

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Satbayev University

Институт Геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова

Кафедра Маркшейдерского дела и геодезии

Тулешова Айгерим Асхатовна

«Маркшейдерские разбивки при укладке железнодорожного пути в тоннелях»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В070700 – Горное дело

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Satbayev University

Институт Геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова


Кафедра Маркшейдерского дела и геодезии

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

«Маркшейдерское дело

и геодезия», доктор PhD


Орынбасарова Э.О.

« 27 » 05 2021 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

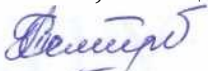
На тему: «Обоснование устойчивости уступов при открытых горных работах»

по специальности 5B070700 – Горное дело

Выполнил Тулешова А.А.

Научный руководитель

к.т.н., ассоц. профессор


С.Т. Солтабаева

«25».05.2021 г.

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Satbayev University

Институт Геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова

Кафедра Маркшейдерского дела и геодезии

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
«Маркшейдерское дело
и геодезия», доктор PhD



_____ Орынбасарова Э.О.

«27»_05_2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Тулешовой Айгерим Асхатовной

Тема: «Обоснование устойчивости уступов при открытых горных работах»

Утверждена приказом по университету № 2131-б от «24». 11. 2020г.

Срок сдачи законченного проекта 20.05.2021 г

Исходные данные к дипломной работе:

1. Геологические данные месторождения.
2. Состояние открытых горных работ на месторождении
3. Выполнение маркшейдерских работ при прокладке рельсовых путей

в метрополитене

Краткое содержание дипломной работы:

а) в работе описывается ведение маркшейдерско-геодезических работ в метрополитене;

б) в работе также описываются непосредственно маркшейдерские работы при прокладке рельсовых путей.

Рекомендуемая основная литература: [2], [5], [6].


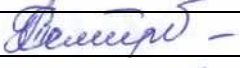


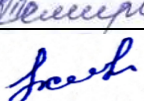
ГРАФИК

подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Общие сведения о месторождении	24.02.2021	
Горная часть	26.03.2021	
Маркшейдерская часть	10.04.2021	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу

Наименование разделов	Научный руководитель, консультанты	Дата подписания	Подпись
Геология месторождения	Солтабаева С.Т.	20.05.2021	
Горная часть	Солтабаева С.Т.	20.05.2021	
Маркшейдерские работы на месторождении	Солтабаева С.Т..	20.05.2021	
Спец. часть	Солтабаева С.Т.	20.05.2021	
Нормоконтролер	Нукарбекова Ж.М.	28.05.2021	

Научный руководитель  С.Т. Солтабаева

Задание принял к исполнению Тулешова А.

Дата «18» января 2021 г.

АҢДАТПА

Осы дипломдық жұмыста «Теміржол трассасын туннельдерге төсеу кезіндегі маркшейдерлік бөлу» тақырыбы ашылды.

Берілген диплом жұмысы кіріспеден, геологиялық бөлімнен, маркшейдерлік бөлімнен, арнайы бөлімнен, AutoCAD бағдарламасында жасалған суреттерден және кестелерден тұратын 30 беттен тұрады. Дипломдық жұмыс туннельдердегі маркшейдерлік қызмет жұмысының көрінісі болып саналады.

Дипломның геологиялық бөлімінде «Алматықұрылыс» АҚ туралы айтылған. Яғни, метрополитеннің пайдасы мен маңызы, оның құрылымы мен геологиясы, сондай-ақ оның орналасқан жері. Онда сонымен қатар Алматы метрополитенінің қалыптасу перспективалары және оның жұмыс істеу ережелері туралы айтылады.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе раскрыта тема: «Маркшейдерские разбивки при укладке железнодорожного пути в тоннелях».

Предоставленная дипломная работа имеет 30 страниц, состоящей из введения, геологической части, маркшейдерской части, специальной части, чертежей, выполненных в AutoCAD программе и таблиц. Дипломная работа считается отражением работы маркшейдерской службы в тоннелях.

В геологической части диплома говорится об АО «Алматыкурылыс». То есть существующая польза и значимость метро, ее строение и геология, а также зона размещения. Еще рассказывается о перспективах становления алматинского метрополитена и о правилах его функционирования.

ANNOTATION

The topic «Mine surveying partitioning in the laying of rail tracks in the metro» is revealed in this thesis

The presented diploma work has 30 pages, consisting of introduction, geological part, surveying part, special part, drawings, executed in AutoCAD program and table. The diploma work is considered as a reflection of the work of surveying services in tunnels.

In the geological part of the diploma is told about JSC "Almatykurylys". There is a real benefit and significance of the subway, its structure and geology, as well as the distribution zone. There is also talk about the prospects for the establishment of the Almaty metro and the rules of its functioning.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	9
1	Геологическая часть	10
1.1	Общие сведения об участке работ	10
1.2	Геологическое строение региона и рабочего места	11
1.3	Гидрогеологическое состояние региона	12
2	Организация строительства	14
2.1	Строительная площадка	14
3	Маркшейдерские работы в метрополитене	15
3.1	Основные маркшейдерские работы, выполняемые в строительстве метрополитена	15
3.2	Вход под землю через портал (штольню) и передача координат	15
3.3	Понятие о теодолитной съемке	16
3.4	Тригонометрическое нивелирование	17
3.5	Задание направления горным выработкам в горизонтальной плоскости	19
3.6	Установка направления горным выработкам относительно плоскости расположенной вертикально	20
4	Специальная часть	22
4.1	Общие сведения о верхнем строении пути на жестком основании	22
4.2	Общие сведения о проектировании и расчетах трассы тоннеля	23
4.3	Геометрическая схема трассы	24
4.4	Вычисление проектных координат целых пикетов кривых и на прямых отрезках трассы	25
4.5	Переходные кривые. Неправильные пикеты	26
4.6	Способы закладки путейских реперов в тоннелях	28
4.7	Определение фактического пикетажа путейских реперов	30
4.8	Определить удаления путевых реперов от оси пути	31
4.9	Определение удалений путейских реперов на переходной кривой	32
4.10	Установка рельсов железнодорожного пути на проектные отметки	33
4.11	Способы выверки и конечной установки железнодорожного пути в плане и профиле	33
	Заключение	36
	Список использованной литературы	37
	Приложение	38

ВВЕДЕНИЕ

Население Алматы превышает миллиона человек, и эта цифра быстро растет. В соответствии с этим, возрастает и загруженность.

Чтобы попасть из одного конца города в другой конец, в будни зачастую требуется 1,5- 3 часа, поэтому для его экологического состояния и сложности процесса внутригородских перевозок пришлось построить алматинский метрополитен.

Первая станция «Райымбек батыра» находится в регионе пересечения проспектов Райымбека и Назарбаева. Последняя — «Москва» — по проспекту Абая. Колебания плоскости равны: 5 – 7 градусов к северу, 2 – 3 градусов к западу.

Маршрут метрополитена идет с севера на юг. Длина трассы, проходящей непосредственно в депо, равна 11,34 км. Количество станций девять: Москва, Сайран, Алмалы, станция Алатау, театр М. Ауэзова, Райымбек, Байконур, Абай, Жибек-Жолы.

В данной дипломной работе представлены маркшейдерские разбивки при укладке железнодорожного пути в метрополитене.

Как говорилось ранее, в городе Алматы большая плотность населения. Но несмотря на это в южной столице недостаточно развита сеть общественного транспорта. На дорогах постоянно возникают пробки большой продолжительности, что приводит к утечке воздуха газом. Это одна из причин ухудшения экологии города. Поэтому метрополитен города Алматы является решением многих проблем. На сегодняшний день алматинское метро - самый экологичный и быстрый вид общественного транспорта, по которому осуществляется около 40% всех городских перевозок.

Тоннели сооружаются встречными забоями на отдельных изолированных участках, которые к окончанию всех работ должны соединиться на одно целое инженерное сооружение. Это обстоятельство требует наличия высокоточной геодезической основы на трассе, а также точной разбивки оси сооружения на каждом участке и в целом по трассе. Геодезический мониторинг поверхности Земли является ответственным процессом на всех этапах строительства метрополитена. Сроки и эксплуатационные эффекты строящихся объектов зависят от периодического и качественного выполнения геодезического наблюдения поверхности Земли. Для безопасной работы необходимы непрерывные и высокоточные геодезические наблюдения за развитием поверхностной деформации в ее зоне.

1 Геологическая часть

1.1 Общие сведения об участке работ

Город Алматы- самый густонаселенный город Республики Казахстан. С целью улучшения экологии города и оптимизации передвижения жителей было принято решения построить метрополитен (рисунок 1).

Первая станция «Райымбек батыра» находится в регионе пересечения проспектов Райымбека и Назарбаева. Последняя — «Москва» — по проспекту Абая. Колебания плоскости равны: 5 – 7 градусов к северу, 2 – 3 градусов к западу.

Маршрут метрополитена идет с севера на юг. Длина трассы, проходящей непосредственно в депо, равна 11,34 км. Количество станций девять: Москва, Сайран, станция Алатау, театр М. Ауэзова, Байконур, Абай, Алматы, Жибек-Жолы, Райымбек.



Рисунок 1- Схема метро в городе Алматы

Электродепо метрополитена размещено в регионе станции Райымбек в регионе железнодорожной станции Алматы II. Климат территории - тихий, выделяется смещением воздуха книзу по горным склонам. Горячие месяцы - июль и август. Самый прохладный месяц-январь. Среднегодовую температуру оформляет в пределах 10 °С, среднюю температуру января оформляет ориентировочно - 4.7 °С, а в июле - +23.8°с. Холод наступает в ноябре и завершается в апреле. Температура горячих дней до 30 С° - 36 дней. В теплое время выпадает в пределах 600-700 мм осадков.

Рельеф территории. Мегаполис Алматы находится на равнине вдоль пологого северного хребта Заилийского Алатау. Южные четверти находятся на плоскогорье Устюрт, северные - на плато-склоне. Уклон плоскости 5° к северу. Более всераспространены холмистые территории, неглубокие овраги и равнины небольших рек.

В центре проспектов Абая и Райымбека колебания грунтовых расчетов по магистрали метрополитена достигают 100 м, а уклон плоскости оформляет $0,035^\circ$. Аномалия верхних расчетов между станциями Абай и Алатау по проспекту Абая оформляет 46,5 м.

Мегаполис Алматы выделяется высочайшей сейсмичностью, достигающей 9-10 баллов.

1.2 Геологическое строение региона и рабочего места

Геолого-геоморфологические условия земли мегаполиса во многом определяют закономерности формирования, залегания, распространения подземных вод.

Земля города Алматы и его областей распределяется на площади, испытавшие поднятия (нижняя предгорная ступень, верхняя предгорная ступень, горная территория) и площадь условного опускания – Илийская впадина (предгорный шлейф и предгорная наклонная равнина).

Горная область в бассейнах рек Малая и Большой Алматинок, Каскеленаа и Аксая выделяются крутосклонным рельефом, глубочайшим врезом речных долин. Тут на плоскости обнажаются палеозойские скальные породы.

Более обширно распространены породы вулканического характера – порфириты, порфиры и туфолавы нижнекаменноугольного возраста, а еще среднекаменноугольные интрузии, в ведущем гранодиориты. В горах идут активные процессы физиологического и химического выветривания, бесчисленные делювиальные осыпи, обвалы. Обширно развиты тектонические нарушения.

Верхний предгорный уровень дает остатки нижней четвертичной равнины.

Нижний предгорный уровень - остатки четвертичной равнины (выходный конус Q_{II}), сложена средними четвертичными аллювиально-проллювиальными отложениями (ар Q_{II}).

Тектонические разрывы, направленные по северо-востоку, которые пересекают горный массив и предгорный уровень, уходящий и в пределы внутреннюю часть предгорной впадины, деля ее на блоки с различной глубиной залегания палеозойского фундамента. Из рудных месторождений в недра области есть месторождения полиметаллических (Текелийский), вольфрамовых (Бугунды), молибдена, фарфоровых камешков (Капчагай), барита, бентонитовых глин (Аксуский, Алакольский районы), огнеупорной глины, кварцевого песка, гипса, каменного и бурого угля (Ойкарагай, Тышканбай), торфа, соли.

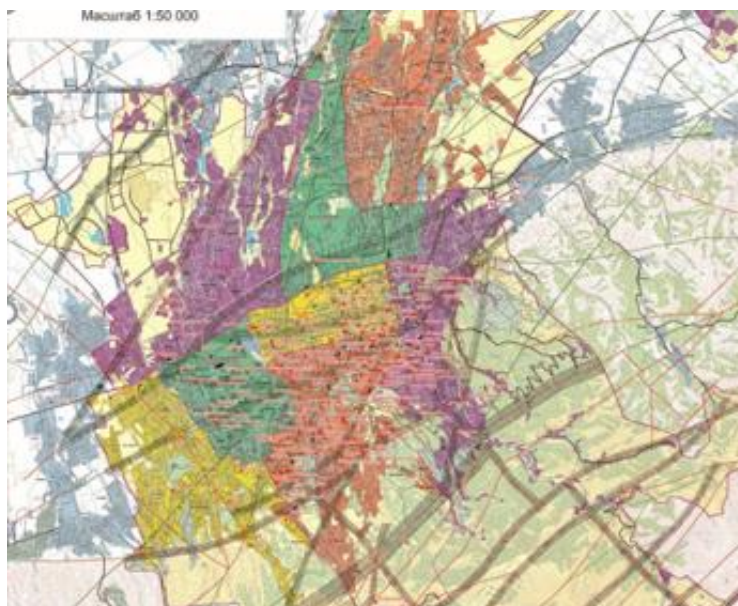


Рисунок 2 - Часть геологической карты города Алматы

На основании обобщения итогов проектно-конструкторских дел и научно-исследовательских, район города Алматы по чертежу сейсмического районирования произведено из двух районов с сейсмической энергичностью 9 баллов и больше баллов.

Первая область с сейсмичностью 9 баллов содержит грани: на севере – проспект Райымбека, на востоке – речка Малая Алматинка, на юге – нижние предгорные бугры, на западе – имеющая место быть линия мегаполиса. Предоставленный район сложен галечниковыми грунтами, с подключением валунов объемом от 300 до 600 мм, в большей степени с песочным наполнителем.



Рисунок 3 – На данном участке галечниковые грунты представлены обломками гранитов, гранодиоритами

Вторая область подключает землю с сейсмичностью больше 9 баллов и охватывает доля мегаполиса Алматы, севернее проспекта Райымбека. Данная область характеризуется большими сильными покровными отложениями, отложениями лессовидных суглинков (3-20м), маленький глубиной залегания значения грунтовых вод (4-10м, пространствами 0-4м).

1.2 Гидрогеологическое состояние региона

Гидрогеологические обстоятельства участка ориентируются геологическим строением и критериями эксплуатации Алматинского месторождения подземных вод.

Ключевой геолого-структурной особенностью конусов выноса на участке месторождения, определяющей обстоятельства формирования, а еще размер и форму коллектора подземных вод, считается их приуроченность к зоне более основательного прогиба палеозойского фундамента.

Зеркало подземных вод содержит общий уклон от гор к равнине. Он изменяется на отдельных участках конуса выноса, но в целом гораздо меньше наклона плоскости. Глубина залегания зеркал подземных вод возрастает по направлению к горному массиву и доходит до 200м от плоскости.

В центральной части выходного конуса (ул. Абая-Толе би) глубина залегания подземных вод до 70 м, течение горизонта общего притока воды больше 400 м. В нижней части конуса выноса совершается пересечение зеркала подземных вод с дневной поверхностью. На данных участках существует большая численность восходящих родников, дебиты которых доходит до 20-40л/сек. Полоса выклинивания подземных вод конуса проявлена избыточными выходами источников, наличием сазов, заболоченностей, зарождением рек Карасу. В вертикальном разрезе, с точки зрения геологического строения и гидрогеологических критерий, зона выклинивания подземных вод имеет возможность являться переходной меж 2-мя участками – конуса выноса и предгорной наклонной равниной. Она появилась как следствие особого строения рельефа, литологического и гранулометрического состава выполняющих впадину отложений.

Изменение химического состава и минерализации подземных вод, в зависимости от применения в водозаборных пространствах не великовата, собственно, что связано с однородностью конуса выхода подземных вод

Артезианский водоем применяется для водообеспечения мегаполиса. При активной эксплуатации степень подземных вод понижается со скоростью 1-2 м/год, а также понижается процесс восстановления

К началу постройки первой очереди метрополитена уровень по грунтовым водам был значительно ниже уровня заложения сооружений метрополитена от 900 до 100м. На участке между проспектами Абая и Райымбека по улице Фурманова от 5 до 100м.

Суммарный отбор воды, по Алматинскому месторождению подземных вод, достигает 4,68 м³/с. В случае полной остановки эксплуатации подземных водозаборов случится восстановление глубины уровня грунтовых вод до начальной отметки.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатно-натриевого или же кальциевого типов с совместной минерализацией от 0,2 до 0,8 г/л. Неагрессивный и всецело соответствует притязаниям СанПиН РК.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

2.1. Строительная площадка

На строительной площадке находятся: ствол, железобетонной крепью, специализирован для спуска и подъема людей, породы, подачи оснащения и материалов, пропуска коммуникаций, проветривания вентиляционных труб, бетоновода и др. По стволу движется скип и клеть, а еще в случаях аварийной остановки, существует лестничное отделение. Еще на строительной площадке находятся складские здания и механические мастерские, гараж и АВТ студия, помещение административного, бытового комбината. Над стволом установлен ствол, в котором находятся шкивы, оборудованные контактными и сигнальными приборами, скиповым сливным устройством.

Вблизи располагается помещение подъемной машины, кран, открытый склад, в котором сберегаются материалы, приготовленные к передаче в ствол (тубинги, металлические арки и т. д.), а также строения электро-полустанций с вентиляционными установками.

Еще на строительной площадке находится склад и механическая мастерская, гараж и автомастерская, помещение административного, бытового комбината (рисунок 4).



Рисунок 4-строительная площадка станции «Достык»

На выходе существует площадка для мойки машин. Все коммуникации приведены в центральных городских сетях. В ночное время строительная площадка освещается прожекторами.

3 Маркшейдерские разбивки при сооружении и отделки станций метрополитена

3.1 Основные маркшейдерские работы, выполняемые в строительстве метрополитена

Все работы по строительству производятся в соответствии с проектом, под наблюдением и непосредственным участием маркшейдера.

Основные маркшейдерские геодезические работы, производимые в строительстве метрополитена:

1. выявление городских триангуляционных систем, в зоне застройки;
2. выполнение съемок полигонометрии и нивелирования по наземной трассе;
3. выполнение крупномасштабных топографических съемок с выполнением съемок в зависимости от надобности проектирования каждого слоя отдельных зданий по строительству;
4. эвакуация зданий на шахтной площадке, устья ствола на пространство, обеспечение постройки ствола;
5. направление выработок, контроль за их ведением, крепью, разделочные работы, спуск конструкций и сечений;
6. ориентация подземных выработок;
7. проведение подземной полигонометрии и нивелирования;
8. обеспечение ведения желудков способом контактного забоя;
9. надзор за осадками и деформациями зданий под землей и землей;
10. маркшейдерские замеры проделанных горно-строительных работ;

3.2 Вход под землю сквозь штольню и предоставление координат

При вскрытии месторождения сквозь наклонный ствол или же штольню соединяется с наземным пунктом расклада полигонометрическим ходом. Ориентирование сквозь штольню или же наклонный ствол передается на маркшейдерский место в горных выработках из закрытого полигонного хода, проходящего два раза с высочайшей точностью от неизменного узла (рис. 8).

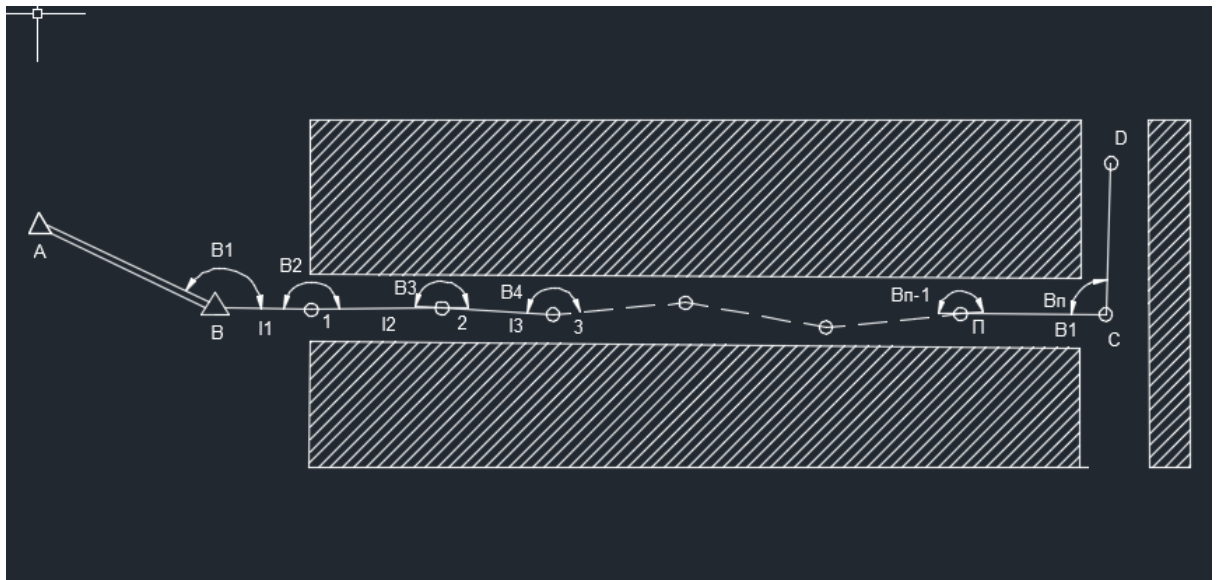


Рисунок 8 - Схема ориентации через штольню

В связи с ориентацией грунтовых съемок сквозь наклонный ствол, аппаратом необходимого инструмента, оборудования и измерительных устройств, возникают серьезные проблемы. В случае если наклон ствола составляет 70 или же больше, создание полигона практически нельзя, в следствие этого съемки производятся только для приведения в середину подземных пунктов. В этих случаях для ориентации подземных съемок используется гироскопический подход.

На рисунке 8 показан ход продолжения от пункта В, приближенного к наземному руднику до первой стены подземного маркшейдерского опорного узла (СД). Дирекционный угол стены СД и координаты точки С можно отыскать по этим формулам:

$$\alpha_{CD} = \alpha_{AB} + \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n \pm 180^\circ n \quad (1)$$

$$X_C = X_B + l_1 * \cos\alpha_{B1} + l_2 * \cos\alpha_{12} \dots l_n * \cos\alpha_{nC} \quad (2)$$

$$Y_C = Y_B + l_1 * \sin\alpha_{B1} + l_2 * \sin\alpha_{12} \dots l_n * \sin\alpha_{nC} \quad (3)$$

где $\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n$ -измеренные углы; n-количество измеренных углов; α -дирекционные углы стен; $l_1 + l_2 + \dots + l_n$ -измеренные расстояния.

3.3 Понятие о теодолитной съемке.

Суть теодолитной съемки заключается в измерении углов и линии, необходимых для определения местоположения и очертания предметов и контуров местности (строений, сооружений, дорог, каналов, полей, лесов и пр.). В результате теодолитной съемки составляют план местности в заданном масштабе. Такого вида съемку называют контурной, плановой или горизонтальной.

Для изображения на плане рельефа местности необходимо провести дополнительно высотную (вертикальную) съемку. В процессе изысканий измеряют углы поворотов трассы, разбивают пикетаж и производят

нивелирование по трассе. Углы измеряют теодолитами одномоментной или точности до 30 секунд одним приемом со смещением лимба на 90° после первого полуприема. Линии измеряют стальной 20-метровой лентой, причем точность измерения не должна быть ниже $1/2000$.

В тоннелестроении теодолитная съемка в масштабе 1: 500 и крупнее необходима на сравнительно небольших участках, а именно на шахтных и строительных площадках, а также в застроенных кварталах над трассой тоннеля. Для съемки небольших участков достаточно бывает продолжать вдоль их границ замкнутый теодолитный ход, озираясь на вершины и стороны которого можно засиять всю ситуацию данного участка. В застроенной и лесной местности для создания опорных пунктов прокладывают диагональные теодолитные ходы. В более сложных условиях съемке предшествует создание на участке сети опорных съемочных точек. Между точками опорной сети прокладывают теодолитные ходы. Эти ходы образуют замкнутые полигоны, а также диагонали в них.

Теодолитные ходы необходимо привязывать к пунктам государственной геодезической основы. Самый удобный случай привязки хода такой, когда теодолитный ход примыкает с двух сторон к знакам геодезической опоры. В этих случаях привязка ограничивается измерением в каждой точке примыкания двух углов. Если обстоятельства позволят сделать привязку только в начале или в конце теодолитного хода, то такой ход будет висячим и пользоваться им для дальнейших съемок можно только после контроля его.

3.4 Тригонометрическое нивелирование.

Тригонометрическое нивелирование считается одним из методов по определению превышений в вертикальной плоскости между различными точками рельефа территории или же сооружений. Для сего применяются тахеометры и теодолиты с проектными вероятностями наклонного исследования. Само название означает суть метода, который реализован на использовании части математического аппарата для расчета с использованием процедуры выполнения измерений линейных и угловых полей.

Сущность технологии измерения индивидуального превышения между двумя точками методикой тригонометрического нивелирования заключается в следующем. На одном из геодезических пунктов на территории устанавливается нынешний теодолит (электронный тахеометр) (рис.9). Естественно, имеется в виду горизонтирование и точное центрирование, то есть нужно привести его в отвесное положение. Незамедлительно впоследствии сего выполняется измерение рулеткой высоты инструмента. Она означает наименьшее расстояние между центрами точек стояния и прибором (тахеометра, теодолита). Эта запись должна быть зафиксирована в полевом журнале или же введена в электронный тахеометр.

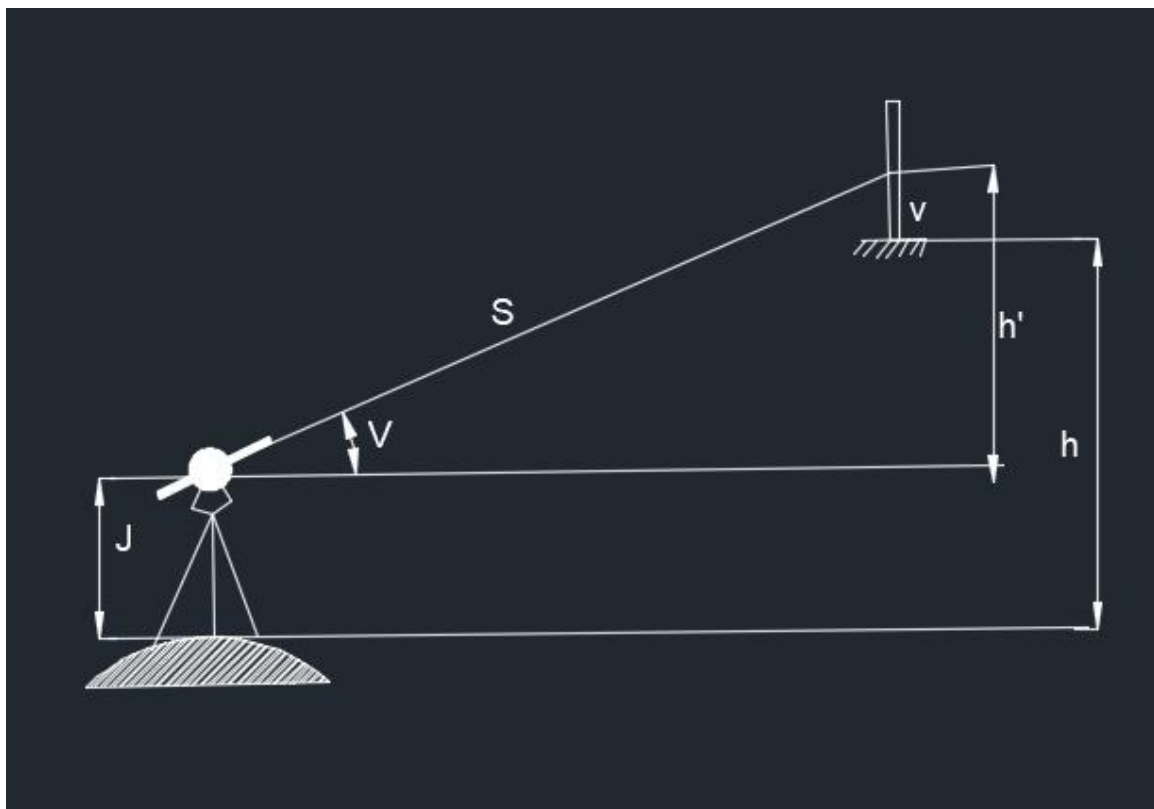


Рисунок 9- Схема тригонометрического нивелирования

Визир над второй точкой устанавливается, к примеру в облике рейки при когда он измеряется с помощью теодолита или вехи с маркой, и отражается при надзорах тахеометром. Высота визирования (обозначенную символом «v») можно измерить рулеточным замером или по отсчету на рейке или же между центрами стрелковых точек съемки и с отражателем на вехе. Обычно, используют вешки с сантиметровой шкалой для того, чтобы было удобно определить ее высоту. Высота визирования еще регистрируется в тетрадь измерений, электронных в общей станции и на бумаге.

В последующем исполняются ориентировка на съемочной станции и замер горизонтального, вслед за тем вертикального углов на точку съемки, а также наклонного расстояния (обозначенная символом «S») с получением при надобности горизонтального проложения (d).

Расчет превышений (h) между точками может быть рассчитан из равенства:

$$h' + i = h + v \quad (4)$$

$$h = h' + i - v \quad (5)$$

$$h' = S * \sin v \quad (6)$$

$$h = S * \sin v + i - v \quad (7)$$

$$h = d * \operatorname{tg} v + i - v \quad (8)$$

где i - высота инструмента; S - наклонное расстояние; v - высота визирования.; d -горизонтальное проложение; $\sin v$ - синус угла наклона между центром призмы и тахеометром; $\operatorname{tg} v$ - тангенс угла наклона

Способ тригонометрического нивелирования нужно считать важной частью технологического процесса при изготовлении топографических тахеометрических съемок. Однако не все считают такой метод точным.

3.5 Задание направления горным выработкам в горизонтальной плоскости

Для того чтобы осуществить разработку, необходимо указать место начала, а также в каком направлении будет идти проходка в шахте. Начальные данные для указания местоположения начала выработки и ее направление определяют графическим методом по проектным чертежам. В наиболее критических ситуациях эти данные вычисляют аналитической методикой, применяя при этом координаты точек теодолитной подземной съемки.

При графическом методе на проекте (рис.10) транспортиром определяют углы β_2 и β_1 при помощи масштабной линейки — расстояние от исходной точки направленности А и до маркшейдерской точки 5. Далее вычисления переносят в натуру с помощью прибора теодолит и рулетки.

Для нахождения координатов пункта А при аналитическом методе происходит определение по проекту и выносятся в натуру с поддержкой рулетки и прибора теодолит из пункта 5. Вслед за этим находят координаты положения точки А и дирекционный угол направленности АЗ. Далее вычисляют угол β_2 для задания горизонтального направления по полученным углам стороны теодолитного хода (АЗ) и (А5):

$$\beta_2 = (A3) - (A5). \quad (9)$$

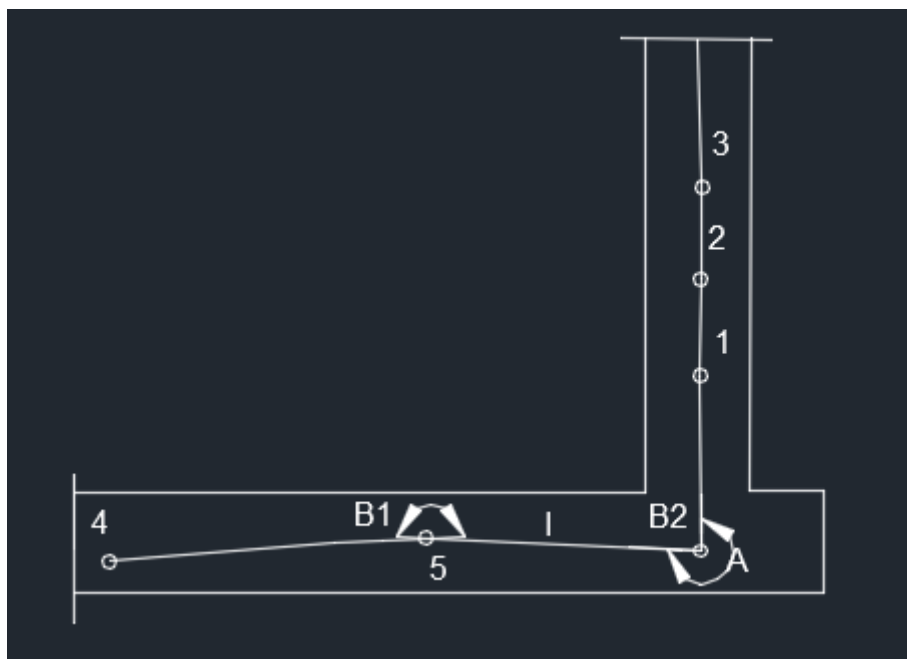


Рисунок 10- Задание горизонтального направления выработки

Вслед за этим ставят прибор в точке 5 и отмеряют угол β_2 . Необходимое расстояние l по направленности визирного луча измеряют рулеткой от точки 5 и

закрепляют в кровле проходки маркшейдерскую точку А. Прибор ставят в точке А, отмеряют угол β_2 , сообразный углу направленности выработки в горном деле, и закрепляют назначение визирного луча не менее чем тремя временными точками (точки 1, 2 и 3), в коих подвешивают отвесы. В границах от 1 до 3 м должны быть расстояния меж данными отвесами.

3.6 Установка направления горным выработкам относительно плоскости расположенной вертикально

Следующая формула вычисляет направление проходки $L_{\text{нап}}$:

$$L_{\text{нап}} = \frac{h_{n-1} - h_n}{l} \quad (10)$$

где h_{n-1} и h_n — высотные отметки последних точек районе проходки, длина, которая равна l , пройдены с одинаковым снижением или же увеличением. Задания направления проходки в плоскости, которая параллельна отвесной линии в выбранной точке определяется боковых или же осевых линиях репера, которые закладываются по мере работы проходки.

При направлении проходки в плоскости, которая имеет наклон до $5^\circ 00'$ пользуются прибором нивелир, при помощи которого устанавливают реперы в боку на дистанции от 1 метров до 1,4 метров от расположения по проекту земли проходки или же верхушки рельсов, которые находятся в единой параллельной плоскости с углом наклона, который равен проектному углу наклона выработки. К примеру, закрепляют репер R_1 для того, чтобы задать направленность в вертикальной плоскости на возвышенности точки d от верхушки рельсов в стене проходки и с помощью нивелирования от начального репера R_0 , данный знак которого H_0 известен, далее делают вычисления абсолютного знака H_1 . Вслед за этим от репера R_1 на дистанции от 4 до 6 метров делают закреп на данной же стене проходке пункте А на горизонте визирного луча нивелирования, а на репере R_1 на котором поставлена рейка, берут отчет a . По данному уклону i можно вычислить превышение:

$$h = il \quad (11)$$

Выставив вертикальную величину $a + h$ от точки А, вычисляется положение опорной точки R_2 , значение которого равно $H_2 = H_1 - h$. (12)

Для того чтобы задать направление наклона проходки меж надлежащими парами реперов делают натягивания шнуров в направление ширины проходки. Поверхность, которая проходит сквозь все шнуры, обозначают в действительности проектный уклон и отделена от проектного положения верхушки рельса на дистанции d .

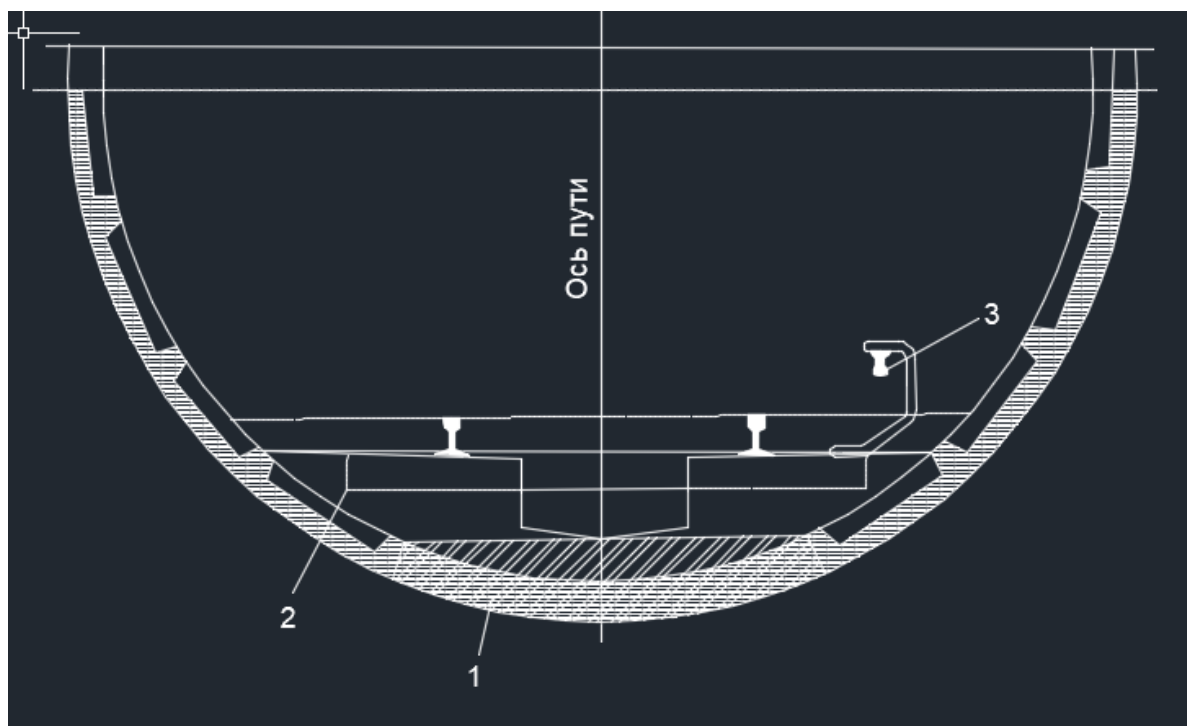
При помощи прибора теодолит осуществляется задание направленности при углах наклон проходки, который выше $5^\circ 00'$. Для этого прибор теодолит ставят над репером или под маркшейдерской точкой, где значение высоты известно. Далее трубу теодолита направляют по направленности оси проходки и на вертикальном круге вместе с нулевой отметкой ставят угол δ_1 , которая соответствуют проектному углу наклона проходки, также траекторию

направленность визирного луча укрепляют на верхней вершине отвеса створных точек. Исходя из этого, луч, который проходит сквозь вершину головки всякого отвеса, определит в действительности проектный уклон проходки. Поскольку отвесные линии должны быть удалены в процессе выработки, а при потребности опущены снова, измеряется расстояние от точки подвеса до верхней части головки отвеса. Итоги измерения вносят в полевой журнал по теодолитной съемки. Данные отвесы имеют все шансы быть применены и для задания направленности горной выработки плоскости, которая находится в горизонтали.

4. Специальная часть

4.1. Общие сведения о верхнем строении пути на жёстком основании

Железнодорожные пути в тоннелях метрополитенов имеют три основные части (рис. 11): нижнее строение пути, верхнее строение пути и контактный рельс. Нижняя часть пути состоит из тощего бетона, который укладывают после возведения тоннельной обделки, а в заключительный период в связи с внедрением сборного железобетона, нижняя доля пути считается составной частью самой конструкции тоннельной обделки: лотковые блоки делают уже с готовой нижней частью пути.



1- нижнее строение пути (жесткое основание), 2- верхнее строение пути и 3- контактный рельс

Рисунок 11- Тип пути в перегонном тоннеле

Из железнодорожных рельсов типа Р50, сваренных в плети длиной более чем 0,1 км, шпал длиной около 270 см, пропитанных креозотом (в количестве 1680 штук на 1000 м на прямых участках и 1840 штук – на кривых участках пути), и стальных прокладок специального типа, на которые укладываются рельсы. Прокладки из стали крепят к шпале четырьмя шурупами. Между шпалой и стальной прокладкой кладут противозвучную деревянную прокладку обычно из прессованной осины толщиной 1 см. На стальную прокладку под подошву рельса укладывают прокладку из резины или полихлорвинила толщиной 0,8 см. Рельсы стыкуют между собой двумя стальными накладками длиной 600 мм. Часть стыков делают изолированными; для этой цели в зазор (равный 8 мм) между

торцами рельсов вводят фибровые прокладки толщиной 7,5 мм и вместо стальных накладок ставят специальные лигнофолевые.

По оси пути устраивают водоотводную канаву шириной 900 мм. На 500 мм ниже уровня головки рельсов располагают дно канавы. Шпалы заливаются бетоном при бетонировании пути. Для водного стока поверхность дорожного бетона имеет уклон 0,03 в направлении оси пути. Рельсы защищены от угона клиновым противоугонным оборудованием, количество которого указано в проекте.

Для питания подвижного состава электротоком предназначается третий рельс в тоннеле. Подвесив на специальных кронштейнах, установленных на расстоянии 450-550 см один от другого, его располагают с левой по ходу поезда стороны. Специальным защитным коробком из дерева закрывают сверху контактный рельс.

Строение путей в железнодорожных тоннелях выделяется от пути в метрополитенах только устройством дренажа и электропитания. При электротяге отсутствует контактный рельс, а электропитание осуществляется таким же образом, как и на открытых участках.

4.2. Общие сведения о проектировании и расчетах трассы тоннеля

Трассы тоннелей проектируют на топографических планах. В городах для этой задачи используют планшеты внутриквартальных съемок масштаба 1: 500 на весь участок, в котором намечено проложить линию (очередь) метрополитена.

Линия метрополитена включает два параллельно идущих пути, которые пролагают в одном двухпутном или в отдельных однопутных тоннелях. По ходу установленного пикетажа пути (тоннели) называют левым и правым.

Предварительно на общем плане района размещают сооружения метрополитена, непосредственно связанные с дневной поверхностью, как, например: порталы тоннелей, вестибюли станций, оси эскалаторных и станционных тоннелей, при этом количество станции и вестибюлей определяют в соответствии с ожидающимися пассажиропотоками, с обеспечением удобств для пассажиров и безопасности перехода их от остановок наземного городского транспорта к вестибюлям метрополитена.

Сооружение эскалаторных тоннелей и раскрытие больших трех-сводчатых профилей станций метрополитена влечет за собой деформации зданий, расположенных над ними. Поэтому станции и эскалаторные тоннели предпочитают размещать под городскими и площадями проездами, вследствие чего направление осей станций весьма часто не совпадает с кратчайшим направлением предоставленного отрезка магистрали, и перегонные тоннели приходится сооружать по ломаной части, в вершущах которой вписывают кривые.

Количество кривых трассы тоннелей мелкого заложении зависит от изломов улиц, под которыми прокладывают тоннели.

Наметив на общем (сводном) плане трассу метрополитена, проектировщики графически определяют координаты основных точек осей эскалаторов и станции, а также вершин ломаных линии осей перегонных тоннелей. Этих данных достаточно для аналитического составления проекта плана в системе прямоугольных координат.

4.3 Геометрическая схема трассы

Проектная организация выпускает чертеж (геометрическую схему трассы), на котором приведены все геометрические данные, характеризующие проект трассы. На рис. 12 и 13 изображены части такой схемы на прямом и криволинейном участках трассы. На них приведены следующие данные:

1. Номера и координаты вершин ломаного хода трассы по обоим тоннелям (осям пути).

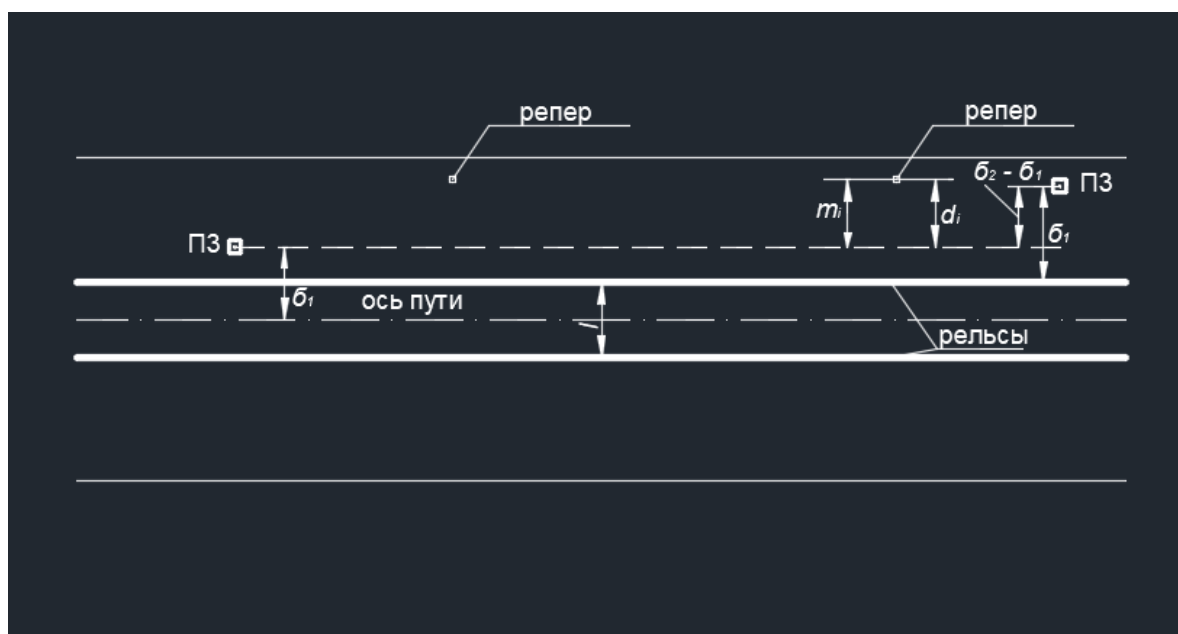


Рисунок 12- Схема прямого участка трассы

2. Дирекционные углы отрезков среди вершин.

3. Составляющие каждой кривой, вписанной в угол поворота магистрали:

а) центральный угол, называемый «путейским» углом, которым контролируют разность дирекционных углов отрезков, составляющих угол поворота трассы.

б) величина радиуса R кривой, являющаяся функцией максимальной скорости движения поездов на данном участке. Из рис. 13 видно, что углы поворота и радиусы кривой при двух одноименных вершинах одинаковы;

в) значения тангенсов T и кривой K . На рис. 13 приведено геометрическое построение, поясняющее применение формул:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \quad (12)$$

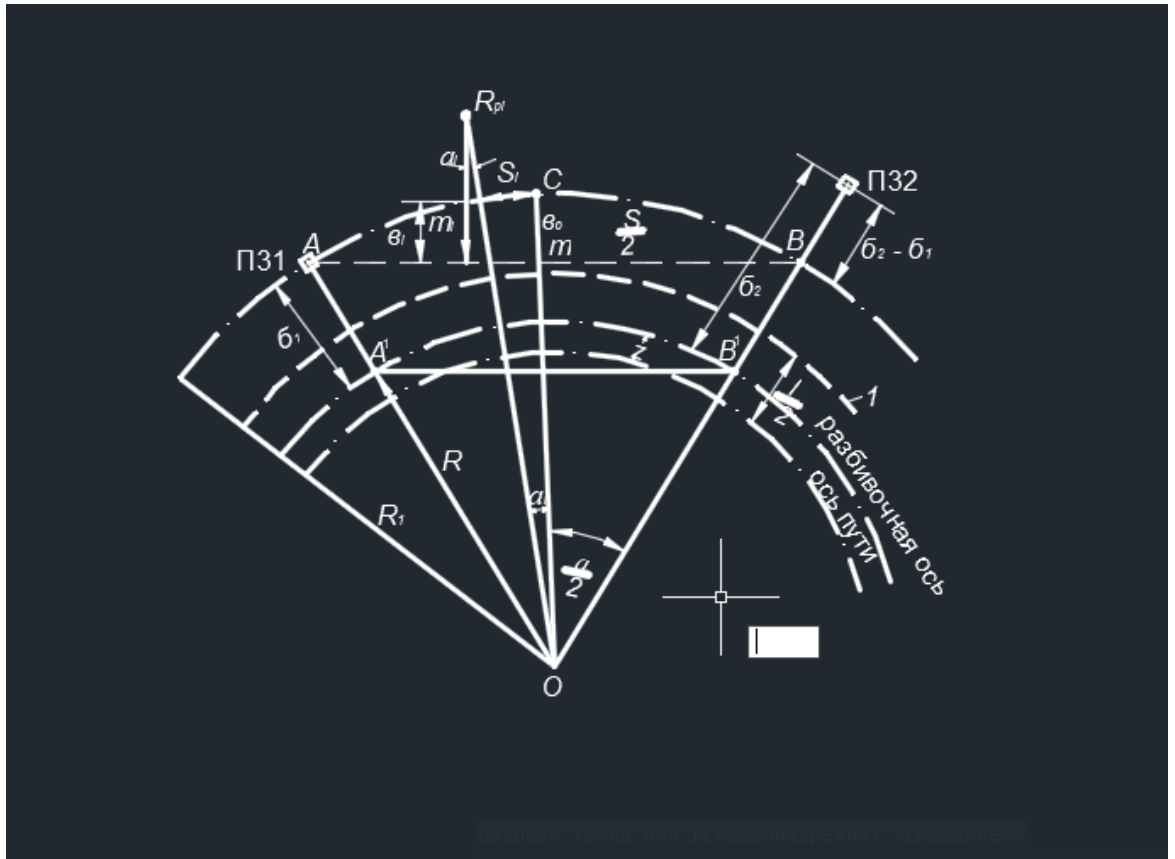


Рисунок 13- Схема трассы на кривой

$$K = \frac{\beta''}{e''}R \quad (13)$$

где e'' — 206 265";

г) элементы переходной кривой C , L и h ;

д) координаты вершин ломаного кода трассы, а также всех целых пикетов.

Значения дирекционных углов и расстояния между вершинами вычисляют, решая обратные геодезические задачи по координатам вершин, найденным графически по планам масштаба 1: 500.

4.4 Вычисление проектных координат целых пикетов кривых и на прямых отрезках трассы

Координаты целых пикетов на прямых отрезках вычисляют по следующим формулам прямой геодезической задачи:

$$x_{n+1} = x_n + \Delta x \quad (14) \text{ и } y_{n+1} = y_n + \Delta y \quad (15),$$

где $\Delta x = 100 \cdot \cos \alpha$ (16) и $\Delta y = 100 \cdot \sin \alpha$ (17), α – дирекционный угол

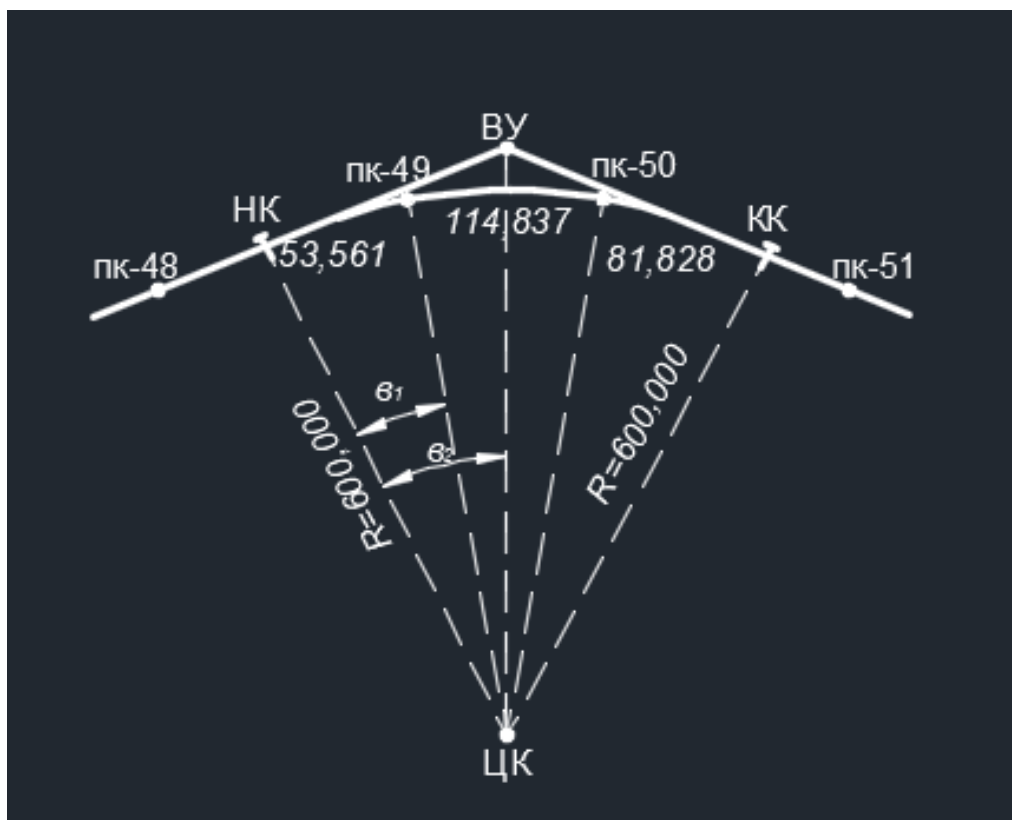


Рисунок 14- Вычисление координат пикетов на кривой

На кривых участках трассы координаты целых пикетов вычисляют через центр кривой. Для этого из геометрической схемы трассы выбирают пикеты НК и КК. По разности пикетов получают длину всей кривой K , затем вычисляют величины k_1 , k_2 и k_3 (рис. 14), где k_1 — дополнение до целого пикета к пикетному значению НК, k_3 подсчитывают по пикетному значению КК, а k_2 — 100,0, если на схеме не оговорено, что ПК (№ n — № $n + 1$) — неправильный. Контролем произведенных расчетов будет служить равенство

$$K = k_1 + k_2 + k_3 \quad (18)$$

Далее по формуле $\beta'' = \frac{K}{R} * Q$ вычисляют центральные углы β_1, β_2 и β_3 , контролируя результаты вычисления суммой $\beta = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$ (19), заданной в проекте.

Приведем пример вычислений в приложении В.

4.5 Переходные кривые. Неправильные пикеты

Для того чтобы сделать плавный переход на круговой кривой прямого участка и обратно используют переходные кривые переменного радиуса r , величина которого плавно изменяется от постоянной его величины до бесконечности (у прямой), равной радиусу R круговой кривой. Для использования переходной кривой необходим сдвиг оси пути во внутрь круговой кривой на величину z , которая определяется по формуле:

$$z = \frac{L^3}{24C} \quad (20)$$

где L и C - параметры переходной кривой.

Величина радиуса переходной кривой в любой ее точке определяется по формуле:

$$r = \frac{C}{l} \quad (21)$$

где C - параметр переходной кривой, а l - расстояние от точки, в которой определяется величина переменного радиуса до начала переходной кривой до

Для предварительных расчетов считают, что переходные кривые размещены симметрично относительно начала и конца кривой, т. е. точек НК и КК. Для концов переходных кривых приняты следующие обозначения: начало— НПК и конец— ЕПК. При точных расчетах расстояние между НПК₁ и НК определяют по формуле:

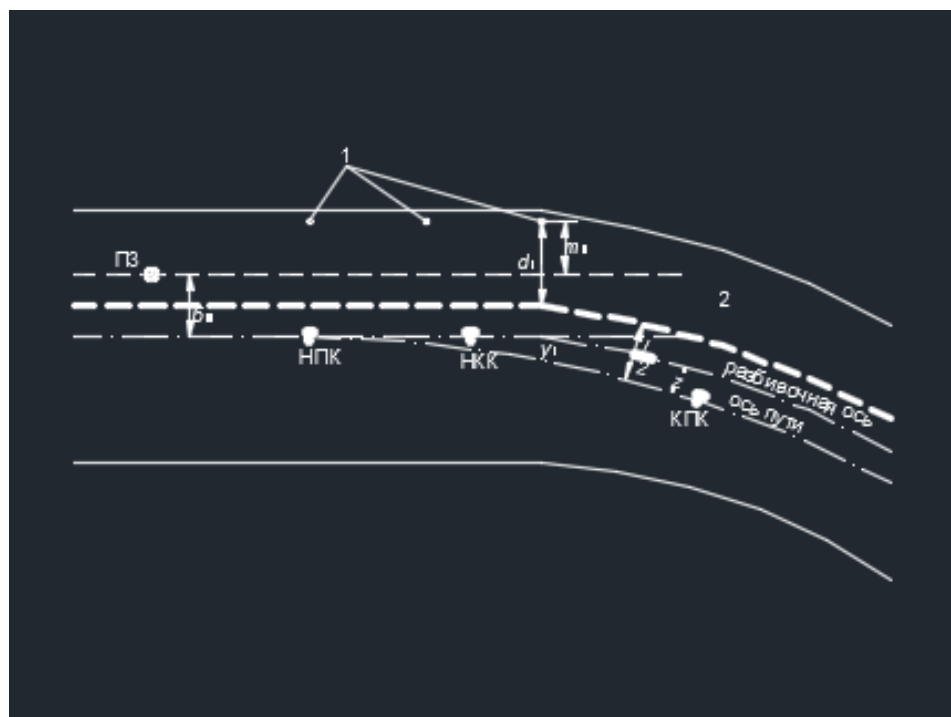
$$a = \frac{L}{2} + \frac{L^3}{60C^2} \quad (22)$$

Это же значение принимают и для расстояния от КК до КПК₂.

Ось кривой, изображенная на 13 и 14, является теоретической и введена для удобства и простоты расчетов от нее при разбивках кривых постоянного радиуса. Эту ось называют разбивочной. Как было указано выше, железнодорожный путь в тоннелях укладывают в начале и конце кривой по переходным кривым, а в средней части кривой -- по круговой кривой, смещенной от разбивочной оси на величину z .

После определения величин кривых k и соответствующих им центральных углов β приступают к вычислениям координат пикетов на кривой. В первую очередь получают координаты центра кривой. Вычисления проводят дважды: от точки НК и для контроля — от точки КК.

Одноименные пикеты, которые расположены на прямых участках трассы размещают на одной нормали к оси пути (рис.15). Но на кривых отрезках трассы, где внешний тоннель длиннее внутреннего, вышенаписанное условие размещения пикетов нарушается. Для того чтобы устранить подобное нарушение на середине кривой одного из тоннелей устанавливают неправильный пикет.



1-Реперы, 2- внутренняя грань ближайшего рейса

Рисунок 15-Определение путейского репера на переходной кривой.

При этом по наружному тоннелю его длину принимают большей 100 м, а по внутреннему - меньшей 100 м. На рис.15 указаны геометрические условия, вызывающие необходимость неправильных пикетов и способы вычисления их величин.

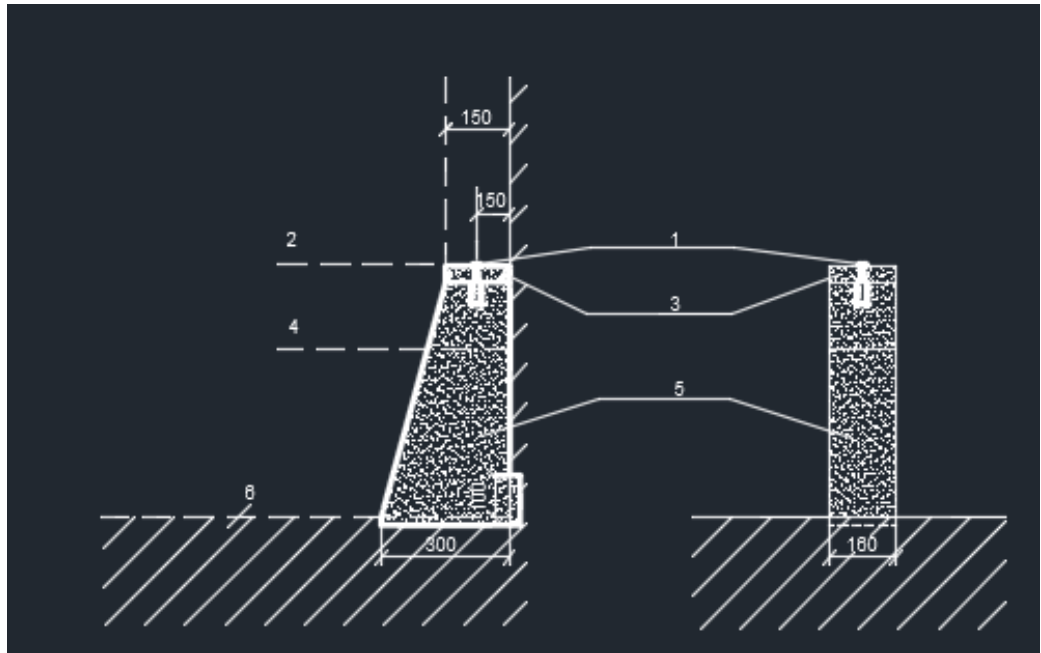
4.6. Способы закладки путейских реперов в тоннелях

В обойму-чашечки, опорная точка которой показана на рис. 16, ввинчивается болт со сферической головкой 2. Отверстие диаметром до 0.2 см, служащее центром репера, расположено в головке опорной точки. Регулировка высота болта производится с помощью гаечного ключа, обеспечивается это благодаря квадратно поперечному сечению под круглой головкой.

Опалубка не должна выступать за внутренний контур тоннеля. Бетонирование производится согласно типовому проектному чертежу.

Разбивка расположения опорных точек происходит следующим образом:

1) Последовательно прокладывается два расстояния рулеткой. Первое расстояние – это разница между железнодорожным репером и первым полигонометрическим знаком, а второе расстояние – это разность соседних путей реперов. Линейное несоответствие в разбивке основных точек между двумя полигонометрическими пунктами делится пропорционально измеренным расстояниям между путевыми опорными точками и окончательно указывает полученные места краской. Разбивка пространства установки путевых реперов в проекте выполняется с погрешностью не больше ± 30 мм.



1- Путейский репер; 2- уровень головки ближайшего рельса; 3- бетонная подливка; 4- поверхность путевого бетона; 5- бетонный монолит; 6- лоток тоннеля.

Рисунок 16. Путейский репер в бетонном тоннеле

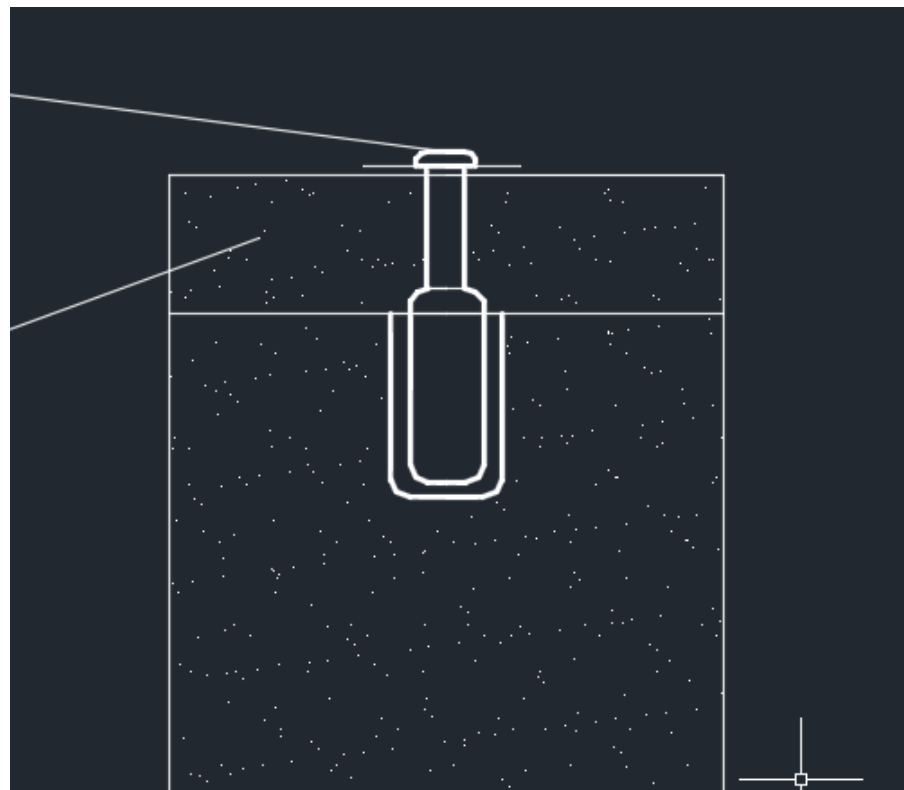


Рисунок 17- Путейский репер

При разбивке реперов, располагающихся по наружной стороне тоннеля касательно центра кривой, следует иметь в виду, что пикетажные значения как путейских реперов, так и полигонометрических знаков даются отнесенными к оси пути. Поэтому разности пикетов реперов, закладываемых на кривой по внешней стене тоннеля, должны быть исправлены по величину, вычисленную по формуле

$$\Delta d = \frac{D}{R} d \quad (23)$$

Где D - среднее расстояние от путейских реперов до оси пути, R - радиус кривой, d - откладываемая разность пикетов.

Для разбивки путейских реперов в профиле используют отметки полигонометрических знаков или реперов, полученные из нивелирования после сбойки тоннелей и окончательно увязанные. В тоннеле определение путейских реперов по величине высота производят в последующем порядке. Прибор нивелир устанавливают в середине меж полигонометрическими знаками, рейку ставят на одном из них и берут по ней отсчет. Далее рейку ставят на путейский репер и, опуская или поднимая его болт, добиваются такого положения рейки, когда отсчет по ней будет равен величине b_i , определяемой по формуле:

$$b_i = (H_{пэ} + a) - H_{pi} \quad (24)$$

где $H_{пэ}$ - отметка полигонометрического знака; a - отсчет по рейке, установленной на полигонометрическом знаке; H_{pi} - эта проектный знак головки рельса на пикете определяемого путейского репера.

4.7. Определение фактического пикетажа путейских реперов

После того как затвердеет бетон необходимо снова определить пикетные вычисления путейских реперов согласно с их положением и подсчитать проектную величину каждого репера. Чтобы определить фактический пикетаж реперов, которые были установлены и забетонированы измеряют стальной рулеткой меж ними, при этом привязывают крайние реперы к знакам полигонометрии, пикеты которых приняты за твердые.

С помощью технического нивелира, обязательно перед работой нужно проверить на исправность прибор, устанавливают по высоте путейские реперы. Все инструменты должны быть тщательно проверены, включая рейки, их можно проверить с помощью рулеткой из стали. Ни в коем случае нельзя работать с рейками, которые имеют какие-либо погрешности в дециметровых делениях, превышающие $\pm 0,1$ см.

Исходными данными, как уже указывалось, служат отметки полигонометрического знаков. При этом отметка второго полигонометрического знака применяется с целью контролирования. В случае если результат контроля установки репера правильный, то его закрепляют. Установка реперов на проектные отметки должна быть произведена с

погрешность должна быть не более $\pm 0,2$ см.

4.8. Определить удаления путей реперов от оси пути

В тоннелях в плане от опорных точек пути прокладывается, а также выпрямляется железнодорожный путь. Погрешность расстояний опорных точек от оси траектории не должна превышать $\pm 0,3$ мм.

Расстояние путейских реперов на прямых участках магистрали от оси путей вычисляют от линии, которая параллельна оси путей и задана с знака полигонометрии.

В тоннеле над знаком полигонометрии 1 ставят прибор теодолит. Для смещение этого знака σ_2 второго пикетного знака (2) от оси пути. Далее откладывают величину $\sigma_2 - \sigma_1$ и отмечают полученную точку С, на которую наводят визирную ось трубы теодолита от пикетного знака 2 по нормали к оси пути

Подобным способом, линия пикетного знака 1-С оказывается параллельной оси пути. От данной визирной линии и делают съемку всех путейских реперов, пользуясь для этого специальной рейкой, с помощью которой определяют отрезки m . Удаления реперов от оси пути вычисляют по формуле:

$$d_i = \delta_1 + m_i \quad (25)$$

где δ_1 - смещение знака полигонометрии, на котором стоит теодолит, от оси пути, m_i — это отсчет по горизонтальной рейке.

Чтобы определить дистанцию от путейского репера до ближайшей стороны, которая располагается во внутренней части рельсовой нитки, вычисленную величину d_i уменьшают на значение, равное половине ширины нормальной колеи.

В местах круговой кривой с небольшим радиусом рекомендуется найти координаты путейских реперов непосредственно от пунктов полигонометрии в подземке. Тогда, зная значения координат путейских реперов и центра кривой, решая обратную геодезическую задачу, вычисляют дистанцию от середины кривой до определяемого путейского репера. Удаление путейского репера от оси путей вычисляют по формуле:

$$d_i = D_i - (R - z) \quad (26)$$

где D_i – вычисленная дистанция меж путейским репером и середины кривой, R – радиус разбивочной кривой, z – пути относительно разбивочной оси смещение оси.

Вообще же на месте круговой кривой смещение позиция путейских реперов определяют от линии, параллельной хорде АВ (рис.17).

С этой целью на знаке полигонометрии ПЗ 2 откладывают дельта смещений полигонометрических знаков $\delta_2 - \delta_1$ и отмечают точку С. Дистанция, которая соединяет ПЗ 1 с помощью точкой С, будет параллельно хорде АВ. Прибор теодолит устанавливают на пикетном знаком 1, визирную

ось трубы наводят на точке С и при помощи рейки определяют величины m_1, m_2, \dots, m_i .

4.9. Определение удалений путейских реперов на переходной кривой

Расстояние реперов траектории от оси траектории на переходных кривых определяется по касательной линии. Суть этого метода определения удалений заключается как указано далее. В туннеле теодолит устанавливается по ближайшему полигометрическому знаку к переходной кривой, а его труба направлена параллельно касательной линии (рис. 18), при этом угол ρ вычисляется как разность между направленными углами подземной полигометрии стороны 1-2 и касательной прямой.

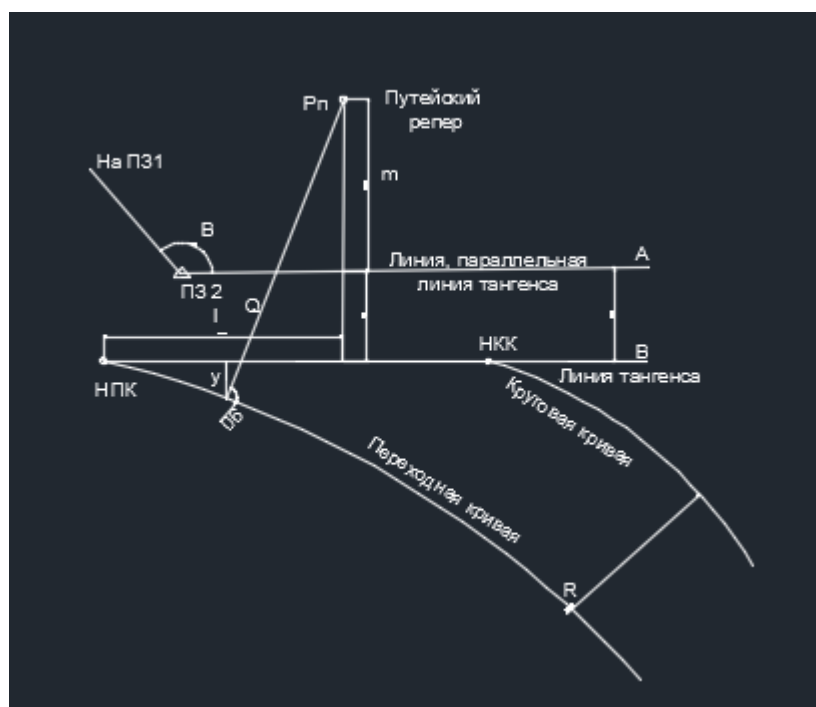


Рисунок 18. схема определения удаления путейских реперов на переходной кривой

Расстояние m_i между путейской опорной точкой и линией (2—А), параллельной касательной линии (НKK-В), определяется теодолитом на горизонтальной рейке. Удаление железнодорожных ориентиров от оси пути рассчитывается по формуле:

$$d_i = \delta_1 + m_i + y_i + \frac{l^4}{4c^4} \quad (27)$$

где δ_1 -величина смещения знака полигометрии, по которому теодолит отходит от касательной линии (тангенса); m_i -считываемый отсчет по рейке; y_i - расстояние от касательной линии тангенса до переходной кривой при пикетаже обозначенного репера номера i , вычисляемое по формуле

$$y_i = \frac{l^3}{6c} - \frac{l_i^7}{336c^3} \quad (28)$$

Здесь l_i — это расстояние от НПК до заданной точки отсчета путейского репера.

По окончании определения пикетной линии и снятия опорных точек с оси пути они составляют свою ведомость, в соответствии с которым проводят все последующие работы по прокладке железнодорожного пути в тоннелях. В тоннеле каждый рэпер подписывает свой пикет и удаление с внутренней стороны ближнего рельса.

4.10. Установление рельсов железнодорожного пути на проектные отметки

В этом случае длина дорожки увеличивается за счет пяти пар распорок, установленных на каждом стыке рельсов длиной 12,5м. Между каждой парой гнезд встраиваются межрельсовые деревянные опоры, равные ширине колеи. Под основанием рельса в каждую пару прорезей помещаются бетонные кубики, высота которых регулируется железобетонными плитами. Между досками и основанием реек устанавливаются деревянные шпалы. Вы можете поднять или опустить поручень, нажав или отпустив клин. После расчистки дороги будет установлена деревянная опалубка для дренажных канав и противоугонных ям. Монтаж и распаковка планов и профилей дорог производится дорожной бригадой в соответствии со списком дорожно-справочных работников и их подписями в тоннеле.

Чтобы правильно расположить контур в профиле близко к контуру, контрольную рейку проверяют с помощью специальной рейки с верхним слоем. Высота второго рельса регулирует подъем внешнего рельса на криволинейных участках внутреннего рельса, установленного на первом рельсе и предусмотренного конструкцией, с помощью рельса и верхнего уровня.

Во время бетонирования железной дороги в тоннелях метро нет резиновых покрытий. Однако после заливки бетона шпалы и рельсы прикрепляются к резиновым подкладкам толщиной 8 мм; В результате при первоначальной подгонке асфальтированной дороги под бетонирование следует учесть, что основные рельсы следует прокладывать на 8 мм ниже конструкции.

4.11. Способы выверки и конечной установки железнодорожного пути в плане и профиле

По пути, который отрихтовали, проложенному на бетонных кубах и разрыхленному домкратами и клиньями, осуществляется движение вагонов с грузами, что может вызвать местные нарушения пути. Следовательно поэтому, до того, как приступить к укладке путевого бетона, путь тщательно проверяется и приводится в точное соответствие с планом укладки и профилем. Проверка укладываемой рельсовой нити в плане осуществляется путем измерения расстояния от центра случайного отсчета до внутренней грани головки, наиболее

близкой к реперу рельса, и сравнения этих расстояний с проектом. Отклонения проложенных рельсов от проекта в плане не должны быть более ± 2 мм. Проложенный путь сверяют с планом по ориентирам, но в промежутке, для чего прямолинейный путь в пределах двух точек, полученными от железнодорожных реперов, натягивают на линию длиной 20 м и с помощью подвижного отвеса проверяют. В некоторых случаях устанавливают теодолит, прицельный луч которого направлен параллельно внутренней поверхности проверяемых рельсов. Обнаруженные отклонения рельсов от прямолинейной линии более чем на ± 2 мм выпрямляются домкратами.

На криволинейных участках трассы, помимо контрольных измерений стоячих расстояний от внутреннего края рельса до центра опорной точки пути, гладкость кривой также проверяется по стрелкам отклонения. Фактическое значение прогиба не должно отличаться от теоретического значения более чем на 3 мм. На участках трассы с кривыми малых радиусов используются хорды длиной 10 м. Здесь отклонения фактических значений стрелок отклонения от теоретических не должны превышать ± 2 мм.

На переходных кривых гладкость положенных рельсов также можно проверить с помощью десятиметровых хорд. Отклонение стрелки в середине хорды вычисляется по формуле, приведенной ниже:

$$b = \frac{(l_1 - l_2)^2 (l_1 + l_2)}{18C} \quad (29)$$

где C — значение переходной кривой; l_1 и l_2 — расстояния от начала переходной кривой до начала и конца хорды.

Ширина колеи также контролируется - расстояние между внутренними гранями рельсов. На криволинейных участках трассы с радиусом менее 200 м делают уширение трассы, которое задается проектом.

Чтобы проверить проложенный путь в профиле, отмечают мелом точки. На левом и правом рельсах через каждые 3 м на каждом кубе. Определяются проектные отметки и их пикетное значение отмеченных точек. Затем устанавливается уровень и, используя отметки дорожных маркеров или полигонометрические знаки, определяется уровень горизонта (ГИ) инструмента. Показания на рейке, установленной на головке рельса в точке, отмеченной мелом, должны быть равны значению b , рассчитанному по формуле:

$$b = (\text{ГИ}) - \text{Нпр} \quad (30)$$

где Нпр — проектная отметка головки рельсов в точке, в которой установлена рейка.

В случае отклонения от расчетной отметки проложенный путь либо поднимается домкратами с клиньями, либо опускается путем ослабления клиньев. Правка продолжается до тех пор, пока отклонения фактических показаний на рельсе от расчетных не станут менее ± 3 мм. На криволинейных участках уровень головки рельса внутренней путевой резьбы должен быть

меньше уровня опорной точки пути на величину высоты наружного рельса.

Заключение

В связи с высочайшей плотностью населения в мегаполисе Алматы, одним из более весомых вопросов считается присутствие метрополитена в общественном транспорте. Прокладка рельсовых стезей считается обязательной частью дел при строительстве метрополитена. В следствие этого маркшейдерские работы, производимые при этом, считаются серьезным ходом на всех этапах постройки метрополитена.

В данной дипломной работе описаны маркшейдерско-геодезические работы, производимые при строительстве метрополитенов и тоннелей, мостов и аэродромов, железнодорожном и гидротехническом строительстве.

Ознакомлены работы при ориентировании подземной маркшейдерской основы, разбивки при проходке и монтаже наклонных тоннелей, вертикальных шахт, подземная полигонометрия. Изложены все виды маркшейдерских работ при сооружении горизонтальных станционных и перегонных тоннелей различными способами. Изложены способы и методы определения положения и ведения по трассе метрополитена тоннельных щитов.

Освещены вопросы наблюдения за деформацией сооружений под влиянием горных выработок. Изложены методы конструкций и съемок выработок в процессе строительства для составления исполнительных чертежей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михалев А. В. Оценка возможности использования тригонометрического нивелирования для производства высокоточных измерений. 2013 – г. Пермь.
2. В.Г. Афанасьев, Е.Н. Соколов, А.О. Алексеев. Геодезия и маркшейдерия при строительстве тоннелей и метрополитенов. 1965- г. Москва.
3. Тимофеева И.В. Задание направлений горным выработкам в вертикальной плоскости. Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2015
4. Технический отчет о контрольных геодезическо-маркшейдерских работах на объектах: «Строительство первой очереди алматинского метрополитена». Главный маркшейдер ОАО «Алматыметрокурылыс» Абдуллаев Б.А. //Алматы, 2008.
5. Касенов Б.С., Жаркимбаев Б.М., Солтабаева С.Т. «Практикум общего курса маркшейдерского дела» Учебное пособие. – Алматы, КазННТУ, 2015. - 126 с.
6. Учебная пособия Попов И.И., Жаркимбаев Б.М. «Маркшейдерское дело.» Алматы, 2000.

Трассировка подземных горных выработок. Расчет узловых точек и пикетов.

Исходные данные:

Отметка исходного ПК 0 = -10м

Координаты точки начала трассы $X_0= 6165$ м; $Y_0= 3478$ м

Исходный дирекционный угол = $180^{\circ}00'00''$

Таблица 1- Исходные данные для разбивки проекта трассы

Точки	Расстояния, м	Углы поворота, град.	Радиус поворота, м	Направление поворота (по ходу направления трассы)
1-2	100	240	20	левый
2-3	70	220	20	левый
3-4	90	220	20	правый



Чертеж разбивки пикета

Таблица 2- Узловых точек по AUTOCAD

Точка	Расстояние, м	Азимут			Координаты		Точка
		Град	Мин	Сек	X	Y	
1					6165.0000	3478.0000	1
	100	180	00	00			
2					6065.0000	3478.000	2
	70	240	00	00			
3					6030	3417.3782	3
	90	220	00	00			
4					5961.056	3359.5273	4
	50	220	00	00			

Координаты точек вычисляем по прямом геодезической задаче

$$X_2 = X_1 + L_{1-2} * \cos 180^\circ = 6065$$

$$Y_2 = Y_1 + L_{1-2} * \sin 180^\circ = 3478$$

$$X_3 = X_2 + L_{2-3} * \cos 240^\circ = 6030$$

$$Y_3 = Y_2 + L_{2-3} * \sin 240^\circ = 3417.3782$$

$$X_4 = X_3 + L_{3-4} * \cos 220^\circ = 5961.056$$

$$Y_4 = Y_3 + L_{3-4} * \sin 220^\circ = 3359.5273$$

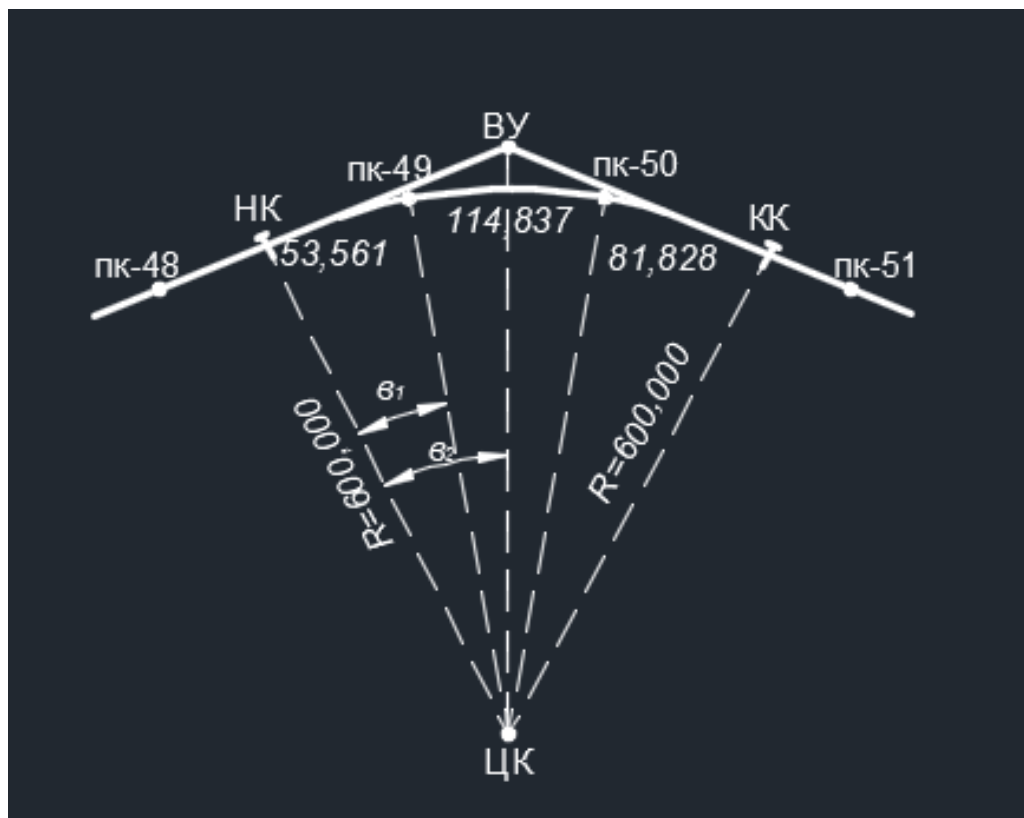
Таблица 3- Пикеты

Пикет	Расстояние, м	Уклон, м/м	Превышение, м	Абсолютная 0, м	Пикет
ПК 0	50	1 ‰	$\Delta H = L * i = 50 * 1$ ‰=0.05	-10,000	ПК 0
ПК 1				-9,95	ПК 1
ПК 1	50	1 ‰	$\Delta H = L * i = 50 * 1$ ‰=0.05	-9,95	ПК 1
ПК 2				-9,90	ПК 2
ПК 2	50	1 ‰	$\Delta H = L * i = 50 * 1$ ‰=0.05	-9,90	ПК 2
ПК 3				-9,85	ПК 3
ПК 3	50	1 ‰	$\Delta H = L * i = 50 * 1$ ‰=0.05	-9,85	ПК 3
ПК 4				-9,80	ПК 4
ПК 4	50	1 ‰	$\Delta H = L * i = 50 * 1$ ‰=0.05	-9,80	ПК 4
ПК 5				-9,75	ПК 5

Вычисление проектных координат целых пикетов на прямых и кривых отрезках трассы

Исходные данные:

$k_1 = 53,561$
 $k_2 = 114,837$
 $k_3 = 81,828$
 $R = 600$



Вычисление координат пикетов на круговой кривой

- 1) Для правого тоннеля вычисления значений k
 От ПК48 +53,561 (НК) до ПК49
 От ПК29 до ПК50 (неправильный пикет)
 От ПК50 до ПК50+ 81,828 (КК)

- 2) Произведем контроль произведенных расчетов:
 $K = k_1 + k_2 + k_3$
 $K = 53,561 + 114,837 + 81,828 = 250,226$

- 3) Найдем значение соответствующих углов β , предварительно перейдя от $R = 600,000$ к $R = 1$ м.

$$\begin{aligned}k_1 &= 53,561:600 = 5^\circ 06' 04'' \\k_2 &= 114,837:600 = 10^\circ 50' 06'' \\k_3 &= 81,828:600 = 7^\circ 45' 58''\end{aligned}$$

4) Произведем контроль:

$$5^\circ 06' 04'' + 10^\circ 50' 06'' + 7^\circ 45' 58'' = 23^\circ 42' 08'' = \beta_{\text{факт}}$$