

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

Қуанышбекова Нәзира Жангелдіқызы

Тақырыбы: «Метрополитендегі теміржол трассаларын салу кезіндегі
маркшейдерлік жұмыстар»

Дипломдық жұмысқа

ТҮСІНДІРМЕЛІК ЖАЗБА

5В070700 – «Тау – кен ісі» мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

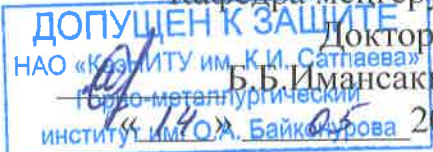
Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

Кафедра «Маркшейдерлік іс және геодезия»

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Кафедра меңгерушісі,

Доктор PhD.
Б.Б.Имансакипова
2019 ж



Дипломдық жұмыстың

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

«Метрополитендегі теміржол трассаларын салу кезіндегі маркшейдерлік

жұмыстар» тақырыбына

5B070700-Тау-кен ісі (бакалавр)

Орындаған: Қуанышбекова Н.Ж.

Жетекші т. ғ. к., асоц.профессор

Солтабаева С.Т.

«14» 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Сәтбаев университеті

Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

5В070700 – Тау – кен ісі



БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісі,
Доктор PhD.
Б.Б. Мансақипова
_____ 2019 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға

ТАПСЫРМА

Қуанышбекова Нәзира Жангелдіқызы

Жұмыстың тақырыбы: «Метрополитендегі теміржол трассаларын салу кезіндегі маркшейдерлік жұмыстар»

Университеттің № 1113 – б «08». 10. 2018 ж. бұйрығымен бекітілген

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі: «06» 05 2019 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері:

Есеп – түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша диплом жұмысының мазмұны: тау – кен жұмыстары, геодезиялық жұмыстар, маркшейдерлік жұмыстар және арнайы бөлімдері.




Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген):, үстіңгі құрылыстық жол(всп) конструкциясының планы, поездың қисық бұрылысындағы көрінісі, поездың түзу жолдағы көрінісі.

Пайдаланылған әдебиеттер: Нұрпейісова М.Б. Геодезия – оқулық, Нұрпейісова М.Б., Низаметдинов Ф.К., Ипалақов Т.Т. «Маркшейдерлік іс».

Дипломдық жұмысты даярлау КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Жалпы бөлім		
Арнайы бөлім		

Аяқталған дипломдық жұмыстың және оларға қатысты диплом жұмысының бөлімдерінің кеңесшілерінің және қалып бақылаушының
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Жалпы бөлім	Солтабаева С.Т. т.ғ.к., ассоц.профессор	03.04.2019	
Арнайы бөлім	Солтабаева С.Т. т.ғ.к., ассоц.профессор	03.05.2019	
Қалып бақылаушы	Нукарбекова Ж. т.ғ.м., ассистент	10.05.2019	

Тапсырма берілген мерзімі 6.03.2019

Кафедра меңгерушісі  Имансакипова Б.Б.

Ғылыми жетекшісі  Солтабаева С.Т.

Тапсырманы орындауға студент Қуанышбекова Нәзира Жангелдіқызы
алды

Күні « 15 » 05 2019 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста “Метрополитендегі теміржол трассаларын салу кезіндегі маркшейдерлік жұмыстар” тақырыбы қарастырылған.

Дипломдық жұмыс негізгі екі бөлімнен :

1. жалпы бөлім;
2. арнайы бөлім қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Кіріспеде таңдалған диплом тақырыбының өзектілігі ашылады.

Дипломның жалпы бөлімінде АО «Алматыметроқұрылыс» туралы жалпы ақпарат айтылған. Яғни, метроның қолданыстағы маңыздылығы және пайдасы, орналасу аймағы сонымен қатар оның құрылысы. Алматы метросының болашақтағы өркендеуі, дамуы метроның жұмыс жасау тәртібі айтылған.

Дипломның арнайы бөлімінде метродағы теміржол трассаларын салу кезіндегі маркшейдерлік жұмыстар ашылып жазылған. Айта кетсек, жол реперлері, оларды жобалық белгілер бойынша орнату, одан кейін жоспар мен қимада салынған жолдарды тексеру, план және профилін түсіру айтылған. Есептердің шығару жолдары, тоннельдердегі жол жабдықтарымен түсіру, жолды соңғы нивелирлеу айтылған.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе предусмотрена тема "маркшейдерские работы при строительстве железнодорожных трасс метрополитена".

Дипломная работа состоит из двух основных частей :

1. общая часть;
2. специальный раздел состоит из заключения и списка использованной литературы. В введение раскрывается актуальность выбранной темы диплома.

В общей части диплома говорится об АО «Алматыметрокурылыс». То есть существующая значимость и польза метро, зона размещения, а также ее строение. О перспективах развития, перспективах развития алматинского метро говорится в правилах функционирования метро.

В специальной части диплома раскрыты маркшейдерские работы при строительстве железнодорожных трасс в метро. Стоит отметить, что дорожные реперы, их установка по проектным признакам, а затем проверка построенных дорог в плане и сечении, снятие плана и профиля. Обозначены пути решения задач, спуск путевого оборудования в тоннелях, окончательное нивелирование пути.

ANNOTATION

The thesis provides for the theme” surveying work in the construction of railway tracks underground.”

The thesis consists of two main parts :

1. general part;
2. a special section consists of a conclusion and a list of references. The introduction reveals the relevance of the chosen topic of the diploma.

The General part of the diploma refers to JSC "Almatymetrokurylys". That is, the existing importance and benefit of the metro, the placement area, as well as its structure. About the prospects of development, prospects for the development of the Almaty metro is stated in the rules of the metro.

In a special part of the diploma revealed surveying work in the construction of railway tracks in the subway. It is worth noting that the road benchmarks, their installation on the design features, and then check the built roads in plan and section, the removal of the plan and profile. The ways of solving problems, the descent of track equipment in tunnels, the final leveling of the path are indicated.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	9
1 Алматы метрополитені туралы жалпы мәліметтер	10
2 Темір жол салу кезіндегі маркшейдерлік жұмыстар	15
2.1 Трассаны жобалау кезіндегі маркшейдерлік жұмыстар	15
2.2 Жол реперлері, жобалық белгілер бойынша орнату	22
2.3 Жоспар мен қимада салынған жолдарды тексеру әдістері	24
2.4 Тоннельдердегі жол жабдықтарымен түсіру, жолды соңғы рет нивелирлеу	26
ҚОРЫТЫНДЫ	30
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	31

КІРІСПЕ

Отандық және шетелдік тәжірибеде Метрополитен қалалық қоғамдық көліктің ең танымал түрлерінің бірі болып саналады.

Қазіргі таңда халықтың өсуі сонымен қатар қалалар мөлшерінің ұлғаюы, қолданыстағы жер үсті көлігінің бірте-бірте салыстырмалы түрде көп болуы, экологиялық проблемалар, қаладағы кептелістің ұлғаюы секілді мәселелерді тудыруда. Көлік құралдарын шешудің қосымша тәсілдерін қарастыру ірі қалаларда метрополитен желілерін салу қажеттігіне сөзсіз алып келеді. Метро ірі қалалар үшін көліктің ең тиімді, ең пайдалы түрі болып табылады. Метрополитен қалалық жолаушылар көлігінің басқа түрлерінен жоғары жылдамдықпен жүрумен ерекшеленеді. Қазіргі таңда Алматы қаласында 9 станция бар, 2 станция салынуда. Жоспар бойынша болашақта Алматы қаласын метрополитен толық қамтиды.

Метрополитен құрылысындағы маңызды жұмыстардың бірін маркшейдерлер атқарады, соның ішінде маңызды жұмыстардың бірі рельс жолдарын төсеу. Маркшейдерлік қамтамасыз етудің уақытылы және сапалы өзектілігіне байланысты метрополитендердің қазіргі заманғы желілерін салу қарқыны өсуде және дамуда. Маркшейдерлік жұмыстар технологиялық процестің ажырамас бөлігі болып табылады, олар құрылысты тұрғызудың барлық кезеңдеріне ілесе жүреді, сондықтан сапалы маркшейдерлік қамтамасыз ету құрылыстың сапасы мен мерзіміне айтарлықтай әсер етеді.

Метрополитеннің қазіргі таңда халыққа тигізер пайдасы жылдан–жылға артып келеді.

1 Алматы метрополитені туралы жалпы мәліметтер

Бірінші кезектің жалпы ұзындығы – 8,56 км, бірінші және соңғы станция осінен пайдалану 7,5 км, станция саны 9. Станциялар арасындағы орташа қашықтық 1,25 км, ең үлкен 1,596 км, ең кіші 0,99 км. Алмалы – Абай – Байқоңыр – 300м аралығындағы қисықтардың ең аз радиусы. Аралықтар бойынша трассаның ең үлкен еңісі – 40%. Трассаның қисық сызықты учаскелері барлық ұзындығына қатысты 23% құрайды. Бүгінгі таңда екінші іске қосу кешенінің құрылысы жүргізілуде, метрополитеннің бірінші желісінің екінші кезектегі екінші іске қосу кешені учаскесінің трассасы Абай даңғылының астында, Алтынсарин даңғылынан Яссауи көшесіне дейін батыс бағытта орналасқан. Аралық тоннельдер мен екі станциядан тұрады: Сарыарқа станциясы – терен салынған пилон типті және Достық станциясы – ұсақ салынған.

Метрополитен қызметіне сұраныстың болжамды есептерінің нәтижелеріне сәйкес 2 – ші іске қосу кешені пайдалануға берілгеннен кейін күн сайынғы жолаушылар ағынының күтілетін саны – 85 000 адамды құрайды. Бұл метрополитендегі жолаушылар тасымалының айтарлықтай өсімін береді.

Сарыарқа станциясы "Фэмели" паркінің жанында орналасқан, станция қаланың ең тығыз елді аудандарының бірін, яғни шағын аудандарды қамтиды №3, 4, 5, 6, 7, 8, 12.

Екі жер асты вестибюльдері мен кіре берістері бар достық станциясы, Момышұлы көшесінің батысына қарай орналасқан. Станция Жетісу, Жетісу 2, Жетісу 4, Мамыр, Мамыр 5, Мамыр 7 шағын аудандарын қамтиды.



1 Сурет – Достық станциясының болашақ сәулеті



2 Сурет – Сарыарқа станциясының болашақ сәулеті

Метрополитен кешеніне келесі негізгі құрылыстар кіреді: станциялар, аралық тоннельдер, көпірлер, жол өтпелері, құламалар камералары, тұйықтар, қызметтік жалғастырушы тоннельдер, депо, метрополитеннің инженерлік корпусы, трассасы.

Жер асты құрылыстарын салудың заманауи техникасы мен жаңа технологияларын қолдану құрылыс жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етуге жоғары талаптар қояды. Бұл жерасты кеңістігін игеру жобаларын іске асырудың дәлдігіне қойылатын жоғары талаптары бар. Маркшейдерлік қамтамасыз етудің уақытылы және сапалы өзектілігіне байланысты метрополитендердің қазіргі заманғы желілерін салу қарқыны өсуде. Маркшейдерлік жұмыстар технологиялық процестің ажырамас бөлігі болып табылады, олар құрылысты тұрғызудың барлық кезеңдеріне ілесе жүреді, сондықтан сапалы маркшейдерлік қамтамасыз ету құрылыстың сапасы мен мерзіміне айтарлықтай әсер етеді.

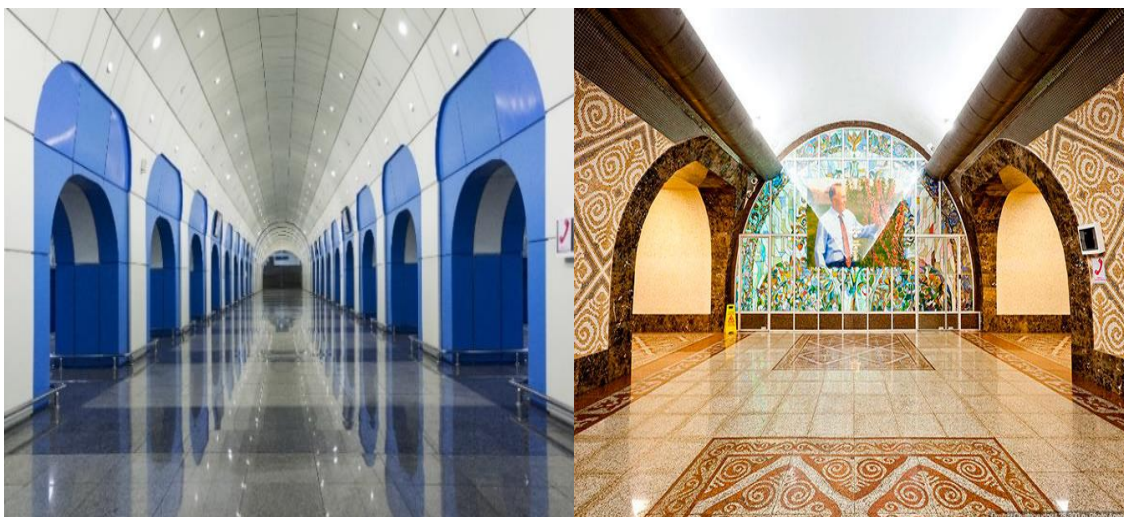
Алматы метрополитені – әлемдегі ең жаңа, бұрынғы Кеңестер одағындағы Қазан қаласынан кейінгі және Орта Азиядағы екінші, Азия құрлығындағы іске қосылған соңғы метро болып отыр. Егер Ташкент метросын бүкіл КСРО республикалары жабылып салса, Қазан метросын бүкіл Ресей Федерациясы асарлап салды. Ал Алматы метросы – Тәуелсіздігіміздің алып ескерткіші ретінде және өз күшімізбен салған ғажайып құндылық болуымен де бізге аса қымбат. 2015 жылдың басынан бастап, өткен он айда Алматы метро қызметін 2 753 242 адам пайдаланыпты. Бұл халық санына шаққанда әлемдік рекордпен тең. Салыстырмалы түрде айтқанда, әлем қалаларындағы көптеген метролар

осыншама уақыт аралығында қала халқының жиынтық санын құрайтын жолаушылар құрамын жинай алмапты. Енді, Алматы метросын әлемнің өзге қалаларындағы метролармен салыстырып қарасақ. Алматы метрополитені 9 техникалық – инновациялық тұрғыда жаңғыртылуы бірден көзге түседі. Сондықтан, оны әлемнің кез келген метрополитенімен жарыстыруға болады.



3 Сурет – Райымбек және Алмалы станциялары.

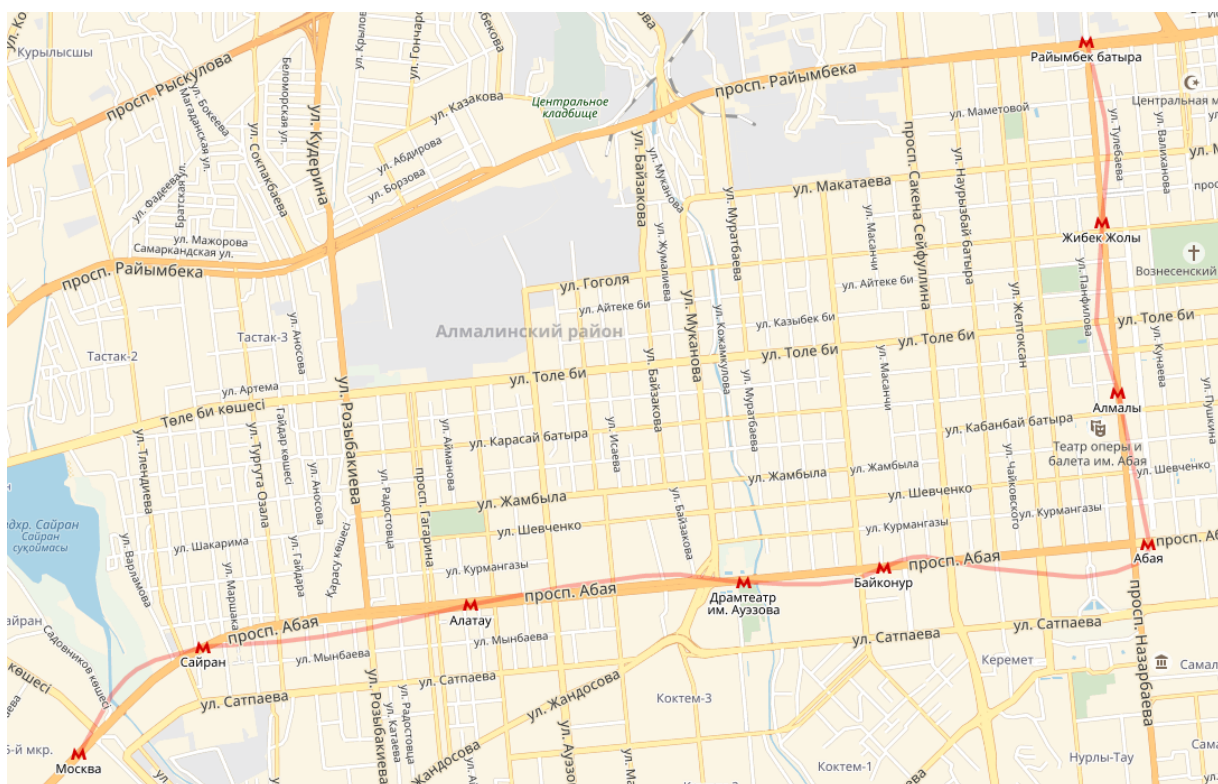
Алматы метрополитені – Алматы қаласында салынып жатқан метрополитен жүйесі. Алғашқы бөлігі 2011ж. 1 желтоқсанда ашылды. Заманауи технологияларды енгізу бойынша жоспарды жүзеге асыру үшін Алматы метрополитенін салу барысында «Herrenknecht AG» неміс компаниясының «Herrenknecht S – 320» жоғары өндірісті тоннел қазушы кешені сатып алынған. Алматы метрополитені еліміз үшін стратегиялық маңызды нысан болып табылады. Жоба бойынша, метроның алғашқы кезегі Фурманов пен Райымбек даңғылының қиылысы мен Абай және Гагарин көшелерінің қиылысын жалғайды. Бұл жұмыстар ресейлік «Лайтон» ААҚ қоғамының еншісінде. Туннельдерде рельс салу, бейне-теле бақылау жұмыстары да ресейліктердің еншісінде Алматы метрополитені Қазақстандағы алғашқы, Орталық Азияда екінші (Ташкент метрополитенінен кейін) және ТМД – дағы 16 – шы немесе 17 – ші метрополитен болды. Алғашқы кезеңде вагондарды жөндеу мен техникалық тұрғыдан қызмет көрсету жұмыстары депода жүргізіледі. «2012 жылы Алматы метросындағы жолаушылар ағымы тәулігіне орташа есеппен 30 – 40 мың адам болады, кейінірек 2015 – 2020 жылдары бұл көрсеткіш 300 000 адамға дейін жетеді» деген болжам бар. Бұл мәліметтерді «Алматыметроқұрылыс» АҚ директоры Мұрат Үкшебаев мырза да растады. Алматы метрополитені 2011 жылдың желтоқсан айында, Тәуелсіздіктің 20 жылдығы қарсаңында пайдалануға берілді. Алматы метросының жолаушылар тасымалдау мүмкіндігіне сараптама жасаған зерттеу институты тәулігіне 300 мың жолаушы тасымалдай алады деп болжаған еді.



4 Сурет – Байқоңыр және Абай станциялары

Алматы метросының бірінші линиясында 9 бекет бар.

«Райымбек батыр» бастапқы бекеті Фурманов көшесі мен Райымбек даңғылының қиылысында орналасқан. Соңғы бекет – «Мәскеу» бекеті Абай даңғылымен бойлай Өтеген батыр – Алтынсарин көшелерінің қиылысында орналасқан. Бекеттері «Жібек жолы» (Гоголь–Панфилов көшелері); «Алмалы» (Қарасай – батыр – Панфилов), «Абай» (Фурманов – Абай); «Байқоңыр» (Абай – Байтұрсынұлы), «Әуезов атындағы драма театры» (Абай – Мұқанов), «Алатау» (Абай – Әуезов). (5 – сурет)



5 Сурет – Метроның жүру бағыты

Келесі кезектегі бекетте – Батыс бағытындағы метро құрылысы 2011 жылдың 25 наурызында басталды. Ұзындығы 8,62 км құрайды. Ол екі учаскіге бөлінген үш бекеттен тұрады. "Москва – Достық" 3,1 км, - 2018 ж. "Достық – "Қалқаман" 2,62 км, - 2020 ж. Біздің практика Сарыарқа – Достық станцияларда жүргізілді.



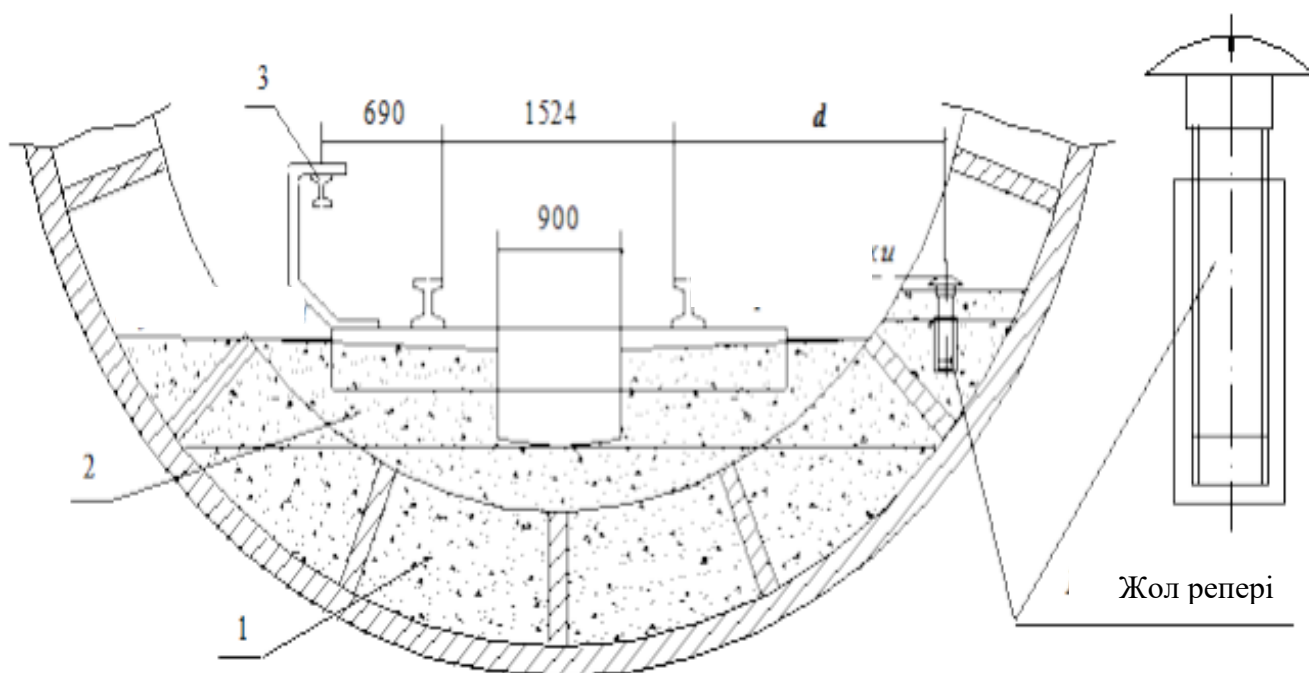
6 Сурет – Достық станциясының жоғарыдан түсірілген көрінісі

2. Темір жол салу кезіндегі маркшейдерлік жұмыстар

2.1 Трассаны жобалау кезіндегі маркшейдерлік жұмыстар

Туннель құрылысынан кейін темір жол салу және орнату басталады, ол метрополитен құрылысының негізгі бөлігі болып есептеледі. Темір жол салу жұмыстары жол профилінде және планында ұсынылған, проекттік мәліметтерге және трассаның геометриялық схемасына сәйкес жүргізіледі. Тоннельдегі темір жол төсемі (сурет – 7) үш бөліктен тұрады: жолдың төменгі (1) және жоғарғы құрылымы (2) және түйіспелі рельс (3). Жолдың төменгі құрылымы тоннель қаптамасы салынғаннан кейін салынатын бетон негізінен тұрады. Жолдың жоғарғы бөлігі жол рельстері орнатылған бетондалған шпалдан тұрады. Рельстер шпалдарға бекітілетін, арнайы типті болат төсемдерге төселеді. Шпалдар мен болат төсемелер арасына ағаш төсемдер, ал рельстердің астына резеңке төсемдері қойылады. Су ағу үшін жол бетонының беті көлденең еңістігі 0,03 болып табылады. Артық суларды ағызу жол осі бойына орналасқан арық бойынша жүргізіледі.

Түйіспелі рельс электр тогын жылжымалы қозғалтқыштарға беруге арналған. Оны жүріп келе жатқан поездың сол жағынан арнайы кронштейнлерге іледі. Контактілі рельстің үстінен қорғайтын электр оқшаулау материалынан жасалынған қораппен жабады.



7 Сурет – Жол репері

Темір жолды бөлу және төсеу үшін негізгі негіз-жол репер. Рельстерді жобалық жағдайға орнату метрополитендегі ең жауапты жұмыстардың бірі

болып табылады, сондықтан жол реперлерінің жоспарлы және биік жағдайы жобалық сызбаларда көрсетіледі.

Жол репер ол сфералық басы бар болт болып табылады. (сурет – 7). Болт (репер) басында диаметрі 1,52 мм тесік бар, ол оның орталығы болып табылады. Сфералық бастың астында бұрандамаға арналған шаршы қимасы бар, ол гайка кілтінің биіктігі бойынша реттеуге арналған. Тоннель қаптамасының әрбір түрі үшін, жол қалыптарын қалыптау және жол реперлерін бетондау бойынша үлгі сызбалар мен ұсыныстар әзірленді.

Жол реперлерін поездың оң жағынан тік жүрген кезде 20 м кейін, ал трассаның бұрылу жерлерін көрсеткен кезде немесе қисық учаскелерінде 5 метрден кейін орнатылады. Реперлерді анықтау және олардың нақты жағдайын анықтау полигонометриялық белгілермен жүргізіледі. Егер орналасуы тубингтердің қаттылығының қабырғалары немесе басқа заттар кедергі келтірген жағдайда, реперлердің трассаның осі бойымен 3 см ге дейін ығысуына рұқсат етіледі. Қисық сызықты учаскелерде репер арасындағы қашықтық трассалары ΔS шамасына ұлғайтылады, өйткені жобалық сызбаларда бөлу осі бойынша көрсетіледі, ал нақты қондырғыда сыртқы жағынан қисықтан жүргізіледі:

$$\Delta S = \frac{D}{R} S \quad (1)$$

мұндағы, S – реперлер арасындағы жобалық қашықтық;

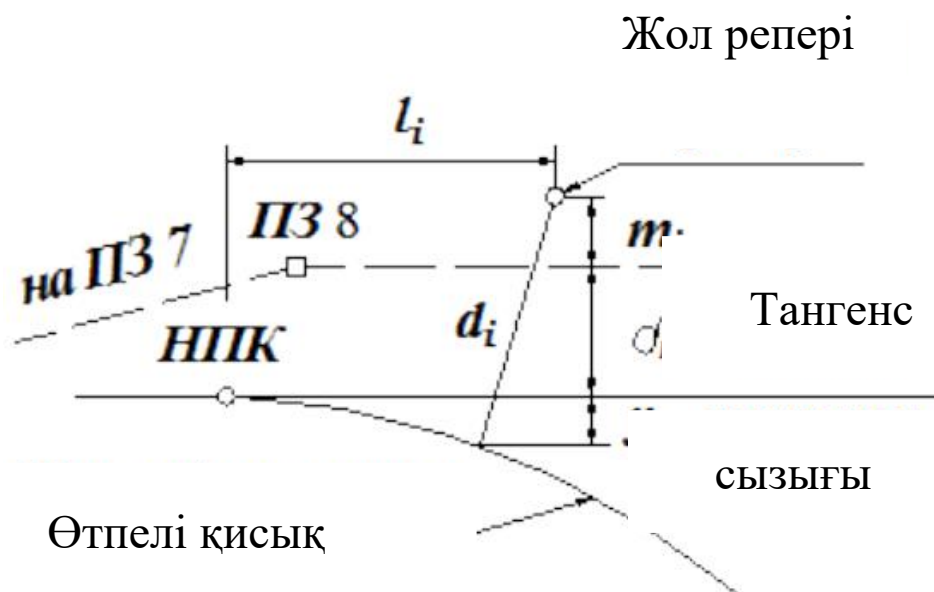
D – жол осінен реперлерге дейінгі қашықтық;

R – қисық радиусы.

Жол реперлерін орнатқаннан және бетондағаннан кейін олардың нақты жоспарлы және жобалық биіктікке түпкілікті орнату жүргізіледі. Ол үшін нақты пикеттік мәндеріне сәйкес, әрбір репердің жобалық белгілері анықталады. Содан кейін нивелирлік рейкаларды кезекпен әрбір реперде орнатып және жобалық жағдайға келтіру үшін нивелирдің көмегімен жақын жердегі полигонометриялықтың биіктік белгісі болттардың айналуымен оларды орнатуға қол жеткізеді. Реперлердің белгілерін бақылау үшін басқа полигонометриялық белгіден тексереді, оң нәтижелер болған жағдайда болттар бұрандасын кесу және бетонды төменгі қабатқа дейін құю жүргізіледі. Жол реперлерінің жобалаудан нақты белгілерінің ауытқуы ± 2 мм.

Трассаның тік сызықты учаскесінде тексеру түзу сызықты анықтауды және жоспар бойынша рельстерді орнатудан басталады. Ол үшін полигонометриялық белгіге теодолит және жолдың осіне параллель бағыттайтын визир сәулесі орнатылады. Көлденең санау рельс бастиегінің ішкі қырында белгіленген рейкке әрбір репердегі және олардың арасындағы рельстің орналасуын анықтайды. Рельстердің түзуден ауытқуының анықталған учаскелері 2 мм – ден асқан жағдайда, желілерді түзетуге тура келеді. Сонымен қатар, жол орталықтарының қашықтықтарын өлшейді және оларды есептік мәндермен салыстырады.

Жоспарда темір жолды салу маркшейдердің көрсеткен жол реперінен ең жақын рельстің ішкі қырына дейінгі қашықтықта жүргізіледі. Реперлердің нақты жағдайын анықтау полигонометриялық белгілерден аспаптық түрде жүргізеді. Трассаның тікелей учаскелерінде параллель сәуле тәсілін қолданады. Полигонометриялық белгіге теодолитті орнатып және трассаның осіне параллель визирлік сәулесін бағыттап, репер бұрандалы тесігінің ортасына көлденең орнатылған рейка бойынша m_i есебін алады. Репер центрінен ең жақын рельстің ішкі қырына дейінгі d_i қашықтығы мына формула бойынша анықталады:



8 Сурет – Өтпелі қисықтар учаскесі

$$d_i = \delta + m_i - \frac{A}{2} \quad (2)$$

мұндағы, δ – жол осінен полигонометриялық белгінің ығысуы;

m_i – реперге дейінгі өлшенген қашықтық;

A – темір жол табанының ені.

Өтпелі қисықтар учаскелерінде (сурет – 8) d_i қашықтығын сызықтан тангенске параллельдігін, мына формула бойынша анықтайды:

$$d_i = \delta_n + m_i + y_i + \frac{l_i^4}{c^2} - \frac{A}{2} \quad (3)$$

мұндағы, δ_i – полигонометриялық белгінің тангенс сызығының осінен ығысуы;

$y_i = \frac{l_i^3}{6C} - \frac{l_i^7}{336C^3}$ ординат тангенс сызығынан өтпелі қисыққа дейін;

l_i – өтпелі қисықтың басынан тангенс желісі бойынша реперге дейінгі қашықтық;

$C = \Delta$ өтпелі қисық параметрі.

Айналма қисықтың кіші радиусты (300 – 400 м) учаскесінде Полигометрия пункттерінен қажетті бұрыштық және желілік өлшеулер жүргізеді және орталықтардың жоспарлы жол реперлері координаттарын анықтайды. Бұдан әрі, кері геодезиялық есепті шеше отырып, d_i қашықтығын жолдық репер мен рельстің ішкі шекарасының аралығы анықталады.

$$d_i = D_i - (R - z) - \frac{A}{2} \quad (4)$$

мұндағы, D_i – жол репері мен қисық орталығы арасындағы есептелген қашықтық;

R – бөлу осінің радиусы;

z – бөлу осіне қатысты жол осінің ығысуы.

Басқа жағдайларда, үлкен радиусы бар айналма қисықтар учаскелерінде, жол репер жағдайы параллель хорд сызығынан анықталады. Бағытты параллель хордаға полигометриялық белгімен береді. Ол үшін, теодолит орната отырып, мысалы, ПЗ 9 – ды жұмысқа келтіре отырып, ПЗ 10 да бекітілген көру құбырының визирлік осін C нүктесіне әкеледі, оның жағдайы ПЗ 9 және ПЗ 10 полигометриялық белгілерінің ығысуының әртүрлілігіне сәйкес келеді (сурет – 8)

Теодолит жіптер торын тік штрихі және рейка бойынша реперде көлденең орнатылған m_i есебін алып, ең жақын рельстің ішкі қырынан d_i реперлерді алып тастауды есептеу келесі формула арқылы анықтайды:

$$d_i = \delta_i + \frac{m_i - b_i}{\cos a_i} + z - \frac{A}{2} \quad (5)$$

мұндағы δ_i – полигометриялық белгінің бөлу осінен ығысуы;

$$b_i = b_0 - \frac{l_i^2}{2R} \quad (6)$$

b_i – анықталған репер пикетінде ПЗ 9 – C доғасының иілу жебесі, ;

l_i – ортасынан жол реперіне дейінгі доғаның ұзындығы;

a_i – Хорда ортасының арасындағы Орталық бұрышы;

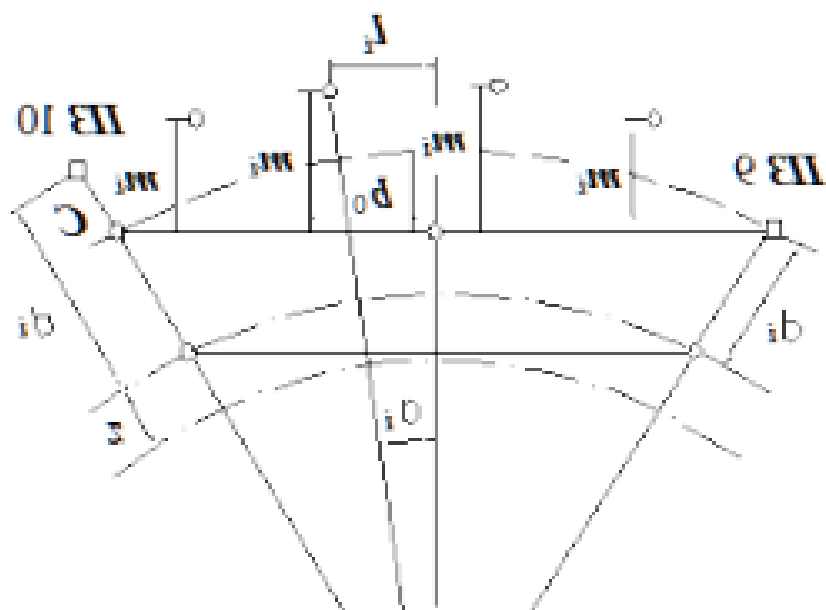
b_0 – Хорданың ортасында доғаның иілу жебесі.

$$b_0 = \frac{L}{8R} \quad (7)$$

L – Хорданың ұзындығы;

R – Бөлу қисығының радиусы.

$R = 1200$



9 Сурет – Хорданың анықталуы

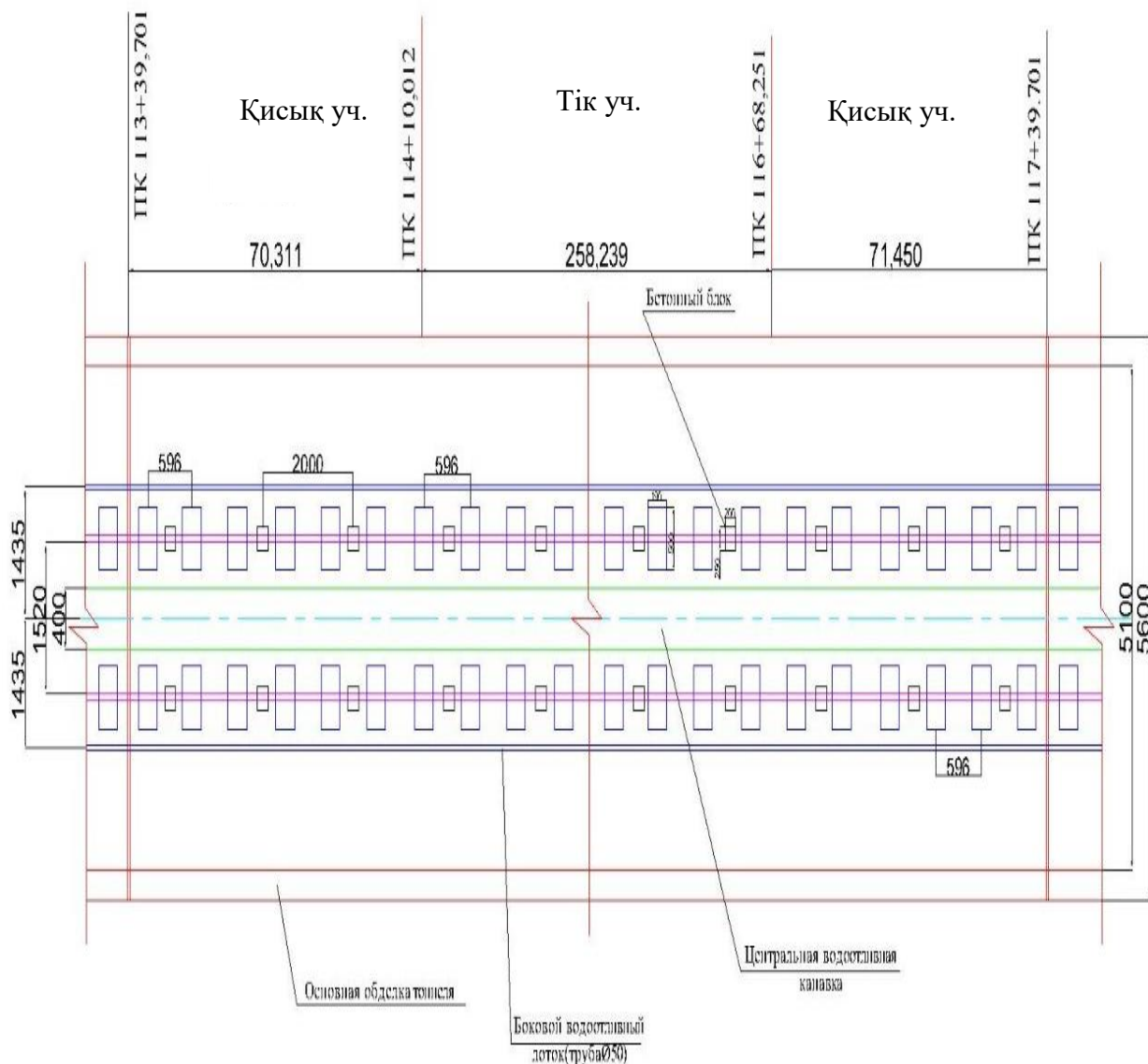
Жол реперлерінің орталықтарынан таяу рельстің ішкі қырына дейінгі қашықтықты екі рет тәуелсіз анықтайды. Екі алшақтың арасындағы арақашықтық ± 3 мм аспауы тиіс. Түпкілікті нәтиже үшін олардың арасындағы орташа мәні қабылданады. Соңғы қашықтықтағы шамалар, пикетаждар және биіктік белгілері жол реперлерінің ведомостарында көрсетіледі және жол бригадалары олар бойынша темір жол орнатуды жүргізеді. Сонымен қатар, тоннельде пикетаждың нақты мәні, әрбір реперде жақын рельстің ішкі қырынан алып тастау үшін тікелей қол қойылады.

Темір жолды тікелей төсеуді, жолдың төменгі құрылысының негізінде бетондық негізге шпалдарды және рельстерді орналастырудан бастайды. Рельс аралық кергіш орнату шөлейтке сәйкес келетін шаблондар және шпалдарға рельстерді бекітіп, шпалдарды жоба жағдайына жол орнатуға қол жеткізіледі. Бұл жағдайда жолды кергіш домкраттардың көмегімен бекітеді. Жол бекітілгеннен кейін жол қорама үшін су бұрғыш жыралар мен айдап әкетуге қарсы шұңқырлар орнатылады.

Жол бетонын құю алдында (шпалды бетондау) белгіленген жолдың геометриялық параметрлерінің жобалық мәндерге сәйкестігін маркшейдерлер мұқият тексереді. Рұқсат етілмейтін ауытқу болған жағдайда сәйкес келтіру үшін геометриялық және жинақталу схемалары бар қосымша рихтовкалардың орнын көрсетеді.

Ауыспалы және айналмалы қисықтар учаскелерінде, репердерден басқа, жоспардағы жолдың жағдайын яғни, рельстердің тегіс және дұрыс майысуын тексереді. Бұл үшін айналма учаске немесе ауыспалы қисықтағы хордтарды 10 м – ден бөледі. Алынған нәтижелерді хорда сызығынан нақты өлшемдермен салыстырады. Ауытқу нақты теориялық шамалардан ± 2 мм аспауы тиіс.

Тоннельдің асты бизде тегіс емес екені белгілі. Сондықтан туннельдің астын тегістеу үшін (УГР – 632), қатты негіз, яғни бетон құйылады. Одан кейін оның үстіне ВСП жиналады, яғни жинау барысында әр рельстің өз отметкасы болады. Метро құрылысында UTS–300 блок қолданылады. Метро құрылысында және темір жол салу барысында блок әрдайым уклонмен тұрады, одан кейін үстіне рельс орнатылады. Себебі, рельс ішке қарай уклонмен тұру керек, ол подуглонка деп аталады. Егер подуглонка болмаса поезд жүрген сайын дөңгелегі желінеді және уклонмен тұрса желіну азаяды және жұмыс істеу мерзімі көбейеді.



10 Сурет – Всп конструкциясының планы

Уклондардың өзіндік стандарттары және өзіндік рұқсат етілген шамалары болады. Метро құрылысында қолданылатын UTS – 300 блогы уклонмен дайын түрде келеді. ВСП – ның ортасында ашық тұрған жер канавка деп аталатын арық қалдырылады, оның өзіндік рұқсат етілген шамалары бар. Рельсті қойған кезде оның өзінің проектный отметкалары болады да яғни, қателік ± 2 мм. – ге рұқсат

етіледі. ± 2 мм – ден қателік асқан жағдайда, қайта жөндеу жұмыстары жүргізіледі. (10 – сурет)



11 Сурет – Сарыарқа станциясының рельсі

Сонымен қатар, рельстердің ішкі қырлары арасындағы қашықтықты өлшеумен, жолтабанның шамасын да бақылайды. Жолтабан енінің ұлғаюы 4 мм – ден, ал тарылуы 2 мм – ден аспауы тиіс.

Профильдегі жолдың жағдайын тексеру 2 – 3 м аралықта рельстерді нивелирлеумен жүргізіледі. Бұл үшін рельстерде нивелирлеу нүктелерін белгілейді және нақты пикетажға сәйкес олардың жобалық белгілерін есептейді. Трассаның бұрылу учаскелерінде ішкі рельстің белгісін сыртқы рельстің биіктігінің шамалары арқылы есептеледі. Белгіленген нүктелерді нивелирлеу полигонометриялық белгілерге немесе жол реперлерінің белгілеріне сәйкес жүргізіледі.

Профильде қойылған жолдың ауытқуы жобалық жағдайға қатысты ± 3 мм аспауы тиіс. Сонымен қатар, әрдайым колей ені және еңісі (подуглонка) тексеріледі. Колей ені шаблон 1520 – мен өлшенеді. (12 – сурет)

Тоннельдерде монтаждау, жеке жөндеу, домалату жұмыстары біткен соң, жол реперлері мен төселмеленген жолдар соңғы рет нивелирленіп, жолдар түсіріледі.

Метрополитен кешеніне келесі негізгі құрылыстар кіреді: станциялар, аралық тоннельдер, көпірлер, жол өтпелері, құламалар камералары, тұйықтар, қызметтік жалғастырушы тоннельдер, депо, метрополитеннің инженерлік корпусы, трассасы. Алматы метрополитені 9 техникалық – инновациялық тұрғыда жаңғыртылуы бірден көзге түседі. Сондықтан, оны әлемнің кез келген метрополитенімен жарыстыруға болады.



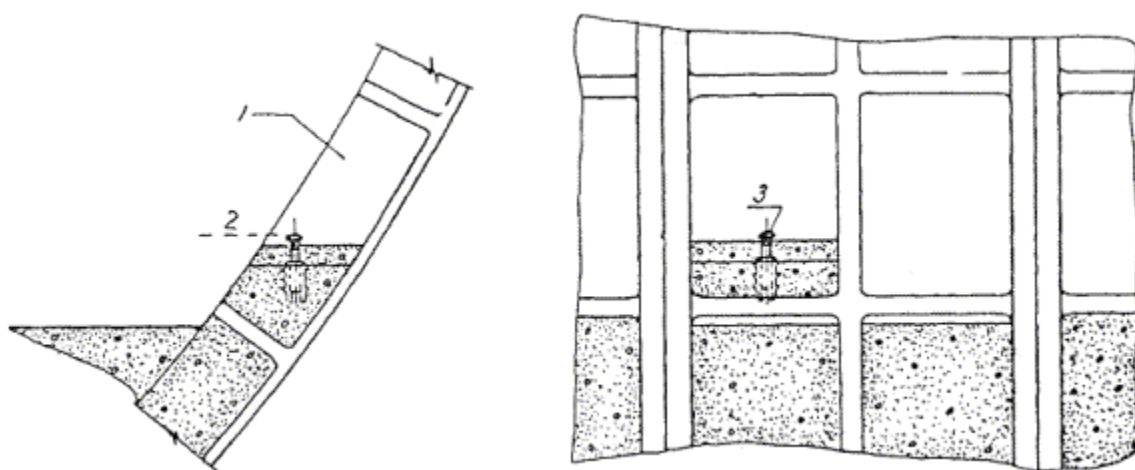
12 Сурет – Шаблон

Жоспар мен профильде жолдың жағдайын тексеруді және тегістеуді бірлесіп жүргізу ұсынылады, сонымен қатар жоспардағы жол жағдайының өзгеруі оның профильдегі жағдайының өзгеруіне әкелуі мүмкін.

2.2 Жол реперлері, жобалық белгілер бойынша орнату

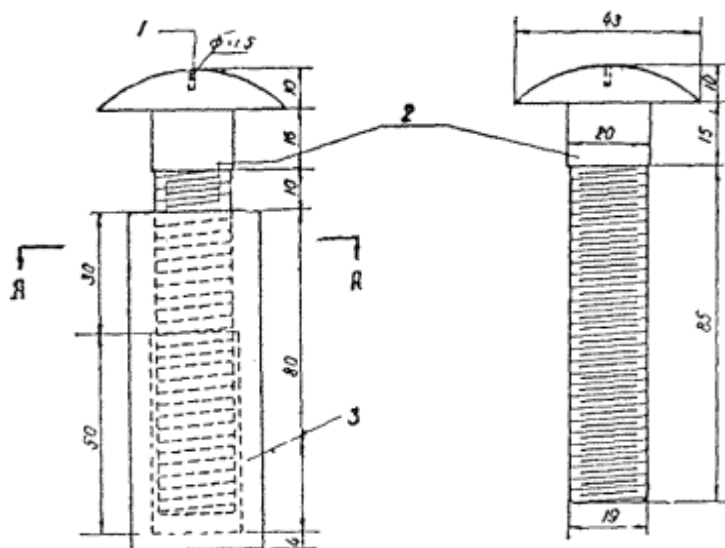
Тоннельдердегі жолдарды салу мен төсемелеу жол реперлерінен орындалады, бұл типтік сызбалармен көрсетіледі. (13 – 16 – сурет)

Жол реперлері жолдың тура аумақтарына, жолдың шетіне орналасады, демек жоғары рельсті жолдан басталады. Екі жолды тоннельдерде орташа қабырғасыз жұмыстың қолайлы жағдайын тудыру үшін (метрополитен жолдарының қызметіне сәйкес) жол реперлерін орнату рельстің ішкі жағында болады..

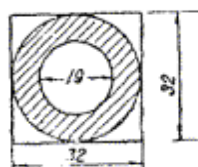


13 Сурет – Тюбингі тоннельдегі жол репері

1-тюбинг торы; 2-жақын орналасқан рельстің бас деңгейі; 3-жол репері

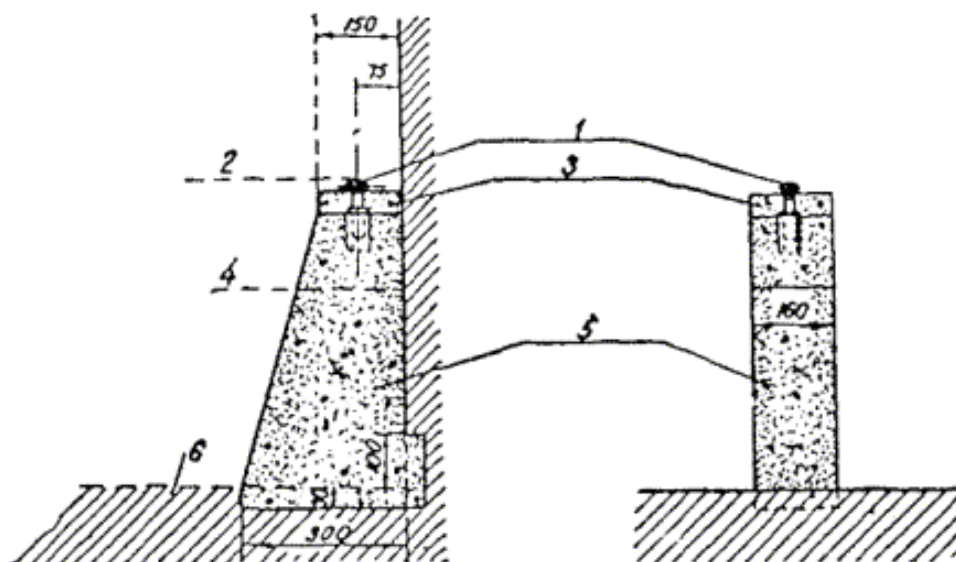


РАЗРЕЗ ПО А-А



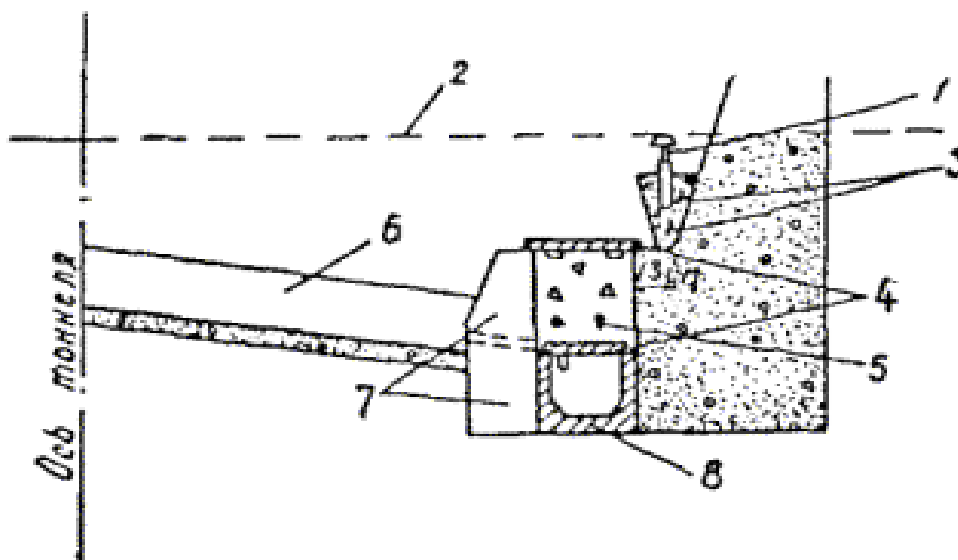
14 Сурет – Жол репері

1 - репердің сфералық басындағы тесігі; 2 - болт; 3 – бұрандалы стақан; Өлшемдер миллиметрмен берілген.



15 Сурет – Тікбұрышты қималы бетонды тоннельдегі жол репері

1 – жол репері; 2 - жақын орналасқан рельстің бас деңгейі; 3 – бетонды қатық; 4 – жол бетонының беті; 5 - бетонды монолит; 6 – тоннель науасы. Өлшемдер миллиметрмен берілген.



16 Сурет – Теміржол тоннеліндегі жол репері

1 - репер; 2 - рельс бетінің деңгейі; 3 - бетонды қысқа бағана мен қабырғаны бекітетін металлды қада;
4 - съёмные крышки железобетонных лотков темірбетонды науаның алмалы-салмалы қақпағы; 5 – қоқыспен толтыру; 6 - балласт; 7 – қож-блок;
8 - темірбетонды науа.

2.3 Жоспар мен қимада салынған жолдарды тексеру әдістері

Бетондаудан бұрын жол шпалын бетондау алдында жоспар мен қима бойынша тексеріледі. Реперден рельсті жолдарға дейінгі қашықтықты тексеру жол реперлері арасындағы аралықтармен бақыланады. Осы мақсатта жылжымалы лес немесе теодолит орнатылып, қолданылады. Ауытқуларды түзету домкрат көмегімен орындалады. Ауыспалы және айналма қиғаштар аумағында реперлерден 2,5 м проемрелрде иілімдену бағытымен жолдың қиғаштығы тексеріледі. Иілімдену бағытының өлшемдері келесі формуламен есептеледі:

а) ауыспалы қиғаш үшін

$$b = kl; \quad k = \frac{a^2}{2C} \cdot 1000, \quad (8)$$

мұндағы b – иілімдену бағытының өлшемі, мм; l – ауыспалы қиғаштан хорда ортасына дейінгі қашықтық, м; a – хорда ұзындығының жартысы, м; C – ауыспалы қиғаш өлшемі;

б) айналма қиғаш үшін

$$b = \frac{L^2}{8R} \cdot 1000, \quad (9)$$

мұндағы b – иілімдену бағытының өлшемі, мм; L – хорда ұзындығы, м; R – қиғаш радиусы, м.

Аумақтағы ауыспалы қиғаштар созылмалы жолдарды рихтовкалау үшін қолданылады. Иілімдену бағытын жақын рельстегі созылмалы хорда үшін

есептейді. Реперлерден НПК – КПК рельстің ішкі жағына дейінгі аралықтар созылмалы лес пен иілімдену бағытының есептемесі бойынша жолды рихтовкалау арқылы орындалады. 5 м сайын салынған реперлерден бақылау өлшемдері жасалады. Созылмалы хорданың ұзындығы бойынша бір немесе екі жақты нүкте орнатылады, осы кезде өлшемдер жааады. Қимадағы жолды тексеру нивелир көмегімен орындалады. алдын ала бетон кубиктерін және кілтекті рельс астына орналастыру үшін пикетаж жинақталады, содан кейін осы жерлердегі рельс басының жобалық белгілері есептеледі. Содан кейін нивелирді орнатып, полигонометриялық таңбалар бойынша горизонтар белгіленіп, жолды рихтовкалау жүреді. Көтеруді бетон кубик пен рельс арасындағы кілтекті қадаумен орындалады, ал көтеру – кілтекті босату арқылы жүреді. қиғаш сызықты аумақтарда жоғарлатылған рельстер қарастырылған.

Метрополитен тоннельінде шпалды бетондаудан кейін жолдарды жеке жөндеуден өткізеді. Ұзындықтары 12,5 – 25 м болатын рельсті қатарларды тұрақты дәнекерленген торлармен алмастырып, рельс пен шпалдың металл қаптамасы арасына қалыңдығы 8 – 10 мм болатын пластмассалы (синтетикалық) немесе или резиналы төсеніштер салады, осылайша рельстер тұрақты бекітіліп отырады. Осыған байланысты шпалды бетондау кезінде рельсті төсеніш қалыңдықтарына сәйкес төмендету қажет, өйткені аталмыш аумақтағы жолдар үшін қолданылады.

Жоспар мен қимада жолдарды тексеру кешенді түрде орындалады, өйткені әрбір түзетулер биіктіктері бойынша жолдың сотік орнына орай орналастырылады. Жолдарды бетондау жұмыстары келесі ретпен орындалады:

- 1) қимада жолдарды салу (көз мөлшерімен);
 - 2) ординаталар бойынша реперден жоспардағы жолды алдын – ала рихтовкалау;
 - 3) реперге қарсы қималардағы жолдарды алдан-ала рихтовкалау (деңгейлі шаблон бойынша), жоспарлы орны есепке алынады;
 - 4) реперлер (ұлдар) мен бетонды кубик орындарының (нивелир асты) қимасында қондырғыны нақты орнату;
 - 5) хордадан иілімдену бағытына және реперге дейінгі ордината бойынша жолдарды соңғы рет рихтовкалау;
- б) жолдарды бақылап нивелирлеу. Осы кезде шпалды қаптамалар рельстегі уақытша ілмектерге жанасып жатуына назар аударамыз, ал шпалдардың рельсте люфттар болмауы қажет.

Жолдарды нақты штрихтау үшін келесі шектер берілген: а) жоспар мен қимадағы ауытқулар ± 3 мм аспауы тиіс; б) ендік кеңеюлер (жобалық өлшеммен салыстырғанда) $+4$ мм, ал еңістеніп созылымдану – 2 мм аспауы тиіс; в) иілімдену бағытының өлшемдері есептелген. ± 3 мм шамада – 20 метрлік үшін ± 2 мм, 10 метрлік жүрістерден аспауы қажет; осы кезде көршілес хордадағы иілімдену бағытының ауытқулары әртүрлі таңбалы болмауы қажет.

2.4 Тоннельдердегі жол жабдықтарымен түсіру, жолды соңғы рет нивелирлеу

Тоннельдерде монтаждау, жеке жөндеу, домалату жұмыстары біткен соң, жол реперлері мен төселмеленген жолдар соңғы рет нивелирленіп, жолдар түсіріледі. Реперлер мен жолдарды соңғы рет нивелирлеу нәтижелері бойынша жол реперлерінің тізімі жасалады, сосын оны игеру ұйымына өткізеді. 1:200 масштабты тоннельді жоспар бойынша тұрақты игеру арқылы көрсетілген:

а) тоннельдердегі жабдықтар мен қондырғыларды орналастыратын оқшауландырылған тіреуіш пикетажы (светофор, дроссельді жәшік, релейнді сөре), ал сымды арналы жолдар қимасы;

б) жолдың бір шетіне шыға отырып пикетажды ажыраулар туындап отырады;

в) қиыршықтасты негіздеменің басы мен соңы. Теміржол тоннельдерінде барлық айтылған жұмыстар жолдарда орындалады. Жолды құйып болған соң тоннельді жолдардың дұрыстығы қаралады, содан соң жабдықтардың габариті тегістеледі. Игеруге берілген тоннельдерінің габариттері тексеріледі, мұны арнайы комиссия тексереді:

а) жобалау ұйымының басшысы (жол бөлімі);

б) көлік тоннельдерін игеруге қатысқан ұйымдардың басшылары (жол қызметі);

в) тоннельдерді салатын дирекцияның басшылығы;

г) құрылысқа қатысатын құрылыстық – монтаждау ұйымын басқару жетекшісі.

Габаритті жақтауларды домалату жолымен габариттерін тексеру бойынша комиссия (жабдықтардың габариттері), арнайы арбаға орнатылып, кешендердің құрылымдарына сәйкес келеді. Габариттіліктің бұзылыстарын табу құрылысты-монтаждау ұйымдарының басшылығымен белгіленеді. Сілтмелерде көрсетілген:

а) габаритті бұзылыстар бұзылатын орны (пикетаж, сақина);

б) алынған құрылымдар мен жабдықтардың толық сипаты, габариттеріне орай габариттілікті жоюмен орындалады;

в) табылған габариттілікті жою мерзімі. Сынама поезді іске қосу алдында (бірінші) тоннельдің габариттілігін тексеріп, содан кейін акті құрастырады, демек игеруге берілген трассамен поездің жүруіне рұқсат беріледі.

Жол бетонын салып болған соң "әрлеуді" және жолды сынауды, жол бетонын жабдықтарын монтаждауды жасайды.

Тоннельдегі барлық жұмыстар аяқталғаннан кейін түпкілікті Орындаушы түсірілім жүргізеді. Бірінші поезді іске қосар алдында габариттерді соңғы тексеру жүргізіледі және пайдалануға берілетін барлық трассада құрамды өткізуге рұқсат беретін акт жасалады, одан кейін барып қолданысқа рұқсат беріледі.

Ал, есепке келетін болсақ ең алдымен горизонт инструментадан бастап есептеледі, әр реперден есеп аламыз.(17 – сурет)



17 Сурет – Репер

Ең алдымен бизге дайын журнал беріледі. Одан кейін нивелирлеу жұмыстары басталады. (17 – сурет)

№ п/п № кольца	Проектный ликетаж репера	Фактический ликетаж репера	Проектная отметка репера и ближайшего репера (по факт. ликетажу)	Фактически зафиксиро- ванный репера	Фактически из отмычки ближай- шего репера	Возвышение над внутренним, мм		Расстояние от репера до внутр. грани ближайшего репера, мм		Итого длина звенья
						Проект- ное	Фактичес- кое	9	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
96/875	128+50,000	49,967	825,641	825,641		40				1,067
97/870	55,000	54,991	825,737	825,733		40				1,054
98/865	60,000	60,033	825,833	825,830		40				1,057
99/860	65,000	65,042	825,928	825,926		40				1,035
100/855	70,000	70,046	826,023	826,020		40				1,039
101/850	75,000	74,986	826,117	826,118		40				1,045
102/845	80,000	79,998	826,212	826,213		40				1,026
103/840	85,000	84,998	826,307	826,308		40				1,039
104/835	90,000	90,004	826,402	826,404		40				1,034
105/830	95,000	94,968	826,496	826,500		40				1,049
106/825	129+00,000	128+99,974	826,592	826,597		40				1,046
107/820	5,000	129+05,023	826,687	826,689		40				1,041
108/815	10,000	9,977	826,782	826,785		40				1,007
109/810	15,000	15,003	826,877	826,877		40				1,040
110/805	20,000	19,999	826,972	826,973		40				1,052
111/800	25,000	25,023	827,067	827,069		40				1,082
112/795	30,000	30,005	827,162	827,163		40				1,084
113/790	35,000	34,995	827,257	827,259		40				1,063
114/785	40,000	39,954	827,351	827,355		40				1,049
115/780	45,000	44,999	827,447	827,450		40				1,016
116/775	50,000	49,976	827,542	827,544		40				1,034
117/770	55,000	54,962	827,636	827,642		40				1,013
118/765	60,000	60,007	827,732	827,733		40				1,007
119/760	65,000	65,002	827,827	827,828		40				1,017
120/755	70,000	70,001	827,922	827,924		40				1,036
121/750	75,000	74,999	828,017	828,019		40				1,049
122/745	80,000	80,005	828,112	828,109		40				1,048
123/740	85,000	84,999	828,207	828,204		40				

18 Сурет – Журнал

Барлық түсіріс біткен соң, барлық өлшемдер тексеріліп, барлық алынған есепті exzel – ге саламыз. (19 – сурет) Одан кейін алынған есептерді қолданып автокадтта салынады.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				

19 Сурет – Excel – дегі есептің мысалы

Ең алдымен, инструмент горизонттын тауып аламыз

$$109 R = 826.877 + 1784 = 828.661$$

$$112 R = 827.163 + 1498 = 828.661$$

$$116 R = 827.544 + 1117 = 828.661$$

$$120 R = 827.924 + 733 = 828.657$$

$$г. и. = \frac{828.661 + 828.661 + 828.661 + 828.657}{4} = 828.660$$

Одан кейін уклон есептеледі

$$112R - 109R = 827.162 - 826.877 = 0.285$$

$$\frac{0.286}{15} = 0.019, \text{ яғни}$$

$$1м. = 0.019$$

$$2.5м. = 0.019 * 2.5 = 0.0475$$

$$110 R = 826.877 + 0.0475 + 0.0475 = 826.972$$

$$111 R = 826.972 + 0.0475 + 0.0475 = 827.067$$

$$112 R = 827.067 + 0.0475 + 0.0475 = 827.162$$

$$113 R = 827.162 + 0.0475 + 0.0475 = 827.257$$

$$114 R = 827.257 + 0.0475 + 0.0475 = 827.351$$

$$115 R = 827.351 + 0.0475 + 0.0475 = 827.447$$

$$116 R = 827.447 + 0.0475 + 0.0475 = 827.542$$

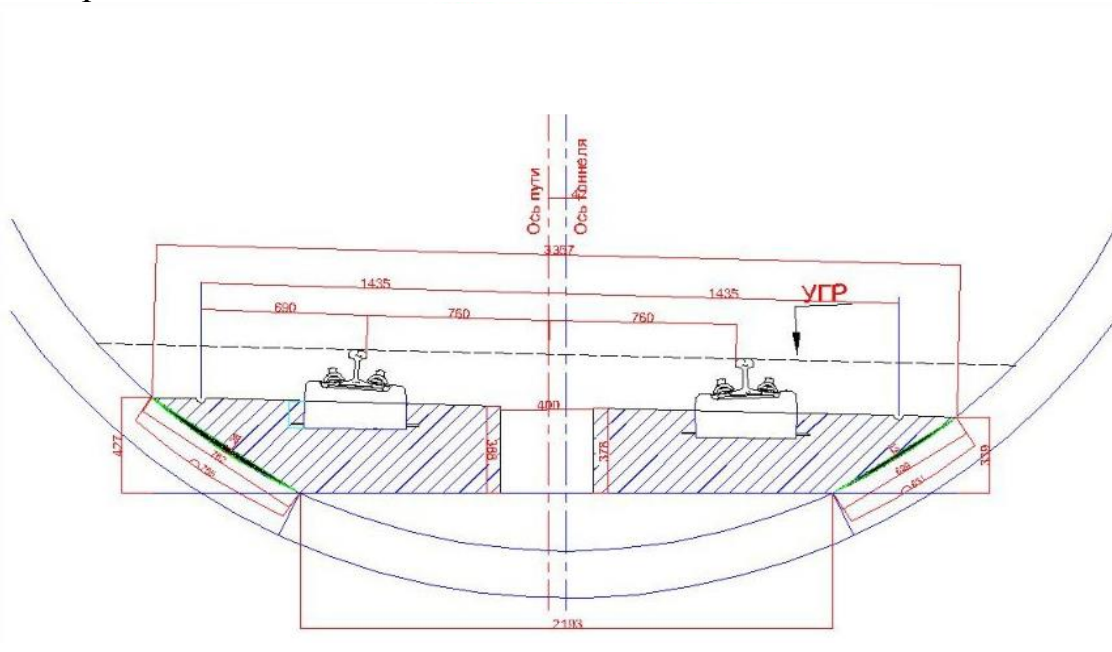
$$117 R = 827.542 + 0.0475 + 0.0475 = 827.636$$

$$118 R = 827.636 + 0.0475 + 0.0475 = 827.632$$

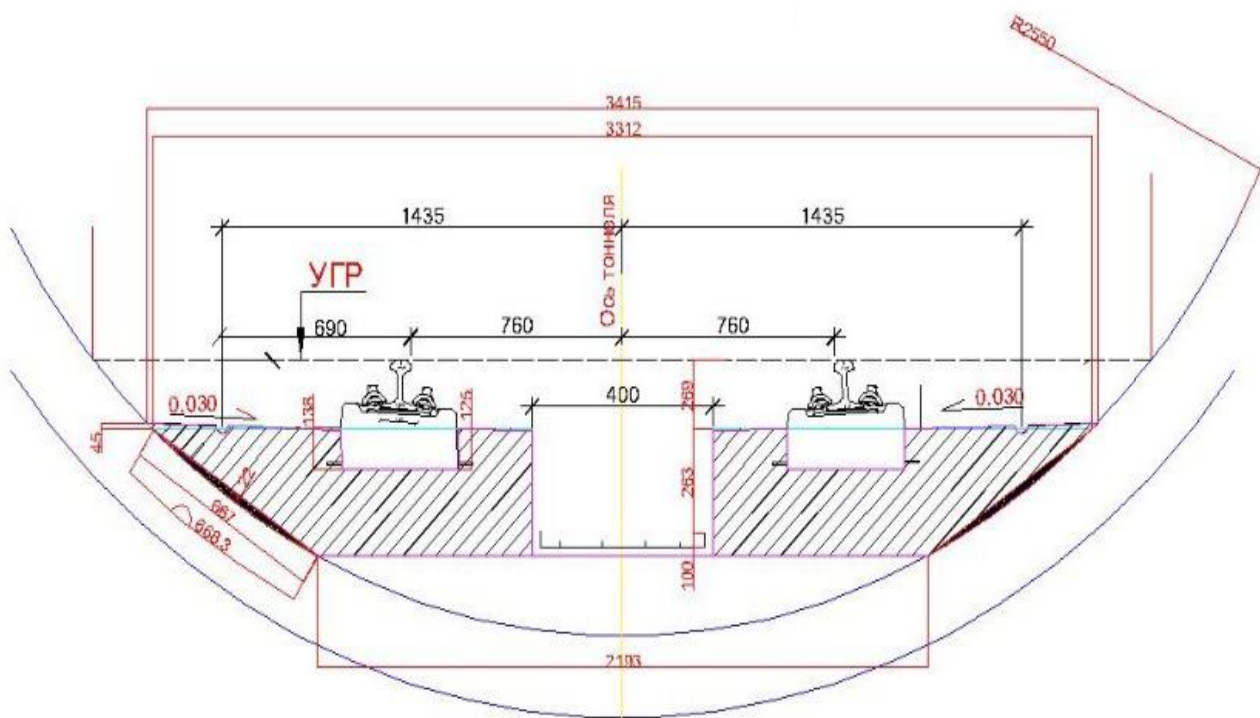
$$119 R = 827.632 + 0.0475 + 0.0475 = 827.827$$

$$120 R = 827.827 + 0.0475 + 0.0475 = 827.922$$

Есептер шығарылып болған соң, тексерістен кейін, автокадтта сызылған күйде тапсырылады.



20 Сурет – Поездың қисық бұрылысындағы көрінісі , R = 1200



21 Сурет – Поездың түзу жолдағы көрінісі, R = 1200, L = 258.239

ҚОРЫТЫНДЫ

Алматы қаласында халық тығыздығы жоғары болғандықтан, қоғамдық көліктердің ішінде метрополитеннің орын алуы көп мәселелердің шешімі болып табылады.

Дипломдық жұмыста Алматы Метрополитенінің құрылысы және ондағы атқарылатын маркшейдерлік жұмыстары туралы мәліметтер келтірілген. Жалпы бөлімде Алматы метрополитені туралы жалпы ақпарат айтылған. Негізгі бөлімінде әр жұмысқа және есептің шығару жолы көрсетілген.

Метрополитен салу барысында орындалатын маркшейдерлік жұмыстардың маңыздысының бірі рельс жолдарын салу болып табылады. Рельс жолдарын салған кезде ең бірінші оның планы, профилы, колей ені, подуглонка өлшеніледі. Рельс төсеу кезіндегі маңызды атқарылатын жұмыстарға жатады. Уклондардың өзіндік стандарттары және өзіндік рұқсат етілген шамалары болады. Метро құрылысында қолданылатын UTS – блогы уклонмен дайын түрде келеді. ВСП – ның ортасында ашық тұрған жер канавка деп аталатын арық қалдырылады, оның өзіндік рұқсат етілген шамалары бар. Рельсті қойған кезде өзінің проектный отметкасы болады яғни қателік ± 2 мм. – ге рұқсат етіледі. ± 2 мм – ден қателік асқан жағдайда, қайта жөндеу жұмыстары жүргізіледі.

Тоннельдегі барлық жұмыстар аяқталғаннан кейін түпкілікті Орындаушы түсірілім жүргізеді. Бірінші поезды іске қосар алдында габариттерді соңғы тексеру жүргізіледі және пайдалануға берілетін барлық трассада құрамды өткізуге рұқсат беретін акт жасалады, одан кейін барып қолданысқа рұқсат беріледі.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Нұрпейісова М.Б. Геодезия – оқулық. Алматы "ЭВЕРО" баспаханасы, 2005.
2. Нұрпейісова М.Б., Низаметдинов Ф.К., Ипалақов Т.Т. «Маркшейдерлік іс», Алматы қ., 2013 ж.
3. Технический отчет о контрольных геодезическо-маркшейдерских работах на объектах: «Строительство первой очереди алматинского метрополитена». Главный маркшейдер ОАО «Алматыметрокурылыс» Абдуллаев Б.А. // Алматы, 2008.
4. ВСН 1609 Инструкция по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей. Инструкцию разработали и составили: В.Г. Афанасьев, Б.И. Гойдышев, И.Ф. Демьянчик, В.А. Жилкин, В.Л. Калашников, М.М. Сандер, Е.Н. Соколов // Москва, 1970.
5. Захаров Е.М. Научное обеспечение в строительстве подземных сооружений в Ленинграде // Подземное и шахтное строительство. 1991.