

Terex TE210 экскаваторының техникалық сипаттамасы 3.3-кестеде келтірілді, [9].



3.7-сурет - Terex TE 210 экскаваторы

Кесте 3.3 - Terex TE210 экскаваторының сипаттамасы

Көрсеткіштер	Техникалық параметрлері
Қозғалтқышы – турбодизельді	142 кВт
Максималды жүру жылдамдығы	5 км/сағ
Максималды жұмыс істеу биіктігі	10 м
Максималды қазу тереңдігі	3,9 м
Минималды жұмыс істеу биіктігі	4,7 м
Габариттері:	
Ені	2,7 м
Кабины бойынша биіктігі	3,03 м
Бұрылу радиусы	2,25 м
Салмағы	30 т

3.5 Станциялық тоннельдердің уақытша бекітпелері

Уақытша бекітпе армировкасы бар бүрікпобетоннан жасалады. Металл торлар диаметрі 24 мм және ұзындығы 400-700 мм аралығындағы қазықтарды қағу арқылы қазба беткейлеріне орнатылады, ал тордың сыртынан бүрікпобетон жабындысын бүрку арқылы бекітіледі. Жоба бойынша бүрікпобетон конструкциясының қалыңдығы 50-100 мм аралығында болады. Бүрікпобетонның құрамы, суға және мұзға төзімділігі құрылыс мекемесінің зертханасында анықталады. Бұл көрсеткіштер орнатылатын бүрікпобетон қабатының 28 тәуліктен кейін таужынысының мықтылығынан жоғары болуы керектігімен есептеледі.

Уақытша бекітпенің геометриялық сипаттамасы тоннельдің тиімді қимасын қамтамасыз ету талаптарына сәйкес анықталады.

Бүрікпобетонды орнатудан бұрын таужынысы кеңістігін тазалап, бос жатқан кесектерді сығылған ауамен үрлеп тазарту қажет. Армировкаланған бүрікпобетон жабындысын орнату үшін келесі талаптар орындалуы тиіс:

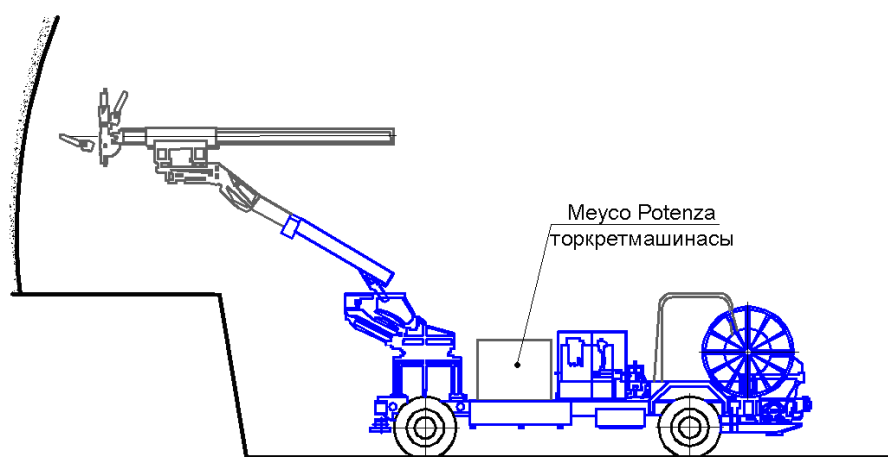
- арматуралық тор жыныс бетіне 20 мм қашықтықта орналасуы керек;
- арматура өзектерінің арақашықтығы $5t+d$ кем болмауы тиіс, мұндағы t — бүрікпобетон құрамындағы ең үлкен толықтырғыш өлшемі.

Бүрікпобетон төменнен жоғары қарай 50-100 мм қалыңдықта орнатылады. Бетондау кезінде бүрікпобетонды бағыттауын сопло бетондалатын кеңістікке перпендикуляр күйде ұсталып, шашылып төгілуі керек. Сонымен қатар, соплоны тұрақты қозғалыста ұстап отыру қажет. Бетондалған бет 7 тәуліктен кейін ауысым сайын бір рет суарылып тұруы тиіс. Бүрікпобетон бекітпесінің тоннель осінен ауытқуы 50 мм-ден аспауы керек.

Бүрікпобетон қаптамасын орнату үшін Meuco Potenza машинасы пайдаланылады, оның сұлбасы 3.8-суретте және техникалық сипаттамалары 3.4-кестеде көрсетілген, [10].

Кесте 3.4 - Meuco Potenza бетон бүрку қондырғысының сипаттамасы

Көрсеткіштер	Техникалық параметрлері
Қозғалтқыш түрі - электрлі	79 кВт
Өнімділігі	3-10 м ³ /сағ
Бетонды бүрку өлшемдері: Максималды биіктігі Максималды ені	14,5 м 26 м
Компрессормен қоса салмағы Таза салмағы	13,5 т 12 т
Габариттері: Ені Биіктігі Ұзындығы	2,5 м 3,8 м 7,8 м



3.8-сурет - Meuco Potenza бүрікпебетон қондырғысы

3.5 Бүрікпебетонның құрамын есептеу

Бүрікпебетонның құрамын таңдау және бекіту кәдімгі стандартты бүрікпебетондау әдісіне сәйкес жүргізіледі.

1 м³ бүрікпебетон қоспасын дайындау үшін қажет материалдардың мөлшерлері есептеледі. Осы жобада екікомпонентті бүрікпе құрамы қолданылды, яғни, Ц:Қ=1:2. Мұнда су мен цементтің ара қатынасы: С/Ц=0,33 болғанда бүрікпебетон құрамын келесі әдіспен есептеуге болады:

$$\sum(\text{Ц} + \text{К} + \text{С}) = 1 \quad (3.9)$$

мұнда 1 м³ қоспа құрамындағы:

Ц- цементтің көлемі, м³;

Қ- құмның көлемі, м³;

С- судың көлемі, м³(л).

Су мен цементтің арақатынасы $C/Ц = 0,33$ болғанда және құм мен цементтің қатынастарын 1:2 және 1:3 деп өзгерткенде материалдардың жұмсалыу мөлшері келесідей болады:

1) $Ц:Қ=1:2$, сонда

$$\sum (Ц + 2Ц + 0,33Ц) = 1 \quad (3.10)$$

$$\text{яғни, } Ц = \frac{1}{3,33} = 0,3 \text{ м}^3 \quad (3.11)$$

$$Қ = 0,3 \cdot 2 = 0,6 \text{ м}^3, \quad (3.12)$$

$$C = 0,3 \cdot 0,33 = 0,099 \text{ м}^3 \text{ немесе } 99 \text{ л.} \quad (3.13)$$

Осы есептелген құрамдағы 1 м^3 бүрікпебетон қоспасына жұмсалатын материалдар мөлшерін келесі кестеге толтырамыз (3.5-кесте), [10].

Кесте 3.5 - Әртүрлі құрамдар бойынша 1 м^3 бүрікпебетон қоспасына жұмсалатын материалдардың мөлшері

Материалдардың атауы	Құрамы әртүрлі бетон қоспаларындағы материалдардың мөлшері (келесі құрамдарда)	
	$Ц:Қ:C=1:2:0,35$	$Ц:Қ:Ұ:C=1:2:1:0,4$
Цемент, $\text{м}^3/\text{кг}$	0,298/476,8	0,227/363,2
Құм, м^3	0,596	0,4545
Су, $\text{м}^3/\text{л}$	0,104/104,0	0,09/90,0

Эксперименттік зерттеулердің нәтижесіне сәйкес, 1 м^3 бүрікпебетон қоспасы сынақ бойынша 10 м^2 қазбаны бекітпелеуге жеткілікті (түсіп қалуын 30% деп есептегенде). Осы деректерді негізге ала отырып, орталық станция тоннелін бекітпелеуге қажетті жалпы бүрікпебетон шығынын есептейміз:

Орталық тоннельдің қазбасының периметрі $P = 40,658 - 40,7 \text{ м}$. Қазбаның табаны уақытша бекітпемен бекітілмегендіктен, оның табан жағын алып тастаған жағдайда бекітілетін қазбаның периметрі анықталады:

$$P_1 = P - B_1 = 40,7 - 11,4 = 29,3 \text{ м.} \quad (3.14)$$

Жалпы бекітілетін ауданды есептейміз:

$$S = P_1 \cdot L = 29,3 \text{ м} \cdot 113 \text{ м} = 3311 \text{ м}^2, \quad (3.15)$$

мұнда L - қазбаның жалпы ұзындығы, м.

Осыдан соң, бүкіл қазбаға кететін бүрікпебетон шығынын есептейміз:

$$V = S \cdot \delta_{\text{бек}} \cdot K_{\text{ж}} = 3311 \cdot 0,1 \cdot 1,3 = 430,5 \text{ м}^3 \quad (3.16)$$

мұнда $\delta_{\text{бек}}$ – бүрікпебетон жабындысының қалыңдығы, $\delta_{\text{бек}}=0,1$ м;

$K_{\text{ж}}$ - бүрікпебетонның жоғалымын ескеретін коэффициент, $K_{\text{ж}}=1,3$.

Жобамыздағы станциялық тоннель қазбасын бекітпелеуге 430,5 м³ бүрікпебетон ертіндісі жұмсалатындығы анықталды.

Енді осы станциялық орталық тоннель қазбасын уақытша бүрікпебетонмен бекітуге кететін цемент, құм және су мөлшерлерін жеке-жеке есептеп қарастырамыз:

Цемент мөлшері: $\text{Ц} = V \cdot V_{\text{ц}} = 430,5 \cdot 0,222 \approx 96 \text{ м}^3$;

$$\text{Құм: } V \cdot V_{\text{ц}} = 430,5 \cdot 0,6 \approx 258 \text{ м}^3; \quad (3.17)$$

$$\text{Су: } V \cdot V_{\text{ц}} = 430,5 \cdot 0,99 \approx 426 \text{ м}^3$$

Уақытша бекітпені орнату уақытын есептейміз (орталық станциясы тоннелі құрылысы бойынша):

$$T_{\text{бек}} = \frac{S \cdot \delta \cdot K_{\text{ж}}}{Q_{\text{м}} \cdot K_{\text{сетка}}} = \frac{3311 \cdot 0,1 \cdot 1,3}{7 \cdot 0,3} = 205 \text{ сағ} \quad (3.18)$$

мұнда S - бекітілетін аудан;

Q_i - Меусо Potenza машинасының өнімділігі, м³/сағ.;

$K_{\text{сетка}}$ - уақытша бекітпе ретінде қолданылатын метал торларды орнатуға кететін уақытты ескеретін коэффициент.

Уақытша бекітпені, яғни, орталық станциясы тоннелі құрылысы бойынша метал торлар мен бүрікпебетонды орнатып бекітуге кететін уақыт мөлшері 205 сағатты құрады.

3.6 Станциялық тоннель қаптамаларын гидроизоляциялау

Станциялық тоннельдерді гидроизоляциялау жұмыстары қазба жұмыстары мен алғашқы бекітпе орнатылғаннан кейін басталады.

Конструкцияны гидроизоляциялау екі түрлі гидроизоляциялық материалдың комбинациясынан жүзеге асырылады.

«Шахта проникающая гидроизоляция» (ЛПГ) материалы көбіктену әсері бар құрамнан тұрады. Оның белсенді химиялық компоненттері бетонның құрамына еніп, булы сумен әрекеттесіп, тотықтану реакциясына ұшырайды. Бұл реакция нәтижесінде суға қарсы тұра алатын қабат қалыптасады. Сонымен қатар, пайда болған кристалдар бетонның құрамына қосылып, оның бір бөлігіне айналады.

«Wet-Get» гидроизоляциялық материалы табиғи смола негізінде жасалған сұйық бір компонентті материал болып табылады. Ол кез келген бетке жағылғаннан кейін ауадағы су буларымен әрекеттесіп, полимерленіп, берік әрі иілгіш полимер қабатына айналады.

Станциялық тоннельдерде осы екі гидроизоляциялық материалды қолдану суға қарсы тұру сенімділігін арттырады. ЛПГ ерітіндісін енгізу үшін төмендегі жабдықтар пайдаланылады:

- СО-7А компрессоры;
- шашыратқыш пистолет СО-72;
- «Teel» 4RN59 пневмосорабы.

ЛПГ құрғақ қоспасы нысанға дайын түрде жеткізіледі, ал жұмысшы қоспаны тікелей жұмыс орнында дайындайды. Сонымен қатар, ерітіндінің жарамдылық мерзімі 30 минут екенін ескеру қажет. Ерітіндіге қайтадан су қосуға болмайды. ЛПГ құрғақ қоспасына температурасы 20-25 °С аралығындағы таза су қосылады. Материалды механикалық түрде дайындаған кезде 1 литр суға 1,6 кг құрғақ қоспасы қосылып, 2 минут бойы араластырылып, 5 минут шамасында тұруы керек.

Гидроизоляция жұмыстары уақытша бекітпеге бүрікпебетон шашылғаннан кейін басталады. Алдымен күмбез, содан кейін лоток гидроизоляцияланады. ЛПГ ерітіндісі ылғал кеңістікке механикалық әдіспен, 4,5 мм қалыңдықта үш қабатпен жағылады. Шамамен 1 м² алаңға 1,2 кг материал жұмсалады.

Материал шығынын азайту мақсатында агрегаттағы ауа қысымы 3-3,5 атмосфера болуы тиіс, ал шашыратқыш пистолетті кеңістіктен 1-1,5 м қашықтықта ұстау керек.

ЛПГ ерітіндісі енгізілгеннен кейін 3-4 күн өткен соң оның үстіне 5 мм қалыңдықта цемент-күм ерітіндісі шашыратылады.

Wet-Get ерітіндісін енгізу үшін кеңістік мүмкіндігінше құрғақ болуы тиіс. Бұл ерітінді екі қабатпен жағылады, ал оның шығыны 1 м² алаңға 1 кг шамасында болады. Wet-Get ерітіндісі механикалық әдіспен, ауалы шашқыш аппарат арқылы енгізіледі.

Wet-Get ерітіндісінің полимерленуі қоршаған ауаның температурасы мен ылғалдылығына тәуелді болып, бұл процесс шамамен 12-24 сағат аралығында аяқталады.

3.7 Станция тоннельдеріне монолитті темірбетон қаптамасын орнату технологиясы

Станцияның судан қорғану қабаты толық аяқталғаннан кейін, негізгі бекітпе ретінде монолитті темірбетон бекітпесі орнатылады. Бұл бекітпе станцияның қаптамаларына сырттан түсетін жүктемелерге қарсы тұратын басты қорғаушы элемент болып табылады. Сондықтан монолитті темірбетон бекітпесін орнату станция құрылысындағы ең маңызды және күрделі жұмыс болып

есептеледі, ол техника мен технология тұрғысынан жоғары талаптарға жауап береді.

Монолитті темірбетон қаптамасы жылжымалы қалыптаманы пайдалану арқылы жасалады. Бетонды конструкцияларға жеткізу үшін ПБН-1,5 енгізгіші қолданылады.

Метро нысандарының қызмет мерзімі шектеусіз болғандықтан, олардың қазбалары мүмкіндігінше тұрақты қатпалармен бекітілуі қажет. Тәжірибелер бойынша, станция құрылысындағы қазбаларды бекіту үшін темірбетон бекітпесі қолданылады. Бекітпе М 150-250 маркалы бетоннан жасалады. Бетонды дайындау үшін ұсақтастар, құм және цемент материалдары пайдаланылады, олар ГОСТ талаптарына сәйкес болуы тиіс.

Күмбездің құлып тұсындағы қалыңдығын профессор М.М. Протоdjаконовтың эмпирикалық формуласын пайдаланып жобалап анықтауға болады:

$$d_0 = 2,2 \cdot \frac{B}{(\sigma_{сж}) \cdot \sqrt{f}} \cdot \sqrt[3]{\frac{B}{2 \cdot h_0}}, \text{ см}; \quad (3.19)$$

$\sigma_{сж}$ – бетон күмбезінің сығылуға рұқсат етілген кернеуі, $\sigma_{сж}=40-60$ кгс/см²;

h_0 – қазбаның биіктігі, см;

B – қазбаның ені, см;

f – жыныстың бекемдік коэффициенті.

$$d_0 = 2,2 \cdot \frac{1154}{40 \cdot \sqrt{1094}} \cdot \sqrt[3]{\frac{1154}{2 \cdot 1094}} = 22,4 \text{ см.}$$

Бетон қабырғасының қалыңдығы:

$$\delta_{бет} = (1,2 \div 1,5) \cdot d_0, \text{ см} \quad (3.20)$$

$$\delta_{бет} = 1,5 \cdot 22,4 = 33,6 \text{ см.}$$

Алматы метрополитенінің шектеусіз қызмет мерзімін ескере отырып және жер қыртысының болашақтағы өзгерістерін назарға ала отырып, бекітпенің қалыңдығын есептеу нәтижелерінен 2-3 есе артық, яғни 70 см деп қабылдаймыз.

Бетондау барысында енгізгіш қалыптамаға жақын орналасу қажет. Бетондау процесі кезінде қалыптаманың деформациясын бақылап отыру керек және бетонды үзіліссіз құюды қамтамасыз ету қажет. Себебі, бетон қабаттары арасында суық тігістер пайда болуы мүмкін.

Станциялық тоннельдің лотогін бетондау жұмыстары келесі тәртіппен жүргізілуі тиіс: арматураларды орнату; енбені бетондау; енбе араларын байланыстыру; тігістерін оқшаулау.

Станция тоннелінің күмбезін бетондау барысында да аталған операциялар қайта орындалады.

3.8 Станция құрылысындағы қазбаны желдету жұмыстары

Жерасты қазбаларын желдету өнімділік пен қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін жағдай жасауы тиіс: ауаның құрамын, температурасын және ылғалдылығын қалыпты деңгейде ұстап тұру керек.

Жерасты қазбаларындағы ауаның құрамында көлемі бойынша кемінде 20 % оттегі және 0,5 % көмірқышқыл газы болуы тиіс, ал температура қыста +5 °С-тан төмен, жазда +25 °С-тан жоғары болмауы қажет.

Желдету жұмыстары екі режимге бөлінеді: негізгі және апаттық. Осы режимдерде жұмысты тиімді қамтамасыз ету үшін желдету жүйесі реверсивті түрде жобаланады.

Негізгі режим – бұл жерасты жұмыстарын орындау кезінде пайдаланылатын жұмыс режимі.

Апаттық режимдер – бұл жерасты жұмыстары кезінде апаттық жағдайлар туындағанда қолданылатын режимдер. Желдетудің апаттық режимі апаттың алдын алу жоспарына енгізіледі, алайда бұл жобада аталған жоспар көрсетілмеген.

Жоба бойынша екі желдеткіш қабылданады: негізгі және қосалқы.

- Жоба бойынша келесі деректер пайдаланылады:

- желдету әдісі – үрлемелі;

- желдету ұзындығы – 300 м;

- құбыр диаметрі – 1000 мм;

- қазбаның қимасының ауданы – 84,93 м².

Қазбаны желдету үшін керекті ауа келесі жағдайлар бойынша есептеледі:

1) Кенжарда бір мезгілде жұмыс істейтін адамдар саны бойынша;

2) Қазбада ауаның минималды қозғалысы бойынша;

3) Дәнекерлеу жұмысы кезінде пайда болатын шаң және газды тазалау бойынша;

4) Дизель қозғалытқышы бар жабдықтар жұмыс істеген кезде пайда болатын шаң мен газды тазалау бойынша.

Кенжарда бір мезгілде жұмыс істейтін адамдар саны бойынша:

$$Q_1 = q \cdot n \cdot k_3, \frac{\text{м}^3}{\text{мин}}, \quad (3.21)$$

мұнда q – кенжардағы бір адамға берілетін таза ауа нормасы – 6 м³/мин;

n – кенжарда біруақытта жұмыс істейтін адамдардың ең көп саны – 10 адам;

k_3 – қор коэффициенті – 1,2-1,3.

$$Q_1 = 6 \cdot 10 \cdot 1,3 = 78 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}}$$

Қазбада ауаның минималды қозғалысы бойынша:

$$Q_2 = 60 \cdot V_{\text{мин}} \cdot S_{\text{выр}} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{мин}}, \quad (3.22)$$

мұнда $V_{\text{мин}}$ – қазбадағы ауаның минимальды қозғалу жылдамдығы, - 0,1 м/сек;
 $S_{\text{выр}}$ – қазбаның қима ауданы – 84,93 м².

$$Q_2 = 60 \cdot 0,1 \cdot 84,93 = 509,58 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}}$$

Дәнекерлеу жұмысы кезінде пайда болатын шаң және газды тазалау бойынша:

$$Q_3 = \frac{D}{C_{\text{п}}} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{мин}} \quad (3.23)$$

мұнда $C_{\text{п}}$ – шаңның мүмкін болатын концентрациясы – 2-4 мг/м³;
 D – шаң бөліну қарқындылығы.

$$D = n_c \cdot v_э \cdot C \cdot \frac{1000}{3600} \quad (3.24)$$

мұнда n_c – дәнекерлеу постының саны – 3;

$v_э$ – 1 сағат дәнекерлеуде жұмсалатын электрод саны – 1,5 кг;

C – 1 кг электрод жанған кезде бөлінетін шаң мөлшері – 14,4 гр.

$D=30$.

$$Q_3 = \frac{30}{4} = 7,5 \cdot 60 = 432 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}}$$

Дизель қозғалытқышы бар жабдықтар жұмыс істеген кезде пайда болатын шаң мен газды тазалау бойынша:

$$Q_4 = k \cdot n \cdot q_{\text{в.г.}} \cdot T \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{мин}} \quad (3.25)$$

мұнда $q_{\text{в.г.}}$ – улы газ көлемі – 4,8 м³/мин;

n – тоннельде бір уақытта жұмыс істейтін көліктер саны – 1;

T – улы газдардың жиынтығы – 80;

K – түзету коэффициенті – 1.

$$Q_4 = 1 \cdot 1 \cdot 4,8 \cdot 80 = 384 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}}$$

Желдеткіштің қажетті өнімділігі

$$Q_{\text{вент}} = k_{\text{ут}} \cdot Q_{\text{квт}}, \frac{\text{м}^3}{\text{мин}} \quad (3.26)$$

мұнда $k_{\text{ут}}$ – ауаның метал құбырлардан шығып кету коэффициенті – 1,1.

$$Q_{\text{вент}} = 1,1 \cdot 509,58 = 560,538 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}}$$

Жоғарыда есептелген мәліметтерді ескере отырып *ВЦ-11М* желдеткішін таңдап қабылдаймыз.

3.9 Тоннельді салудағы көлік машиналары

Станция құрылыс жұмыстарында автомобиль көлігін пайдаланады. Автомобиль көлігінің артықшылықтары:

- маневр жасауының жоғарылығы;
- тау қазбаларының едәуір еңіс бөлігін жүріп өту қабілеттілігі;
- бұрылу радиусының аздығы;
- жылжымалы құрамның автономдылығы;

«Тұлпар» станциясын қазу жұмыстарында қолданылатын көліктің барлығы газнейтрализаторлармен жабдықталуы тиіс. Автомобильдің қозғалыс жолы су тартпайтын топырақпен төселуі тиіс.

Станцияны қазу барысында қазылып алынатын топырақты тасымалдау үшін ТСШ-4 және КАМАЗ-5511 тасымалдау машиналары қолданылады.

Бетон ерітінділері өндіріс орнына миксер-бетон машиналарымен жеткізіледі, ал бекітпелердің металл компоненттері, арматура бұйымдары және басқа да қажетті заттар автокөліктермен тасымалданады.

4 Станция құрылысының техникалық және экономикалық көрсеткіштері

4.1 Станция құрылысында жұмысты ұйымдастыру

Құрылыстың еңбек сыйымдылығы мен ұзақтығы арнайы бағдарламаны қолдана отырып, бекітілген уақыт нормалары, жеке хронометражды технологиялық операциялар және жұмыс күндері негізінде есептеледі.

Бұның нәтижелері келесідей болады:

Оң жақ станциялық тоннелін салу ұзақтығы – 11076 сағат = 17,6 ай $\approx$ 18 ай = 6 квартал (бұл жұмыс уақыты бір айда 630 сағат болғанда).

Сол жақ станциялық тоннелін салу ұзақтығыда соған сәйкес болады - 11076 сағат = 17,6 ай $\approx$ 18 ай = 6 квартал (бұл жұмыс уақыты бір айда 630 сағат болғанда).

Сол жақ станциялық тоннельдің құрылысы оң жақ станциялық тоннельден 30 м өткен соң және оны уақытша бекітпемен бекіткеннен кейін басталады. Оң жақ станциялық тоннельдің құрылысы 4,53 айды, яғни шамамен 1 квартал уақытты алады.

Орталық станциялық тоннельді салу ұзақтығы – 6980 сағат $\approx$ 11 ай $\approx$ 4 квартал (бұл жұмыс уақыты бір айда 630 сағат болғанда).

Орталық станциялық тоннельдің құрылысы оң жақ және сол жақ станциялық тоннельдерін 30 м қазып, оларды тұрақты темірбетон бекітпесімен бекіткеннен кейін басталады. Бұл кезеңнің уақыт ұзақтығы 6,6 айды, яғни 2 кварталдан кейін, сол жақ станциялық тоннельдің құрылысы басталған соң жүзеге асады.

Осыған сәйкес станциялық комплекс құрылысының жалпы ұзақтығы 24 айды (2 жылды) құрайды (4.1-кесте). СН РК 3.02-01-2023 бойынша қабылданған, [11].

Станциялық комплекс құрылысына кететін еңбек шығыны:

- жұмысшы мамандықтар бойынша - 21600 адам/сағат.

Станциялық комплексі құрылысы кезінде құрылыстың ұзақтығы және еңбек ресурстарына қажеттілігі графиктермен белгіленуі керек.

Жобаланған өндірістің жылдық тәртібі үзілмелі жұмыс тәртібінде бір жылдағы жұмыс күні мынаған тең:

$$T_{\text{ж}} = T_{\text{к}} - T_{\text{мер}} - T_{\text{дем}} , \quad (4.1)$$

мұнда $T_{\text{дем}}$ – бір жылдағы демалыс күндері;

$T_{\text{мер}}$ – бір жылдағы мейрам күндері;

$T_{\text{к}}$ – календарь бойынша бір жылдағы күндер;

$$T_{\text{ж}} = 365 - 12 - 52 = 301 \text{ күн.}$$

Жұмыс ауысымының ұзақтығы келесідей белгіленеді: бір тәулікте үш ауысым болады, әр ауысымның ұзақтығы 8 сағаттан тұрады.

Кесте 4.1 - Станцияны салу жұмыстарының графигі

Салынатын нысандар атаулары	Еңбек сыйымдылығы, адам/сағ.	Бригада, адам	Құрылыс жылдары							
			1-ші жыл				2-ші жыл			
			1кв	2кв	3кв	4кв	1кв	2кв	3кв	4кв
Қалқаман станциясының оңжақ станциялық тоннелінің құрылысы	232596	21								
Қалқаман станциясының солжақ станциялық тоннелінің құрылысы	232596	21								
Қалқаман станциясының ортаңғы станциялық тоннелінің құрылысы	146580	21								

4.2 Құрылыстың сметалық бағасы

Құрылыстың экономикалық мәліметтері техникалық жобаның арнайы бөлімінде және сметалық құжаттарда көрсетіледі.

Сметалық құжаттар — жобаның маңызды бөлігі болып табылады, олар сметаларды әзірлеу, құрамын, мазмұнын және бекіту үдерістерін қазіргі нұсқауларға сәйкес жүзеге асырылады.

Смета — жаңа құрылыс пен кәсіпорындарды қалпына келтіруге қажетті шығындарды ақшалай мөлшерде көрсететін құжат.

Жобалау процесінде сметалық құжаттар төмендегі кезеңдерде дайындалады: жалпы құрылыс сметалық есебі, жергілікті және объектілік сметалық есептер, ізденіс-жобалау жұмыстарына арналған сметалар, қосынды сметалық есеп және шығындар есебі.

Жиынтық сметалық есептер негізінде құрылысқа жұмсалатын жалпы күрделі шығындардың сомасы, яғни шығындар есебі анықталады. Жиынтық сметалық есеп құрылыс жұмыстарының жалпы құнын есептейді. Ол жеке объектілердің сметаларынан құралады, ал олар өз кезегінде әртүрлі жұмыстар мен шығындарға арналған сметалардан тұрады. Сметалық есептердің тізбегі бойынша алдағы кестелерде (4.2-кесте, 4.3-кесте, 4.4-кесте, 4.5-кесте, 4.6-кесте) белгіленгендей қабылданды, [10,11].

Жерасты ғимаратының құрылысын мамандандырылған команда жүзеге асырады. Бұл үшін ғимараттың сметалық бағасын анықтау қажет, яғни 1 метр қазбаның және 1 м³ қазбалық жұмыстардың құнын есептеу керек.

Дипломдық жобада тұрақты бекітпе орнатылған қазбаның сметалық бағасы есептеледі. Бұл жағдайда пайдалану бағасы анықталмайды.

Сметалық бағаны бірлік бағалар негізінде анықтаймыз. Алдымен тікелей кенжарлық шығындарды (Сп) есептейміз, ол кенжарлық жұмысшылардың жалақысынан (Сз), материалдардың бағасынан (См), энергетикалық шығындардан (Сэн) және қазбалық жабдықтардың амортизациясынан (Са) тұрады.

$$C_{\Pi} = C_z + C_m + C_{\text{эн}} + C_a, \text{ теңге} \quad (4.2)$$

Кесте 4.2 - Жұмысшылардың жалақы шығындары

Операция атауы	Разряд	Тарифтік баға	Жұмысшы күшінің саны	Жұмысшы күшінің бағасы, тг. 1 м
Негізгі жалақы	4-5	300 тг/сағ	30	390252,7
Қосымша жалақы, премия 100%	4-5	300 тг/сағ	30	390252,7
Зейнеткерлік фонд, 10%, табыс налогі, 5%	4-5	300 тг/сағ	30	78050
Барлығы				858555,4

Кесте 4.3 - Материал шығындары

Материалдар атаулары	Бағасы	Шығындар		1 м қазбаға шығатын шығын, тг
		Мөлшері	Сомасы, тг	
Құбырлар	700 тг/м	157,5 п.м	110250	10500
Ерітінділер	2500 тг/м ³	75,6 м ³	189000	27000
Арматуралар	130000 тг/т	20 т	2600000	371428,5
ЛПГ қоспасы	150 тг/кг	4000 кг	1000000	60000
Мастик	250 тг/кг	2800 кг	1400000	70000
В-30 бетоны	5000 тг/м ³	8017	23063280	192194
Ағаш	3000 тг/м ²	145 м ²	2175000	18125
Жиынтығы			50391780	
Ескерілмеген 10%			5039178	
Барлығы			55430958	749247,5

Кесте 4.4 - Электр энергия шығындары

Энергия және тұтыну атаулары	Тұтыну саны	Қуаты, м ³ /мин (кВт/сағ)	Жұмыс ұзақтығы, сағ.	1 м қазбаға шығатын шығын, тг
Электр қуаты				5 тг/кВт
Мейко	2	79	240	84000
Сорап және компрессор	5	200	700	700000
Жарықтандыру	8	150	3600	36000
Барлығы				820000

Кесте 4.5 - Жанармай шығындары

Энергия және тұтыну атаулары	Тұтыну саны	Қуаты, м ³ /мин (кВт/сағ)	Жұмыс ұзақтығы, сағ.	1 м қазбаға шығатын шығын, тг
Жанармай				70 тг/л
Экскаватор	2	142	120	11860,5
Атлас	1	108	240	4873,25
Барлығы				16733,75

Кесте 4.6 - Жабдықтар шығындары

Жабдықтар атауы	Саны	Бағасы, млн. тг	Амортизация мерзімі, жыл	Бір жылдағы амортизациялық төлем, тг
Экскаватор	2	9,6	5	1920000
Бұрғылау қондырғысы	2	1,2	5	240000
Мейко	2	0,9	5	180000
Атлас	1	1,3	5	260000
Автосамосвал	4	19	5	3800000
Тасығыш машина	2	14,4	5	2880000
Қалыптама	3	48	5	9600000
Сорап және компрессор	5	3	5	600000
Монтаждау жабдық-тарын жеткізу, 25%				4735000
Барлығы				121750000

1 м станциялық тоннельдерді салудың бағасы:

$$C_{\pi} = 858555,4 + 749247,5 + 820000 + 16733,75 + 12150000 == 124 \text{ млн. тг.}$$

Мұнда ең көп қаржы талап ететін құрылысқа қажетті жабдықтар кіреді. Бұл жабдықтар құрылыс аяқталғанша пайдаланылатынын ескерсек, шамамен 1 м қазбаға 1,7 млн теңге жұмсалатыны болжанады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жоба барысында Алматы метрополитенінің негізгі нысандарының бірі — «Қалқаман» станциясын жобалау нәтижелері есептеліп, талданды.

«Қалқаман» — Алматы метросының жоспарланған он екінші станциясы. Ол «Бауыржан Момышұлы» мен «Автовокзал» станцияларының арасында, Әшімов көшесі мен Абай даңғылының қиылысында орналасады. Үш күмбезді платформасы бар, колонна типінде жобаланған. Метро нысандары құрамы әртүрлі (ұсақ, орташа және ірі малтатас, сазды-құмтасты) топырақта салынатындықтан, терең қазу кезінде уақытша тіреу құбырлары қолданылады.

Жобада құрылыс аймағының геологиясы, топырақтың қасиеттері, метро салу әдістері, жүктемені есептеу, бекіту тәсілдері және «Қалқаман» станциясын жаңа австриялық тоннель әдісімен (НАТМ) салу технологиясы қарастырылған. Сондай-ақ НАТМ әдісіндегі жұмыс шарттары, еңбекті қорғау шаралары, экономикалық көрсеткіштер мен жұмысты ұйымдастыру тәртібі зерттелген.

Жобаға қатысты айтар болсақ, «Қалқаман» станциясының жалпы ұзындығы 113 метрді құрайды, ал станцияның көлденең қимасының ауданы 84,93 м².

Үшкүмбезді станцияны үш тоннельді ретімен қазу арқылы салады: алдымен екі қаптал, кейін ортаңғы тоннель. Егер жыныс тұрақсыз болса, екінші қаптал тоннель бірінші тоннельден 30 м кейін, ал ортаңғысы 50 м кейін қазылады.

«Қалқаман» станциясын НАТМ әдісімен салу үшін келесі техника қолданылмақ: «Terex TE210» экскаваторы, «Atlas Copco Rocket Boomer 352S» бұрғысы, «Suprema» ерітінді енгізгіші, «Meuco Potenza» бетон бүріккіш, тоннель қалыптамалары, жыныс тасымалдауға арналған «КамАЗ» самосвалы және «ТСШ-4» жүк машинасы.

НАТМ әдісімен колонна типіндегі станцияны темірбетон монолитті қаптамамен қазу кезінде келесі жұмыс кезеңдері орындалады.

Қаптал тоннельдерде оздырма бекітпелер күмбез бойымен экран түрінде орнатылады. Диаметрі 114 мм бұрғылама құбырлар 400 мм аралықпен қазылып, цемент ерітіндісі енгізіледі. Бұл бекітпе тұрақсыз жыныстың опырылуын болдырмау және негізгі бекітпені оңай орнату үшін қажет. Ұңғымалар Atlas Copco Rocket Boomer 352S қондырғысымен, сумен жуып, 10,5 м тереңдікке дейін бұрғыланады.

Орталық станция төбесіне 15 ұңғымадан тұратын 16 қатар бұрғыланып, барлығы 240 ұңғыма жасалады. Қаптал тоннельдер төменгі кемер әдісімен, әрқайсысы 30 м кейін қазылады. Оздырма құбырлармен бекітілген жыныстар 7 м тереңдікке дейін «Terex TE210» экскаваторымен қазылады.

Келесі кезеңде уақытша бекітпе орнатылады. Ол үшін қалыңдығы 50–100 мм болатын металл тормен күшейтілген бүрікпебетон қолданылады. Бұл жұмысты «Meuco Potenza» машинасы атқарады.

Уақытша бекітпеден кейін қаптал тоннельдерге гидроизоляция жүргізіледі. Ол үшін «Шахта проникающая гидроизоляция» (ЛПГ) материалы СО-7А компрессоры, СО-72 пистолеті және «Teel» 4RN59 пневмосорабы арқылы шашыратылады. Бұл әдіс судан қорғануды күшейтеді.

Гидроизоляция жұмыстары уақытша бекітпеге бүрікпебетоннан кейін жасалады. Алдымен бірінші күмбез, кейін лоток үш қабат 4,5 мм қалың ЛПГ материалымен жабылады. 1 м² жерге шамамен 1,2 кг материал кетеді. ЛПГ ерітіндісі енгізілген соң, 3–4 күннен кейін үстіне 5 мм қалың цемент-құм қоспасы шашыратылады.

Wet-Get ерітіндісін енгізу үшін кеңістік толық құрғақ болуы тиіс. Ерітінді екі қабатта жағылады, 1 м² жерге шамамен 1 кг жұмсалады. Оны механикалық ауалы шашқышпен себеді.

Станцияның судан қорғанысы аяқталған соң, негізгі монолитті темірбетон бекітпесі орнатылады. Ол сырттан келетін жүктемелерге қарсы тұратын басты құрылым болып табылады.

Монолитті темірбетон қаптамасы ВиМ механикалық жылжымалы қалыптамасын қолданып салынады. Бетонды жеткізу үшін ПБН-1,5 енгізгіші қолданылады.

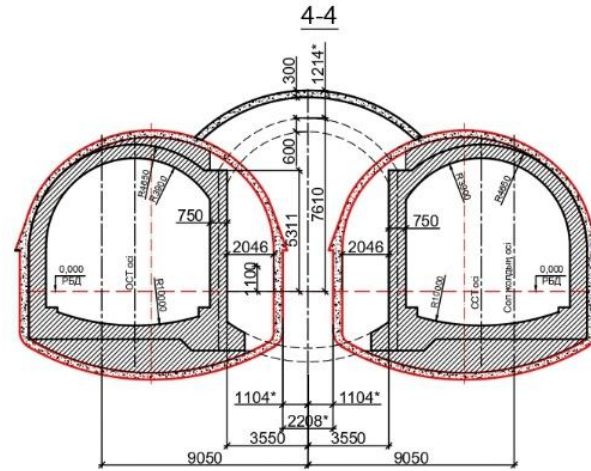
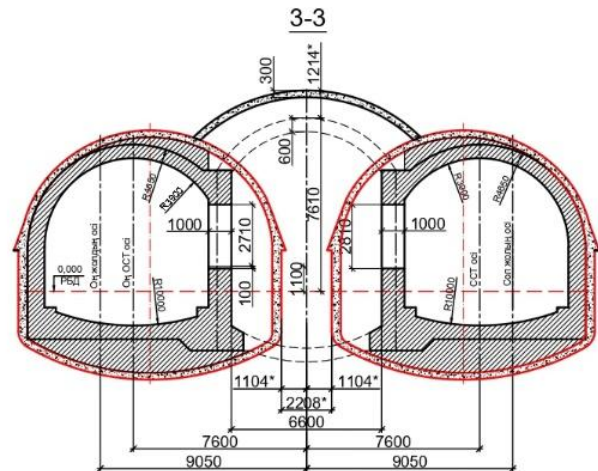
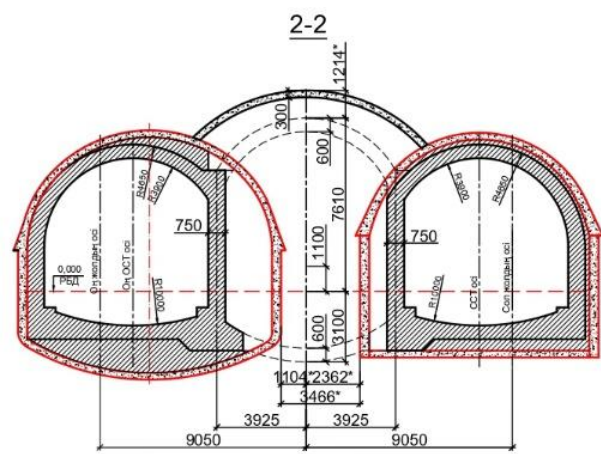
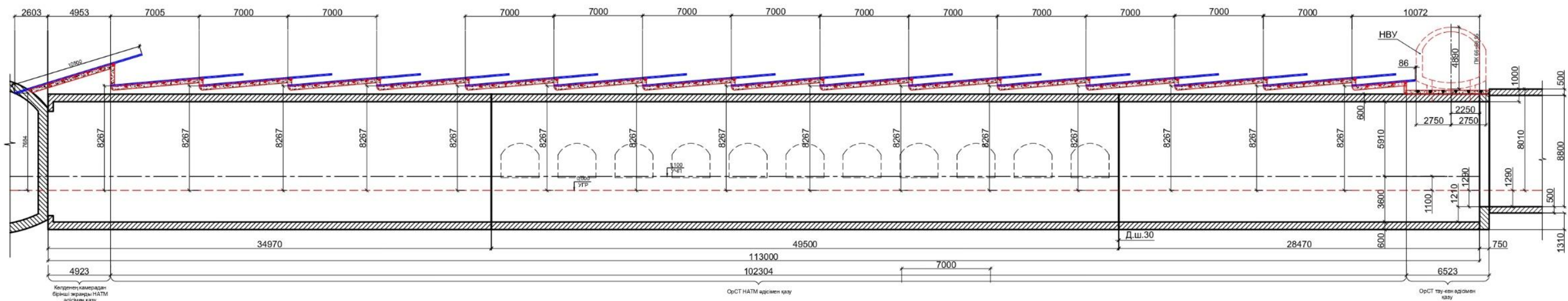
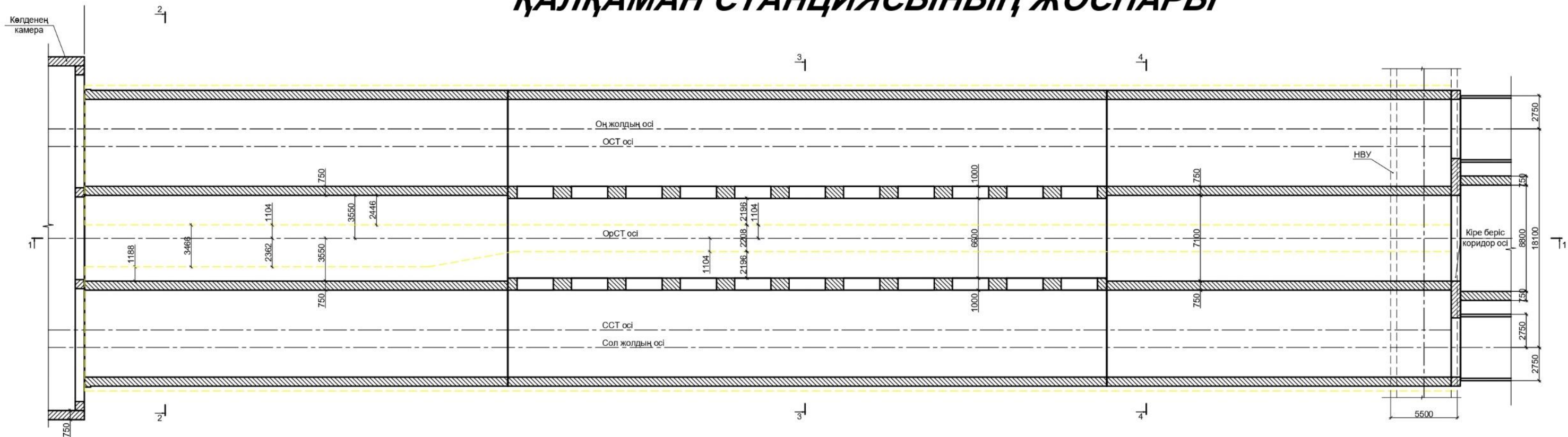
Жобада таза ауа қажеттілігі әртүрлі факторларға қарап есептеліп, соған сәйкес ВЦ-11М желдеткіші таңдалды.

Жобаның соңында станция құрылысына кететін шығындар, уақыт және ұйымдастыру шаралары қарастырылды. Құрылыстың жалпы ұзақтығы 24 ай (2 жыл), ал «Қалқаман» станциясының 1 метр қазбасына шамамен 1 700 000 теңге қажет екені есептелді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Интернет желісі: <https://www.zharar.com/kz/diplom/18393-dayyn.html> Геология | Алматы метрополитені нысандарының технологиясы, 2018.- [8-176].
- 2 Бегалинов Ә. Жазық және көлбеу жерасты қазбалары құрылысының технологиясы. Оқу құралы, «Қазақ энциклопедиясы», 2008. – [214-2226].
- 3 СН РК 3.02-01-2023 Предприятия по ремонту и техническому обслуживанию автомобильного транспорта.
- 4 Интернет желісі: <https://stud.kz/referat/show/197843> Алматы қаласындағы метро құрылысы, 2011.-[273-3116].
- 5 Интернет желісі: <https://ru.wikipedia.org/wiki> Калкаман (станция метро), 2024.-[476].
- 6 Кравченко В.В. Компенсационное нагнетание в тоннелестроении : учебное пособие. М.: МАДИ, 2012.[3726].
- 7 Ефремов, Виталий Рейнгольдович «Эффективные конструкции и технология сооружения эскалаторных тоннелей метрополитена в аллювиальных отложениях», 2015. [34-386].
- 8 СН РК 1.03-01-2016 (изм. 04.03.20 48-НК) Продолжительность строительства и задел в строительстве Предприятий, зданий и сооружений. Часть – [4016].
- 9 Интернет желісі: <https://bstudy.net/775547/tehnika/primenenie> «Строительство городских автотранспортных тоннелей в сложных условиях. СТРОИТЕЛЬСТВО ТОННЕЛЕЙ БЕЗ ВСКРЫТИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ» 2015.[119-1256].
- 10 Интернет желісі: <https://anatili.kazgazeta.kz/news/38816> «Алматы метросы» 2016. [1496].
- 11 Интернет желісі: <https://stroit.top/mashina-dlya-stroitelstva-tonneley> «Машина для строительства тоннелей» 2025. [52-576].

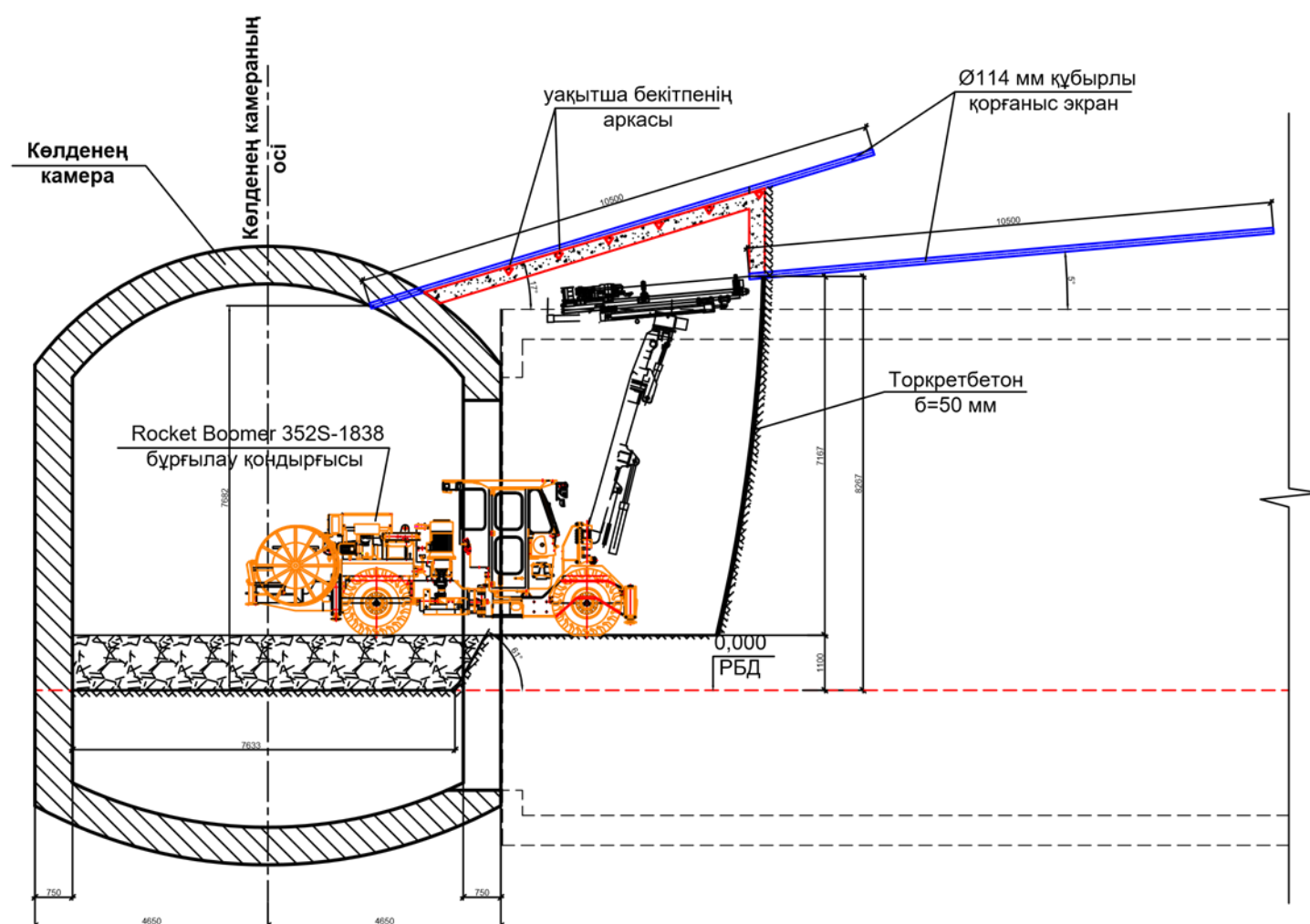
ҚАЛҚАМАН СТАНЦИЯСЫНЫҢ ЖОСПАРЫ



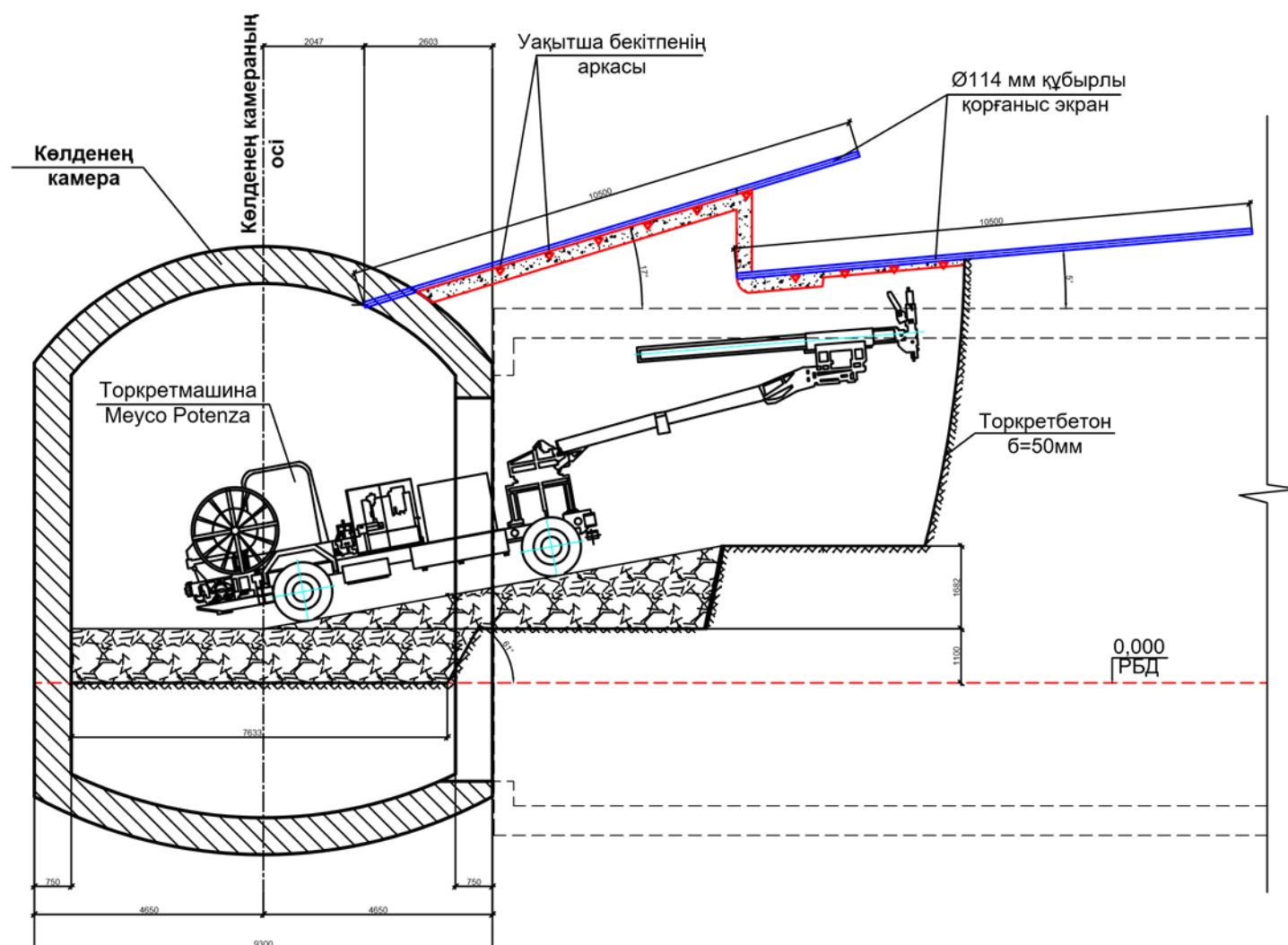
					ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА			
Өле	Бет	Аты-жөні	Қолы	Күн	Қалқаман станциясы, ОрСт құрылысы	Әдебиет	Масса	Масштаб
Студент		Рығит А.						1:200
Жетекші		Алменов Т.						
Рецензент		Сарыбаев М.						
Каф. меңг.		Молдабаев С.						
Бак. норм.		Мендиқонова Д.			Қалқаман станциясының жоспары	Бет 1	Беттер 4	
						Қи. Сотбаев атындағы ҚазҰТУ Тау-көп ісі кафедрасы		

[illegible]

ҚОРҒАНЫС ЭКРАННЫҢ ҚҰБЫРЛАРЫН БҰРҒЫЛАУ

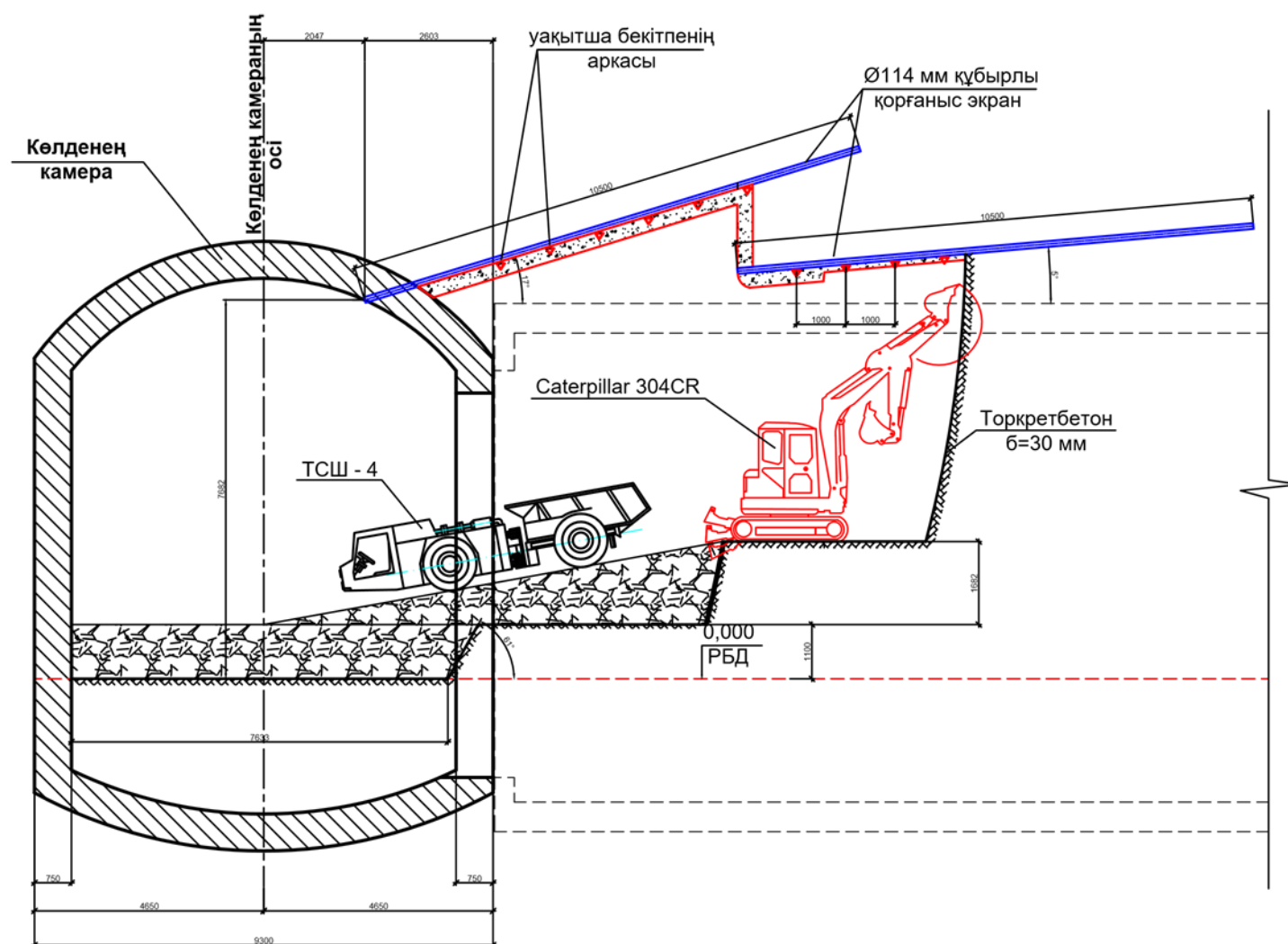
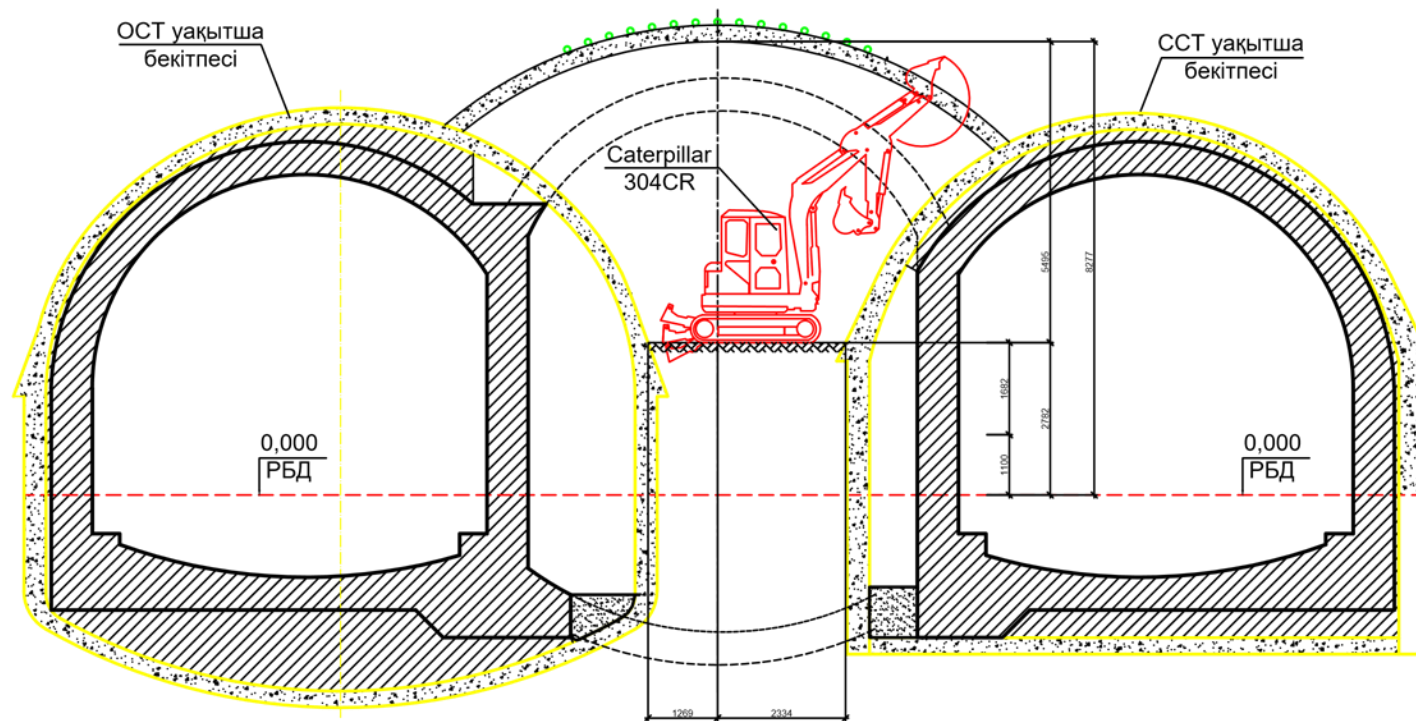


ТОРКРЕТБЕТОННЫҢ БІРІНШІ ҚАБАТЫН ЖҮРГІЗУ



						ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС			
						Қалқаман станциясы, ОрСТ құрылысы	Әдебиет	Масса	Масштаб
Өзг.	Бет	Аты-жөні	Қолы	Күні					1:50
	Студент	Рағып А.							
	Жетекші	Алменов Т.							
	Рецензент	Сарыбаев М.							
	Қағ. меңг.	Молдабаев С					Бет 3	Беттер 4	
Бақ. норм.		Менделеева Д.				Қорғаныс экранының құбырларын бұғырлау Торкретбетонның бірінші қабатын жүргізу	Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ Тау-кен ісі кафедрасы		

ТАУЖЫНЫСТАРЫН ЭКСКОВАТОР КӨМЕГІМЕН ҚАЗУ



						ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА			
						Қалқанман станциясы, ОрСТ құрылысы	Әдебиет	Масса	Масштаб
Бағ.	Бет	Аты-жөні	Қолы	Күнi					1:50
Студент		Рағып А.							
Жетекші		Алменов Т.							
Рецензент		Сарыбаев М.							
Каф. меңг.		Молдабаев С.					Бет 4	Беттер 4	
Бақ. норм.		Менделова Д.				Таужыныстарын экскаватор көмегімен қазу	Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ Тау-кен ісі кафедрасы		

