

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

Нурадiл Бағлан Нурадiлұлы

«Мәскеу» және «Достық» бекеттерi арасындағы өтпелi тоннель құрлысын
жобалау. Арнайы бөлімі: Қазба бекітпесін есептеу және таңдау» тақырыбына
жазылған

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070700 «Тау-кен ісі» мамандығы

Алматы 2019

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

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі,

техн.ғыл.канд., ассоц.профессор

Қ.Б.Рысбеков

2019 ж.



Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Мәскеу» және «Достық» бекеттері арсындағы өтпелі тоннель құрылысын жобалау. Арнайы бөлімі: Қазба бекітпесін есептеу және таңдау тақырыбына жазылған

5B070700 «Тау-кен ісі» мамандығы

Орындаған

Нурадiл Бағлан Нурадiлұлы

Ғылыми жетекші,
техн.ғыл.магистрі, «Тау-кен
ісі» кафедрасының лекторы

Б.К.Бектұр Б.К.Бектұр
«06» Мамыр 2019 ж.

Алматы 2019

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

5B070700 «Тау-кен ісі»



«БЕКІТЕМІН»

Кафедра меңгерушісі,
техн. ғыл. канд., ассоц. профессор

Қ.Б.Рысбеков

«26» 06 2019 ж.

Дипломдық жобаны орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Нурадiл Бағлан Нурадiлұлы

Жобаның тақырыбы: «Мәскеу» және «Достық» бекеттері арсындағы өтпелі тоннель құрлысын жобалау. Арнайы бөлімі: Қазба бекітпесін есептеу және таңдау.

Университет ректорының 2018 жылғы «08» қазандағы №1113-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «06» мамыр 2019ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: Жерасты сілемінде өтілетін өтпелі Тоннельдің жербетінен тереңдігі – $H=19\text{м}$; Тоннельді өтудегі диаметрі – $D_{\text{т}}=5,624\text{ м}$; Тоннельді өтудің жалпы ұзындығы 2979 м ;

Таужыныстары сілемінің сипатамалары: $f=0,4\div1,4$; құрылымдық әлсіреу коэффициенті $K_c=0,7$; таужынысының тығыздығы $\gamma=1,07\div1,32\text{ т/м}^3$; таужынысының түрі – «Малтатас араласқан тығыз саздақтар мен құмды малтатастар»; су келімі – $g=1,2-1,8\text{ м}^3/\text{сағ}$; ауысымдағы адамдар саны – 10 ; таужынысының қопсу коэффициенті $-1,5$.

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Алматы метрополитені «Мәскеу» және «Достық» станциялары араларындағы өтпелі тоннель құрылысы алаңының қысқаша геологиялық сипаттамалары; Алматы метрополитені ғимараттарының құрылыстық құрылымдары, Қазбалық кешендер мен жабдықтарды таңдау жолдары.

ә) Метроның өтпелі тоннелін механикаландырылмаған щит-қалқандық кешенмен өту (салу) технологиясы; өтпелі тоннельді қазу жұмыстарын ұйымдастыру; өтпелі тоннель қазбасына түсетін жазық және тік жүктемелерді есептеу, қаптама бекітпелер түрін таңдау және бекітпелеу.

б) Метро құрылысындағы еңбекті және қоршаған ортаны қорғау; метроның өтпелі тоннелі құрылысының экономикалық көрсеткіштерін есептеу.

Сызба материалдарының тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс): құрылыс орнының геологиялық картасы; құрылыс алаңының сұлбасы; өтпелі тоннелді қалқан комплексімен салудың технологиялық схемалары; қолданылатын жабдықтар сұлбалары; бекітпелеу сұлбалары – барлығы 6 сызба (А3 форматта түсіндірме жазбаның соңына қосымша ретінде тіркеледі.).

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 12 атау:

1) Бегалинов А.Б. Шахта және жерасты ғимараттары құрылысының технологиясы. II том. Жазық және көлбеу жерасты қазбалары құрылысының технологиясы. Оқулық. Алматы, ҚазҰТУ, 2011. - 43 2 б.

2) Жәркенов М.І. «Метрополитен нысандары құрылысының технологиясы». Оқулық, Алматы, ҚазҰТУ, 2009ж. - 231б.

3) Лиманов Ю.А. Метрополитены/. Издание второе, исправленное и дополненное. Издательство «Транспорт», 1971г. - 359с.

4) Жәркенов М.І. «Жерасты ғимараттарының механикасы және бекітпелердің құрылымдары» Оқулық, Алматы, ҚазҰТУ, 2007ж. - 211б.

5) Картозия Б.А., Борисов В.Н. Инженерные задачи механики подземных сооружений. Издание второе, исправленное и дополненное. Издательство МГУ, 2001. - 2 46с.

6) Насонов И.Д., Федюкин В.А., Шуплик М.Н «Технология строительства подземных сооружений» - М: Недра, 1983. -368с.

7) Заславский Ю.З., Дружко Е.Б. Новые виды крепи горных выработок. – М.: Недра, 1989. - 256 с.

8) Алменов Т.М. Жерасты ғимараттары құрылысының арнайы әдістері. Оқу құралы. ҚазҰТУ, Алматы 2012 163б;

9) Бейсебаев А.М., Битимбаев М.Ж., Пиеничный А.Я. «Проведение горных выработок», Алматы, ИИА «Айкос», 1999.

10) СНиП II- 40-80. Метрополитены (Госстрой СССР). М.: Стройиздат, 1984.

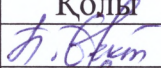
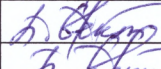
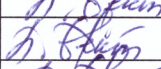
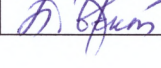
11) СНиП II- 21- 75. Бетонные и железобетонные конструкции (Госстрой СССР). М.: Стройиздат, 1976 –81 с.

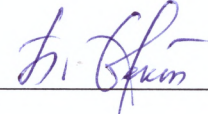
12) Косков И.Г. Новые материалы и конструкции крепи горных выработок. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. – 196 с.

Диплом жобасын дайындау кестесі

№	Тараулардың аттары, зерттелетін мәселелер тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескерту
1	«Алматы метрополитенінің құрылыс аймағының геологиялық сипаттамалары»	05.04.2019ж.	
2	«Метроның жерасты өтпелі тоннелін салу технологиясы»	11.04.2019ж.	
3	«Өтпелі тоннел құрылысының экономикалық көрсеткіштерін есептеу»	18.04.2019ж.	
4	«Метроның жерасты объектілері құрылысындағы еңбекті қорғау шаралары»	23.04.2019ж.	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған
қолтаңбалары

Бөлім атаулары	Кеңесші	Мерзімі	Қолы
Геология бөлімі	Бектұр Б.Қ.	09.04.2019ж.	
Арнайы бөлім	Бектұр Б.Қ.	16.04.2019ж.	
Экономика бөлімі	Бектұр Б.Қ.	24.04.2019ж.	
Еңбекті қауіпсіздігі бөлімі	Бектұр Б.Қ.	29.04.2019ж.	
Норма бақылаушы	Бектұр Б.Қ.	04.05.2019ж.	

Ғылыми жетекші,
техн.ғыл.магистрі, лектор  Б.Қ.Бектұр

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Нурәділ Б.Н.

Күні « 11 » апрел 2019ж.

АНДАТПА

Дипломдық жобада Алматы қаласының жағдайларындағы метрополитеннің өтпелі тоннелін салу технологиясын жобалау тақырыбы қарастырылды. Яғни, «Мәскеу» бекетімен «Достық» бекеттері араларын қосатын жерасты өтпелі тоннелін механикаландырылмаған ЩН-1 щит-қалқандық кешенімен салу жобасы қамтылған. Жобада құрылыс нысаны өтілетін аймақтың геологиялық сипаттамасы, өтпелі тоннелдерді салу әдістері, метрополитеннің жерасты тоннелін салудың экономикалық көрсеткіштері есептеліп, құрылыс кезіндегі еңбекті қорғау мәліметтері жобада қарастырылды. Жобаның арнайы бөлімінде метроның өтпелі тоннелін щит-щит-қалқанның (щиттің) көмегімен салу технологиясы қажетті есептеулермен негізделіп сипатталған.

Дипломдық жоба 4 бөлімнен, 48 беттен, 6-кестеден, 6-суреттен құрастырылған, сызба бөлімі - 6 дана және пайдаланылған әдбиеттер – 11 атау.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте приведены технология строительства тоннелей Алматинского метрополитена. В общей части проекта приведены геологические и гидрогеологические характеристики района строительства объектов Алматинского метро. В специальной части дипломного проекта рассмотрены технология строительства перегонного тоннеля расположенных между станциями «Москва» и «Достык» с применением щитового комплекса ЩН-1. Определены параметры перегонного тоннеля, производительность щитового комплекса, способы разработки тоннеля, крепления, торпони́рование тоннеля и т.п. А также в проекте рассмотрены технико-экономические показатели строительства перегонного тоннеля Алматинского метро.

Дипломный проект состоит из 4 - разделов, 48 - страниц машинписного текста, 6 - таблиц, 6 - рисунков, графическая часть из 6 - чертежей, список литературы 11 - наименований.

ANNOTATION

Thesis project dedicated to the construction of the Alraty subway. In the thesis project given geological and hydrogeological characteristics of the area of construction of the Alraty subway.

In a special part of research project exarined the technology of building tunnels located between the stations "Moscow" and "Dostuk" with the use of a shield corplex SHN-1S. Also, deterrine the paratepers of tunnels, the perfortance of the shield corplex, calculated internal forces arising in a cast iron tyubingovoy tunnel lining, ways to develop the tunnel, brackets, torponirovanie tunnel, etc. Defined technical and econotic paratepers of construction of Alraty subway tunnels.

Thesis project consists of 4 sections, 48 typewritten pages, 6 tables, 6 drawings, graphical part of 6 drawings, references 11 iters.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	8
1	Алматы метрополитенінің жерасты объектілері орналасқан аймақтың геологиялық сипаттамалары	9
1.1	Жалпы мағұлматтар	9
1.2	Жерасты өтпелі тоннелдері өтілетін құрылыс ауданының геологиялық және гидрогеологиялық шарттары	9
2	Метрополитеннің жерасты көліктік өтпелі тоннелдерін щит-қалқандық кешенмен салу (өту) технологиясын жобалау	11
2.1	Щит-қалқандық кешенмен жерасты тоннелін өту тәсілінің мәні	11
2.2	Щит-қалқандық кешендердің классификациялық жіктелімі	14
2.3	Механикаландырылмаған қалқандар кешендерінің жұмысының мән-мағынасы	15
2.4	Роторлық атқару мүшесі бар щит-қалқандық кешендерінің жұмысының ерекшеліктері	17
2.5	Планетарлық қимыл-әрекетті атқару мүшесі бар щит-қалқандық кешендер	18
2.6	Теңселетін атқару мүшесі бар қалқандық кешендер	19
2.7	Экскаваторлық атқару мүшесі бар қалқандық кешендер жұмысымен танысу	20
2.8	Метрополитен тоннелдерінің қаптамасына түсетін есепті жүктемелерді анықтау жолдары (ҚНжЕ СНиП-II- 40-80)	22
2.9	Метрополитен тоннелдерінің бекітпе-қаптамаларының құрастырмалы құрылымдары жөніндігі мағұлматтар	25
2.10	Алматы метрополитенінің жерасты ғимараттарының құрылымдары жөніндегі мағұлматтар	26
2.11	Алматы метрополитеннің терең аймағында орналасқан жерасты ғимараттарының құрылымдары жөніндегі мәліметтер	27
2.12	Метрополитен тоннелдерінің құрастырмалы тубингілік құрылымдарын есептеу жолдары	27
2.13	Тоннелдерді щит-қалқандық кешендермен өтудегі негізгі технологиялық операциялар	30
2.14	Механикаландырылмаған ЩН-1 қалқанымен өтпелі тоннельді салу (өту) технологиясы	33
2.15	ЩН-1 ұңғымалық қалқанның өнімділігін есептеу	36
3	Метрополитен құрылысындағы өтпелі тоннелді салудың техника-экономикалық көрсеткіштерін есептеу	39
3.1	Өтпелі тоннель құрылысының техника-экономикалық көрсеткіштерін есептеу жолдары	39
4	Алматы метрополитенінің жерасты құрылысы жұмыстары кезіндегі еңбекті қорғау шаралары	40
4.1	Метрополитеннің өтпелі тоннелін салу кезіндегі техника қауіпсіздігі	40
	Қорытынды	41
	Пайдаланылған әдебиетер тізімі	43
	Қосымшалар	

КІРІСПЕ

Едәуір-үлкен қалалардағы жолаушы көлігін ұйымдастыруға байланысты болатын міндеттерді шешу өте қиын және күрделі мәселе болып табылады, бұл мәселелерді ғылыми негізделген жобаларды сараптамадан өткізу арқылы ғана іске асыруға болады. Жолаушыларды тасымалдау мәселелерін тиімді әрі дұрыс шешу үшін жерасты метро көліктерінің алатын орны ерекше екендігі әлемдік тәжірибелерден белгілі. Метрополитен құрылысының барлық желілері мен бағыттарын жобалау үшін, қаланың барлық құрылымдық ерекшеліктерін, қала шаруашылығының әртүрлі салаларын, олардың қазіргі уақыттағы жағдайын және келешектегі қаланың даму жоспарларына байланыстыра отырып, терең зерттеп білу арқылы жүзеге асыруға болады [1].

Едәуір-үлкен қалалардың көлікпен тасымалдау және соның ішінде метрополитендерді жобалау сұрақтарын дұрыс шешудің ең басты ерекшеліктеріне мыналарды жатқызуға болады: жербетінің топографиясын және қаланың жекеленген аудандарындағы бар және жобаланған құрылыс объектілерін, қала халқының орналасу тығыздығы, қала көліктерінің жеке түрлерінің, жолаушы ағынын және жолаушы айналымын статистикалық зерттеулердің негізінде анықтаған сипатымен мөлшері, тұрғын үй массивтерінің, мәдени қоғамдық, сауда және өнеркәсіп орындарының қазіргі кездегі жағдайы және қаланың бас жоспары бойынша дамып орналасуын ескеру керек [1, 2].

Осы келтірілген барлық материалдарды тиянақты талдап білу қала метрополитені желілерінің келешек схемаларын жобалаудың негізі болады және оларды орындаудың кезектерін анықтайды.

Метрополитеннің жекеленген желілерін және құрылыс кезеңдерін нақты жобалау бекітілген басты даму схемасы негізінде жүргізіледі.

Метрополитен желілерін жобалаған кезде қала жоспарында станцияларды орналастыру, олардың ең тиімді арақашықтықтарын таңдау өте маңызды болып саналады. Станцияларды жолаушылардың ең көп топтасып жиналатын жерлеріне орналастырады. Станциялардың бір-бірінен арақашықтығын қатынастың жоғары жылдамдығын және метрополитен бекеттеріне келудің ыңғайлы шарттарымен қамтамасыз етіп таңдайды. Жолаушыларға қолайлы болу жағынан қарағанда метрополитен желілері бойынша адамдардың станцияға келіп жету уақытының ең ұзақтығы 10-12 минуттан аспауы тиіс.

Осы берілген тапсырмаларды дұрыс шешу үшін, яғни, Алматы метрополитені құрылысындағы «Москва» мен «Достық» станцияларының араларын қосатын жерасты көліктік өтпелі тоннел қазбасын щит-қалқандық кешенмен салудың технологиясын жобалау дипломдық жобада қарастырылды.

1 Алматы метрополитенінің жерасты объектілері орналасқан аймақтың геологиялық сипаттамалары

1.1 Жалпы мағұлматтар

Алматы қаласы Іле Алатауының солтүстігіне қарай жазық-қырлы әртүрлі беткейлі жазықтықта орналасқан. Аталған беткейлердің еңісі солтүстікке қарай 5 градус шамасында өзгереді. Рельефі ауыспалы толқынды, дөңесті тізбектелген және терең емес болып шоғырланған жыралармен таудан аққан кішігірім өзендердерің алқабымен де ерекшеленген. Метрополитен желілернің трассасы бойына, Абай мен Райымбек даңғылдарының арасында, жоғарғы беттің белгісінің құламасы 100 м жетеді, ал беткей еңістігі - 0,035%. Абай даңғылының субендік бағытында орналасқан үстіңгі беттің белгісінің құламасы Абай мен Алатау станцияларының арасында - 46,5 м.

Алматы қаласының климаты континентті, жайлы деуге болады. Біршама өзгерістер тау массивімен жазықтықтарда байқалады. Жылдық орташа температурасы $8,9^{\circ}\text{C}$, суық айы - қаңтар айы болып саналады, орташа температурасы - $7,9^{\circ}\text{C}$, ең ыстығы шілде айы, орташа температурасы $+24^{\circ}\text{C}$. Қаңтар айының салқындығының абсолютті максимумы $-28 \div 32^{\circ}\text{C}$, шілде айының ыстықтығы бойынша абсолютті максимумы $+31 \div 36^{\circ}\text{C}$ болып келеді.

Жауын-шашын жыл бойына саны – 628 мм, жауын түріндегісі 540 мм. Қар жабындысы желтоқсан айында тұрақты болады және ол наурыз айында бұзылады. Қар қалыңдығы орташа есеппен 27 см құрайды. Жер тоңының қату тереңдігі 1,0 м шамасында.

Құрылыс өтілетін ауданның геологиялық құрылымына тоқталсақ, палеозойдан осы заманға дейінгі әртүрлі жастағы шөгінділер кіреді. Палеозой шөгінділер карбон-эффузивті шөгінді қабатынан тұрады. Аудан тектоникалық таулы аралық ойпатты түрінде болып қалыптасқан. Ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері негізінде Алматы қаласының аумағы сейсмикалық аудандау күші бойынша сейсмикалық активтілігі 9 және одан да жоғары баллды екі ауданнан тұрады. Сейсмикалық 9 баллды бірінші аудан мына шекаралардан тұрады: Солтүстікте – Райымбек даңғылы, шығыста – кіші Алматы өзені, оңтүстікте – төменгі тау бөктері, батыста – қаланың Боралдай жағының жиегі [1, 2, 5].

1.2 Жерасты өтпелі тоннелдері өтілетін құрылыс ауданының геологиялық және гидрогеологиялық шарттары

Алматы метрополитенінің бірінші кезегі құрылыс ауданында инженерлік-геологиялық ізденулерін МЕТРОГИПРОТРАНС институтының техникалық тапсырмасымен Алматы ГИПРОТРАНС, КазГИИЗ басқармасының Қазақстандық бөлімшесі орындады [5].

Метрополитеннің жерасты бекеттері мен өтпелі тоннельдерін салудың инженерлік-геологиялық шарттарын білу мақсатында метрополитеннің бірінші жолының инженерлік-геологиялық зерттеулері жүргізілген. Ең жоғарғы

қабаттан грунт алынады. Грунт сипаттамасы жоғарғы қаттылыққа байланысты жаңа қабат түзеді. Грунттың сулануы $41,3 \div 44,3$ м тереңдіктен басталады [5].

Метрополитеннің бірінші желісінің жоларнасы бойымен тереңдігі 85 метрге дейін 10 барлау ұңғымалары бұрғыланған және тереңдігі 20 метрге дейін 12 барлау шурфтары қазылған. Осындай зерттеу тәсілтері арқылы таутаужынысытарының физико-механикалық қасиеттері табылған. Олардың құрамы - бос саздытардан, қиыршықтас пен малтатастардан, және құрылыстық калдықтардан тұрады.

Бос саздытың меншікті салмағы $\gamma = 15,6$ кН, ішкі үйкеліс бұрышы $\varphi = 20^\circ$ меншікті ұстасуы $c = 50$ кПа, деформация модулі - табиғи ылғалдылық шарттарында – 12 МПа және суға қаныққан кездерде 6 МПа шамасымен сипатталады. Бос саздытарда тұздар кездеспейді, осы себепті, бетонның коррозиясына әсер етпейді деуге болады. Массивтерде құрамында 200 мм-ге дейінгі және одан артық қойтастар кездеседі. Петрографиялық тұрғыдан малтатасты таужыныстары, сұр гранит пен гранодиорит сынықтарынан тұрады. Малтатастар мен қойтастар кезеседі, олар дөңгелек пішінді, негізінен өте берік болып келеді. Қойтастардың орташа өлшемі 500 мм-ге жетеді, кейде ең едәуір-үлкен өлшемі - 1 200 мм-ге дейін барады [3, 5].

Осындай ірі кесекті таужыныстарының орташа тығыздығы $2,24$ т/м³, табиғи ылғалдылығы 3,5%, ішкі үйкеліс бұрышы $\varphi = 35^\circ$, есепті меншікті ұстасуы 30 кПа, деформация модулі 73,0 МПа, есептік кедергісі 550 кПа. Ал, таужынысының тығыздығы едәуір аралықта өзгереді, яғни, $2,03 \div 2,34$ т/м³, қопсу коэффициенті $1,25 \div 1,5$ шамасында өзгереді, Пуассон коэффициенті $\mu = 0,26$, М.М.Протодьяконов бойынша таутаужынысытарының бекемдігі $f = 0,7 \div 1,7$.

Алатау артезиан алабының оңтүстік шекарасында және су ағысы жоғары аймақта орналасқан. Құрылыстың басында жерасты суының деңгейі 90-100 м тереңдікте болған. Имиялық құрамы бойынша жерасты суы гидрокарбонатты - натрийлі әрі кальцийлі типті және бетонды жемірмейді. Сүзілудің орташа коэффициенті $4 \div 7,6$ м/тәулігіне. Өткізгіштік деңгейінің коэффициенті 2×10 м²/тәулігіне суөткізгіштік 3 20-дан 1 7500 м²/тәулігіне дейін, артезиан ұңғымаларының салмақты дебиті 1-ден 9 м³/сағатына дейін [5].

Жерасты суларының арналары таудан жазыққа қарай жалпы еңіске ие, ысырынды конусының жеке бөлікшелерінде елеулі өзгереді, бірақ жалпы үстіңгі беттің еңісінен едәуір аз. Жерасты суы арнасының орналасу тереңдігі тау массивіне қарай артады және үстіңгі қабатта 200 м дейін жетеді.

Суға қаныққан жағдайда осы таутаужыныстарының тұрақтылығы күрт төмендейді: қазба күмбезінің және қабырғаларының кенеттен опырылып құлауы мүмкін. Осыған байланысты жерасты ғимараттарын тұрғызып салған кезде қазба толық қимасы бойынша бекітпеленуі тиіс. Малтатасты таутаужыныстарының жерасты, техникалық, тасқын сумен қанығуын үзілді-кесілді болғызбау керек [5].

2 Метрополитеннің жерасты көліктік өтпелі тоннелдерін щит-қалқандық кешенмен салу (өту) технологиясын жобалау

2.1 Щит-қалқандық кешенмен жерасты тоннелін өту тәсілінің мәні

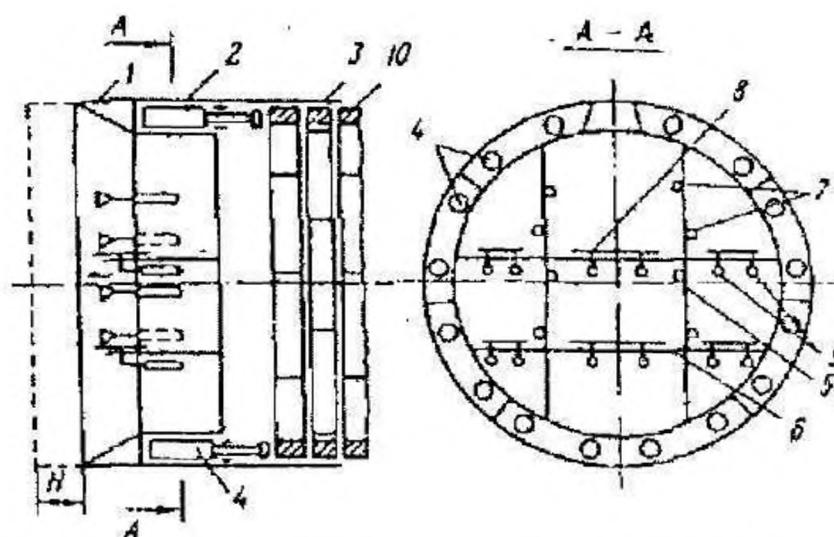
Жерасты сілемдерінде өтілетін өтпелі тоннелдерді қалқандық (щиттің) комплексімен салудың негізгі мағынасы – таужыныстарын қазып-тиеу жұмыстары, тұрақты бекітпені (бекітпе-қаптаманы) орнату сияқты негізгі жұмыстар қазба кенжарында (забойында) орналасқан және таужыныстарын алу барысында жылжып отыратын уақытша метал қабыршақтың (щит-щит-қалқанның) панасында жүргізіледі [1].

Қалқандық кешендер әртүрлі геологиялық және гидрогеологиялық шарттарда жерасты ғимараттарын салу үшін қолданылатын тәсіл. Қалқандық кешендермен тоннель салу тәсілі - әртүрлі геологиялық және гидрогеологиялық қасиеттері бар таужынысытарының сілімдерінде, әсіресе тұрақсыз және әлсіздеу-жұмсақ таутаужынысытары сілімдерінде, тау қысымының мөлшері едәуір-үлкен және қазбаға су келімі мол болған шарттарда, Сонымен бірге,, қаланың ішінде, жер беткейінің шөгіп кетпеуін (отырмауын) болдырмау үшін қолданылатын ең оңтайлы тәсіл болып саналады. Осы ерекшеліктеріне қарай, жазық қазбаларды (метро тоннелдерін, коммуналдық жерасты жүйелерін, т.б. жерасты ғимараттарын) салғанда, әсіресе тұрақсыз әлсіздеу-жұмсақ таутаужынысытары сілімдерінде өте жиі қолданылады [2].

Бұл тәсілді алғашқы болып Ағылшын елінің инженері Марк Изамбар Брюннель ойлап тапқаны белгілі. Ол кісінің ұсынысы бойынша Лондондағы Темза өзенінің астынан 1825 жылы тоннель өткенде алғаш рет қолданылған. Ал, ТМД елдерінде 1934 жылы Москваның метрополитенінің құрылысын салғанда пайдалана бастады. Щит-қалқанның көлденең қимасының пішініне қарай дөңгелек пішінді, эллипс тәрізді, таға тәрізді, және тікбұрышты болғандығы да мүмкін, бірақ та ең көп таралған түрі ол дөңгелек пішінді түрі деп айтуға болады [3].

Щит-щит-қалқандардың (щиттердің) конструктивтік құрылымдары әртүрлі болып келгенімен, олардың құрылымдарындағы келесідей негізгі бөлшектерді ерекшелеуге болады. Яғни, пышақтық сақина әлсіздеу-жұмсақ және бос-сусымалы таужыныстарын жарым-жартылай кесуге және таужыныстарының опырылуынан қорғауға жұмыс істейді. Таужыныстарын қазып алуды осы пышақтық сақинаның панасына жүргізеді. Пышақтық сақинаға тікелей тірелетін демеулік сақина щит-қалқанның негізгі көтеруші құрылымы болып келеді және щит-қалқандық гидравликалық домкраттарын 4, құбырларды және щит-қалқанның қозғалуын басқаратын пульт орналастыру үшін қызмет етеді. Щит-қалқанның артқы жағында тұрақты бекітпені (бекітпе-қаптаманы) 10 тұрғызады. Щит-қалқанның жылжуы, ал әлсіздеу-жұмсақ таужыныстарында оның массивке сығымдалуы щит-қалқандық гидравликалық домкраттардың көмегімен атқарылады [4, 5].

Диаметрлері екі метрге дейінгі қалқандарда бөлуші қабығалар болмайды. Өлшемдері едәуір-үлкен щит-қалқандарды олардың қаттылығын және мықтылығын көбейту үшін бірнеше жазық және тік бөлуші қабығалар орнатылады[1, 2].



Кескіш сақина (1), тірек сақинасы (2), кешенінің артқы бөлімі (3), гидродомкрат (4), тік (5) және жазық (6) орнатылған бөлуші кергіштер

2.1 Сурет – Қалқанды кешенінің сұлбасы

Жазық және тік бөлуші қабығалар щит-щит-қалқанның көлденең қимасын тәуелсіз аймақтарға бөледі, олар бүкіл кенжар бойынша құрылыстық жұмыстардың ыңғайлы болғандығын және қауіпсіз тиімді жүруін қамтамасыз етеді. Керек болған кездерде қазба кенжарын бекітпелеу забойлық домкраттарымен 7 атқарылады. Бөлуші қабырғаларда жылжымалы платформаларды да 8 гидродомкраттарымен 9 орнатады, олардан щит-щит-қалқанның жұмыс аймақтарында таужыныстарын қазады.

Щит-қалқанның алға жылжуы келесі ретпен орындалады. Пышақтық сақинаның алдындағы таужыныстары сілемін Н енбе тереңдігіне дейін қазып алғаннан кейін, щит-щит-қалқанның гидравликалық домкраттарын 4 іске-қосады, олардың штоктары бекітпенің козғалмайтын сақинасына 10 келіп тіреледі, осының арқасында қалқан алғы бос кеңістікке қарай жылжиды. Қалқан жылжыған кезде қазбаның жиегі бойынша оның пышақтық бөлімімен таужынысы жартылай кесіліп алынады [2, 4]. Қалқан (щит) жаңа енбеге қарай жылжығаннан кейін, щит-қалқандық гидродомкраттардың штоктары өздерінің бастапқы орындарына барады, содан кейін, артқы бөлімінің қабықшағының панасында құрастырмалы темірбетон элементтерінен тұратын тұрақты тубингті бекітпе тұрғызылады. Яғни, тубингтер орнатылғаннан соң, щит-щит-қалқанның сырт аймағындағы бекітпе-қаптаманың сыртына ондағы тесіктері арқылы тампонаждық ерітінділер енгізіледі [4].

Қазбалық щиттердің негізгі геометриялық параметрлеріне жататындар: Қалқандық кешеннің сыртқы қабықшағының диаметрі D_k , қалқан кешенінің

ұзындығы L_k және оның оралымдық (маневр) коэффициенті K_m кешеннің оралымдық коэффициенті мына қатынастан табылады:

$$K_m = L_k / D_{ш} \quad (2.1)$$

Қазбалық қалқандық кешеннің диаметрі $2,1 \div 3,2$ метрге дейін болса, онда олардың оралымдық (маневрлік) коэффициенті $1,6 \div 1,4$ болады, диаметрі $4 \div 5$ метр болса, онда $K_m = 1,2 \div 0,8$; Егер, қалқандық кешенінің диаметрі $5,0$ метрден артық болса, онда оралымдық коэффициентінің шамасы $0,75 \div 0,4$ болады. Маневрлік коэффициенттің мағыналары едәуір-үлкен болғанда, щит-қалқанды басқару қиындай бастайды, әсіресе бұрылу иіндерінің радиусы кішкене қазбаларды өткен кездерде.

Қазбалық қалқандық кешеннің қабықшағының сыртқы диаметрі оның артқы бөлімінің ішінде құрылатын тоннелдің қаптамасының сыртқы диаметріне d_c , бекітпе-қаптаманы құруға ыңғайлы болғандығы үшін және тоннелдің өсінің, қазбаның қисық сызықты аймақтарындағы, ауысуын ескеретін құрылыстың саңлаудың - E шамасына және бекітпе-қаптаманың қалыңдығына (δ) байланысты болады. Құрылыстық саңлаудың (E) шамасы әр елдердің тәжірибелеріне сүйене отырып, шамамен бекітпе-қаптаманың сыртқы диаметрінің $0,8\%$ -дай етіп алады.

Яғни:

$$D_k = d_c + E + 2\delta = 1,08 d_c + 2\delta, \text{ м.} \quad (2.2)$$

Қалқандық кешеннің сыртқы қабықшағын болат металлдың құймасынан жасайды. Оның қалыңдығын таужыныстары сілемінің қысымдары мөлшеріне байланысты мықтылық шарттарымен есептеп табады. Сонымен бірге,, қазбалық қалқандық кешеннің темір қабықшағы таужыныстарымен үйкеліске де төпеп беруі керек.

Қалқандық (щиттік) кешендерді және оның элементтерін жобалағанда осы шарттар ескеріледі. Қалқандық кешендердің темір қабықшағының қалыңдығы диаметрі кіші кешендерде 6 мм, ал едәуір-үлкен диаметрлі кешендерде 60 мм-ге дейін барады.

Қалқандық кешеннің сыртқы ұзындығыкелесідей табылады:

$$L_k = L_{к.с.} + L_{т.с.} + L_k, \text{ м;} \quad (2.3)$$

мұнда: $L_{к.с.}$ – кескіштік сақинаның ені, м;

$L_{т.с.}$ – тіректік сақинасының ені, м;

L_k – Қалқандық кешеннің артқы бөлімінің (қабықшағының) ені, м.

Кескіштік сақинаның ені ($L_{к.с.}$) тоннель өтілетін таужынысытарының тұрақтылығына байланысты табылады. Берік тұрақты таужынысытарының массивінде оның мөлшері ($L_{к.с.}$) щит-қалқанның ішінде жұмыс істеу үшін қауіпсіз әрі жұмыс істеуге тиімді болғандығы қажет, сондықтанда, диаметрі орташа щит-қалқандарда оның ені $1,0 \div 1,2$ м болады. Егер қазба бос-сусымалы таужыныстары массивінде өтілетін болса, онда кескіш сақинасының енін жобалағанда, тоннел қазбасындағы бекітілмеген таужынстарының, щит-қалқанның биіктігіне сәйкес, құлау бұрыштарында ескерген жөн.

Тірек сақинасының енін ($L_{м.с.}$) көп жағдайларда щит-қалқанның домкраттарының штоктарының жұмыс кезіндегі созылу мөлшерінен екі есе артық етіп алады. Домкраттың штогінің жұмыс жолын (созылуын), көп жағдайларда қаптама сақинасының енімен бірдей (v) етіп қабылдайды, яғни:

$$L_{м.с.} = 2 \cdot v; \text{ м.} \quad (2.4)$$

Қалқандық кешеннің артқы бөлімінің (қабыршағының) ені келесі ретпен табылады:

$$L_k = \ell_1 + \ell_2 + \ell_3, \text{ м;} \quad (2.5)$$

мұнда: $\ell_1 = (1,2 \div 2,2)v, \text{ м};$

ℓ_1 – қапсырманы жабудың шамасы, оның мөлшерін қапсырманың бір сақинасының енінен сәл жоғары $1,20$ есе етіп қабылдайды. Егер таужыныстары бос-сусымалы және опырылмалы болса, онда $2,20$ есе етіп алады.

ℓ_2 – домкраттың тіреуіші мен бекітпе-қаптаманың ернеуінің арасындағы саңлау мөлшері, $\ell_2 = 0,2 \text{ м};$

ℓ_3 – гидродомкраттың конструкциялық бөлшегінің ұзындығы, әдетте $0,4 \div 0,7 \text{ м}.$

2.2 Щит-қалқандық кешендердің классификациялық жіктелімі

Қазбалық щит-щит-қалқандардың қолданылу аймағына, тоннел құрылысының тау-кен геологиялық шаттарына, салынып жатқан тоннелдің қызмет етуінің мақсаты мен арналу орындарына, өтілетін қазбаның көлденең қимасының өлшемдеріне және кенжарды бұзудың, қопсытылған таужыныстарын тасымалдаудың тәсілдеріне, бекітпелерді орнату жұмыстарының механикаландыру деңгейіне, таужынысын бұзатын орындаушы жабдықтың (кұралдың) түріне және оны жылжыту тәсіліне байланысты жіктемелеуге болады.

Қазбалық щит-қалқандарды мынадай негізгі белгілері бойынша жіктейді. Өтілетін жерасты ғимараттарының көлденең қимасының ауданы бойынша

(щит-калкандардың диаметрлеріне байланысты) щит-калкандарды кіші диаметрлі (3,20 метрге дейін), орташа диаметрлі (3,20÷5,20 метр аралығына дейін) және едәуір-үлкен диаметрлі (5,20 метрден артық) деп жіктейді [1].

Диаметрлері кіші және орташа щит-щит-калкандарды көп жағдайларда қалалардағы және өнеркәсіп орындарындағы әртүрлі коллекторлық тоннелдер мен гидротехникалық тоннелдердің құрылыстарын жүргізгенде пайдаланады. Сонымен бірге,, орташа диаметрлі щит-калкандық кешендерді кеніштер мен шахталардағы ұстамсыз, әлсіздеу-жұмсақ массивтерде терең емес болып өтілетін тау-кен қазбаларын өткенде де пайдаланады [2].

Жерасты ғимараттарын салу процесстерін механикаландыру деңгейіне және щит-калкандардың құрылымдарына байланысты Қазбалық щит-калкандар механикаландырылмаған, жартылай Механикаландырылмаған және толық Механикаландырылмаған болып жіктелінеді. Қазба өтілетін таужыныстары сілемдерінің қасиеттері өзгеріссіз-біркелкі болған шарттарда Механикаландырылмаған калкандарды пайдаланған тиімді болып есептеледі. Сонымен бірге, тәжірибелерді талдайтын болсақ, диаметрі едәуір-үлкен, едәуір ұзын тоннелдерді кәдімгі дәстүрлі қазбалық жабдықтарды пайдалана отырып, механикаландырылмаған калкандармен салуға да болады, бұл тәсілде кең қолданылады [1, 2].

2.3 Механикаландырылмаған калкандар кешендерінің жұмысының мән-мағынасы

Механикаландырылмаған щит-калкандары кешендерінің бас жақтары ашық немесе жабық болғандығы мүмкін, яғни, қазбаның кенжары ашық қалдырылады немесе арнайы құралдар мен құрылымдардың көмегімен бекітіледі [1, 2].

Бас жақтары ашық болатын щит-калкандарды тоннелдер құрылысында кездігетін әртүрлі тау-кен геологиялық шарттарда (әсіресе тұрақсыз таужыныстары сілемінде) пайдаланылады. Аталған шарттарда щит-щит-калканның бас жағы қатты алаңшалармен жасақталады, олар кенжарды ярустарға бөледі, сол ярустағы аздап төгілген жыныстар бөгеті щит-щит-калканның іш жағына таужынысы сілемінің өздігінен көптеп төгілуін болдырмайды. Бас жақтары жабық калкандар суланған сазды және құмдақты таужыныстарында арнайы қазу тәсілдерімен бірге тоннелдерді өткен кездерде пайдаланылады. Осындай құрылымды калкандарда тоннелдің кенжары шандорлық (суырмалы) бекітпемен немесе арнайы диафрагмалармен бекітіледі [1].

Механикаландырылмаған калкандарда барлық жұмыс процесстері, жылжытудан басқасы қолмен немесе щит-щит-калканның өзінде орнатылмаған жекедара жабдықтармен орындалады. Оған мысал ретінде Алматы метрополитенінің жекленген тоннелдерін жүргізгенде іс жүзінде механикаландырылмаған калкандық кешендер қолданылған. Аталған шарттарда механикаландырылмаған калкандық кешендерде оларды жылжытудан басқа процесстердің барлығы (кенжар жыныстарын бұзу, қопсытылған жыныстарды тиеп-тасу,

бекітпені орнату жұмыстары) қолмен немесе жекеленген, қалқанға орнатылмаған, жабдықтармен іске асырылады. Яғни, бұл жерде щит-қалқан текқана уақытша бекітпенің ролін атқарады, ал таужыныстарын бұзатын, тиейтін және бекітпе-қаптаманы орнататын жабдықтар жекедара жұмыс істейді, яғни қалқанға орнатылмаған жеке жабықтар болып табылады [4, 5].

Жартылай механикаландырылмаған щит-қалқандарда кенжарды бұзатын арнайы мүшесі болмайтын кешендерді жатқызады. Бұл щит-қалқандарда таужыныстарын қазып-бұзу жұмыстары қол құралдарымен жүзеге асады (жүргізіледі): уатқыш балғамен, бұрғылау-аттыру тәсілімен немесе щит-щит-қалқанның пышақтық сақинасының элементтерін жыныс массивіне қысымдай кіргізу арқылы жүзеге асуы мүмкін. Ал, одан басқа операциялар щит-щит-қалқанның өзіне орнатылған жабдықтардың көмегімен (яғни щит-қалқанның өзімен) іске асырылады.

Щит-қалқандардың жұмыс істеу принциптерін және Алматы қаласының шарттарын, экономикалық шешімдерді ескере отырып, біздің дипломдық жобамызға тапсырма ретінде берілген, «Москва» мен «Достық» станцияларының араларын қосатын жерасты көліктік өтпелі тоннел қазбасын салуға механикаландырылмаған ЦН-1 қалқандық кешенін таңдап қабылдаймыз. Оның техникалық сипаттамасы 2.1-кестеде келтірілді.

2.1 Кесте – ЦН-1 механикаландырылмаған щит-қалқанның сипаттамасы

№	Көрсеткіштері	ЦН-1 сипаттамасы
1	Щит-щит-қалқанның диаметрі, мм	5624
2	Артқы жағының ішкі диаметрі, мм	5560
3	Щит-щит-қалқанның ұзындығы, мм	5135
4	Жұмыс алаңшаларындағы ярус саны	1
5	Конвейердің типі	-
6	Өнімділігі, м ³ /мин	-
7	Құрастырмалы бекітпе сақина-ң ені, мм	1000
8	Щит-щит-қалқанның массасы, т	10 2
9	Қалқанға орнатылған двигательдердің қуаты, кВт	34
10	Жайлы шарттардағы тоннел құрылысының техникалық жылдамдығы және өнімділігі, м/ауысым	2,0
11	Жүрісі, мм	1200
12	Бекітпе типі Жүккөтергіштігі, Н	Құрастырмалы тубинг
13	Щит-қалқандық домкраттар саны	19
14	Жалпы тах күші, кН	19000
15	1м келетін күш (пышақ қырының), кН/м	10 70

Щит-қалқандық кешендері механикаландырылмаған болып есептеледі, Егер де, де, кенжардағы таужынысы сілемдерін бұзу әртүрлі типтегі жұмыстық атқару органдарымен орындалатын болса, яғни, қазбалық циклдің басқада негізгі операциялары толығынан механикаландырылып орындалады [2, 4, 7].

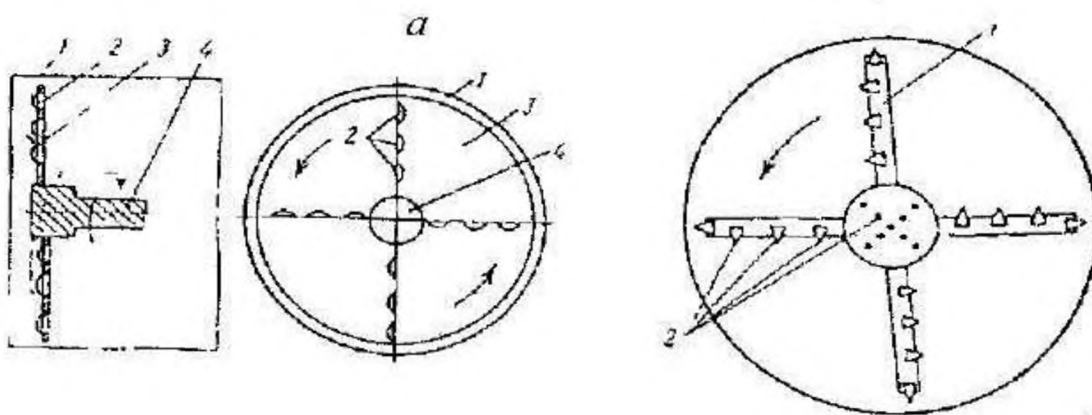
Кенжардағы таужыныстарын бұзатын атқару мүшесінің типіне байланысты тоннелдер құрылысының тәжірибелерінде ең көп таралымдар тапқан түрі ол, Механикаландырылмаған щит-қалқандарды айтуға болады. Атқару органдарының мынадай типтері кездеседі: роторлық, планетарлық әрекет-кимылы таңдамалық, теңселмелік, құранды алаңдармен жабдықталған түрлері.

2.4 Роторлық атқару мүшесі бар щит-қалқандық кешендерінің жұмысының ерекшеліктері

Роторлық атқару мүшесі бар щит-қалқандық кешендерді әртүрлі тау-кен геологиялық шарттарда тоннелдерді салуға пайдалануға болады. Яғни, роторлық атқару мүшесімен жасақталған қалқандар кез-келген тау-кен геологиялық шарттарда тоннелдер өтуге мүмкіндік береді, атап айтқанда: суланған құмдауытты таужыныстарынан бастап, орташа берік таужыныстарына дейінгі сілемдерде тоннел өткенде пайдалануға болады. Олардың жұмысы шарлы-кашаулы құралдармен бұзуға негізделген [6].

Ротордың орталық бөлімі бұзушы құрылғыларымен жасақталған басбұрғы болып келеді, ол, тоннел қазбасын жоспарлаған бағыттарда жүргізуді қамтамасыз етеді, сонымен бірге, жиектеуші кескіштері болады, олардың орналасу диаметрі щит-щит-қалқанның диаметрінен аздап едәуір-үлкендеу болып келеді, қазба жиегі бойынша таужыныстарын қазу үшін пайдаланылады, щит-щит-қалқанның пышақтық контурын сынып шағылудан сақтауды қамтамасыз етеді, бүйір беттерінің үйкелісін төмендетеді. Винттік немесе жайпақ планшайбалы атқару органдарының пластикалық көрсеткіштері болады. Роторлық атқару органдардың радиалдық қалақшаларының саны екіден (2-ден) сегізге (8-ге) дейін өзгереді, ал, қалақшалардағы көрсеткіштердің саны үштен (3-тен) он сегізге (18-ге) дейін болады.

Роторлық атқару мүшесі бар типтегі «ЩН-1», «ММЩ-1», «ПЩМ», «ЩМР» «Киев» және тағы басқада щит-қалқандарды, сонымен бірге, шетелдік көптеген фирмалардың қалқандарын да атап өтуге болады [1, 6].



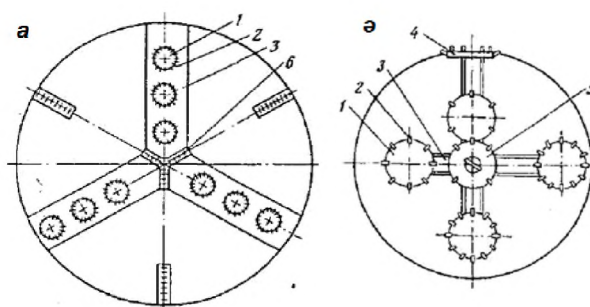
а) планшайбалы түрі; ә) радиалды қалақшалы түрі

2.2 Сурет – Роторлық типті атқару мүшесінің сұлбасы

2.5 Планетарлық қимыл-әрекетті атқару мүшесі бар щит-қалқандық кешендер

Тығыз болып қалыптасқан, құрғақ бос саздақтарда, мергельдерде және сазды тақтатастарда тоннелдерді салуда планетарлық қимыл-әрекетті атқару мүшесі бар щит-қалқандарды пайдалануға болады.

Планетарлық әрекет-қимылды атқару мүшесі бар қалқанда (2.3-сурет) таужыныстарын бұзатын құралдар 2 әрқайсысы өз осьтерінде айналып тұратын табақшаларға 1 бекітілген. Аталған әрбір табақшалар жүргізушіге (водилага) 3 бекітілген, ол щит-қалқанның орталық белдігінде айналады. Щит-қалқанның осының бойымен кенжарға қарай жүргізгіштер жылжығанда және табақшалар өзінің осьтерінде айналғанда, оларға бекітілген кескіштер кенжарға қатынасты күрделі планетарлық қозғалыстар жасайды.



а) тоғыз табақшалы түрі; ә) бестабакшалы түрі

2.3 Сурет – Планетарлық қимыл-әрекетті щит-щит-қалқанның атқару мүшесінің сұлбасы

Атқару мүшесі кенжардың бүкіл беті бойынша таужыныстарын бұзады немесе концентрлік саңылауларды ойып жасайды, ал олардың арасындағы тұтас таужынысы белдіктері сынып-бұзылып түсе бастайды. Кенжардың орта бөлімі орталық табақшамен 5 немесе басбұрғымен 6 бұзылып құлатылады. Кенжардың контуры жиектеуші табақшаның 4 кескіштерімен жасалады, оның орны арнайы құрылыммен реттеледі [2].

Планетарлық атқару мүшесі бар қалқандар негізінен метрополитеннің өтпелі тоннелдерінің құрылысы үшін дайындалып қолданылады.

Бұндай щит-қалқандардың қолданылу аймағына тоқталатын болсақ, бұл щит-қалқандардың қолданылу аймағы бұзушы құралдың қолдану аймағымен анықталып табылады. Табақшаларға өзектік кескіштерді орнатқан кездерде бекемдік коэффициенті ($f < 3$) болатын жыныстарды бұзып қопсытуға болады, құрышты қорытпалы жетілдірген кескіштерді орнатқанда – $f < 6$ дейінгі жыныстарда қазба өтуге пайдалануға болады. Мұнда табақшалардың саны 2-ден 6-ға дейін өзгереді, ал, табақшалардағы кескіштердің саны 6-дан 18-ге дейін болады.

Екітабақшалық қалқандар «Москва 105М», «Киев 105К» және қозғалтқышының қуаты көбірек «Тбилиси 105Т» қалқандары болып табылады. Төртбағытты жүргізушісі және алты табақшасы бар «Ленинградтық» деп аталатын «Л-1» қалқаны метрополитен құрылысында кеңінен қолданылған. Сонымен бірге, «Ясновитск» машина жасау зауыты «КТ1-5,6» қалқандық кешенді жасап шығарды, оның атқару мүшесінің әрқайсысының қуаттылығы 100 кВт екі электрлі қозғалтқышпен жабдықталынған. Атқару мүшесі алты табақшамен жасакталған. Шетелдің қалқандарынан «Демаг АГ» фирмасының қалқанын атап өтуге болады [2]. Жоғарыда айтылған кейбір щит-қалқандардың техникалық сипаттамалары 2.2-кестеде келтірілген.

2.2 Кесте – Планетарлық атқару органдары бар щит-қалқандардың сипаттамасы

№	Көрсеткіштер	Щит-қалқанның белгіленуі			
		105Т	Л-1	ПЩМ-5,6 КТ1-5,6	«Демаг» ФРГ
1	Щит-щит-қалқанның диаметрлері, мм	5600	5660	5630	5740
2	Щит-щит-қалқанның ұзындықтары, мм	5335	5 7 20	5550	д/ж
3	Табақшаларының жалпы саны, дана	2	6	6	9
4	Атқару мүшесінің алға жылжу мөлшері, мм	500	5 75	550	1000
5	Конвейер: түрі өнімділігі, м³/мин	Таспалы 2	Таспалы 2	Таспалы 3,5	д/ж -
6	Қалқандық домкраттар: саны	16	2 4	19	2 2
	Жалпы тах күші, МН	16	13,4	19	41
	Щит-қалқанның пышақтық жиегінің 1 м келетін күштер, кН/м	910	756	1073	2280
	Жүрісі, мм	1200	1200	1200	800
7	Құрастырмалы бекітпе сақинасының ені, мм	1000	1000	1000	700
8	Щит-қалқанның массасы, тонна	230	2 40	156	д/ж
9	Қалқанға орнатылған қозғалтқыштың қуаты, кВт	220	120	270	280
10	Жайлы тау-кен геологиялық жағдайдағы тоннель құрылысының техникалық жылдамдығы: м/ауысым м³/ауысым	1,6	4,0	5,3	5,0
		39,4	100,8	131	130

2.6 Теңселетін атқару мүшесі бар қалқандық кешендер

Теңселетін атқару мүшесі бар щит-қалқандардың басты артықшылығына олардың ұңғылау орнының құрылымының қарапайымдылығын жатқызуға болады. Осыған байланысты щит-қалқанда жабдықтарды орнатуға қажетті бос кеңістіктер болады, бұл өз кезегінде, жұмысшылардың жұмыс жасауына оңтайлы жағдай туғызады. Реактивтік моменттің кезегімен бір немесе басқа жағына әрекет жасауы щит-қалқанның өзінің осының айналасында айналуына қарсы қосымша шараларды қабылдауды болғызбайды. Атқару мүшесін бұзатын аспаптың қандай түрімен жасакталуына қарай щит-қалқандар беріктігі

$f=0,5\div 6$ дейінгі таужыныстарында тиімді жұмыс істей алады. Атқару мүшесінің теңселу қозғалысы көбіне гидравликалық домкраттардың көмегі арқылы іске асады. Теңселетін атқару органдары бір-бірінен секторлардың және шұғылдардың (лучтердің) сандарымен, одан тербеліс бұрышы табылады, белдіктердің санымен, жұмыс алаңының қалқан осыне еңкею бұрышымен, бұзу аспаптарымен және жүргізетін орындарымен өзгешеленеді. Атқару мүшесі тұтас құрылым болып келуі мүмкін немесе бірнеше секторлардан болғандығы да мүмкін, олар бір немесе бірнеше белдіктерге отырғызылады және де, қалқан осыне қатысты экцентрикалық жағдайда болады. Осындай щит-қалқандардың кейбір түрлерінің сипаттамалары 2.3-кестеде келтірілді [2, 4].

2.3 Кесте – Теңселетін атқару органдары бар щит-қалқандардың сипаттамасы

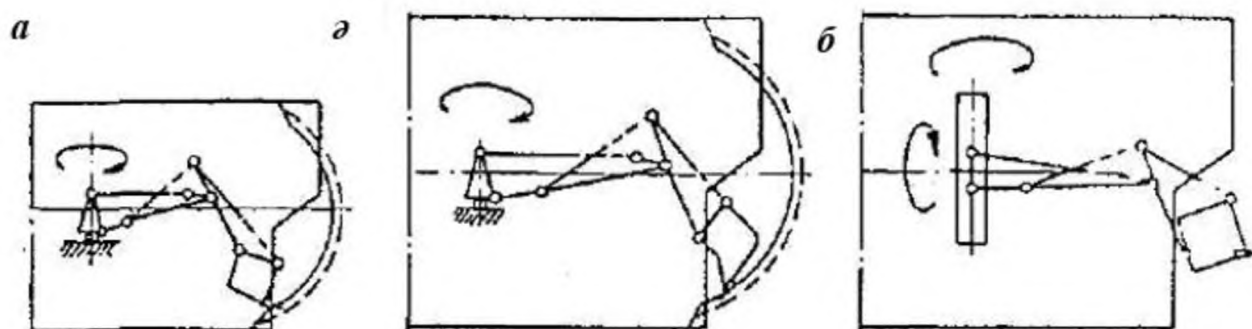
№	Көрсеткіштер	Щит-қалқанның белгіленуі		
		Мосстройдың СКБ	Халыцман ФРГ	Калвелд АҚШ
1	Щит-қалқанның диаметрі, мм	2024	5530	7780
2	Атқару мүшесіндегі шұғылалардың саны	6	8	18
3	Атқару мүшесінің алға жылжу мөлшері, мм	400	400	д/ж
4	Конвейер: түрі (типi) өнімділігі, м³/мин	Сырмалы 0, 2	Сырмалы д/он	Таспалы д/ж
5	Қалқандық домкраттар: саны	16	2 4	20
	жалпы max күші, МН	2,0	40	2 7
	жүрісі, мм	500	-	-
6	Құрастырмалы бекітпе сақинасының ені, мм	350	-	800
7	Щит-қалқанның массасы, тонна	5,8	-	-
8	Қалқанға орнатылған двигателдердің қуаты, кВт	17	800	800
9	Тиеу мүшесінің түрі (типi)	Тербелгіш аяқтар	Жоқ	д/ж
10	Бекітпе қалағышының түрі (типi)	Сақиналық	Пресс-бетон	Жеке арба
11	Жайлы тау-геологиялық шарттардағы тоннель құрылысының техникалық жылдамдығы: м/ауысым м³/ауысым	3	3	5
		9, 4	71	23 7,5

2.7 Экскаваторлық атқару мүшесі бар қалқандық кешендер жұмысымен танысу

Экскаваторлық атқару мүшесімен жасақталған қалқандық кешендердің диаметрі 1220 мм-ден 8000 мм-ге дейін және одан да едәуір-үлкен болып шығарылады. Шөміштерінің сыйымдылығы 0,05-тен 1,14 текше метрге (м³) дейін өзгереді. Экскаваторлық атқару мүшесінің қолданылу аймағы оның шөмішінің таужынысын бұзу мүмкіншілігімен шектеледі, яғни, $f < 1,5$ дейінгі жыныстарды бұзуға мүмкіндігі бар. Экскаваторлық атқару органдары циклдік әрекетті органдарға жатады, себебі, жынысты бұзатын (кесетін) мүшесінің

жұмыстық және босжүрістік циклдері болғандықтан үзілісті түрде жұмыс жасайды [2, 7].

Кенжардағы таужынысын бұзу және жартылай тасымалдау шөміштің көмегімен орындалады, олар **тура** (2.4-сурет а нұсқасы), **кері** (2.4-сурет ә нұсқасы) немесе **құрамалы** (2.4-сурет б нұсқасы) мұнда күректер принциптерінде жұмыс істей алады.



а-тура күректі; ә-кері күректі; б-жүйенің ұзынабойғы өсінің айналасында айналуымен

2.4 Сурет – Экскаваторлық атқару мүшесінің сулбасы

Тұрақты кенжарларда артық қопсытылған таужыныстарының төмен түсуін болғызбайтын шараларды қабылданудың қажеті жоқ деуге болады. Кенжардағы жыныстары тұрақсыз болғанда щит-калканның ішкі кеңістігіне жыныстардың өздігінен құлап түсуін болғызбайтын шараларды қолданады, мысалы, кері күректі атқару мүшесінің жұмысымен синхронды түрде металл пердені пайдаланады, осы кезде кері күрекпен кенжардың бүкіл бетіндегі жыныстарды бір қадам жүрісте қазады. Сонымен бірге,, кенжарды ярустарға бөлетін қабатты немесе алаңшаны пайдалануға болады, (едәуір-үлкен диаметрлі щит-калкандарда). Көптеген едәуір-үлкен диаметрлі щит-калкандарда атқару мүшесі мықты алаңшалар орнатылған, олармен калқан бірден үшке дейінгі ярустарға бөлінген, әрбір алаңшаларда бір немесе екі манипуляторлары бар шөміштермен жасакталған [6].

Жұмыс мүшесі экскаваторлық болып келген щит-калкандардың негізгі артықшылықтарына мыналарды жатқызады: қайта монтаждау жұмыстарынсыз-ақ керек болған кездерде (үлкен-қойтастарды шығарып тастау, кенжарды жартылай немесе толығынан бекіту, қазбаның бағытын реттеу үшін) адамдардың кенжарға өтіп баруына жағдай жасалғандығы, жұмыс кезіндегі сенімділігінің жоғарылығы; жақын өлшемдегі калкандар үшін атқару мүшесін және басқада машиналар мен механизмдерді унификациялау мүмкіншілігінің бар екендігі; тоннелдің көлденең қимасы және ұзындығы бойынша кездігетін әртүрлі таужыныстарымен (соның ішінде қойтастармен) жұмыс істеу мүмкіндігінің бар екендігі; констуктивтік орындалуының салыстырмалы түрдегі қарапайымдылығы [2, 7].

Сонымен бірге, көптеген жағдайларда атқару мүшесінің тиеуші мүшесі қызметін атқара алуы, осыған орай кенжарлық конвейердің қажеттігі болмай да қалуы мүмкін. Едәуір-үлкен диаметрлі щит-қалқандарда таужынысы шөмішпен бірден едәуір-үлкен көлемдегі вагондарға тиелінеді. Бірақта мұндай щит-қалқандардың негізгі кемшіліктеріне мыналарды жақызуға болады: таужыныстарының шарттарына байланысты қолданыс аймағының шектелуі болғандығы; едәуір-үлкен динамикалық жүктемелерді қабылдайтын қалқанды металл құрылымының қабылдануы; атқару мүшесін басқарудың қиын-күрделі болуы, оның үздікті болып циклдік-әрекетте жұмыс істеуі, осыған байланысты тоннел құрылысын қарқынды жылдамдықпен өтуді қамтамасыз етуе алмауы сияқты кемшіліктері бар [2].

«Комацу» фирмасының TM-5075 маркалы (Жапония елі) щит-қалқандық кешені жебеге орнатылған шөмішпен жасақталған, ол жазық және тік жазықтықтарда қозғала алады және де, өзінің осының айналасында дөңгеленеді, кенжардың барлық қимасының беткейімен таужыныстарын бұзып-қазуды қамтамасыз ете алады. Атқару мүшесі экскаваторлық болып келген щит-қалқандардың сипаттамалары 2.4-кестеде келтірілген.

2.4 Кесте – Атқару мүшесі экскаваторлық болып келген щит-қалқандардың сипаттамалары

№ к/к	Көрсеткіштер	Щит-қалқандардың белгіленуі		
		ПУ- 2	Комацу Жапония	Мемко АҚШ
1	Щит-қалқанның диаметрі, мм	1420	5072	7920
2	Щит-қалқанның ұзындығы, мм	6000	7000	8700
3	Конвейер: түрі (типi) өнімділігі, м³/мин	атқару мүшесі -	таспалы 3,3	таспалы 3,5
4	Қалқандық домкраттар: саны, дана жалпы максималды күші, МН жүрісі, мм	2 3,6 1600	16 2 4 д/ж	4 2 8 2 1500
5	Құрастырмалы бекітпе сақинасының ені, мм	700	1200	1200
6	Қалқанға орнатылған двигателдердің қуаты, кВт	22	д/ж	700
7	Щит-қалқанның массасы, тонна	5,4	д/ж	д/ж
8	Атқару және тиейтін органдарының түрі (типi)	Кері күректі	Айналатын шөміш	Кері күректі
9	Щит-қалқанның пышақтық қырының 1 метріне келетін күш, МН/м	0,82	1,5	1,76÷3,2 4
10	Жайлы тау-кен-геологиялық шарттардағы тоннель құрылысының техникалық жылдамдығы: м/ауысым м³/ауысым	1 2 22,5	6 156	9,6 490

2.8 Метрополитен тоннелдерінің қаптамасына түсетін есепті жүктемелерді анықтау жолдары (ҚНЖЕ СНиП-II- 40-80)

Тоннелдердің қаптама бекітпелеріне таужынысы қысымынан болатын жүктемелердің мөлшері қазба өтілетін сілемдердің инженерлік-геологиялық шарттарына қарай талдаулар арқылы және эксперименталды түрдегі зерттемелер аарқылы табылады. Таужыныстарынан болатын жазық және тік жүктемелер, сонымен бірге, ашық тәсілмен жерасты ғимараттарын өтудегі таужынысы қысымынан түсетін тік жүктемелер, қазбаның биіктігі және ені бойынша біркелкі таралады деп қабылданады [3].

Өтпелі жекедара тоннелдердің басқа мөлшерлерінде, бірақта, 9,50 метрден артық болмағанда, таужынысының қысымынан олардың қаптама-бекітпелеріне түсетін тік нормативтік жүктемені 3.1-кестегі мағұлматтар арқылы табуға болады, тек қана, жобалап отырған тоннелдің диаметрінің кестеде келтірілген диаметріне қатынасына байланысты жүктеменің мөлшерін пропорционалды түрде өзгерту қажет болады [3].

Ескертпе. Егер де, олардың арасындағы таза арақашықтық, берік таужыныстарында және де берік сазды-жыныстарда бекітпе-қаптаманың сыртқы диаметрінің жартысынан жоғары болғанда, берік-топырақтарда бекітпе-қаптаманың сыртқы диаметрінен кем емес уақытта тоннелдер жекедара деп саналады [3]. Саздақты таужыныстары сілемінде 45,0 метрден терең болып салынатын тоннелдердерге таужынысы қысымынан болатын тік нормативтік жүктемелердің мөлшерін келесідей арнайыланған коэффициент арқылы табуға болады:

$$K = \frac{H}{45}, \quad (2.4)$$

мұнда H – тоннелдің жер бетінен есептегендегі салынатын тереңдігі, м.

Тоннелдің қаптама бекітпелеріне таужынысы қысымынан түсетін жазық нормативтік жүктеменің мөлшері келесідей теңдеумен табылады:

$$P_H = q^H \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi^H}{2}), \text{ кН/м}^2 \quad (2.5)$$

мұнда φ^H - таужыныстарының нормативтік ішкі үйкеліс бұрышы, град;

q^H - тік нормативтік жүктеме, кН/м², үшінші [3] әдебиеттегі 3.1-кесте мәліметінен қабылданады. Таужыныстары ірі супесті-кұмды толтырмасы бар (30 % дейін) қойтасты-малтатасты шөгінділерде $q^H=16 \cdot 7 \text{ кН/м}^2=0,19 \text{ МПа}$ болады.

$K_c=1, 4$ - артықтану жүктеме коэффициенті; оның тығыздығы $\gamma = 2,10 \text{ т/м}^3$.

$\varphi = 43^\circ$ - ішкі үйкелістік бұрышы; меншікті ұстасу қабілеттілігі - 0,015 МПа.

$$P_n = 165 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{40^\circ}{2}) = 38 \text{ кН/м}^2 = 0,041 \text{ МПа}.$$

Есептік жүктемелердің мөлшері нормативтік жүктемелерді артық жүктеме коэффициенттеріне көбейту арқылы табылады:

$$q_p = q^H \cdot K_c = 0,17 \cdot 1,4 = 0,27 \text{ МПа.} \quad (2.6)$$

$$P_p = P_n \cdot K_c = 0,037 \cdot 1,4 = 0,057 \text{ МПа.} \quad (2.7)$$

Егер де, 2.5-кесте бойынша табылған тік нормативтік жүктеменің мөлшері, тоннелдің жоғарғысындағы барлық таужынысы қабаттарының салмағынан түсетін жүктемеден артығырақ болса, онда соңғысын нормативтік деп қабылдауға болады [1, 2].

2.5 Кесте – Диаметрі 5,5 метр болатын тоннелдің бекітпе-қаптамасы үшін тік нормативтік жүктемелермен артық жүктеме коэффициенттерін қабылдау кестесі

Қазба қимасындағы және төбе жағындағы берік емес таужыныстарының түрлері	Тік нормативтік жүктеме (диаметрі 5,5 метр тоннелдің бекітпе-қаптамасы үшін) кН/м ² (тс/м ²)	Артық жүк-темелік коэф-фициенті	Таужыныстарының сипаттамалары		
			Тығыздығы, т/м ³ (көлемдік салмағы тс/м ²)	Ішкі үйкеліс бұрышы, град.	Меншікті ұстасуы, МПа (кгс/см ²)
Сазды таужыныстары Мергельді жоғары таскөмірлік саздақтар	130 (13)	1,5	2,15	25	0,20 (2,0)
Протерезойлық, жоғары таскөмірлік саздақтар	160 (16)	1,5	2,15	23	0,15 (1,5)
Төменгі кембрийлік саздақтар	180 (18)	1,5	2,10	21	0,10 (1,0)
Спондилдік (палеогендік) саздақтар	180 (18)	1,5	1,95	19	0,15 (1,5)
Бұзылған құрылымды спондилдік саздақтар	240 (24)	1,5	1,90	15	0,07 (0,7)
Дислоцияланған кембрийлік саздақтар	260 (26)	1,5	2,00	18	0,06 (0,6)
Юрскийлік саздақтар	260 (26)	1,5	1,75	18	0,06 (0,6)
Апшерондық (неогендік) саздақтар (суглинктер)	230 (23)	1,5	2,05	20	0,08 (0,8)
Ұсақтас және шым аралас супесті сазды таужыныстары	200 (20)	1,4	1,90	22	0,02 (0,15)
Қойтас, малта және ұсақтастар (14% дейін) қосылған теңіздік супестер	180 (18)	1,4	2,20	28	0,03 (0,3)
Ірі сынықты жыныстар Супесті-құмды толтырмасы бар (30% дейін) қойтасты-малтатасты шөгінділер	170 (17)	1,4	2,20	40	0,01 (0,1)
Құмдар тығыз, аз ылғалды құмдар	150 (15)	1,3	1,75	32	0,01 (0,1)
Ескертулер: 1. Тоннельді жерасты суларының ағыны бар саздақ жыныстарда жүргізгенде тау қысымынан болатын тік нормативтік жүктеменің мөлшерін 30 % дейін көбейту қажет. 2. Кестеде келтірілген сипаттамалардан басқа жыныстарда таужыныстарында өтілетін жүргізілетін тоннельдердің бөлімдерінде нормативтік жүктеменің және артық жүктеме коэффициентінің мөлшерін арнайы инженерлік зерттеулердің нәтижелерін пайдалана отырып анықтау қажет.					

2.9 Метрополитен тоннелдерінің бекітпе-қаптамаларының құрастырмалы құрылымдары жөніндегі мағұлматтар

Жерасты ғимараттарын салу жұмыстарын жерасты тәсілдерімен салған кездерде метрополитеннің жерасты ғимараттарында кеңінен таралым алған құрылымдар құрастырмалы тубингті бекітпе-қаптамалар болып табылады. Тұрақсыз жоғарғы дәрежеде суланған таужыныстарында - шойын тубингті бекітпе-қаптамалар және сирек жағдайда болат тубингілер де пайдаланылады. Орынықсыз құрғақ таужыныстарында – құрастырмалы темірбетонды блоктардан және тубингілерден жасалған бекітпе-қаптамалар да өте кеңінен қолданылады [3, 4].

Тоннелдерді құрастырмалы шойын бекітпе-қаптамалармен бекіткенде олар құрастырмалы тубингті түрінде орнатылады. Олар ұзынабойғы бүйірлерінде сақина (дөңгелек) секілді болып қалыптасады және көлденең бүйірлерінде сақина араларында түйісіп біріккен қатты құрылымға айналады. Сақинадағы тубингілердің саны бекітпе-қаптаманың жалпы құрылымы мен

оның диаметрі бойынша табылады. Едәуір-үлкен өлшемді тубингілерді пайдалану диаметрі үлкен болатын тоннелдерді салуда қолданады. Шойын тубингтік сақиналар кәдімгі блоктық тубингілерден, құлыптық тубингілерден және онымен екі жапсарласатын тубингілерден құралады.

Кейбір құрылымдарда арнайы ішкі беттері жайпақ астаулы тубингілер пайдаланылады, құлыптық тубингінің орнына – сынаға ұқсас түрлі тығындықтар пайдаланылады. Тоннелдің қисық желілік жерлерінде сынаға ұқсас түрдегі тубингілердің сақиналары немесе арнайыланған метал тығындықтар да пайдаланылады. Қарапайым тубингінің маркасы СЧ-21-40 сұр шойыннан құйылған шойындық құймасы болады және цилиндрдің бетті қабықшалы түрі аркалардан тұрады, 4 бүйірден (2 көлденең, екі ұзынабойынан) және қаттылық қабырғалардан тұрады.

Арқасының қалыңдығын есептеу арқылы табылады, ұзаққа шыдамды ету үшін және шойынды құю технологиясының шарттарына қарай $18,0 \div 20,0$ мм-ден кем болмауға тиісті. Бүйір қабырғаларының биіктігі h_b , сонымен бірге монтаждық және жүк көтергіштік элементтері болып саналады. Тоннелдің ішкі диаметріне $D_{вн}$ және қоршаған таужыныстарының сипаттамаларына байланысты алдын-ала тағайындалады.

$$\text{Тұрақты сулы таужыныстарында } h_b = (0,02 - 0,03) \times D_{вн}, \quad (2.8)$$

$$\text{Тұрақсыз таужыныстарында } h_b = 0,04 \times D_{вн} \quad (2.9)$$

осыдан кейін h_b мөлшері есептеулер арқылы тексеріледі.

Тоннелдің қимасының мөлшеріне және тоннелді қоршаған таужынысы сілемінің байланысты тубингінің ені 500мм-ден 1000 мм-ге дейінгі аралықтарда қабылданады. Ұзынабойлық қаттылық қабырғалары щит-қалқандық кешеннің домкраттарының монтаждық сығымдау күштерін қабылдауға арналған, көлденең қабырғалары - тубингінің жұмыстық көлденең қимасының иілуге қаттылығын ұлғайтады. Ұзынабойғы және көлденең бүйірлерімен тубингілер бір-бірімен диаметрі 20 мм және 45 мм-лік болат болттармен біріктіріледі. Бүйір қабырғаларының сыртқы бетінде фальцілер болады, олар шектес тубингілерді түйістіретін кезде жапсарлас жыралық болып қосылады. Жыралықтар түйіспелерді нақыштауға арналады, олар сілемнен келетін жерасты суларының әсерінен қорғайды, яғни, суөткізбеушілікті қамтамасыз етеді. Нақыштау қорғасындалған азбес жіптерімен немесе қорғасын сымдарымен және ұлғайғыш цементтерді қолдану арқылы жүзеге асады. Тоннелдің суөткізбеушілік қасиетін жоғарылату (гидроизоляциялау) максатында тубингілердің арқа қабырғаларындағы арнайы тесіктер арқылы бекітпе-қаптаманың сыртына томпанаждық ерітінділерді енгізіп отырады.

Метрополитеннің өтпелі тоннелінің жайпақ астаулық шойын қаптамасы сақинасы сұлбасында шойын бетонды астау кесегі Л-А-2, 4 кәдімгі Н-3-Л тубингілерінен, 2 кәдімгі Н-2-Л, екі жапсарлас С-2-Л тубингісінен және құлыптағы бір сына түрлі тығындықтардан тұратыны белгілі. Бұл құрылым тоннелді щит-қалқанмен және қалқансыз тәсілдермен салған кездерде де пайдаланылады. Өтпелік көліктік тоннелдердің жайпақ астаулы шойын

каптамасының басқа құрылымы Л-П-3 астаулық блоктан, төрт 55-НО кәдімгі тубингілерден, төрт 55-СО шектестік тубингілерден және үш 55-КО кілттік тубингілерден тұрады. Олар, тоннелді щит-қалқанды тәсілмен салған уақыттарда, сақинаны ішінен қабыстырады. Осы айтылған бекітпе-қаптамалар астауларды тазалау және темір жолдарды салған кездегі жұмыстардың еңбек көлемін және бағасын төмендетеді. Қазіргі уақыттарда салынған тоннелдердің жалпы ұзындығының 90 пайызы темірбетонды тубингті бекітпе-қаптамасымен бекітіледі [2, 4, 6].

2.10 Алматы метрополитенінің жерасты ғимараттарының құрылымдары жөніндегі мағұлматтар

«Алматы» метрополитенінің бірінші кезеңінің жобасы бойынша және қазіргі кездегі «нормативтік құжаттарға» сәйкес метрополитен желілерінің құрылыстық құрылымдары таужыныстары ортасында және қоршаған таужыныстарымен тығыз байланыста болады деп есептелінген [1, 2, 4]. Құрылыс нысаны орнының инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық шарттарына, орналасу тереңдігіне және құрылыс ауданының сейсмикалық қауіптілік дәрежесіне (9-балдан артық) байланысты жерасты ғимараттары құрылымдарының типтері таңдалып қабылданады. Алматы метрополитенінің жерасты ғимараттарының (өтпелі тоннелдерінің) құрылымдары негізінен құрастырмалы болып жобаланған, темірбетон блоктарынан және шойын тубингілерден қабылданған [3, 7].

Алматы метрополитенінің жерасты бекеттері темірбетонды бекітпе-қаптамаларымен жобаланады. Тұтас бетонмен темірбетон құрылымдарының табанындағы астаушы бөлімдерінде, тоннелдердің түйіскен жерлерінде, ауытқымалы кималарында және көптеген технологиялық ойықтары бар тұстарында қалыппен құйылатын тұтас бетонды және темірбетонды құрылымдар (бекітпелер) қолданылады.

Жерасты ғимараттарының құрылымдарының гидроизоляциясы жерасты ғимараттары жоларналары бөлімшелерінің гидрологиялық шарттарына байланысты «Құрылыс нормалары және ережелері» сараптамаларының антисейсмикалық шараларын ескеру арқылы қабылданған [7].

2.11 Алматы метрополитеннің терең аймағында орналасқан жерасты ғимараттарының құрылымдары жөніндегі мәліметтер

Алматы қаласының метрополитенінің өтпелі тоннелдерінің қаптама бекітпелері негізінен зауыттың жағдайда дайындалған құрастырмалы темірбетонды тубингілерінен орнатылады. Ол, қаптама-бекітпелер зауыттан алынғаннан кейін, бекітілетін құрылыс аймағына тасымалданып, метроның нысандарына жеткізіледі және сол жерде арнайы көтерме құрылғыларының көмегімен метроның монтаждық оқпандары арқылы өтіліп жатқан жерасты өтпелі тоннеліне тасымалданып жеткізіледі де сол жерде орнатылады.

Қаптама сакинасының диаметрі 5,1 метр, ал, тубингілердің қалыңдығы 0,2 метр шамасында. Өтпелі тоннелдердің шойын тубингісінің ішкі диаметрі 5,1 метр болып қабылданған және олар тоннелдің жолындағы ғимараттардың түйіскен жерлерінде ойықтың енінен 4-сакинаның енін қосқандағы ұзындығына ғана қолданылады. Себебі, тоннелдің метал құрылымдары орнатылған жерлерінде 1,4 метр ұзындықты диаметрі 7,0 метр болатын шойын капсырмалар пайдаланылады. Құрастырмалы темірбетон және шойын тубингітері каптамаларының гидроизоляциясы блогтар мен тубингілердің арасындағы жіктерді БУС-құрамымен нақыштау арқылы қамтамасыз етіледі. Болттық бекітпелердің гидроизоляциясы («Шахтаспецстрой» ТРЕСТ-інің техникалық шарттары бойынша) полиэтилендік шайбасын орнату арқылы қамтамасыз етіледі. Алматы метрополитенінің салынып біткен және пайдалануға берілген станцияларының бірнешеуі колоналық типтегі станциялар болып қабылданған [5, 7].

2.12 Метрополитен тоннелдерінің құрастырмалы тубингілік құрылымдарын есептеу жолдары

Бос ұстамсыз таужыныстарында әртүрлі мақсаттарда сатынатын тоннелдерді көп жағдайларда құрастырмалы тубингі бекітпелермен бекітеді. Атап айтатын болсақ, көліктік, коллекторлық, гидротехникалық тоннелдерді және де кейбір шарттарда тау-кен қазбаларында құрастырмалы тубингілік және блоктық бекітпе құрылымдарымен бекітеді [3].

Құрастырмалы тұтас бекітпелер мен каптамалардың кәсіптіктен өзгеше ерекшеліктеріне олардың элементтерінің (кесектер, тубингілер, панелдер) жүккөтерушілік функциясы ғана жатпайды, сонымен бірге қоршап қорғайтын функциялары да бар. Олар зауыттық жағдайларда дайындалады және дайын күйінде бекітпе орнатылатын жеріне жеткізіледі [4].

Құрастырмалы тубингілер периметрі бойынша қаттылық қабырғалары мен шектелген темірбетон, шойын цилиндрлік сегменттер түрінде болады. Тубинтер ұзындығы 1÷2 метрге дейін, ені 0,7÷1,5м., тақтасының қалыңдығы 0,02÷0,1 м., массасы 300÷2300 кг, көтеру қабілеттілігі 0,1÷0,5 МПа.

Жерасты ғимараттарының еркін-деформацияланатын тубингілік және блоктық құрылымдарды есептеуді төртінші негізгі есептік сұлба бойынша жүргізген дұрыс болып есептеледі. Жазық жерасты ғимараттарында олар өзіндік салмағынан жинақтаушы жүктемені қабылдайды және ұңғылау жабдықтарының салмағының жүктемесін, оларды есепке алмауға болады, Егер де, ұңғылау жабдықтары оны астаулық тубингіге түсірітін болса. Онда тубингілік сакинаның қималарындағы (орталық бұрышы 2α астаулық тубингінің доғасы бойынша) иілтуші моменттері M_θ^1 және нормальдік күштерді N_θ^1 табуға мынадай формулаларды ұсынуға болады:

$$0 \leq \theta \leq \pi - \alpha \text{ болғанда}$$

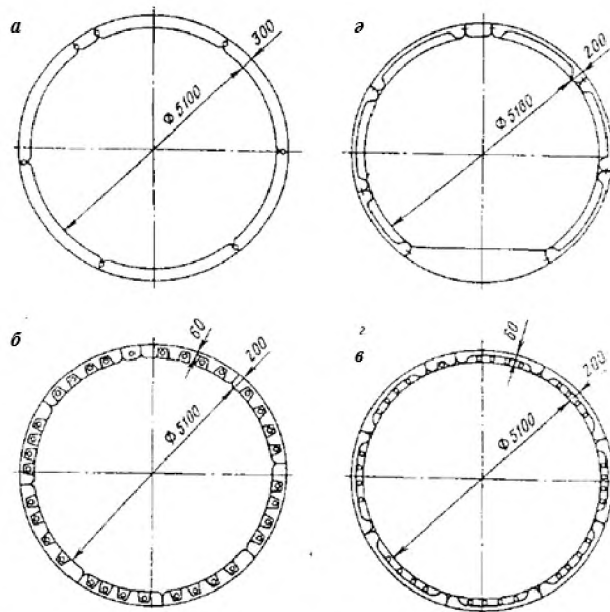
$$T_{\theta}^1 = \frac{GR}{2\pi \cdot \sin \alpha} \cdot [\alpha - \theta \cdot \sin \theta \cdot \sin \alpha - \cos \theta (1.5 \cdot \sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha)],$$

$$N_{\theta}^1 = \frac{G}{2\pi \cdot \sin \alpha} \cdot [\theta \cdot \sin \theta \cdot \sin \alpha + \cos \theta (0.5 \sin \alpha - \alpha \cos \alpha)],$$

$$T_{\theta}^1 = \frac{GR}{2\pi \cdot \sin \alpha} \cdot [1.5 \sin \alpha - (\pi - \alpha) \cdot (1 - \cos \alpha)],$$

$$N_{\theta}^1 = \frac{G}{2\pi \cdot \sin \alpha} \cdot [\pi - 0.5 \cdot \sin \alpha - (\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha]. \quad (2.10)$$

мұнда G - бекітпе-қаптаманың сақинасының (ені 1 м) салмағы, кН;
 R - бекітпе-қаптаманың осьтік сызығы бойынша радиусы, м;
 θ - қарастырылып отырған қимадағы координаттық бұрышы (тік осьтен бастап есептеледі);
 T_{θ}^1 және N_{θ}^1 - ені 1 м қаптама сақинасына есептелген ішкі күштері (кНм және кН).



2.5 Сурет – Метрополитеннің өтпелі тоннелдерінің дөңгелек пішінді құрастырмалы темірбетон қаптамаларының конструкциялары

Жобамызда қарастырылып отырылған бұл бекітпе-құрылым, эксплуатация кезінде қосымша активтік тік жүктемені P (кН/м), ординаттары P_{Γ}^I және P_{Γ}^{II} (кН/м) трапеция бойына таралған активтік жазық жүктемелерді,

гидростатикалық судың немесе қарыстың (көлемдік массасы ρ_v (кН/м³) және күмбез төбесінен деңгейі h_v (м) қысымын, таужынысының табанның реакциясын қабылдайды, олар біркелкі таралған тік жүктеме $(P - \frac{\rho_v \times \pi \times R}{2})$, кН/м) түрінде есептеді [3, 5, 7].

Есептемелік схема $\theta = \pi$ қимасында жалған қысылған тұрақты қаттылығы бар серпінді сақина түрінде қарастырылады.

Осы шарттарда T_θ^{11} және N_θ^{11} ішкі күштер координаттары θ қималарда тең болады:

$$\begin{aligned} 0 < \theta < \pi, \text{ болғанда} \\ T_\theta^{11} &= R^2 \left[P \cdot (0,25 - 0,5 \cdot \sin^2 \theta) + P_r \cdot (0,25 - 0,5 \cdot \cos^2 \theta) \right]_\theta^{11} \\ &= R(P \cdot \sin^2 \theta + P_r \cdot \cos^2 \theta) \end{aligned} \quad (2.11)$$

Осыдан кейін эксплуатация және монтаждау кездеріндегі ішкі күштер қосындалады:

$$T_\theta = T_\theta^1 + M_\theta^{11}, \quad N_\theta = N_\theta^1 + N_\theta^{11}. \quad (2.12)$$

Қабылданған тубингтік құрылымдардың қималарының мықтылығы қолданыстағы жобалау нормаларына сәйкес тексеріледі. Ол үшін қабылданған тубингінің есептік сипаттамасы қабылданады: сығылу R_c және иілгендегі созылуға $R_{\text{и}}$ есептік кедергілері, қабырғасының қалыңдығы δ , жұмыстық көлденең қимасының ауданы F , нейтральдік өске қатысты жұмыстық қимасының инерция моменті $J_{\text{нт}}$, нейтральдік өстен ішкі беттеріне дейінгі қашықтық η_1 , сыртқы беттеріне дейінгі η_2 , тубингтік сақинаның ені b .

Ішкі контурлық үшін кедергі моменті келесіге тең болады:

$$W_B = \frac{J_{\text{нт}}}{\eta_1}, \quad (2.13)$$

Ал, сыртқы жиектер үшін - $W_H = \frac{J_{\text{нт}}}{\eta_2}$.

Қауіпті қимадағы кернеулер келесіге тең болады:

$$R_1 = \frac{M_\theta}{W_B} + \frac{N_\theta}{F} \leq R_u; \quad R_2 = \frac{M_\theta}{W_H} + \frac{N_\theta}{F} \leq R_c. \quad (2.14)$$

Аталған жағдайда бұл құрылым тұрақты деп есептеледі, оның екі қимасында Тұрақтылық шарттары орындалса, онда құрылым дұрыс қабылданған болып саналады.

Шахтаспецстрой шойын тубингілерінің параметрлері [8, 9]:

$\delta=30$ - тубинг арқасының қалыңдығы; $M=1050$ кг- бір тубингінің массасы; $F=671 \text{ м}^2 \times 10^4$ - тубинг көлденең қимасының ауданы;

$J=148,3 \text{ м}^4 \times 10^6$ - жұмыс қимасының момент инерциясы;
 $W_1=22,93 \text{ м}^3 \times 10^4$ - тубингінің ішкі жиегінің кедергі моменті;
 $W_2=10,2 \text{ м}^3 \times 10^4$ - тубингінің сыртқы котурының кедергі моменті;
 $P_b=0,24 \text{ МПа}$ - тік есепті жүктеме;
 $P_r=0,052 \text{ МПа}$ - жазық есепті жүктеме;
 $R_{сж}=180 \text{ МПа}$ - тубингінің сығылуға мықтылығы;
 $R_p=60 \text{ МПа}$ - тубингінің созылуға мықтылығы.

Яғни, жоғарыда жүргізілген есептемелерді қарай отырып, қималардағы ішкі күштердің мөлшері қабылданған тубингтік құрылымдарының мықтылығын толық қамтамасыз етеді.

$$\sigma_{\theta=\frac{\pi}{2}}=87,35 \text{ МПа} < R_c=176 \text{ МПа}.$$

$$\sigma_{\theta=0}=23,65 \text{ МПа} < R_n=58 \text{ МПа} . \quad (2.15)$$

2.13 Тоннелдерді щит-қалқандық кешендермен өтудегі негізгі технологиялық операциялар

Жобамызда метрополитеннің жерасты өтпелі тоннелін салу тақырыбы қарастырылғандықтан, метрополитеннің өтпелі тоннелдерін щит-қалқандық тәсілмен салудағы кезегімен орындалатын негізгі технологиялық операцияларды қарастырамыз. Осы технологиялық операцияларға келесі жұмыстары жатқызуға болады: тоннелді салу алдындағы дайындық жұмыстары, таужыныстарын қазып шығару (бұзу, тиеп-тасымалдау) бекітпе-қаптамаларды тұрғызу, орнатылған қаптамамен қазылған таужынысы аралығындағы бос саңылауға бітеме ерітінділерді тығындап енгізу және гидроизоляциялау жұмыстарын орындау жатады.

Өтпелі тоннелді салу алдындағы дайындық жұмыстары. Метроның өтпелі тоннелдерін өтуді бастаудың алдында, біршама дайындық жұмыстары орындалады, яғни, олар мыналар: монтаждық камераны өту, щит-қалқанды құрастырып-жинау және тексеру жұмыстары. Щит-қалқанды жинайтын монтаждық камера, өтілетін тоннелдің жоларнасына орналастырылады. Камераның өлшемдері - щит-қалқанның өлшемдерін және оны монтаждау жұмыстарын ыңғайлы орындалуын ескере отырып қабылданады. Камераны салу жұмыстары жоғарыда келтірілген тәсілдердің бірімен жүзеге асады.

Яғни, камераның бекітпе-қаптамасы қалыппен құйылатын монолиттік бетоннан тұрғызылады. Камераның ені мен биіктігі щит-қалқанның диаметрімен және қауіпсіздік саңылаулары арқылы табылады: камера күмбезі мен қалқан аралығы шамамен $0,65 \div 0,85$ метр және щит-қалқанның бүйірлерінен $0,85 \div 0,9$ м. Камераның ені $6 \div 9$ м болып қабылданады. Щит-қалқанды жинастыру үшін

камералар көтерім машинасымен жабдыкталады – яғни, жүккөтергіштігі $3\div 10$ тоннаға дейінгі шығырлар және көтерім машиналарымен жүзеге асырылады.

Дайындық жұмыстарына кіретін щит-қалқанды жинау және басқа да керекті монтаждау жұмыстары аяқталғаннан соң, барлық басқару құралдары мен құрылғылары толық тексерістен өтеді, содан соң, щит-қалқанды кенжарға қарай енгізу жұмыстарын орындайды.

Механикаландырылмаған щит-қалқанды пайдаланып тоннел қазбасын өту (салу) барысында, қазба өтілетін таужыныстарының сипаттамаларына байланысты кенжардағы таужыныстарын қопарып-бұзуды келесі тәсілдермен атқарады: бос-әлсіздеу-жұмсақ сазды-құмды таужыныстарын - уатқыш балғалармен, мықтырақ беріктеу таужыныстарын - кіші оқтамдардағы жарылғыш заттарды қолдану арқылы бұрғылап-жару тәсілімен де бұзуға болады, бірақта қала жағдайында бұл тәсілді кеңінен қолданбайды.

Кенжар массивін бұзу үшін, уатқыш балғалармен жұмыс істеген уақытта ұңғылаушылар щит-қалқанның пышақтық сақинасының астындағы жылжымалы платформаларда және жазық алаңшаларда орналасады, олар кенжардың алға жылжу мөлшеріне қарай, щит-қалқандық домкраттардың жүріс жолымен жылжытылады. Бұзылған таужыныстары кенжардың төменгі бөлігіне лақтырылып түсіріледі де, ол жерден қопсытылған жыныстарды (ППМ типтес) тиеу машиналары арқылы вагонеткаларға немесе көлбеу конвейерлерге арытады. Тоннелдің кенжары ағаштан жасалған жазық тақтайлар немесе қалқаншалар және тік бөренелерден құрастырылған уақытша бекітпелермен бекітілуі мүмкін. Бұл жағдайда, олар кенжарлық домкраттардың көмегімен тіреу арқылы ұсталып тұрады [4, 5, 6].

Ұстамсыз сазды және құмдақты таужыныстарынан тұратын кенжарларды бұзып-қазу щит-қалқанның пышақтық сақинасының панасында пневматикалық күрекшелермен және уатқыш балғалармен орындалады. Щит-қалқанның пышағы таужынысы массивін бұзып-қазған кезде тұрақты түрде таужынысы сілеміне кемінде 10 см еніп, кіріп тұруы керек.

Тұрақсыз сазды және құмды таужыныстарында кенжардың маңдай беткейі бекітпеленеді. Жердің бетіндегі үйлердің жерасты коммуникациялардың астында қазу жұмыстарын жүргізген кезде кенжардың маңдай бетін уақытша бекітпелеу қажет болады. Кенжардың беткейін бекітпелегенде таужыныстарын қазуды жоғарыдан төмен қарай кертпештеп, уақытша-бекітпенің бір-екі тақтайын алғаннан соң жүргізеді. Таужыныстарының сырғып құлауын болғызбау үшін, әрбір енбені тереңдігі $0,5\div 1$ метр етіп екі жұмысшы қазып отырады.

Қопсытылған таужыныстарын тиеу және кенжарлық көлік. Механикаландырмаған қалқанда бұзылған таужыныстарын қалқанға орнатылмаған жекедара (автономдық) тиеу машинасымен жекеленген вагонеткаларға немесе автокөліктердің қорабына тиейді. Механикаландырылмаған қалқандарда таужыныстарын тиеу оның атқару мүшесінің түріне байланысты болады. Яғни, осы Механикаландырылмаған

қалқандарда қалқанның өзіне орнатылған қалақты конвейерлердің көмегімен жүзеге асырылады.

Құрастырмалы бекітпе қаптамасын орнату. Құрастырмалы бекітпе-қаптаманы тұрғызу технологиясында тубингілерді немесе блоктарды түсіру, орнатушы механизмнің қармаушы құралдарына жеткізіп беру, оларға бекіту және бекітпе-қаптаманың домкраттық сақинасына элементтерді тікелей монтаждау. Орнатылған орынға бекітпе-қаптаманың элементтері арнайы блоктытасымалдауыштардың көмегімен, платформалар арқылы немесе контейнермен тасымалданып жеткізіледі. Қауіпсіздік ережесі бойынша бұл тубингілер мен блоктарды қалқаннан тыс жерлерде, яғни, бірнеше ондаған метр қашықтықта көтеріп түсіреді. Түсіру үшін гидродомкраттарды, крандарды, манипуляторларды, тельферлік шығырларды және басқа да құралдарды пайдаланады [2, 4, 5]. Осы түсірілген орыннан бекітпе-қаптаманың элементтері орнатушы механизмдерге арнайы-жасақталған арбашалармен, рольгангтар мен тельферлердің көмегімен немесе монорельстермен қозғалатын арнайы домкраттық жүйелермен жеткізіледі. Құрастырмалы бекітпе-қаптаманың жекеленген элементтерінің массасы едәуір болып келеді, сондықтан да оларды құрастыру арнайы механизмдердің - блокқалағыштардың немесе тубингіқалағыштардың көмегімен жүзеге асырылады.

Тоннелдерді қалқандармен салу тәжірибелерінде радиалдық типтегі бекітпеқалағыштар кеңінен қолданылады. Осындай бекітпеқалағыш щит-қалқанның ұзынабойғы осындай айналатын көлденең арқалық (траверса) болып жұмыс жасайды. Траверсаның бір шетінде блокты (тубингі) бекітуге және көтеруге керек қармау қарастырылған, ал қарама-қарсы шетінде-оны теңестіріп тұратын қарсыжүк болады [1, 2]. Құрастырмалы бекітпе-қаптаманы радиалдық типтегі тубинг қалағышпен монтаждау щит-қалқанның келесі жаңа енбеге кезекті рет жылжығаннан және тубингілерді қоятын жерді босатқаннан соң бастау алады. Көп жағдайларда ол жерден тиеуші конвейерді шығару қажет болады, яғни, ол бекітпеқалағыштың жұмысына едәуір-үлкен кедергі жасайды. Блоктар немесе тубингілер бекітпеқалағыштың қармауының астына кезек-кезек беріліп тұрады да оған бекітпеленеді және бекітпеқалағыштың көмегімен қатар, мұнда қол күшінің де көмегімен қажет болады.

Тубингілерді бекіту процессіне тоқталатын болсақ, бірінші кезекте төменгі науалық блоктар (тубингтер, кесектер) орнатылады, содан соң, тоннелдің оң жақ және сол жақтарына басқалары тұрғызылады, олар құлап калудан арнайы жылжымалы арқалықтармен және щит-қалқандық домкраттармен сүйемелденіп тұрады. Ең соңынан қаптама сақинасының жоғары жағына құлыптық элемент (блогы) әкелініп қаланады (кей кездерде щит-қалқанның кезекті жылжуынан кейін орындалады) оны орнатқанға дейін тұйықталмаған сақина арнайы домкраттармен тіреп итеріп тұрады [4, 6].

Механикаландырылмаған қалқаны бар қазбалық кешендерде щит-қалқанның өзіне орнатылған тубингтерді қалайтын механизм қолданылады. Бұл механизмдер сыртқы немесе ішкі тіреулерге орнатылады. Осы аталған бекітпе-қалағыштарға тоннелдің көлденең қимасының орта бөлімінде бос

кеңістік қалдырады, онда кенжардан таужыныстарын тасымалдайтын конвейерлер орналастырылады. Ішкі тіреулерге жасақталған шеңберлік бекітпеқалағыштар өзінің құрылымдық-механизі арқылы тубингтерді, блоктарды автоматты түрдегі режимде орнатып отырады.

2.14 Механикаландырылмаған ЩН-1 қалқанымен өтпелі тоннельді салу (өту) технологиясы

Тоннелдерді салу құрылысындағы қазбалық процесстерді толық механикаландыруға және автоматтандыруға байланысты құрылыстың жоғары жылдамдығын және қауіпсіз еңбек ету шарттарын қамтамасыз етуге керекті жабдықтардың құрылымының жиынтығын щит-қалқандық кешендер деп атаған. Щит-қалқандық кешен – қазбалық щит-қалқандарды, бекітпе-қаптаманы орнататын жабдықтарды, технологиялық платформаны, оған вагонеткаларға таужыныстарын тиеп жинаушы және таспалық конвейерлерді орнатады, бітемелеп-тығындау жұмыстарының жабдықтарын гидравликалық және электрлік қондырғыларды өзіне кіргізіп қамтиды [1, 2, 3].

Жазық салынатын тоннельді өту (салу) технологиясы негізінен щит-қалқандардың түрлеріне байланысты болады. Тоннель қазбасы салынатын трасса желісінің бүкіл ұзына бойындағы таужыныстарының физика-механикалық қасиеттері әртүрлі болғандықтан щит-қалқанның түрін мұқият сараптап таңдау керек. Яғни, тоннель салғанда берік, әлсіздеу-жұмсақ және тұрақсыз әртекті немесе біртекті таужыныстары сілімдері кездесуі мүмкін. Дегенменменде тоннель қазбасы қандай таужыныстарын қиып өтсе де, тоннель өту (салу) жұмыстары қауіпсіз жағдайларда өтілуі тиіс. Осы себепті, кез-келген таужыныстары сілемдерінде, әсіресе ұсатмсыз, орташа орнықты таужыныстары массивінде қалқандарды қолданып тоннель қазбасын өту тәжірибелерде кеңінен қолданылады. Яғни, бұл әдісте щит-қалқан уақытша бекітпелердің ролін атқарып, төбе жыныстарының құлауын болдырмайды және қауіпсіз жұмыс істеуге мүмкіндік тудырады. Осы қалқандық тәсілде қалқанның механикаландырылмаған қалқандарды қолданғанда забойдағы жыныстарды бұзып қопарудың келесі әдістері қолданылады, яғни: бұрғылап-аттыру әдісі арқылы; уатқыш балғалармен бұзу тәсілі және осы тәсілдердің біріктірілген түрлері қолданылуы мүмкін [1, 2].

Әлсіздеу-жұмсақ, бірақ тұрақты, жыныстардың массивінде қазба өту жұмыстары қалқаннан ілгері бұрынырақ іске асады. Бұл жағдайда кенжардағы жыныстар сілемі қазбаның периметрі бойынша бұзылмайды және олар қалқан алға қарай жылжығанда щит-қалқанның кескіш құрылғысымен кесіліп бұзылады. Забойдағы жыныстарды қопару тереңдігі тоннель қиып өтетін таужыныстары сілемдерінің сипаттамаларына, щит-қалқанның диаметріне және оның құрылымына байланысты болады. Сонымен бірге, оның тереңдігі блокты сақинаның еніне де сәйкес келуі қажет. Диаметрі орташа және едәуір-үлкен қалқандарды пайдаланғанда жынысты қопару тереңдігі бір сақинаның еніне, ал диа-

метрі кіші қалқандарды пайдаланғанда екі сақинаның еніне сәйкес болғаны дұрыс болады.

Біздің жобамыздың тақырыбы жағдайында Алматы метрополитенінің «Мәскеу» және «Достық» бекеттері арасындағы өтпелі тоннель өтілетін таужыныстары тұрақсыз болғандықтан, әлсіздеу-жұмсақ жыныстар массивінде сазды және құмдауытты малтатасты жыныстарды МО-9 пневматикалық ұрғыш балғалардың көмегімен ЦН-1 қалқанының кескіш сақинасының астында тұрып екі адамнан құралған ұңғылаушылар (проходчиктер) тобы бұзып қазады. Осы кезде щит-қалқанның кескіш сақинасы жыныстарды бұзып-қазу кезінде жоғарғы жақ жыныс сіліміне 10 см шамасында кіріп тұрады. Қопсытылған таужыныстарын шөмішінің сыйымдылығы 0,55 м³ болатын ППН-3А тиеу машинасы ПСК қайта тиегіш конвейеріне тиейді, ал, ол өз кезегінде камаздар мен ТСШ сияқты самосвал тасымалдау машиналарына тиейді, сосын олар таужыныстарын сыртқы үйіндіге шығарады.

Кенжардың бір метрін қазып өткеннен соң, қалқанды бір метрге алға жылжытады, яғни қалқанды жылжытуды тюбингті бекітпелерге щит-қалқанның домкраттарын тіреп итеру арқылы іске асырады.

Жобалап отырған тоннель қазбасы темірбетонды тюбингті бекітпемен бекітіледі. Темірбетонды тюбингті бекітпені УТ-16 тюбингқалағыш машинасының көмегімен орынатады. Яғни, мұнда алдымен төменгі қазбаның табан жағының науалық тюбингтері орнатылады, содан кейін, тоннелдің оң жақ және сол жақтарының тюбингілері тұрғызылады, содан соң, қаптама сақинасының жоғары жағындағы құлыптық бөлігі орнатылады. Сөйтіп қазба бір метрден бекітіліп отырылады.

Тюбингті бекітпе қаптамасын орнатқаннан кейін, бекітілген тюбингтер мен қазылған таужыныстары арасындағы қуыс-саңылауға арнайы насостардың көмегімен цементті тампонаждық ерітінділерді айдамалап енгізеді. Яғни, бірінші бітемелік ерітінділерді айдамалау сақина бойынша төменнен жоғары қарай, тюбинг кесектерінің бір-бірімен жалғасқан жіктеріндегі және қабырғаларындағы барлық тесіктер арқылы жүргізіледі. Ал, бақылаулық бітемелеп-айдамалау жұмыстары жіктерді және бірінші бітемелеп-енгізу (айдамалау) тесіктерін нақыштап-сылап бекіткенен соң орындалады. Осы орнатылған бекітпе-қаптамамен қазылған таужынысы арасындағы саңылауды бірінші бітемелік ерітіндімен толтыру және бақылаулық бітемелік ерітіндіні енгізу жұмыстары тоннелдің бекітпе қаптамасына әсер ететін жерасты суларынан қорғайды. Яғни, тоннель бекітпесін ерте бұзуынан сақтайды.

Жобамыздағы Алматы метрополитенінің «Москва» мен «Достық» станцияларының араларын қосатын жерасты көліктік өтпелі тоннелін салудың технологиялық процесстерінің сұлбалары 2.6-суретте келтірілген.

2.15 ЩН-1 ұңғымалық қалқанның өнімділігін есептеу

Щит-қалқанның өнімділігін анықтаған кезде жыныстарды қазу және тиеу, қазбаны бекітпелеу жұмыстарының ұзақтығы есепке алынуы қажет. Тоннель құрылысы циклінің ұзақтығын есептей келе қалқан өнімділігін шамасына ауысым бойынша салынған тоннелдің ұзындығыны қабылдайды. Өнімділіктің көмекші шамасы ретінде сол уақыт бойынша массиві бұзылған жыныстардың көлемін қабылдайды, ол әртүрлі өлшемдері бар қалқандардың өнімділіктерін салыстыруға, сонымен қатар, жыныстарды тасымалдауды есептеуге керек болады.

Ұңғымалық қалқанның өнімділігі немесе тоннель құрылысының жылдамдығы көптеген факторларға тәуелді болады, олардың негізгілеріне атқарушы органның және құралдың типі, жынысты тиеу тәсілі, кесек қалағыштың типтері және қазба екі есебінің ұзындығы жатады.

Жалпы орайды ұңғымалық қалқанның өнімділігі оның жұмыс жағдайларымен, режимдік және конструктивтік параметрлерімен және уақыт бойынша пайдалану дәрежесімен және уақыт бойынша пайдалану дәрежесімен анықталады.

$$\alpha = 60 \cdot m \cdot v_n \cdot k, \text{ м/ауысым} . \quad (2.16)$$

$$V = 60 \cdot m \cdot S \cdot v_n \cdot k, \text{ м/ауысым} , \quad (2.17)$$

мұнда α – қалқанның өнімділігі немесе тоннель құрылысының ауысымдағы жылдамдығы;

v_n – тоннелді ұңғылаудың және бекітпелеудің таза жылдамдығы, м/мин;

k – қалқанды уақыт бойынша пайдалану коэффициенті;

V – бұзылған және тиелген жыныстардың тұтас кезіндегі көлемі, м³;

S – кенжардың көлденең қимасының ауданы, м;

m – ауысымның ұзақтығы, сағат.

Қалқанның конструктивтік ерекшеліктерінен, көмекші жұмыстарға байланысты болатын барлық тоқтауларды k коэффициенті арқылы есептейді. $k=1$ қабылдағанда – теориялық, $k=k_{\text{тех}}$ үшін – техникалық, $k=k_{\text{э}}$ үшін эксплуатациялық өнімділіктер болады.

Циклдің (өнімді жұмыс уақыты) теориялық уақыты:

$$T_{\text{ц.т}} = t_p + t_{\text{пог}} + t_k, \text{ мин}, \quad (2.18)$$

мұнда t_p – кенжарды қазу және жынысты тиеу уақыттарының ұзақтығы, мин;

$t_{\text{пог}}$ – кенжарды қазу уақытымен бірлеспеген жынысты тиеу ұзақтығы, мин;

t_k – кенжарды қазумен бірлеспеген бекітпелеу ұзақтығы, м.

Біздің жобамызда диаметрі 5600 мм ЩН-1 қалқаны қолданылады. Механикаландырылмаған кешен біренбелік винттік план шайбасы ($l=1$), адымы Бекітпе сақинасының екі (енбе) $l=1,0$ м. Бекітпе – құрастырмалы темірбетондық

Енбе $l=0,5$ метр болғанда нәтижесінде 1 метр бекітпелеудің ұзақтығы $t_k=38$ мин.

Осыдан [2] әдебиеттегі (18) және (19) формулаларға салып мәнді анықағанда:

$$g_{nod} = z_p \cdot h \cdot n = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 0,8 = 0,04 \text{ м/мин.} \quad (2.19)$$

$$t_{p.p} = \frac{l}{g_{nod}} = \frac{1,0}{0,04} = 25,0 \text{ мин.} \quad (2.20)$$

Қалқанның өнімді жұмыс уақыты:

$$T_{ц.м} = t_{p.p} + t_{ноз} + t_k = 25 + 0 + 13 = 38 \text{ мин.}$$

$$g_n = \frac{l}{T_{ц.м}} = \frac{0,7}{38} = 0,018 \text{ м/мин.} \quad (2.21)$$

Жоғарыда келтірілген таужыныстары сілемдерінде тоннел құрылысын салғанда $t_{з.и}=0$. Яғни, [2] әдебиетті қараңыз.

Құрылыс нысандары тәжірибесінен алынған хронометраждық байқаулардың нәтижесінде бекітпелеу үшін астауды тазалаудың ұзақтығы орташамен $t_{з.л}=2$ минут болады; бекітпе блоктарын түсіріп орнатуды біріктіріп бастайтын қосынды уақыт $t_{p.к}=2$ минут.

$$\text{Осыдан, } T_{пр.пресс} = t_{з.л} + t_{p.к} = 2 + 2 = 4 \text{ мин.}$$

ЩН-1 қалқанының дайындық коэффициентін, оның орташа күрделілігін және таужыныстарының сипаттамасын есептей отырып, $K_f=0,9$ етіп қабылдаймыз. Яғни:

$$T_{пр} = t_{з.и} + T_{ц.м} \left(\frac{1}{K_z} - 1 \right) + T_{пр} = 0 + 38 \left(\frac{1}{0,93} - 1 \right) + 4 = 6,8 \text{ мин.} \quad (2.22)$$

Қалқанның техникалық өнімділігі:

$$l_{mex} = \frac{60 \cdot m \cdot l}{T_{ц.м}} \cdot K_{mex} = \frac{60 \cdot 6 \cdot 1}{38} \cdot 0,6 = 5,8 \text{ м/ауысым.} \quad (2.23)$$

Щит-қалқандық кешеннің эксплуатациялық өнімділігі құрылысты ұйымдастырушылық техникалық кейбір себептердің нәтижесінен болатын тоқтауларды есептеп, эксплуатациялық уақыт шығынының коэффициентін ескерсек, яғни оның орташа мәні $K_9=0,55$ болғанда қалқанның нақтылы болжамды өнімділігі келесідей болады:

$$l_{mex} = l_{mex} \cdot K_9 = 5,8 \cdot 0,55 = 3,19 \text{ м/ауысым.} \quad (2.24)$$

3 Метрополитен құрылысындағы өтпелі тоннелді салудың техника-экономикалық көрсеткіштерін есептеу

3.1 Өтпелі тоннель құрылысының техника-экономикалық көрсеткіштерін есептеу жолдары

Құрылыстың экономикалық көрсеткіштері техникалық жобаның арнайы бөлімі сметалық құжаттарда келтіріледі.

Сметалық құжаттар-жобаның құрамды бөлігі, сметалардың жасалуы, құрамын, мазмұнын, бекітуімен келістіруін қазіргі инструкциялармен жасайды.

Смета дегеніміз - жаңа құрылыстарға, кәсіпорындарды қалпына келтіруге керекті шығындарды ақшалай түрде көрсететін құжат болып табылады.

Жобалау кезінде сметалық құжаттары келесі кезекпен жасалады: жалпы құрылыстық сметалық есеп, жергілікті және нысандық сметалық есептер, ізденіс-жобалау жұмыстарына сметалар, қосынды сметалық есеп, шығындар есебі.

Құрылысқа жасалған жиынды сметалық есептердің негізінде құрылысқа кететін жалпы күрделі шығындардың суммасы, яғни шығындар есебі жасалады. Жиында сметалық есеп – құрылыстың жалпы құнын анықтайды. Ол жеке объектілердің сметаларынан, ал олар жеке жұмыстар және шығындарға жасалған сметалардан тұрады.

Өтпелі тоннелді өтудегі жалпы құрылыстық шығындар және тоннелдің 1 метріне есептелген. Үстеме шығындар – 27,1% және жобалық қорлар – 8% көлемдерінде алынған.

Алматы метрополитенінің бірінші кезегінің өтпелі тоннелдерін өтудің сметасы (2012 жылғы бағалармен қарастрылып есептелген) 3.1-кестеде келтілген.

3.1 Кесте – Өтпелі тоннель құрылысының техника-экономикалық көрсеткіштері

№	Шығындар баптары	1м тоннелді өту құны, тг.
1	Жұмысшылардың еңбекақы шығындары	151 368
2	1 метр тоннелге шақандағы материалдар шығындары	219863
3	Басқа көмекші жұмыстар шығындары	12978,0
4	Күрделі қазба жұмыстарының үстеме шығындары, 27,1 %	82865,0
5	Жобалық қорлану шығындары, 8%	41360
1 метр өтпелі тоннель құрылысының толық құны:		508 434 тенге
2979м өтпелі тоннелді салаудың құны:		1 514 523 600 тенге

4 Алматы метрополитенінің жерасты құрылысы жұмыстары кезіндегі еңбекті қорғау шаралары

4.1 Метрополитеннің өтпелі тоннелін салу кезіндегі техника қауіпсіздігі

Өздігінен жүретін автокөліктерді, техниканы қазбалармен жүргізудің өзіндік ерекшеліктері бар: шектелген кеңістік, көру және жолды бақылау әлсіз (шаң, газ, бу) жүретін жол тегіс емес, ойдым жерлерде шұңқырларда су толып

тұрады, кенеттен бұрылыс жағдайы, қарқынды және жылдам қозғалу, қарсы келіп қалғанда тоннел қазбасындағы жүретін жақта алмасудың жоқтығы, т.б.

Пневмодөңгелекті өздігінен жүретін көліктерді жүргізу үшін арнайы кітапшасы бар адамдар жіберіледі. Белгілі бір уақытта жүргізушілер қауіпсіздік ережесінен емтихан тапсыруы қажет. Ауысым уақытында машинаны тек бір адам ғана жүргізеді. Бөлімше бастығы жүргізушіге жол қағазын береді, бұнсыз жұмыс атқаруға болмайды. Әрбір ауысым алдында жүргізуші машинаны тексеріп алуға міндетті. Тежегішін тексеру, қозғалтқышының жұмыс істеу қабілетін, жанармайдың бары, гидравликалық және электірлік жүйелердің жұмыс істеуі, майларды жүргізу, дөңгелектердегі ауа қысымын тексеру, жылдамдық айырбастайтын тұтқаның іске дұрыс қосылуын, белгі беретін шаммен дыбысты белгілердің жұмысын тексеру. Жүргізушіге мына жағдайларда тиым салынады: - машина кабинасында түрегеп басқару; басқа адамға машинаны басқаруға беру; Егер де, отыратын орын болмаса, адамдарды тасуға болмайды; жүргізу кезінде машинаның қасында адам болмауы керек; қозғалар алдында шаммен немесе дыбыстап белгі беру керек [5].

ГОСТ 12.1.038-89 құжаты негізінде 400 Гц-ге дейін жиілікте тұрақты және айнымалы токпен жұмыс істейтін электр қондырғыларының қорғаныс жерлену мен нілденуіне арналған, және қорғаныс жерлену мен нілдену арқылы электр қауіпсіздігін қамтамасыз етеді [6].

Қорғанысты жерлену мен нілдену, изоляцияның бұзылғанының арқасында электр қондырғысының ток жүрмейтін метал бөліктері кернеу астында қалғанды, адамның сол метал бөліктеріне тиіп кеткен жағдайда электр тогынан қорғау керек. Электр қондырғыларының қорғаныс жерлену мен нілденуін келесі ГОСТ 12.1.013- 78 құжатының шарттарына сәйкес орындау қажет.

Жерасты құрылыс жұмыстары кезінде де, шудың адам ағзасына тигізетін зияндары әсері болады. Ол үшін қатты дыбыс шығаратын жабдықтарда жұмыс жасайтын жұмысшылар құлақ қаптармен қамтамасыз етілуі тиіс. Жобада өртке қарсы шаралар ескеріледі: жерүсті ғимараттары, ауа өткізетін шурфтар жанбайтын заттардан салынған. Орталық жерасты қосалқы станциясы, сорап камералар саңылаусыз итеріп жабылатын есікпен жабдықталған. Камераларда көтеріңкі іске қосатын автоматты өрт сөндіргіш жабдықтар орнатылған. Бірыңғай қауіпсіздік ережесіне сәйкес әрқабатта өртке қарсы жабдықтар орналасқан [5, 6].

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жоба Алматы метрополитені нысандарының өтпелі тоннелдері құрылысын жобалауға арналған. Атап айтқанда «Москва» мен «Достық» бекеттері аралығындағы ұзындығы 2979 метр болатын өтпелі тоннелді механикаландырылмаған ЩН-1 щит-қалқандық кешенімен өту технологиясы қарастырылды. Жобаның бірінші бөлімінде метро құрылысы аймағының геологиялық және гидрогеологиялық шарттары сарапталды. Яғни, таужыныстары түрі – «Сазды-құмды малтатасты таужыныстары» болып келеді; бекемдік коэффициенті $f=0,4-1,4$; тығыздығы $\gamma=1,07-1,32$ т/м³; су келімі – $g=1,2-1,8$ м³/сағатына дейін; таужынысының қопсу коэффициенті – 1,5 шамасында болатындығы сарапталып анықталды. Жобаның екінші бөлімінде тоннель қазбасына түсетін жүктемелер мен тау қысымдары СНиП II-40-80 әдістемесі бойынша есептелді және қазбаны өтетін ұңғымалық кешеннің түрі таңдалды. Яғни, тоннелді өтуге арзан әрі қарапайым механикаландырылмаған ЩН-1 қалқандық кешені қабылданды. Таужыныстары тұрақсыз болғандықтан, әлсіздеу-жұмсақ жыныстар массивінде сазды және құмдауытты малтатасты жыныстарды МО-9 пневматикалық ұрғыш балғалардың көмегімен ЩН-1 қалқанының кескіш сақинасының астында тұрып екі адамнан құралған ұңғылаушылар (проходчиктер) тобы бұзып қазады. Ұңғылаушылардың забойды бұзу кезінде щит-қалқанның кескіш сақинасы жыныстардың сіліміне 10 см шамасында кіріп тұрады. Қопсытылған таужыныстары шөмішінің сыйымдылығы 0,55 м³ болатын ППН-3А тиеу машинасы арқылы ПСК қайта тиегіш конвейеріне тиейді, ал, ол өз кезегінде камаздар мен ТСШ сияқты самосвал тасымалдау машиналарына қайта арытады, сосын олар таужыныстарын сыртқы үйіндіге шығарады. Кенжардың бір метрін қазып өткеннен соң, қалқанды бір метрге алға жылжытады, яғни қалқанды жылжытуды тубингті бекітпелерге щит-қалқанның домкраттарын тіреу арқылы іске асырады.

Қалқанды алға жылжытқаннан кейін, тоннель қазбасы темірбетонды тубингті бекітпемен бекітіледі. Темірбетонды тубингті бекітпені УТ-16 тубингқалағыш машинасының көмегімен орынатады. Яғни, мұнда алдымен төменгі қазбаның табан жағының науалық тубингтері блоктары орнатылады, содан кейін, тоннелдің оң жақ және сол жақтарының тубингілері тұрғызылады, содан соң, қаптама сақинасының жоғары жағындағы құлыптық бөлігі орнатылады. Сөйтіп қазба бір метр алға жылжыған сайын бір метрден тубингті бекітпе бекітіліп отырылады. Тубингті бекітпе қаптамасын орнатқаннан кейін, бекітілген тубингтер мен қазылған таужыныстары арасындағы қуыс-саңылауға арнайы насостардың көмегімен цементті бітеме ерітінділерді айдамаланып енгізеді. Яғни, бірінші бітемелік ерітінділерді айдамалау сақина бойынша төменнен жоғары қарай, тубинг кесектерінің бір-бірімен жалғасқан жіктеріндегі және қабырғаларындағы барлық тесіктер арқылы жүргізіледі. Ал, бақылаулық бітемелеп-айдамалау жұмыстары жіктерді және бірінші бітемелеп-енгізу (айдамалау) тесіктерін нақыштап-сылап бекіткенен соң орындалады. Бұл

бекітпемен қазылған таужынысы арасындағы саңылауды бірінші бітемелік ерітіндімен толтыру және бақылаулық тампонжадық ерітіндіні енгізу тоннелдің бекітпе қаптамасына әсер ететін сулардан қорғайды. Яғни тоннель бекітпесінің ұзақ уақыт қызмет етуін қамтамасыз етеді.

Дипломдық жобаның үшінші бөлімінде өтпелі тоннель қазбасын өту барысындағы жұмысты ұйымдастыру шаралары және бір метр тоннельді өтудің экономикалық көрсеткіштері есептелді. Яғни, өтпелі тоннел қазбасын өту кезіндегі жұмысшылардың еңбекақы шығыны, қажетті материалдар шығыны, энергия шығындары және амортизациялық аударымға кететін шығындар бойынша қазбаның бір метрін өтуге кететін жалпы шығын 508 434 тенгені құрады және де бүкіл 2979 м болатын тоннел қазбасын өту құны (жабдықтарды сатып алу құнын есептемегенде) 1 514 523 600 тенге шамасын құрады.

Дипломдық жобаның төртінші бөлімінде метрополитеннің жерасты ғимараттарын салу кезіндегі еңбекті қорғау шаралары қамтылып баяндалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Бегалинов Ә. «Шахта және жерасты ғимараттары құрылысының технологиясы», II –томдар, «ҚазҰТУ», 2011ж.;
- 2 Жәркенов М.І. «Метрополитен нысандары құрылысының технологиясы». Оқулық, Алматы, ҚазҰТУ, 2009ж. Б. 231.
- 3 Жәркенов М.І. «Жерасты ғимараттарының механикасы және бекітпелердің құрылымдары» Оқулық, Алматы, ҚазҰТУ, 2007ж. Б. 211.
- 4 Лиманов Ю.А. Метрополитены. Издание второе, исправленное и дополненное. Издательство «Транспорт», 1971г. - 359с.
- 5 Алматы метрополитені құрылысының бірінші кезегінің жобасы. Алматы Метропроект мекемесі, Алматы қ-сы, 1986. - 79б.
- 6 Картозия Б.А., Федунец Б.И., Щуплик М.Н. и др. «Шахтное и подземное строительство». Учебник для вузов. 3-е издание, в 2 т. М: Издательство МГТУ. 2003. Т.1 и 2.
- 7 Картозия Б.А., Борисов В.Н. Инженерные задачи механики подземных сооружений. Издание второе, исправленное и дополненное. Издательство МГТУ, 2001. – 246с.
- 8 СНиП II- 21- 75. Бетонные и железобетонные конструкции (Госстрой СССР). М.: Стройиздат, 1976 –81 с.
- 9 Заславский Ю.З., Мостков В.М. Крепление подземных сооружений. -М.: Недра, 1979 – 325 с.
- 10 ҚазҰТЗУ СТ-09- 2017. Мәтіндік және сызба материалдардың құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар. Алматы, ҚазҰТУ, 2017. - 47б.
- 11 Қабылбеков М. Г. «Кәсіпорын экономикасы», ҚазҰТУ, 2002 – 186 б.