ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Тау-кен ісі кафедрасы

Сырайыл Қанат Қайратұлы

Алматы метрополитенінің «Достық» станциясының эскалаторлық тоннелінің құрылысын жобалау

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5В070700 – Тау-кен ісі мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен-металлургия институты

«Тау-кен-ісі» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі,
техн. ғыл. канд., доцент
_____ К.Б. Рысбеков
«26» 05 2019 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: Алматы метрополитенінің «Достық» станциясының эскалаторлық тоннелінің құрылысын жобалау

5В070700 – «Тау-кен ісі»

Орындаған Сырайыл Қанат Қайратұлы

Пікір беруші
Тау-кен инженері, «КСН»
ЖШС-нің техникалық директоры
_____ Ж.Қ. Сатов
«8» 05 2019 ж.

Ғылыми жетекші
техн. ғыл. канд., ассоц. проф.
_____ Е.Т. Сердалиев
«6» 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И.Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Ө.А Байқоңыров атындағы тау-кен институты

«Тау-кен ісі» кафедрасы

5В070700 – «Тау-кен ісі»

БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісі,
_____ К.Б. Рысбеков
«_06_» _06_ 2019ж.

Диплом жобасын даярлауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы *Сырайыл Қанат Қайратұлы*
Тақырыбы: *Алматы метрополитенінің «Достық» станциясының эскалаторлық тоннелінің құрылысын жобалау.*
Университет ректорының «09 » қазан 2018 ж. №1539-б бұйрығымен бекітілген.
Диплом жобасын тапсыру мерзімі «25» сәуір 2019 жыл.
Дипломдық жобаның бастапқы деректері: *эскалаторлық тоннель диаметрі D=9,9 м; таужыныстары массивінің қасиеттері: 1-қабат: қалыңдығы h_1 = 5 м; бекемдік коэффициенті f = 1,6; құрылымдық әлсіреу коэффициенті K_c = 0,8; таужынысының тығыздығы γ = 1,55 т/м³; таужынысының түрі – "қойтасты-малтатасты құм"; 2-қабат: қалыңдығы h_2 = 45 м; бекемдік коэффициенті f = 1,6; құрылымдық әлсірету коэффициенті K_c = 0,7; таужынысының тығыздығы γ = 2,20 т/м³; таужынысының түрі – "қойтасты-малтатасты құм"; су келімі – g = 4 м³/сағ; таужынысының қопсу коэффициенті – 1,8. Қазбаны өту жұмыстары бойынша басқа да кейбір деректер, құрылыс ауданының инженерлік-геологиялық және тау-кен-техникалық мәліметтері бойынша алынады.*

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:
а) *Алматы қаласының инженерлі-геологиялық және гидрогеологиялық сипаттамаларына талдау жасау;*
ә) *Алматы метрополитенінің басжоспары, метрополитен құрылысындағы күрделі қазбаларды қазу технологиясы, метрополитен конструкцияларының құрылысы;*
б) *Метрополитеннің эскалаторлық тоннелінің құрылысы; эскалаторлық тоннелдің уақытша ауызбасының қазаншұңқырын қазу; эскалаторлық көтерме қондырғыларын есептеу, бекітпелерін таңдау және бекітпелеу.*
в) *Еңбек қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау;*
г) *Эскалаторлық тоннель құрылысының техникалық және экономикалық көрсеткіштерін анықтау.*

Сызба материалдарының тізімі: *құрылыс орнының геологиялық картасы немесе қимасы; құрылыстың бас жоспары; эскалаторлық тоннельді қазу технологиясы; таужыныстарын қопару және тиеп-тасымалдау, бекітпелеу сұлбасы, экономикалық көрсеткіштері т.б.(А3 форматта).*

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер*: 1) Бегалинов А.Б. Жазық және көлбеу жерасты қазбалары құрылысының технологиясы. Оқу құралы. Алматы, ҚазҰТУ, 2009; 2) Бегалинов А.Б. Шахта және жерасты ғимараттары құрылысының технологиясы. II том. Жазық қазбалар құрылысының технологиясы. Оқулық. Алматы, ҚазҰТУ, 2011; 3) Жәркенов М.І. Жерасты ғимараттарының механикасы. Оқулық. Алматы, 2006; 4) Жәркенов М.И. Метрополитен нысандары құрылысының технологиясы. Оқу құралы. Алматы, ҚазҰТУ, 2011.*

Дипломдық жобаны дайындау

КЕСТЕСІ

№	Тауарлардың аттары,зерттелетін мәселелер тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескерту
1	Құрылыс аймағының геологиясы	19.02.2019ж	
2	Метрополитеннің бас жоспары, негізгі қазбалар құрылысының технологиясы	05.03.2019ж	
3	Эскалаторлық тоннельді өту технологиясы	26.03.2019ж	
4	Еңбек қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау	02.04.2019ж	
5	Қазба құрылысының экономикасы	09.04.2019ж	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған

қолтаңбалары

Тауарлар	Кеңесші	Мерзімі	Қолы
Геологиялық бөлімі	Е.Т. Сердалиев, т.ғ.к., ас.пр.	19.02.19	
Еңбекті және қоршаған ортаны қорғау бөлімі	Т.М. Алменов, т.ғ.к., доц.	02.04.19	
Экономика бөлімі	Е.Е. Искаков, PhD докторы	09.04.19	
Жалпы бөлім	Е.Т. Сердалиев, т.ғ.к., ас.пр.	05.03.19	
Арнайы бөлім	Е.Т. Сердалиев, т.ғ.к., ас.пр.	26.03.19	
Норма бақылаушы	Б.Қ. Бектұр, лектор	06.05.19	

Ғылыми жетекші _____ Сердалиев Е.Т.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Сырайыл Қ.Қ.

Күні «11» ақпан 2019ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жобада Алматы метрополитенінің эскалаторлық тоннелі құрылысының технологиясын жобалау мәселесі баяндалған. Дипломдық жобаның негізгі бөлімінде метрополитеннің эскалаторлық тоннелі құрылысының оңтайлы технологиясын қабылдау, тоннельге әсер ететін тау қысымын есептеу, бекітпесін таңдау және құрылыс жұмыстарын ұйымдастыру мәселелері қарастырылған.

Сонымен қатар дипломдық жобада Алматы қаласындағы «Достық» станциясы құрылысы алаңының инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық сипаттамасы қарастырылған. «Достық» станциясының эскалаторлық тоннелін салуға, қазба забойын бөлшектеп қазу технологиясы таңдап алынған.

Жобаның арнайы бөлімінде тоннель бекітпесінің параметрлері, ұңғылау технологиясы, эскалаторлық тоннельдің ауыз бөлігінің котлованын қазу технологиясы есептеліп анықталған.

«Достық» станциясының эскалаторлық тоннелін кезіндегі қопарылған таужыныстарын жербетіне шығаруға қолданылатын көтеру қондырғыларының негізгі параметрлері есептелген. Эскалаторлық тоннель құрылысы кезіндегі еңбек пен қоршаған ортаны қорғау мәселелері келтірілген. Эскалаторлық тоннель құрылысының техникалық және экономикалық көрсеткіштері анықталып, құрылыс жұмыстарын ұйымдастыру тәртібі қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте рассмотрены вопросы строительства эскалаторного тоннеля станции «Достық» Алматинского метрополитена.

Дипломный проект состоит из пяти разделов: в первом разделе проекта приведены результаты инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий района строительства станции «Достық» Алматинского метрополитена, во втором разделе проведен анализ передовых технологии строительства эскалаторных тоннелей и наклонных горных выработок. Рассмотрены вопросы применения староавстрийских и норвежеских способов строительства тоннелей.

В основной части проекта описана технология строительства эскалаторного тоннеля с применением элементов метода опережающего крепления. Определены основные технологические параметры строительства эскалаторного тоннеля: расчитаны нагрузки действующие на обделку тоннеля, способы разработки тоннеля, крепление, томпонирование тоннеля и т.п.

В специальной части дипломного проекта рассмотрен способ крепления подходной выработки. Определены основные параметры чугунных тюбинговых крепи применяемой в качестве основной обделки тоннеля. Кроме того, определены параметры производительности труда и технико-экономические показатели строительства эскалаторного тоннеля.

ABSTRACT

The graduation project addresses the construction of the escalator tunnel of the Dostyk station of the Almaty metro.

The diploma project consists of five sections: the first section of the project presents the results of engineering-geological and hydrogeological surveys of the area of the construction of the Dostyk station of the Almaty metro, the second section analyzes the advanced technology of construction of escalator tunnels and inclined mining. The issues of application of Old-Austrian and Norwegian tunnel construction methods are considered.

The main part of the project describes the construction technology of an escalator tunnel using elements of the method of advanced fastening. The main technological parameters of the construction of an escalator tunnel were determined: the loads acting on the tunnel lining, methods of tunnel development, fastening, tunnel plugging, etc. were calculated.

In the special part of the graduation project, the method of attaching the approaching development is considered. The main parameters of cast iron tubing lining used as the main lining of the tunnel. In addition, the parameters of labor productivity and technical and economic indicators of the construction of an escalator tunnel are defined.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ 9
1 Геологиялық бөлім. Алматы қаласы метрополитенінің желілері орналасатын ауданның геологиялық ерекшеліктері 10
1.1 Жалпы геологиялық шарттары 10
1.2 Метрополитеннің эскалаторлық тоннелі салынатын алаңының геологиялық және гидрогеологиялық шарттары... 10
2 Метрополитеннің экскалаторлық тоннельдері туралы жалпы мәліметтер 12
3 Метрополитеннің эскалаторлық тоннелі құрылысының технологиясы 14
3.1 Эскалаторлық тоннельді ұңғылаудың технологиясы жене жұмыстарды орындау әдістері 14
3.2 Эскалаторлық тоннельдің уақытша ауызбасының котлованын қазу 14
3.3 Эскалаторлық тоннель құрылысындағы көтерме қондырғыларын таңдап алу 17
3.4 Тау қысымына байланысты бекітпені есептеу 20
3.5 Метрополитен станциясының вестибюлінің котлованын есептеу 22
4 Еңбек қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау 26
5 Метрополитеннің эскалаторлық тоннелі құрылысының техникалық-экономикалық көрсеткіштері 27
ҚОРЫТЫНДЫ 29
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ 30

КІРІСПЕ

Республикамыздың үлкен қалаларындағы қоғамдық жолаушы тасымалдау көлігін тиімді ұйымдастыруға байланысты міндеттерді шешу күрделі жұмыс болып табылады. Оларды іске асыру үшін ғылыми-ізденістік негіздегі жұмыстарды жүргізу қажет. Жолаушыларды тасымалдау міндеттерін тиімді шешу үшін, сонымен қатар метрополитен құрылысын қамти отырып, қаланың сәулетті ерекшеліктерін, қала тұрмысының әралуан салаларын, олардың қазіргі таңдағы көрсеткіштерін және келешек даму бағыттарын зерттеуді қажет етеді.

Қаладағы жолаушы тасымалдау және оның ішінде метрополитен құрылысын жобалау мәселелерін тиімді шешудің ең басты міндеттеріне келесілерді жатқызуға болады: жер бедерінің топографиясы мен қаланың кейбір аудандарындағы жұмыс істеп тұрған және жобаланатын құрылыс нысандарын, халқтың қоныстану тығыздығы, жолаушы көліктерінің кейбір түрлерінің, жолаушылар саны және айналымын жан-жақты зерттеулердің негізінде анықтаған көлемі, тұрғылықты үй комплекстерінің, сәулетті қоғамдық, сауда және өндіріс орындарының заманауй күйі және қаланың негізгі жоспары бойынша қалыптасуы ескеріледі.

Жоғарыда айтылған барлық мәселелерді дұрыс және тиімді талдап білу Алматы қаласының метрополитені желілерінің жоспарланған схемаларын жобалаудың негізі болып табылады және сол міндеттерді орындаудың кезектерін айқындайды.

Алматы метрополитенінің кейбір желілері мен құрылыс кезеңдерін тиімді жобалау, бекітілген қаланың негізгі даму схемасына байланысты орындалады.

Метрополитеннің негізгі желілерін жобалау кезінде қала аймағында станцияларды орналастыру, станцияның оңтайлы арақашықтықтарын анықтау актуалды мәселе болып табылады. Метрополитен станцияларын жолаушылардың ең көп жүретін аймақтарына орналастырады. Станциялардың арақашықтығын жолаушы тасымалының жоғары жылдамдығы мен метроға кіріп қолданудың тиімді шарттарымен қамтамасыз етіп іске асырады. Көлік жолаушыларына ыңғайлы болу тарапынан қарағанда метрополитен желілерімен қала халқының станцияға келіп қолдану уақытының ұзақтығы 10-15 мин. аспауы керек. Кез-келген жаңа қолданысқа берілген метрополитен желісі мен нысаны жұмыстарының техникалық қамтамасыз етілуі қарқынды өсуде және жұмыстардың технологиясы жан-жақты жаңарып отырады.

Метрополитен тоннельдерін қалқандық технологиямен салу және еңбек көлемі үлкен процестерді механикаландыру жұмыс көлемін арттырады. Соңғы уақыттарда жерасты желілерінің заманауй тиімді түрлері дамып, эскалаторлық тоннельдер құрылысында көлемді түрде қолданылуда. Сондықтан дипломдық жобада метрополитеннің эскалаторлық тоннелі құрылысының тиімді және қауіпсіз технологиясы қарастырылған.

1 Геологиялық бөлім. Алматы қаласы метрополитенінің желілері орналасатын ауданның геологиялық ерекшеліктері

1.1 Жалпы геологиялық шарттары

Алматы қаласы Іле-Алатаудың солтүстік бағытымен созылған жазық бедерлі ауданда орналасқан. Бедердің құлау бағыты солтүстікке қарай 5^0-ты құрайды. Жер қабаты әлсін толқынды, дөңесті және тізбектей, сонымен қатар тайыз, шоғырланған жыралар және кіші өзендер аумағынан құралған.

Біз қарастырып отырған құрылыс ауданы тектоникалы таулы аралық ойпат құрылымда қалыптасқан және үзілген тектоникалық каледон кезеңінде қалыптасқан. Алматы мен Бурундай желілерінің жарылымдары жанасатын тұсында ойпат құрылым жағынан тектоникалы сына тәрізді болып құрылған. Қаланың сыртқы палеозой желілі қабаты күрделі жарылымдар жүйесімен құрылған. Оған қоса, жоғарғы борпылдақ қабатында таужыныстарының жылжуы байқалады.

Орындаған ғылыми-ізденістік және талдау жұмыстарының нәтижелерін қорыта келе, Алматы қаласының геологиялық құрылымы күрделі, сонымен қатар сейсмикалық қауіпті аймақта орналасқандығы анықталды. Құрылыс ауданының сейсмикалық қарқындылығы 9 және одан артық баллды екі ауданнан қалыптасқан.

1.2 Метрополитеннің эскалаторлық тоннелі салынатын алаңының геологиялық және гидрогеологиялық шарттары

Қаратырылып отырған «Достық» станциясы аумағындағы құрылыстардың эскалаторлық тоннелін салудың инженерлік-геологиялық шарттарын білу үшін метрополитеннің алғашқы кезегінің инженерлік-геологиялық ізденістері орындалған. Метрополитеннің эскалаторлық тоннелі орналасатын ауданның инженерлік-геологиялық ерекшелігі шартты түрде құрылысқа қолайлы деп бағаланбаған. Себебі инженерлік-геологиялық қимада (қосымша 1) малтатасты топырақ қабаты көсетілген.

Құрылыс алаңы жер бетінен қалыңдығы 2,9 м дейін негізінен үйінді таужыныстарынан құралған. Олар саздақтар, қиыршықтастар, малтатас және құрылыс қалдықтары қабатынан тұрады.

Саздақ таужыныстарының меншікті салмағы γ=15,6 кН, ішкі үйкеліс бұрышы φ=20-25^0, меншікті ілінісу күші C=50 кПа, табиғи ылғалдылықта деформация модулі 12 МПа, суланған кезде 6 МПа құрайды. Саздақтарда тұздар араласпаған, соған байланысты ол темірбетон коррозиясына әсер етпейді. Жер бетіне жақын қалыптасқан таужынысы қабатының астында өте қалың (2000 м-ден артық) IV периодтың аллювиалды-пролювиалдық шөгінді жыныстары қалыптасқан. Бұл құрылымдар малтатас, қойтас, құмды-саздақты таужыныстарынан қалыптасқан. Қабат құрамындағы кейбір қойтастардың

өлшемдері орташа 200 мм-ден асады және жалпы көлемінің 35-45%-ын құрайды.

Жер қыртысын петрографиялық жағынан қарайтын болсақ, малтатасты таужыныстары сұр гранит және гранодиорит сынықтарынан құралған. Малтатас пен дөңбектас жұмыр түрде келеді, пішіні дөңгелек және өте берік. Тереңдеген сайын дөңбектас өзінің ірілігі және пайыздық көлемімен ерекшеленеді. Қойтастың өлшемі 50 см-ге дейін барады, олардың ең үлкені 120 см құрайды.

Кесектерінің өлшемі ірі таужыныстардың тығыздығы 2,3 т/м^3, табиғи ылғалдылығы 4,0%, ішкі үйкеліс бұрышы φ=30-37^0, есепті меншікті ілінісуі 0,033 МПа, деформация модулі 78 МПа, есептік кедергісі 0,6 МПа құрайды. Сонымен қатар, таужыныстарының тығыздығы үлкен аралықта өзгереді 2,05-2,36 т/м^3, қопсу коэффициенті 1,24-1,45, Пуассон коэффициенті μ=0,27, Протодьяконов М.М. шкаласы бойынша бекемдік коэффициенті f=1,2-1,7.

Метрополитеннің «Достық» станциясы құрылысы жүріп жатқан аудан Алматы Алатауы артезиан аймағының оңтүстік шекарасында және су ағысы жоғары аймақта орналасқан. Жерасты суының деңгейі шамамен 90-100 м тереңдікте қалыптасқан. Жерасты суы химиялық құрамы бойынша гидрокарбонатты-натрийлі, кальций түрінде, соған байланысты бетонды коррозияламайды. Орташа сүзу коэффициенті 47,6 м/тәу құрайды. Суөткізгіштік коэффициенті 2·10 м²/тәу, суөткізгіштік 320–17500 м²/тәу дейін, артезиан ұңғымаларының салмақты дебиті 1–9 м³/сағ шамасында болады.

Ауданның жерасты суының арнасы таудан жазыққа қарай шоғырланған, жерасты суарнасының орналасу тереңдігі тауға карай артады және үстіңгі қабатта 200 м дейінгі шаманы құрайды.

Алматы қаласының Сәтбаев және Абай көшелерінің арасында жерасты суының орналасу тереңдігі 70 м-ге дейін жетеді, еркін арналы бүтін сулы деңгейінің қалыңдығы 400 м-ден асады.

Абай даңғылының бойындағы ауданда метрополитеннің бірінші кезекті құрылысында 90-100 м тереңдіктегі жерасты сулардың деңгейі метрополитеннің құрылысын салуда біраз төмендеген.

Алматы қаласының ауа-райы континентті, тәуліктік және жылдық ауа температурасымен желдің соғуы әртүрлі болады. Ауаның жылдық орташа температурасы 8,7^{0}С, ең суық ай қаңтар-ақпан айлары болып саналады, орташа температурасы -7,9^{0}С, ең ыстық шілде айы, орташа температурасы +23^{0}С. Қаңтар айының абсолюттік максимумы –32^{0}С, шілде айындағы абсолюттік максимумы +36^{0}С болып тіркелген. Жауын-шашын: жауын түрінде 540 мм, қар қалыңдығы орташа есеппен 35 см құрайды.

2 Метрополитеннің экскалаторлық тоннельдері туралы жалпы мәліметтер

Метрополитен станциялары мен станция платформаларынан жолаушыларды жер бетіне шығаруға және жер астына түсіруге оңтайлы тік немесе көлбеу көліктері болуы тиіс [1, 2, 3].

Салыстырмалы түрде өте үлкен емес көтерімдерге немесе түсіруге жолаушылардың көлбеу жылжуына оңтайлы баспалдақтарды орнату жолымен іске асыруға болады. Мұндай жағдайдаларда көтеру биіктігі негізінен 5-7 м-ден артық болмауы тиіс. Одан үлкен биіктікке көтерілетін болса, метрополитеннің станцияларындағы жолаушылардың жүріп-тұруы тік немесе көлбеу бағыттағы көліктермен іске асырылады, олар үзілісті немесе үзіліссіз жүретін болуы мүмкін.

Жүрісі үзілісті көтермедерге лифттер, потерностерлер, фуникулерлер, т.б. жабдықтар жатады.

Үзіліссіз әрекетте жүретін көтеру қондырғыларына эскалаторлар немесе жылжымалы баспалдақтар жатады. Мұндай жабдықтардың бір деңгейден екінші деңгейге дейін жылжып жүруі көлбеу кеңістікте іске асады және тік көтеретін машиналардың түріне жатады.

Көтеруі мүмкін болатын биіктікке байланысты эскалаторлар 3 түрге бөлінеді:

а) жеңіл түрдегі аздаған тіреулері бар, көтеру биіктігі 3,5-10 м дейін;

ә) орташа эскалаторлар, көп тіректі, көтеру биіктігі 10-40 м дейін;

б) ауыр эскалаторлар, биіктігі 40 м жоғары.

Метрополитен станцияларына арналған, Ресей Федерациясы зауыттарында жобаланып жасалған, эскалаторларға келесі түрлері жатады:

1) Мәскуедің зауытымен жасалған көтеру биіктігі 10 м-ге дейін Э-1 эскалаторы, олар Мәскеу метрополитен станцияларының бірінші кезегінде қолданылған;

2) Санкт-Петербург зауытымен жасалған көтеру биіктігі 30 м Н-30 эскалаторы, олар да Мәскеу метрополитенінің бірінші кезегінде қолданылған;

3) Санкт-Петебург зауытымен жасалған биіктігі 12 м-ге дейінгі Н-10 және 40 м-ге дейінгі көтеру биіктігі Н-40 эскалаторлары бар. Олар Мәскеу метрополитенінің екінші кезегінде қолданылған;

4) Соңғы 20 жылдықта Санкт-Петербургтегі Катляков атындағы эскалатор жасау зауытымен жасалған ЛТ-2, ЛТ-3 және ЛТ-4 орташа және ауыр түрдегі эскалаторлар бар. Мұндай эскалаторлар кіші габаритті көлбеу тоннельдерге қолдануға арналған;

Бұл аталған эскалаторлар метрополитен станцияларында қолдануға арналған, баспалдақтарының ені 1 м-ге тең, жылжу жылдамдығы 0,75 м/сек шамасын құрайды. Қазіргі таңда эскалаторлардың кейбіреулерінде жылдамдық 0,94 м/сек құрайды. Көптеген метрополитен станцияларында бірқадамды маршты эскалаторлар қолданылған.

Бір сағаттағы жолаушылар санымен өлшенетін эскалатордың бір таспасының өту мүмкіндігі жалпы түрде мына формуламен анықталады:

$$S = 3600\frac{V}{t_{cm}}n\varphi, \text{ жол/сағ,} \qquad (2.1)$$

мұндағы n - бір сатымен тасымалданатын жолаушылар саны;

V - таспалық тақтаның жылжу жылдамдығы, м/сек;

$t_{ст}$ - баспалдақтар қадамы, м;

φ - тақталы тиеудің есептік коэффициенті.

Эскалатордың жылжу мүмкіндігін анықтауға бұл шамалар келесі түрде қабылданады: n = 2;

V = 0,9 м/сек;

$t_{ст}$ = 0,40 м; φ = 0,5.

Олай болса, эскалатордың жылжу мүмкіндігі мынаны құрайды:

$$S = 3600\frac{0,9}{0,40}\cdot 2\cdot 0,5 = 8100 \text{ жол/сағ.}$$

Алматы метрополитенінің станцияларындағы эскалаторлық тоннельдегі эскалаторлық таспаларының санын есептеуге бұл шама СНиП бойынша қабылданады. Тереңге орналасқан метрополитен станцияларында жұмыс атқаратын эскалаторлар, арнайы эскалаторлық тоннельдерде немесе көлбеу жүріс жолдары деп аталатын қазбаларда орналасады. Станциялық платформаларды вестибюльдермен қосатын эскалаторлық тоннельдерде негізгі көтеру эскалаторлары жасақталады, тоннельдегі олардың таспа саны 3-тен кем емес болуы керек. Отырғызу түйіндерін немесе жер асты вестибюлін жер үстімен қосатын эскалаторлар кез келген көлбеу тоннельдерде таспалы болуы керек.

Тереңге орналаспаған станцияларда эскалаторлар, станциялық ғимараттармен бірлескен комплексті құрайтын арнайы темірбетонды конструкцияларда орналасады. Эскалаторлық тоннельдегі эскалаторлық таспаларды орналастыру кезіндегі талап етілетін санына тәуелді (олардың ені 1 м кезінде), бұл қаптамалардың сыртқы диаметрлері келесідей болуы тиіс: екі таспаға 6 м, үш таспаға 8,5 м және төрт таспаға 11,5 м құрайды.

Эскалаторлық тоннельдердің бағасы қымбат ішкі қаптамаларын жер асты суларынан қорғау үшін, егер олар эскалаторлық тоннельдің қаптамасының гидро оқшауы арқылы өтіп кеткен жағдайда, тоннельдің ішіндегі негізгі конструкдиясынан 100 мм қашықтықта судан қорғайтын қолшатыр қолданылады. Мұндай шатыр жерасты суын тоннельдің ішкі жағына өтуге бөгет болады және дренаждар жүйесіне суды жіберіп тұрады. Жерасты суынан қорғайтын шатыр конструкциясы қалыңдығы 12 мм асбестоцементтен тұрады,

олар тюбинггер жақтауындағы арнайы тесіктерге орнатылған диаметрі 22 мм металл шпильлкалармен тюбинг бекітпесіне бекітіледі.

3 Метрополитеннің эскалаторлық тоннелі құрылысының технологиясы

3.1 Эскалаторлық тоннельді ұңғылаудың технологиясы жене жұмыстарды орындау әдістері

Қаптама маркасы СК-20, СК-30 пісірмелі металдық құлыптармен және жазық диаметрінен жоғары У-5 төсегіштерімен жабдықталған қаптаманы құрауды солдан сағат бағыты бойымен орындайды. СК-3С құлып қондырғысы мен У-5 төсеніші қолымен орнатылады.

Сақинаның толық периметрі бойынша енгізу алдында d=40 мм тақтайлардан қалыптама орнатылады, олар металл тюбинг төсеніштерімен бекітіледі. Тура солай СК-2С және СК-3С құлыптарына болттар көмегімен металл қалыптар орнатылады [4, 5, 6, 7].

Эскалаторлық тоннельдің ғимараты бойынша жұмыстар: уатқыш балғаларымен таужынысын қазу, қаптаманы құрастыру және ерітіндіні қаптаманың сыртынан алғашқы ерітінді енгізу. Таужынысын қазу жылжымалы алаңдардан I-ден IV қатарға дейін кезекті шығару саңылауынан уатқыш балғаларымен іске асырылады.

Төменігі қатарда жұмыс кезінде жоғарғы алаңдары забойға дейін жылжитын болуы керек. Таужынысын тиеу V=2,5 м^3 скипке тиеу механизмімен іске асырылады. Забойды қазып аяқтағаннан кейін таужынысынан астауды тазартып, құбырлы төсегіш платформа жылжытылады. Осының алдында электрлік тельфер арқылы құбырлық төсеніштерде кронштейндерді қайта құрау жұмысы жүргізіледі. Тюбингтерді скип платформасына тиеу жүккөтергіштігі 3,5 т болатын электрлік тельфермен орындалады. Тюбинг кронштейндер көмегімен скип платформасына бекітіліп, забойға ЛПЭП-10 лебедкасымен жеткізіледі. Төсегіштердің атқарушы бөлшектері шойын өңдеумен құрау арқылы іске асырылады. Астаудан бастап сақинаны жинау жеке элементтер бойынша екі жақтан кезекпен жасалады. Өңделетін әрбір элемент маркшейдердің нұсқауы бойынша жоба шарттарымен орындалады. Эскалаторлық тоннельді қазуды 1:3 құмтас ерітінді құрамын, басты айдамалау тюбингтің астауынан бастап 5 кг/см^2 қысым арқылы жасайды, содан кейін тоннельдің оң және сол жағынан келесі тюбингтерге айдамалайды.

3.2 Эскалаторлық тоннельдің уақытша ауызбасының котлованын қазу

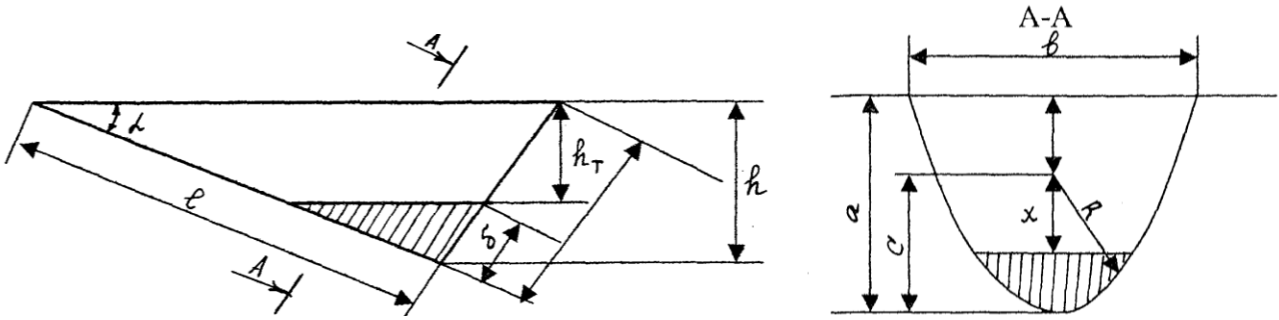
Метрополитен станциясының технологиялық нысандарын салуда келесі жұмыстар реті қарастырылады:

1. Эскалаторлық тоннельдің уақытша ауызбасының котлованын қазу;
2. Жер бетіне ұңғылау жабдықтарын орналастыру;
3. Эскалаторлық тоннельдерді қазу және бекіту;
4. Станция вестибюліне котлованды дайындау.

Эскалаторлық тоннельді қазу алдында уақытша ауызбасы үшін арнайы котлован қазылады (3.1 сурет). Котлованда́ғы топырақ тереңдігі 5,5 м-ге дейін кері күрекшемен жабдықталған экскаватор арқылы қазылады және самосвалмен тасымалданады.

Белгіленген тереңдікке дейін топырақты қазғаннан кейін шұңқыр аумағы қалыңдығы 5 см бүрікпебетон мен металл тор бекітпесімен бекітпеленеді.

Терндігі 6 м-ге дейінгі жердің қалған бөлігі уатқыш балғаның көмегімен қолмен қазылады. Жерді жобалық нүктеге дейінгі қазумен бірге тұйықталмаған тюбингтер сақинасының бөлшектері құрастырады. Ең соңғы бөлшек өлшемі тоннельдің жарты қимасына тең болады.



3.1 Сурет – Котлованның есепті сұлбасы

Котлован көлемі:

$$V_k = \frac{4}{15} \cdot f \cdot l \cdot b, \text{ м}^3, \tag{3.1}$$

мұндағы a, b, l - котлованның жақтарының өлшемдері:

$$a = \frac{h}{\cos\alpha}, \text{ м}; \quad l = \frac{h}{\sin\alpha}, \text{ м}; \quad b = 2(C + D - h)tg\beta, \text{ м}, \tag{3.2}$$

мұндағы h - ауызбасы шұңқырының тік биіктігі, h = 6 м, α = 30^0.

$$C = \frac{D}{2} / \sin\beta = \frac{9{,}9}{2} / \sin 30^0 = 9{,}9 \text{ м},$$

мұндағы D - тоннель диаметрі, D = 9,9 м; β = 30^0; $a = \frac{6}{\cos 30^0} = 12$ м;

$$b = 2(9{,}9 + 9{,}9 - 6{,}93)tg30^0 = 14{,}89 \text{ м};$$

$$V_k = \frac{4}{15} \cdot 6{,}93 \cdot 12 \cdot 14{,}89 = 330 \text{, м}^3.$$

Қолмен қазылатын таужынысының көлемі:

$$V_p = \frac{4}{15} \delta \cdot b^1 x \text{, м}^3, \qquad (3.3)$$

мұндағы δ, в^1, х - қолмен қазылатын котлован жақтарының өлшемдері:

$$a = \frac{h}{\sin\alpha}, \text{ м}; \qquad b^1 = 2\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - K^2} \text{, м}; \qquad \delta = \frac{h}{\cos\alpha} \text{, м},$$

мұндағы h = 0,5 м; h^1 = 0,5 м; D = 9,9 м; α = 30^0; К = R-δ, м; R = 4,95 м.

$$a = \frac{0{,}5}{\sin 30^0} = 1 \text{ м}.$$

$$\delta = \frac{0{,}5}{\cos 30^0} = 0{,}58 \text{ м}.$$

К = 4,95 - 0,58 = 4,37 м.

$$b^1 = 2\sqrt{\left(\frac{9{,}9}{2}\right)^2 - 4{,}37^2} = 4{,}65.$$

$$V_p = \frac{4}{15} \cdot 0{,}58 \cdot 4{,}65 \cdot 1 = 0{,}72 \text{ м}^3.$$

Камераны тазалауды ескере отырып, қолмен қазылатын таужыныстардың көлемі 5 м^3 деп қабылдаймыз.

Экскаватормен қазылатын таужынысы көлемі:

$$V_{эк} = V_к - V_р, \text{ м}^3; \qquad (3.4)$$

$$V_{эк} = 330 - 0{,}72 = 329 \text{ м}^3.$$

Котлованнан таужынысын тасымалдау конвейрлік әдіспен іске асырылады, мұнда экскаватордың және онда қызмет ететін адамдардың тұрып қалуы кездеспейді. Эксватордың үзіліссіз жұмысына автосамосвалдардың қажетті саны, оның өнімділігі мен тереңдік шарттары арқылы анықталады:

$$N = \frac{q_{эс}(2L + tg\varpi) + V_k \cdot \varpi + t_м q_{эс} \cdot 40}{V_c \cdot \varpi + t_м q_{эс} \cdot \varpi}, \text{ дана,} \qquad (3.5)$$

мұндағы q - экскаватордың өнімділігі, 30 м^3/сек;

L - тасымалдау арақашықтығы, 20 км;

ω - самосвалдың жүру жылдамдығы, 40 км/сағ;

V_k - самосвалдың кузовының сиымдылығы, 6 м^3;

tp - үйіндіде самосвалдың түсіру уақыты, 0,1 сағ;

t_m - тиеу алаңында көліктің маневр уақыты, 0,1 сағ.

$$N = \frac{30(2 \cdot 20 + 0{,}1 \cdot 40) + 60 \cdot 40 + 0{,}1 \cdot 30 \cdot 40}{6 \cdot 40 + 11 \cdot 30 \cdot 40} = 4{,}6 \text{ дана.}$$

Автосамосвалдар санын 5 – самосвал деп қабылдаймыз.

Экскаватормен котлованды қазуға кететін уақыт:

$$T = \frac{V_{эк}}{q_{эк}} + \frac{V_{эк}}{V_c} \cdot t_м, \text{ сағ.} \qquad (3.6)$$

$$T = \frac{325}{30} + \frac{325}{6} \cdot 0{,}1 = 0{,}25 \text{ сағ.}$$

Ауысымдар саны 2 болса, жұмыстың ұзақтығы мынаны құрайды:

$T_1/2 \cdot 8 = 16{,}25/16 = 1$ тәу.

Котлован жақтауларын бекітпелеу уақыты:

$$T_{от} = \frac{S_{от}}{q_т} + t_{от} = \frac{S_б + S_л}{q_т} + t_{от}, \text{ сағ.} \qquad (3.7)$$

мұндағы $q_т$ - бүрікпебетондау өнімділігі, 15 м^3/сағ;

$t_{от}$ - бүрікпебетондау кезіндегі дайындықты аяқтау жұмысының ұзақтығы, $t_{от}$ = 7 сағ;

$S_б$ – котлован жақтауларының алаңы, $S_б$ = ПDl/2, м^2;

$$S_б = \frac{3{,}14 \cdot 9{,}9 \cdot 12}{2} = 187, \text{ м}^2,$$

$S_л$ - маңдай алды бөлігінің беті:

$$S_л \quad \frac{2}{3} \cdot h \cdot b, \text{ м}^2; \; S_л \quad \frac{2}{3} \cdot 14{,}89 \cdot 6 = 60, \text{ м}^2.$$

$$T_{от} = \frac{187}{15} + 7 = 23, \text{ сағ.}$$

Қазба жабдықтары мен эскалаторлық тоннельді жабдықтау ұзақтығы уақыт және кеңістік бойынша жұмыстың кейбір түрлерін біріктіру мүмкіндігімен орындалады. Бірақ, метрополитен кәсіпорнында тек жұмыстың тұрақты жоспар көлеміне есептелген қажетті жұмысшылар саны болады. Сондықтан, құрылыс жұмыстарының кейбір түрі кезекпен орындалады.

3.3 Эскалаторлық тоннель құрылысындағы көтерме қондырғыларын таңдап алу

Көтерме қондырғысының өнімділігі забойдағы скиптің сиымдылығы, бір уақытта жұмыс істейтін скиптер саны, тиелген скипті ауыстыру және мүмкін болатын көтерім жылдамдығымен анықталады.

Скиптің сипаттамасы: сыйымдылығы 2 м^3; массасы 850 кг.

Олай болса, арқанға түсетін күштеме:

$$Q_к = Q_c + V_c \cdot \gamma, \text{ Н}, \tag{3.8}$$

мұндағы Q_c - скиптің салмағы, $Q_c = 850 \cdot g = 850 \cdot 9{,}8 = 8330$ Н;

V_c - скиптің көлемі, 2 м^3;

γ - таужынысының көлемдік салмағы, 15500 Н/м^3;

$$Q_к = 8330 + 2 \cdot 15500 = 39330 \text{ Н}.$$

Көтеру машинасының тарту күші есептік сұлба бойынша анықталады (3.2 сурет).

$$P_o = (Q_к + P_к \cdot L_к)\sin 30^0 + N \cdot F_{тр}, \text{ Н}, \tag{3.9}$$

мұндағы P_o - 1 м арқан салмағы, кг/м;

$L_к$ - көтеру қашықтығы, $L_к = H/\sin 30^0$, H = 40м + 20м.

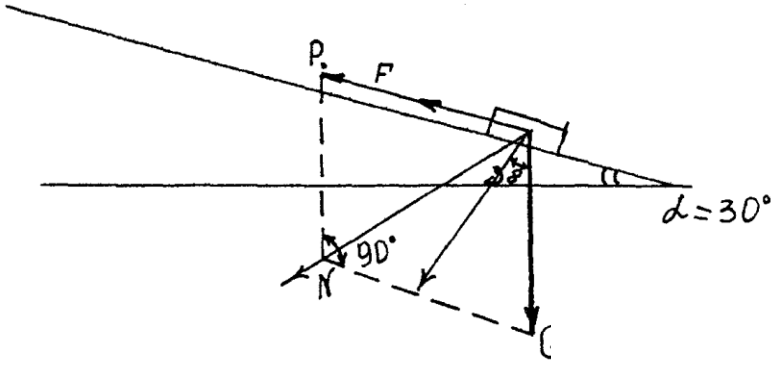
$$L_к = 60/\sin 30^0 = 132 \text{ м}.$$

$F_{тр}$ - скиптің жүргендегі үйкеліс коэффициенті, 0,2;
N - соңғы жүктеме және арқан салмағы реакциясы:

$$N = (Q_к + P_к \cdot L_к)\cos 30^0 \text{, Н.} \tag{3.10}$$

$$N = (39330 + 1{,}2 \cdot 132) \cdot 0{,}80 \;\; 35144 \text{ Н.}$$

$$P_o = (39330 + 1{,}2 \cdot 132)\sin 30^0 + 35144 \cdot 0{,}2 = 24798 \text{ Н.}$$



3.2 Сурет – Көтеру машинасының тарту күшін есептеу сұлбасы

Арқан соңғы күштемені және өзінің салмағын көтеруі тиіс және 7,5-ден кем емес мықтылық еселеуіш коэффициентін қамтамасыз етуі керек:

$$S_0 [\delta_p] \geq P_o \cdot 7{,}5 \text{ ,} \tag{3.11}$$

мұндағы S_0 - арқан сымдарының қосынды қимасы, м^2;
$[\delta_p]$ - арқанның үзілуге мықтылық шегі, $[\delta_p] = 160 \cdot 10^7$ Па.
Олай болса:

$$S_0 [\delta_p] \geq \left[(P_k \cdot L_k + Q_k)\sin 30^0 + (P_k \cdot L_k + Q_k)\cos 30^0\right] \cdot 7{,}5. \tag{3.12}$$

Бір арқанның салмағын сымдардың қосынды қимасымен және металлдың көлемдік салмағы арқылы анықтаймыз:

$$P_k = S_0 \cdot 1\gamma \text{ .} \tag{3.13}$$

$P_к$ мәнін алдындағы теңдеуге қосамыз және оны S_0 қатысты анықтаймыз:

$$S_o = \frac{7{,}5\left(Q_k \cdot F_{TP}\cos 30^0 + Q_k \sin 30^0\right)}{\left([\delta_p] - j \cdot L_k \cdot \sin 30^0 - j \cdot L_k \cdot F_{TP} \cdot \cos 30^0\right)} \text{, м}^2\text{,} \tag{3.14}$$

мұндағы j - 8700 Н/м^3 - металл арқанның тығыздығы;

$$S_o = \frac{7{,}5\left(39330\cdot 0{,}2\cdot\cos 30^0 + 39330\cdot\sin 30^0\right)}{\left(\left[160\cdot 10^7\right] - 8700\cdot 132\cdot\sin 30^0 - 8700\cdot 132\cdot 0{,}2\cdot\cos 30^0\right)} = 1{,}17\cdot 10^{-4}\ \text{м}^2.$$

Өрілген сымдардың және иірмелердің аралығында саңылаулар болғандықтан, шынайы арқанның қимасы сымдардың өздерінің қосынды қимасынан үлкен болады:

$$S_k = k\cdot S_0\ ,\ \text{м}^2, \qquad (3.15)$$

мұндағы к - арқандағы сымдардың жиналу тығыздығын ескеретін коэффициент, к = 2.

$$S_k = 2\cdot 1{,}17\cdot 10^{-4} = 2{,}34\cdot 10^{-4}\ \text{м}^2.$$

Олай болса, арқан диаметрі:

$$d = 100\sqrt{S_k}\ ,\ \text{мм}. \qquad (3.16)$$

$$d = 100\sqrt{2{,}34\cdot 10^{-4}} = 16\ \text{мм}.$$

1 м арқанның салмағы:

$$P = \frac{\Pi d^2}{4}\cdot 1\frac{7000}{1{,}5}\ ,\ \text{кг}. \qquad (3.17)$$

$$P = \frac{3{,}14\cdot 0{,}016^2}{4}\cdot\frac{7000}{1{,}5} = \frac{5{,}7}{6} = 1\ \text{кг}.$$

Дөңгелек стандартты арқанды қабылдаймыз, d = 22 мм.

Қабылданған арқан шын мықтылық қорына тексеріледі:

$$m_3 = P_k / P_0 = 9{,}63 \succ 7{,}5\,. \qquad (3.18)$$

Техникалық нормаларға сәйкес көтеру машинасының барабанының диаметрі:

$$D_{ср} \geq 60\cdot d, \qquad (3.19)$$

мұндағы d - қабылданған арқанның диаметрі, мм.

$$D_{ср} \geq 60\cdot 22 = 1320\ \text{мм}.$$

Диаметрі жақын стандартты машина $D_з$=2000 мм, оны қолдану мүмкіндігі барабанның ені бойынша тексеріледі:

$$B = \frac{(n_в + 3)(d + \xi)}{d}\ ,\ \text{м}, \qquad (3.20)$$

мұндағы $n_в$ - барабанға оралатын арқан тармақтарының саны;

3 - барабанда қалатын үйкеліс тармағының саны, 3 дана;

ζ - арқан тармақтары араларындағы саңылаулар саны, 3 мм;
а - барабандағы арқандар кабаттарының саны, а=1.

$$n_в = \frac{l_c + l_m}{\pi D_б}, \text{ дана,} \qquad (3.21)$$

мұндағы l_c - эстакада ұзындығы, 7 м;
$l_т$ - тоннельдің ұзындығы, м;
$l_т = L_к = H/\sin 30^0 = 60/\sin 30^0 = 132$ м;
$l_c = 7/\sin 30^0 = 14$ м.

$$n_b = \frac{14+132}{3{,}14 \cdot 2} = 23 \text{ дана.}$$

$$B = \frac{(23+3)\cdot(22+3)}{1} = 650 \text{ мм.}$$

Барабанның диаметрі және ені бойынша Ц 1,6 х 1,2 көтеру машинасын қабылдаймыз.

N - электр қозғағыштың қуаты, Вт:

$$N = \frac{\varpi \cdot P_0}{0{,}8}, \text{ Вт.} \qquad (3.22)$$

$$N = \frac{3 \cdot 24798{,}7}{0{,}8} = 92995 \text{ Вт.}$$

Көтеру өнімділігі:

$$q_n = n \cdot V, \text{ м}^3\text{/сағ,} \qquad (3.23)$$

мұндағы n - 1 сағаттағы көтерімдердің саны;
V - көтеру жылдамдығы, 4 м/с.

$$n = \frac{60}{t_n + t_l + t_R + t_p}, \text{ дана/сағ,} \qquad (3.24)$$

мұндағы t_n - тиеу уақыты, мин.

$$t_n = \frac{V_c}{q_n} = \frac{4}{10} = 0{,}4 \text{ сағ} = 24 \text{ мин,}$$

мұндағы t_1 - көтерім уақыты, 0,72 мин;
t_2 - түсіру уақыты, 0,72 мин;

$t_р$ - скипті қопару уақыты, 0,25 мин;

$$n = \frac{60}{24 + 0{,}72 + 0{,}72 + 0{,}25} = 2{,}4 \text{ дана/сағ.}$$

$$q_п = 2{,}4 \cdot 4 = 9{,}6 \text{ м}^3\text{/сағ.}$$

Бір автосамосвал жұмыс істегенде, оның кузовының сыйымдылығы, бункердің сыйымдылығынан кіші болмауы керек. Бункерге түсіру биіктігімен көрсетілген сиымдылықтағы оның геометриялық өлшемдері қоршаған қала ғимараттарының тығыз орналасу жағдайларына байланысты эскалаторлық тоннельдің құлау бұрышымен және эстакаданың мүмкін болатын ұзындығымен анықталады.

3.4 Тау қысымына байланысты бекітпені есептеу

Таужыныстардың элемент арлық кубына таужыныстың призмасы қысым жасайды, ал оның табаны және біршама тепе-теңдік күмбез де сол призма табанын қамтиды [8, 9].

Бұл қысым қосынды түрінде былай көрсетіледі:

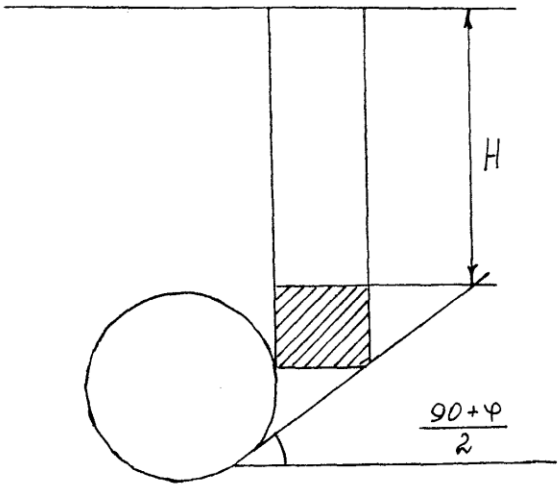
$$P = k_k \cdot H_k \cdot \gamma \text{, Н/м}^2 \qquad (3.25)$$

мұндағы $k_к$ - табиғи тепе-теңдік күмбезінің қысымын ескеретін кернеу коэффициенті, $k_к = 3$;

γ - таужыныстың салмақ күші, $\gamma = 1600$ Н/м^2;

$H_к$ – элемент арлық кубтың үстінде жатқан таужыныстар кубтарының саны немесе қазба тереңдігі, $H_к = 40$ м.

$$P = 3 \cdot 40 \cdot 1600 = 1920000 \text{ Н/м}^2 = 1{,}92 \text{ МПа.}$$



3.3 Сурет – Эскалаторлық тоннельге түсетін тау қысымын есептеу сұлбасы

Элемент арлық кубтың көтеріп тұратын қысымы, сығылуға мықтылық шегі $[\delta_{сж}]$ таужыныстардың сипаттамалары арқылы немесе бекемдік коэффициенті бойынша анықталады:

$$F^1 = f \cdot k_c \cdot \xi = [\delta_{сж}]/10, \text{ МПа}, \quad (3.26)$$

мұндағы $к_c$ - құрылымдық әлсәреу коэффициенті;
f - таужынысының бекемдік коэффициенті;
ξ – мықтылық ұзақтығының коэффициенті;

$$[\delta_{сж}] = 10 \cdot f \cdot к_c \cdot \zeta, \text{ МПа}. \quad (3.27)$$

$$[\delta_{сж}] = 10 \cdot 1{,}4 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}7 = 5{,}88 \text{ МПа}.$$

$$[\delta_р] = 0{,}1 \cdot [\delta_{сж}] = 0{,}1 \cdot 5{,}88 = 0{,}588 \text{ МПа}.$$

$P > [\delta_р]$ болғандықтан тау қазбасының бүйірлеріндегі таужынысы орнықты емес, бұзылуы және $(90 + \varphi^к)/2$ бұрышы бойынша жылжыуы мүмкін.

Эскалаторлық тоннельдің бекітпесіне түсетін қысымды есептегенде күмбездегі бұзылған таужыныстары салмағынан болатын мөлшерін ескеру керек. Тюбингтік бекітпенің 1 м² ең үлкен жүктеме күмбездің ортасында болады. Онда нормативтік тік және бүйір қысымда былай анықталады:

$$q^Н = K_р h_c \gamma \cos\alpha, \text{ МПа}, \quad (3.28)$$

мұндағы $К_р$- массивтің жұмыс жағдайының коэффициенті;
СНиП-II-44-78 бойышша қабылданады, $К_р$= 1,5 - деп кабылдаймыз.

$$q^Н = 1{,}5 \cdot 13{,}78 \cdot 16000 \cdot \cos 30° = 284419 \text{ Н/м}^2.$$

$$Р_б^н = 8 \cdot (К_р h_c\ 0{,}5 \cdot h_{пр}) tg^2 (45° - \varphi^k/2), \text{ МПа}. \quad (3.29)$$

$$Р_б^н = 1600(1{,}5 \cdot 13{,}78 + 0{,}5 \cdot 0{,}9) tg^2(45° - 54°/2) = 448800 \cdot 0{,}106 = 0{,}048 \text{ МПа}.$$

Есепті жүктемелер нормативтіден артық жүктеме коэффициенттеріне көбейту арқылы табады:

$$q_р = g^Н k_п \sigma, \text{ МПа}. \quad (3.30)$$

$$q_р = 0{,}285 \cdot 1{,}4 = 0{,}399 \text{ МПа}.$$

$$Р_р = Р_б^н \cdot к_п \sigma, \text{ МПа}; \quad (3.31)$$

мұндағы $к_п$ - артқы жүктеме коэффиценті:

$$P_р = 0,048 \cdot 1,4 = 0,067 \text{ МПа}.$$

Тюбинг бекітпені анықтау үшін тау және гидростатикалық қысымдарының қосындысын былай болады:

$$P = q_р + P_ю \text{ МПа}, \quad (3.32)$$

$$P = 0,399 + 0,101 = 0,50 \text{ МПа}.$$

Таужыныстары орнықты емес және ашылғаннан кейін тез бекітуді қажет етеді. Бұл жағдайда, бекітпе шойын тюбингтерден орнатылады.

Тюбинетердің сыртында бос жерлерге цементті-құмды қоспа тығындалады.

С42-140 маркалы тюбингті қабылдаймыз. Сақинадағы тюбингтер саны-15 дана және біреуі құлыпты.

Қабылданған нормальды I-сериялы тюбингтердің геометриялық сипаттамалары келесідей: қабырғасының қалыңдығы $\delta=0,03$ м; тюбингтік сақинаның ені $h=1$ м; көлденең қимасының ауданы $F_{нт}=568 \cdot 10^{-4}$ м^2; бейтарап оське қатысты жұмыс қимасының инерциялық моменті $I_{нт}=392,0 \cdot 10^{-6}$ м^2; бейтарап осьтен ішкі бетіне дейінгі қашықтық $\eta_1=0,193$ м, сыртқы бетіне дейінгі қашыктық $\eta_2=0,077$ м .

Есептеулердің мықтылық еселуішіне тюбингтік бекітпенің сыртына толтырылған тығын бетонның жұмыс қабілеттілігін ескермейміз.

Алдымен берілген қысымның параметрін есептейміз:

$$Po = 0,51 \text{МПа}, \quad P_2 = 0,01 \text{ МПа}.$$

Конструкцияның есептік геометриалық сипаттамаларын анықтаймыз:

$$R_0 = R_{св} + \eta_1 - F_{нт}/2h, \text{ м}. \quad (3.33)$$

$$R_0 = 9,9 + 0,193 - 568,8 \cdot 10^{-4}/2,1 = 10,07 \text{ м}.$$

$$R_1 = R_0 + F_{нт}/h = 10,07 - 568,8 \cdot 10^{-4}/1 = 10,126.$$

$$K_1 = R_1 / Ro, \text{ м}, \qquad K_1 = 10,126/10,07 = 1.$$

Олай болса, бекітпенің ішкі контурының $\theta=0$, $\theta=\pi/2$ координаттарындағы кернеулерді анықтап, мықтылық шарттарына тексереміз:

$$\delta_{ө\text{-}б} = 57,8 \text{ МПа} < R_H = 60 \text{ МПа}.$$

$$\delta_{\theta=\pi/2} = 127{,}8 \text{ МПа} < R_c = 180 \text{ МПа}.$$

Бекітпенің сыртқы контурының θ=0, θ=π/2 координаттарындағы кернеулерді анықтап, оны да мықтылық шарттарына тексереміз:

$$\delta_{\theta\text{-б}} = 126{,}2 \text{ МПа} < R_c = 180 \text{ МПа}.$$

$$\delta_{\theta=\pi/2} = 57{,}2 \text{ МПа} < R_H = 60 \text{ МПа}.$$

Олай болса есептеулер нәтижесінде кабылданған қимадағы тюбингтік конструкцияның мықтылығы қамтамасыз етеді.

3.5 Метрополитен станциясының вестибюлінің котлованын есептеу

Эскалаторлық тоннельді ұңғылап, жер бетіндегі ұңғымалық жабдықтарды қайта жинап болғаннан кейін метрополитен станциясының вестибюлінің котлованын қазу жұмыстары орындалады, болашақ котлованның орны қоршалады. Қалалық үйлер мен ғимараттар котлован кемері аймағының ішінде қалу мүмкіндігіне байланысты, таужыныстары қазудың алдында котлованның жиектеріне ұрып қадалатын бекітпелер орнатылады [10].

Ені 1 м котлованның бір бөлімшесіне түсетін қысым:

$$D = \frac{H^2 \cdot \gamma \cdot 1}{2} tg^2\left(\frac{90^0 - \varphi}{2}\right), \text{ Н}, \qquad (3.34)$$

мұндағы γ - жыныстың тығыздығы, γ = 1,55 т/м^3;

φ - ішкі бұрышы, φ = 30°; Н = 10 м;

$$D = \frac{10^2 \cdot 15500 \cdot 1}{2} tg^2\left(\frac{90^0 - 30^0}{2}\right) = 2012026 \text{ Н}.$$

Жүктеменің иілу моменті тең болады:

$$M_{изг} = D \cdot l/3 \cdot H, \text{ Н·м}, \qquad (3.35)$$

$$M_{изг} = 201202{,}6 \cdot 1/3 \cdot 10 = 670674 \text{ Н·м}.$$

Қаданың ұстап тұра алатын иілу моменті:

$$Q_{изг} = \delta_{изг} \cdot W, \text{ Н·м}, \qquad (3.36)$$

мұндағы $q_{изг}$- қаданың иілуге шектік кернеуі, Па;

$$\delta_{изг} = 15000 \cdot 10^5, \quad Па.$$

Котлованды бекітпелеуге қоставрлық №24 болат аркалар қолданылады.

W- қаданың кедергісінің моменті, м^3, қадаларды орнатқанда кедергі моменті W = 0,0005 м^3.

$$q_{изг} = 15000 \cdot 10^5 \cdot 0{,}0005 = 750000 \text{ Н·м.}$$

Котлованның периметрінің 1 м орнатуға керекті қаданың саны:

$$N_c = M_{изг}/q_{изг}. \tag{3.38}$$

$$N_c = 670674/750000 = 0{,}89 \text{ дана.}$$

Олай болса, қадалардың өзара арақашықтығы:

$$l_c = \frac{1}{N_c}, \text{ м .} \tag{3.39}$$

$$l_c = \frac{1}{0.89} = 1{,}12 \text{ м .}$$

Қадалардың арасына ағаш тақтайлардан жасалған тартпалар қолданылады. Котлованның табаны тұсындағы қысым тең болады:

$$P_з = H \cdot \gamma \cdot tg^2\left(\frac{90-\varphi}{2}\right), \text{ Па.} \tag{3.40}$$

$$P_з = 10 \cdot 15500 \cdot tg^2\left(\frac{90-30}{2}\right) = 40240 \text{ Па.}$$

Бір тақтайдың қабылдайтын жүктемесі:

$$q_g = m \cdot l_c \cdot p, \text{ м,}$$

мұндағы 1_c- қадалардың өзара арақашықтығы, 1,12 м;

m - ені, 200 мм ол тең 0,2 м;

p - 1 м арқанның салмағы, 1 кг/м.

$$q_g = 0{,}2 \cdot 1{,}12 \cdot 1 = 0{,}224 \text{ м.}$$

Тақтайға аталмыш жүктеме біркелкі таралған кездегі иілу моменті:

$$M_{изг} = \frac{5}{16} \cdot m \cdot l_c \cdot p \cdot \frac{l_c}{2}, \text{ Нм.} \tag{3.41}$$

$$M_{изг} = \frac{5}{16} \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}224 \cdot 1 \cdot \frac{0{,}224}{2} = 0{,}0015 \text{ Нм.}$$

Тақтайдың шын иілу моменті:

$$q^1_{изг} = \delta^1_{изг} \cdot W = \delta^1_{изг} \cdot \frac{m \cdot n^2}{6}, \text{ Нм},$$

Мұндағ n - тақтайдың қалыңдығы, n= 0,04 м;

$\delta_{изг}$ - тақтайдың иілуге шектік кедергісі, Па, орташа есеппен $\delta_{изг}=50 \cdot 10^5$ Па;

$$q^1_{изг} = 50 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,2 \cdot 0,04^2}{6} = 9,4 \text{ Нм}.$$

Егер төмендегі шарт орындалса, тақтай сынбайды:

$$q^1_{изг} \geq M^1_{изг} \quad \text{немесе} \quad \frac{\delta^1_{изг} \cdot m \cdot n^2}{6} \geq \frac{5}{16} \cdot m \cdot l_c \cdot p \cdot \frac{l_c}{2}, \qquad (3.42)$$

Олай болса:

$$\frac{50 \cdot 10^5 \cdot 0,2 \cdot 0,04^2}{6} \geq \frac{5}{16} \cdot 0,2 \cdot 0,224 \cdot 1 \cdot \frac{0,224}{2} = 266,7 \geq 0,0016 \text{ Нм}.$$

Мұндай жағдайда котлованның табанында оранатуға қажетті тақтайдың қалыңдығы болады:

$$n \geq \sqrt{\frac{15 \cdot l_c^2 p}{16 \cdot \delta^1_{изг}}} = l_c \sqrt{\frac{p_3}{\delta^1_{изг}}}, \text{ м}, \qquad (3.43)$$

$$n \geq 0,224 \sqrt{\frac{40240}{50 \cdot 10^5}} = 0,02 \text{ м},$$

мұндағы n=0,04 м - тақтайдың қалыңдығы, олай болса шарт орындалады- 0,04≥0,02.

Котлованның орташа тұсындағы тақтай тартпаның қалықдығы:

$$n_c \geq l_c \sqrt{\frac{p_3}{2 \cdot \delta^1_{изг}}}, \text{ м}. \qquad (3.44)$$

$$n_c \geq 0,224 \sqrt{\frac{40240}{2 \cdot 50 \cdot 10^5}} = 0,014 \text{ м}.$$

Толық параметрлері бойынша орнатуға қажетті қадалардың саны:

$$N_c = \frac{2 \cdot B + 2 \cdot a}{l_c}, \text{ дана}, \qquad (3.45)$$

мұндағы В - котлованның ұзындығы, 50 м;

а - котлованның ені, 20 м.

$$N_c = \frac{2 \cdot 50 + 2 \cdot 20}{1{,}12} = 125 \text{ дана.}$$

Қадаларды котлован периметрі бойынша орнату үшін дірілтоқпақтар қолданылады.

Қадалар котлованның табанынан оның тереңдігінің $1/3H_K$ тереңдетіліп қағылады, онда $H_к$ = 10 м болғанда 1 қаданың ұзындығы:

$$L_c = H_k + l/3H_k = 10 + 10/3 = 13{,}3 \text{ м.}$$

Котлованның толық қадалармен бекітілуге керекті қоставрдың жалпы ұзындығы:

$$L_{pc} = N_C \cdot L_C, \text{ м.} \qquad (3.46)$$

$$L_{pc} = 125 \cdot 13{,}3 = 1662{,}5 \text{ м.}$$

Котлованның таужынысы дрогляин типтес экскаватормен қазылады.

Котлованның табанын тазалап тегістеуге бульдозер пайдаланылады. Экскаватор жұмысын үзіліссіз қамтамасыз ететін автосамсосвалдардың саны жоғарыда келтірілген әдіспен табылады:

$$N_{ac} = \frac{q_{ac}(2L + tp \cdot \omega) \cdot V_k \cdot \omega + t_м \cdot q_{эс} \cdot \omega}{V_c \cdot \omega + t_м \cdot q_ж \cdot \omega} + 1.$$

$$N_{ac} = \frac{30(2 \cdot 20 + 0{,}1 \cdot 40) + 6 \cdot 40 + 0{,}1 \cdot 40}{6 \cdot 40 + 0{,}1 \cdot 30 \cdot 40} = 4{,}6 + 1 = 5{,}6 \text{ дана.}$$

Котловандағы топырақты қазып алуға керекті уақыт:

$$T_c = \frac{V_k}{q_э} + \frac{V_k}{V_c} \cdot t_м, \text{ сағ,}$$

мұндағы V_k - котлованның көлемі, 20000 м^3;

$q_э$=50 м^3/сағ - экскаватордың өнімділігі;

V_c=8 м^3 - автосамосвалдың сыйымдылығы;

$t_м$= 0,2 сағ - автосамосвалдың тиеу алаңындағы маневрлік уақыты;

$T_c = \frac{20000}{50} + \frac{20000}{8} \cdot 0{,}2 = 550$ сағат немесе екіауысымдық жұмыста 35 тәулік.

Қадарлар арасы ашылған сайын тақтай тартпалар орнатылады. Жалпы бекіптелеу бетінің ауданы:

$$S_k = (2 \cdot B + 2 \cdot a) \cdot H, \text{ м}^2, \quad (3.47)$$

$$S_k = (2 \cdot 50 + 2 \cdot 20) \cdot 10 = 1400 \text{ м}^2.$$

Ағаш тартпа тақтайларының көлемі:

$$V_3 = Sk \cdot n_{ср}, \text{ м}^3 \quad (3.48)$$

мұнда $n_{сз} = \frac{n + n_c}{2} = \frac{0{,}04 + 0{,}06}{2} = 0{,}05$.

$$V_3 = 1400 \cdot 0{,}05 = 70 \text{ м}^3.$$

4 Еңбек қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау

Эскалаторлық тоннель құрылысы кезіндегі қауіпсіздік шаралары. Эскалаторлық тоннель тереңдеген сайын оның бекітпелеріне түсетін қысымның мөлшері артады. Сондықтан келесідей қауіпсіздік шаралары қолданылады.

Рельсті көлікпен жабдықталған кез-келген көлбеу қазбаларында адамдардың өтуіне арналған бөлмелер жабдықталуы қажет. Олар тоннельдегі жылжымалы құрамның ең шығыңқы бөлшегінен жоғары болуы қажет [11, 12].

Эскалаторлық тоннель құрылысында адамдарға арналған өткел өлшемі 0,7х1,8 м сәйкес қабылданады, сонымен қатар:

7^0 ден 15^0 дейін – баспалдақ ұстағышы;

15^0 ден 30^0 дейін – траптар және ұстағыштар;

30-45^0 – жазық тегіс сатылы баспалдақ және баспалдақ ұстағышы жабдықталуы қажет.

Эскалаторлық тоннель құрылысында забойдағы жұмысшылар жоғарыдан вагонеткалардың құлап кетуі және басқада заттардың құлауы қауіпінен екі мықты қоршаумен жабдықталады. Бұл жобаны мекеменің бас инженері бекітеді. Қоршаудың біреуі қазбаның ауыз жағына салынады, ал екіншісі жұмыс орнынан 20 м қашықтыққа орналастырылады.

Сонымен қатар:

- көтерме арқанның қор күші алты есе артық болу керек;
- жұмыс басында тоннель забойын ауысым бастығы қарап шығуы қажет;
- скиптегі таужынысы кесектері құламауы үшін оларды толтырмайды.

Көтері машинасының жұмысы арнайы белгімен орындалады, ол тоннель кемерінде болуы тиіс. Олар белгілі бір дыбысты жұмыс белгілермен жабдықталады. Сонымен бірге скипті тежеу өндірістік құрылыстарда орындалуы керек, жұмысшы қопарылған таужыныстарын тиеу алдында забойды тексеруі қажет және оны қауіпсіз жағдайға келтіреді.

Тиеу машинасының жұмысына мынадай шарттар қойылады: тиегіш немесе грейфермен тиеген кезде қауғаның жанында тұруға, грейфердің бөлшектерін қолмен ұстауға, грейфердің арасындағы тұрып қалған тасты қолмен алуға және тиегіштің жұмыс аймағына кіруге тыйым салынады. Грейфердің ауа жүйесінде сығылған ауа бар болған жағдайда жөндеу жұмыстарын орындауға рұқсат жоқ.

Қазба забойын тазарту кезінде мынадай шарттар орындалуы қажет: таужыныстары мен қаптаманың төменгі бөлігінің тұрақтылығын бақылау, жақтаулық таужыныстарын тазалау, қажет болса енбенің төменгі бөлігіне бетонның ағуын болдырмау қажет.

Скипке таужыныстарын тиеу кезінде мыналарға тыйым салынады: таужыныстарымен бір уақытта ағаш материалдарды, құралдарды, уатқыш жабдықтарды, иілмелі өткізгіштерді жүктеуге болмайды. Қаптаманы орнату кезінде жұмысшы қолғаппен жұмыс істеуі тиіс.

5 Метрополитеннің эскалаторлық тоннелі құрылысының техникалық-экономикалық көрсеткіштері

Бұл бөлімде эскалаторлық тоннель құрылысындағы жалпы құрылыстық шығындарды және тоннельдің 1 м-нің сметалық құнын қарастырамыз.

Жобалау кезінде сметалық есептеулер келесі кезекпен жасалады: жалпы құрылыстық сметалық есепеулер, жергілікті және нысандық сметалық есептеулер, ізденістік жобалау жұмыстарының сметасы, жалпы сметалық есеп, шығындар пайызы.

Тоннель құрылысына жасалған жалпы сметалық есептердің негізінде құрылысқа жұмсалатын жалпы күрделі шығындар есебі жасалады. Жалпы сметалық есеп құрылыстың жалпы құнын айқындайды. Олар жеке нысандардың сметаларынан және жеке жұмыстар мен шығындарға жасалған сметалардан тұрады.

Тоннель құрылысы жұмыстарының үстеме шығындары 27,1% және жобалық қор шығындары 8% шамасында қарастырылады [13].

Тоннель құрылысына жұмсалатын толық шығындарды негізгі баптарға бөлсек:

$$Ш_{эт}=Ш_{жа} + Ш_{м} +Ш_{бж}+Ш_{ү}+ Ш_{жк}, \text{ тг.} \qquad (5.1)$$

мұнда $Ш_{жа}$ - жалақы шығындары, тг;

$Ш_{м}$ - материалдар шығындары, тг;

$Ш_{бж}$ - көмекші жұмыстар шығыны, тг;

$Ш_{ү}$ - күрделі қазу жұмыстарының үстеме шығындары, тг;

$Ш_{жк}$ - жобалық қор шығындары, тг.

Дипломдық жоба бойынша метрополитеннің «Достық» станциясының негізгі ғимараттары өтпелі тоннелдерінің станцияларының салыну тереңдігі $Н_{м}$ = 38 м, олай болса көлбеу салынатын эскалаторлық тоннельдің ұзындығы:

$$L_{эт} = H_M / \sin\alpha = 38 / \sin 30° = 83 \text{ м.} \quad (5.2)$$

мұндағы α = 30° - тоннельдің көлбеулік бұрышы.

Жобаға сәйкес ұзындығы $L_{э.т}$=83 м болатын эскалаторлық тоннельге жұмсалатын толық шығын мөлшері:

$Ш_{эт}$= 26937000+210798000+17687000+69139000+25889000 =350 млн. тг.

Эскалаторлық тоннель құрылысына жұмсалатын қаржы шығындарының ең көп үлесі материалдар шығыны, яғни шойын тюбингтері, $Ш_{шт}$ = 210798000 тг, ол жалпы шығынның келесі пайызын құрайды:

$$Ш_{шт} = \frac{210798000 \cdot 100}{350000000} = 60{,}2\,\%.$$

Эскалаторлық тоннель құрылысының 1 м бағасы шығындар баптары бойынша төмендегідей болады:

$$Б_{жа} = \frac{Ш_{жа}}{L_{эт}} = \frac{26937000}{83} = 324542 \text{ тг.}$$

$$Б_{м} = \frac{Ш_{м}}{L_{эт}} = \frac{210978000}{83} = 2541903 \text{ тг.}$$

$$Б_{бж} = \frac{Ш_{бж}}{L_{эт}} = \frac{17687000}{83} = 213096 \text{ тг.}$$

$$Б_{у} = \frac{Ш_{у}}{L_{эт}} = \frac{69139000}{83} = 833000 \text{ тг.}$$

$$Б_{жк} = \frac{Ш_{жк}}{L_{эт}} = \frac{25889000}{83} = 311915 \text{ тг.}$$

Олай болса, тоннель құрылысының 1 м-нің толық құны:

$Б_{эт}$ = 324542+2541903+213096+833000+311915 = 4 224 456 тг.

1м тоннельдің нормативтік еңбек сыйымдылығы:

$$T_{эс} = \frac{T_{н}}{L_{эт}} = \frac{53035}{83} = 639 \text{ адам сағ/м.}$$

5.1 кесте - Эскалаторлық тоннель құрылысының анықталған техникалық экономикалық көрсеткіштері

№	Шығындардың баптары	1 м тоннельдің сметалық құны, тг
1	Жұмысшылардың жалақысы шығындары, тг	324542,0
2	Материалдардың шығындары, тг	2541903,0
3	Көмекші жұмыстардың шығындары, тг	213096,0
4	Күрделі жұмыстардың үстеме шығындары, 27,1%, тг	833000,0
5	Жобалық қор шығындары, 8%, тг	311915,0
6	1 м тоннельдің сметалық құны, тг	4224456,0
7	1м тоннельдің нормативтік еңбек сыйымдылығы, адам/сағ	639,0

ҚОРЫТЫНДЫ

Жобада қарастырған Алматы метрополитенінің эскалаторлық тоннелі құрылысын жобалаудың нәтижелері келесідей болды:

Алматы метрополитенінің эскалаторлық тоннелін салу үшін алғашқыда әдістерге талдау жасалғаннан кейін заманауй тиімді техника мен технологиялар таңдап алынды.

Эскалаторлық тоннельдің ауыз бөлігін қазғандағы котлован көлемі есептеулер бойынша $V_к$=330 м^3 және қолмен қазылатын таужыныстың көлемі $V_р$=0,72 м^3, ал экскаватормен қазылатын таужыныстың көлемі $V_{эк}$=320 м^3 шамасын құрады.

Метрополитен станциясының вестибюлінің котлованын қазуға драглайн түріндегі экскаватор қолданылады. Экскаватордың үзіліссіз жұмысын қамтамасыз етуге автосамосвалдардың саны $N_{ас}$=5 дана, котловандағы топырақты қазып алуға жұмсалатын уақытты $Т_к$=550 сағ немесе екі ауысымдық жұмыста 35 тәулікті құрады.

Көтеру қондырғысының өнімділігі забойдағы скиптің сыйымдылығымен, бір мезгілде жұмыс істейтін скиптер саны, тиелген скипті ауыстыру әдісі мен мүмкін болатын көтеру жылдамдығына байланысты анықталады.

Орындалған есептеулер бойынша эскалаторлық тоннель құрылысына жұмсалатын толық қаржы шығындарының ішінде ауқымды қаражат шойын тюбингтеріне жұмсалады $Ш_{шт}$=210798000 тг. Ол жалпы құрылыс шығындарының 30% құрайды. 1 м эскалаторлық тоннель құрылысының сметалық құны 4224456,0 тг құрады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Бегалинов А.Б. Жазық және көлбеу жерасты қазбалары құрылысының технологиясы. Оқу құралы. –Алматы: Қазақ энциклопед., 2008. – 417 б.

2 Жәркенов М.І. Метрополитен нысандарының құрылысы. Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2007. – 136 б.

3 Бегалинов А.Б. Шахта және жерасты ғимараттарының құрылысының технологиясы. 2 том. Оқулық. – Алматы: ҚазҰТУ, 2011. – 376 б.

4 Насонов И.Д., Федюкин В.А., Шуплик М.Н "Технология строительства подземных сооружений". - М: Недра, 1983. – 217 с.

5 Баклашов И.В., Картозия Б.А. «Механика подземных сооружений и конструкции крепей». –М: Недра, 1986. – 300 с.

6 Покровский Н. М. «Технология строительства подземных сооружений и шахт» Ч. II. - Москва «Недра», 1982.

7 «Справочник инженера – шахтостроителя». Т. 1 и 2 / Под редакцией В. В. Белого. - Москва «Недра», 1983г.

8 Жәркенов М.І. «Жерасты ғимараттарының механикасы және бекітпелердің конструкциялары». Оқулық. –Алматы: ҚазҰТУ, 2007. – 211 б.

9 Жәркенов М.І., Сердалиев Е.Т. Жазық қазбалар конструкцияларын жобалау. Оқу құралы. –Алматы: ҚазҰТУ, 2004. – 136 б.

10 СНиП II – 94 – 80. «Подземные горные работы». – Москва «Стройиздат», 1982.

11 Мусин К. «Еңбекті қорғау» - Алматы, 1995.

12 Хейфиц С. Я., Балтайтис В. Я. «Охрана труда и горноспасательное дело». – М:. «Недра», 1973.

13 Қабылбеков М. Г. «Кәсіпорын экономикасы». Оқу құралы. Алматы, 2005.