

УДК 622.834(043)

На правах рукописи



**МОСКОВЧУК ПАВЕЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

**Совершенствование методики маркшейдерского обеспечения  
при строительстве перегонных тоннелей метрополитена**

25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология,  
геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Республика Казахстан  
Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском национальном техническом университете имени К.И.Сатпаева (КазНТУ)

Научные руководитель: доктор технических наук,  
Байгурин Ж.Д.

Официальные оппоненты: доктор технических наук  
Пентаев Т.П.

кандидат технических наук  
Толеуов Б.Т.

Ведущая организация: Карагандинский государственный  
технический университет (КарГТУ)

Защита состоится «26» октября 2010 г. в 16-00 часов на заседании диссертационного совета Д 14.61.23 при Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева в конференц-зале НК, по адресу: 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева 22а, телефон 257-71-56

Отзывы на автореферат диссертации можно направить по факсу (727) 3925709, e-mail: *dissov\_14.61.23@mail.ru*

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке КазНТУ им. К.И.Сатпаева по адресу: 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева 22, ГМК.

Автореферат разослан «24» сентября 2010 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета, д.т.н.



Столповских И.Н.

## ВВЕДЕНИЕ

**Общие сведения.** Метрополитен — один из основных видов городского пассажирского транспорта. Метрополитен отличается большой пропускной способностью, регулярностью и высокой эксплуатационной скоростью движения поездов. Подземные линии метрополитена получили наибольшее распространение, так как они не нарушают исторически сложившейся планировки города, не стесняют движения городского наземного транспорта и пешеходов, способствуют уменьшению шума и вибрации в зданиях от движения поездов. Необходимость в наличии метрополитена — скоростном транспорте, не загромождающем уличной дорожной сети и не имеющем пересечений в одном уровне, ощущается в большинстве городов с численностью населения свыше 1 млн. человек.

Метрополитен включает большой комплекс сооружений и устройств, из которых основными являются: станции и вестибюли со служебными помещениями, эскалаторные устройства, перегонные тоннели, камеры съездов и тупики, вагонные депо с производственными цехами и бытовыми помещениями, тяговые и понижающие электрические подстанции, тоннельные сооружения для инженерного и санитарно-технического оборудования, вентиляции, водоотлива и водоснабжения.

**Актуальность работы.** Решение вопросов интенсивного развития метрополитена невозможно без резкого повышения производительности труда, укрепления инженерной подготовки производства, а главное – без ускорения научно – технического прогресса отраслей всех видов работ.

При строительстве первой очереди метрополитена г. Алматы, приняты два основных способа строительства – открытый и закрытый (подземный), либо их комбинация. Значительная часть объёмов строительных работ (около 85%) приходится на сооружение подземных линий метрополитена, то есть на строительство перегонных тоннелей.

При производстве работ по щитовой проходке перегонных тоннелей, особенно, при проходке нескольких тоннелей одновременно, имеющих большое количество плановых и высотных криволинейных участков, выполняется большой объём маркшейдерских работ. Значительное влияние на конструкции тоннелей оказывают многие факторы, из-за которых возможны проявления фактических отклонений от проектного положения. Это приводит к дополнительным работам по выполнению переборки колец, что является дорогостоящим и трудоемким процессом, требующих перекрытия тоннеля на длительное время.

Существующие пункты полигонометрии при строительстве метрополитена не отвечают современным требованиям по выполнению точности маркшейдерских работ, от которых зависит качество конструкций тоннелей, отвечающих нормативным требованиям ГОСТа 23961-80.

В этой связи совершенствование методики маркшейдерского обеспечения для повышения точности построения пунктов тоннельной полигонометрии, и определения рационального положения ходовых рельс относительно тоннельной обделки, и уменьшения объема работ по переборке колец, является

актуальной научно практической задачей. Работа выполнялась в соответствии с планами ТОО «Метропроект» по теме «Создание пунктов подземной полигонометрии для проведения разбивочных работ при проходке тоннелепроходческих комплексов» (технический проект А1М-000.00 от 1.12.2008г.).

**Цель работы** заключается в совершенствовании методов маркшейдерского обеспечения при строительстве перегонных тоннелей метрополитена, позволяющих устранить места с нарушенными габаритами приближения строений.

**Идея работы** заключается в установлении методов устранения отклонений конструкций перегонных тоннелей метрополитена на основе создания методики расчета определения рационального положения ходовых рельс.

Для достижения поставленной цели определены следующие **задачи**:

1. Исследование горно-геологических, гидрогеологических условий и технологических процессов при строительстве метрополитена для выявления факторов, влияющих на смещение ТПК от проектного положения.

2. Совершенствование методики построения тоннельной полигонометрии для повышения точности маркшейдерских измерений при строительстве перегонных тоннелей.

3. Обоснование методики расчета для задания рационального планового и высотного положения трассы метрополитена на основе корреляционного и регрессионного анализа, с целью повышения точности измерений и определений параметров и элементов оси пути.

4. Теоретические и экспериментальные исследования сооружения верхнего строения пути для увеличения точности установки рельс и сокращения сроков монтажных работ.

5. Составление программного обеспечения расчета по устранению отклонений трассы перегонных тоннелей.

**Научные положения выносимые на защиту:**

1. Способ центрирования пункта съемочной сети при строительстве метрополитена, с целью обеспечения высокой точности маркшейдерских измерений на прямолинейных и криволинейных участках перегонных тоннелей.

2. Аналитический метод расчета по устранению отклонений положения основных конструкций от проектного для повышения точности измерений и определений параметров и элементов оси пути.

3. Методика определения рационального направления положения рельс при сооружении бесшпального железнодорожного пути, для обеспечения точности выноса в натуру.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается:

1. Усовершенствован способ центрирования опорного пункта тоннельной полигонометрии, отличающийся от ранее существующих конструкций, для обеспечения сохранности и точности измерений в сложных условиях строительства метрополитена.

2. Разработан расчетный метод по обоснованию положения трассы перегонных тоннелей, новизна которого заключается в определении рациональных параметров оси пути прямолинейных и криволинейных участков.

3. Предложена методика маркшейдерского обеспечения при строительстве верхнего строения пути с использованием геодезических отражателей в конструкции фальш-шпал, для повышения точности и сокращение сроков установки ходовых рельс.

**Особенность и достоверность научных положений, рекомендаций и выводы** подтверждаются корректностью использованных методов исследований, удовлетворительной сходимостью их теоретических и практических результатов, положительными результатами апробации при строительстве 1-ой очереди метрополитена г. Алматы.

**Личный вклад автора** состоит в постановке задач исследований, разработке научных положений по усовершенствованию маркшейдерского обеспечения при строительстве перегонных тоннелей метрополитена. В разработке рекомендаций и внедрении конструкций пунктов принудительного центрирования тоннельной полигонометрии и фальш-шпал при укладке рельс.

**Практическая ценность работы** заключается в разработке и внедрении в производство методики определения рационального положения оси пути относительно тоннельной обделки, конструкции опорного пункта тоннельной полигонометрии и фальш-шпал, для обеспечения достоверности маркшейдерских измерений и сокращений сроков строительства при монтаже верхнего строения пути.

**Реализация результатов работы.** Усовершенствованный способ центрирования пунктов тоннельной полигонометрии и аналитический метод расчета по устранению отклонений положения конструкций от проектного являются основой для решения вопросов при строительстве перегонных тоннелей алматинского метрополитена с нарушенным габаритом приближения строений.

Предложенная методика расчета определения рационального положения пути относительно конструкций перегонного тоннеля на исследуемом участке длиной 150 м позволила уменьшить затраты около 5,4 млн. тенге и трудозатраты в 3550 чел/ч.

**Апробация работ.** Основные научные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции Посвященной 100-летию со дня рождения А.Ж. Машанова «Научно-технические, духовные ценности в наследии мыслителей Востока и А.Машани» (Алматы, 2007г.); Международной научно-практической конференции «Naukowym progress na rubiezu tysiacleci-2008» (Прага, 2008г.); Международной научно-практической конференции Посвященной 75-летию Заслуженного деятеля науки и техники Казахстана Академика НАН РК, д.т.н. Айталиева Ш. М. (Алматы, 2010г.)

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 8 печатных трудов. Из них: 5 индивидуальных работ, 3 в изданиях дальнего и ближнего зарубежья, рекомендованных ККСОН МОН РК.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит: из введения, 4 глав, заключения, списка используемой литературы и приложений. Всего 110 страниц машинописного текста, содержит 18 рисунков, 11 таблицы, список используемой литературы из 94 наименований.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Первая глава.** Метрополитен в населенных пунктах с численностью населения свыше 1 млн. человек является одним из основных видов пассажирского транспорта. При сооружении таких сложных объектов необходимо решать комплекс инженерных задач по маркшейдерскому обеспечению.

При производстве работ по щитовой проходке перегонных тоннелей, особенно, при проходке нескольких тоннелей одновременно, имеющих большое количество плановых и высотных криволинейных участков, актуальными вопросами становятся повышение качества построенных тоннелей. В этой связи выполнение маркшейдерско-геодезических измерений для выноса в натуру проектного положения в условиях строительства метрополитена требует совершенствования методов маркшейдерского обеспечения при строительстве перегонных тоннелей.

Значительный вклад при строительстве метрополитена и других подземных сооружений внесли ученые СНГ и Республики Казахстан: Тухель Е.А., Айтиалиева Ш.М., Низаметдинова Ф.К., Ипалакова Т.Т., Бегалинова А.Б., Нурпеисовой М.Б., Жаркимбаева Б.М., а также научно-производственные организации: НИЦ ТМ (г. Москва), Ленметрогипротранс (г. Санкт-Петербург), Казгражданпроект (г. Казань), НИИЖТ (г. Новосибирск), ТОО «Метропроект» (г. Алматы), которые позволили заложить научные основы по исследованию методики маркшейдерского обеспечения.

Основная часть объемов работ при строительстве метрополитенов приходится на сооружение перегонных тоннелей и верхнего строения пути, требующая высокой точности построения тоннельной полигонометрии-1:30000.

Практика строительного-монтажных работ в условиях алматинского метрополитена показывает, что вопросы совершенствования методики маркшейдерского обеспечения для повышения точности построения сетей и сокращения сроков строительства, необходимо исследовать с учетом внедрения современных приборов и программ систем автоматизированного проектирования.

**Вторая глава** посвящена исследованию факторов влияющих на смещения тоннельной обделки перегонных тоннелей и разработке усовершенствованной конструкции пунктов подземной полигонометрии и конструкции фальш-шпал при сооружении верхнего строения пути.

На смещение конструкции тоннельной обделки оказывает 4 основных фактора (рисунок 1). При этом учитывается стесненность городских застроек и интенсивное развитие, которое невозможно без проявления дополнительных нагрузок на конструкции перегонных тоннелей, приводящих к проявлению деформации. Практически, по всей длине трассы тоннелей метрополитена встречаются зоны ослабленных пород, которые снижают прочность и монолитность естественного основания.

При строительстве подземных сооружений, в процессе разработки массива породы сильно развивается горное давление, под действием которого деформируются крепления и уже построенные сооружения, как с бетонной, так и с тубинговой обделкой.

К основным факторам можно отнести распространение сейсмических волн при землетрясениях. Конструкция подземного сооружения, имеющая жесткость, отличную от жесткости грунтового массива, искажает поле сейсмических волн, поэтому в грунте вокруг подземной выработки образуются зоны концентрации напряжений, что характерно для региона города Алматы.

Также к основному фактору на смещение конструкции тоннельной обделки относится специфичность геологического строения грунтового массива в районе сооружения метрополитена. Учитывая геологическое строение района и участка работ, при проходке тоннелей встречаются валуны (диаметром от 0,5 до 2 м), влияющие на смещение проходческого комплекса. При этом задачей маркшейдерской службы является пересчет направления ТПК для установки его в новое проектное положение.

Особое влияние на качество монтажа тубингов тоннельной обделки оказывают производственные процессы. На момент монтажа, выполняются специальные инструментальные наблюдения за тщательной установкой тубингов в проектное положение в соответствии требований ГОСТ 23961-80.

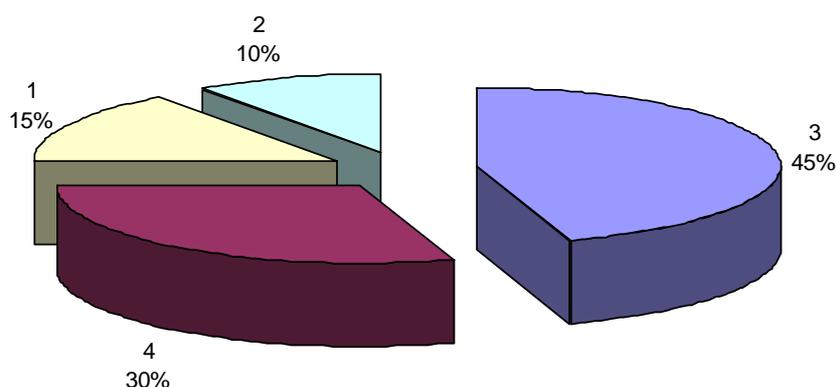


Рисунок 1 - Диаграмма соотношений основных факторов, влияющих на смещение тоннельной обделки при строительстве.

1- сейсмические воздействия; 2- нагрузка от других сооружений; 3- геологическое строение грунта; 4- качество монтажа тоннельной обделки.

По требованию инструкции ВСН 160-69 точность центрирования высокоточных приборов должна соответствовать  $m_{ц} = \pm 0,8$  мм. При этом, необходимо учитывать сложные условия и темп строительства метрополитена, не позволяющий останавливать движение погрузо-разгрузочного транспорта в тоннеле (рисунок 2).

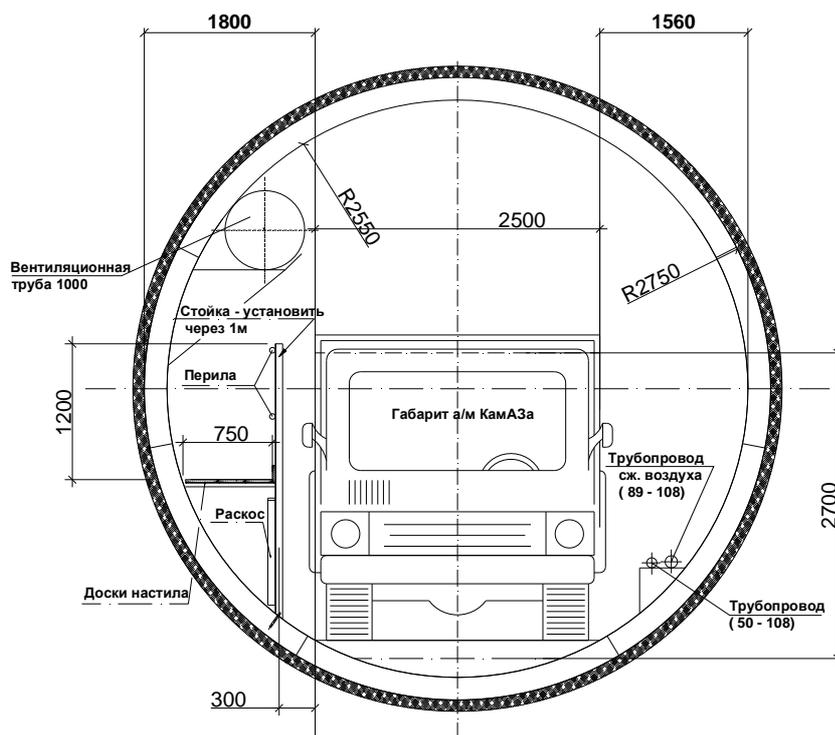


Рисунок 2 - Совмещенные габариты тоннеля, коммуникаций и погрузо-разгрузочного транспорта

В этой связи установка угломерного прибора должна производиться за габаритом грузового транспорта, способом «принудительного центрирования». При данном способе, пункт полигонометрии предоставляет собой универсальный «стол» (рисунок 3), закрепленный в постоянной конструкции тоннеля, в центре которого имеется отверстие под становой винт прибора. Под универсальностью пункта принудительного центрирования, понимается базирование всего комплекса маркшейдерских работ от врезки щита до укладки последнего метра верхнего строения пути, при многократном использовании предложенной конструкцией. При этом инструментальные измерения выполняются без штатива приборов и проводятся за габаритом грузового транспорта. Данная методика измерения позволяет в значительной степени исключить влияние ошибок центрировки и редукции. Была внедрена на объектах строительства метрополитена в г. Алматы.

При эксплуатации пунктов было выявлено, что «столики» плохо зафиксированы, диаметр отверстия под становой винт больше 16 мм, столики не защищены от внешнего механического воздействия. Для устранения указанных замечаний необходимо значительное время, требующее остановки

транспортных работ, что неприемлемо для условий строительства метрополитена.

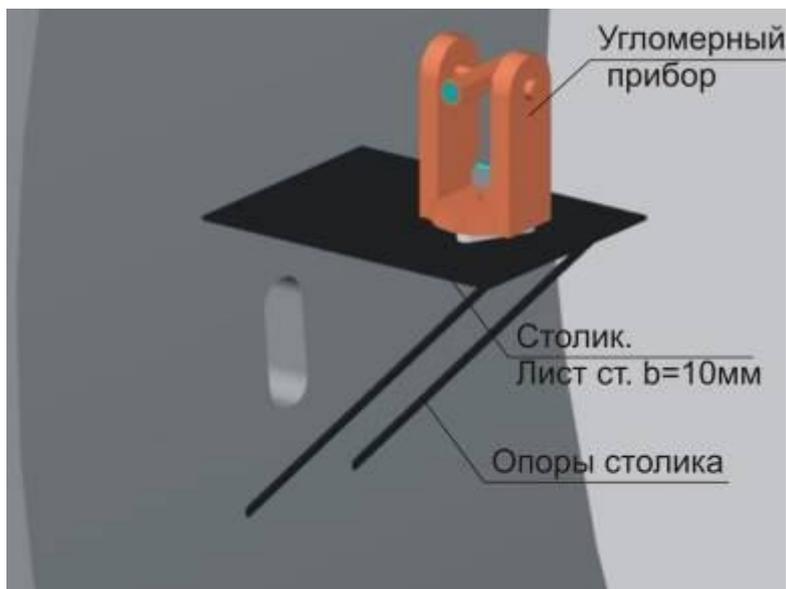


Рисунок 3 - Конструкция пункта полигонометрии при принудительном центрировании

Для обеспечения сохранности пункта принудительного центрирования и повышения точности маркшейдерских измерений, предложена модификация конструкции пункта, позволяющая избежать внешние механические воздействия (рисунок 4).

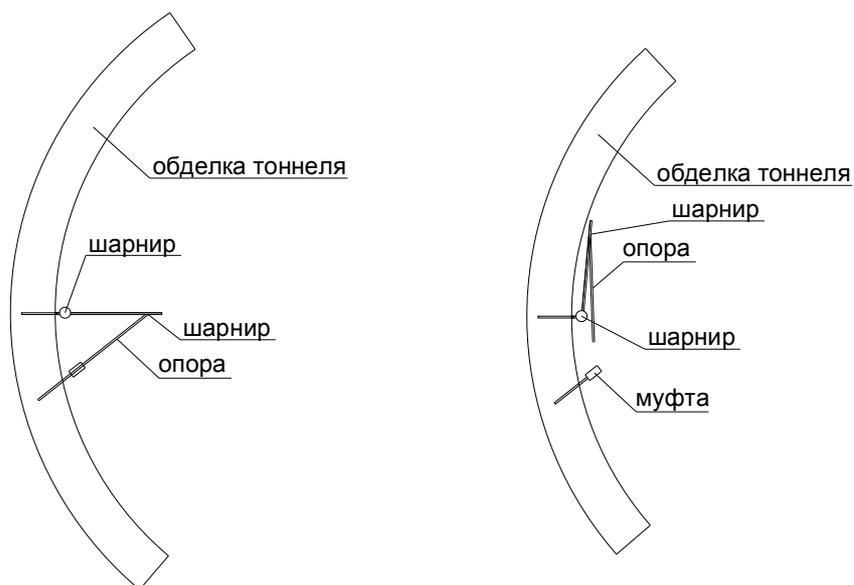


Рисунок 4 - Схема конструкции складывающегося «столика»  
а) рабочее положение пункта; б) не рабочее положение пункта

Предложенный пункт принудительного центрирования представляет собой механизированную конструкцию, способную принимать рабочее и нерабочее состояния. Шарнир пункта выполнен с использованием высокоточных

подшипников японской компании «Okomato». В данной системе достигнуто радиальное биение стола 0,1 микрометра, наименьшая подача на глубину 10 нанометров, что удовлетворят требования инструкции по центрированию угломерных приборов.

В условиях алматинского метрополитена были произведены испытания предложенной конструкции для определения точности центрирования. Исследования производились по двум исходным пунктам тоннельной полигонометрии. На исследуемом пункте и на пункте полигонометрии закреплены отражатели (см. рисунок 5).

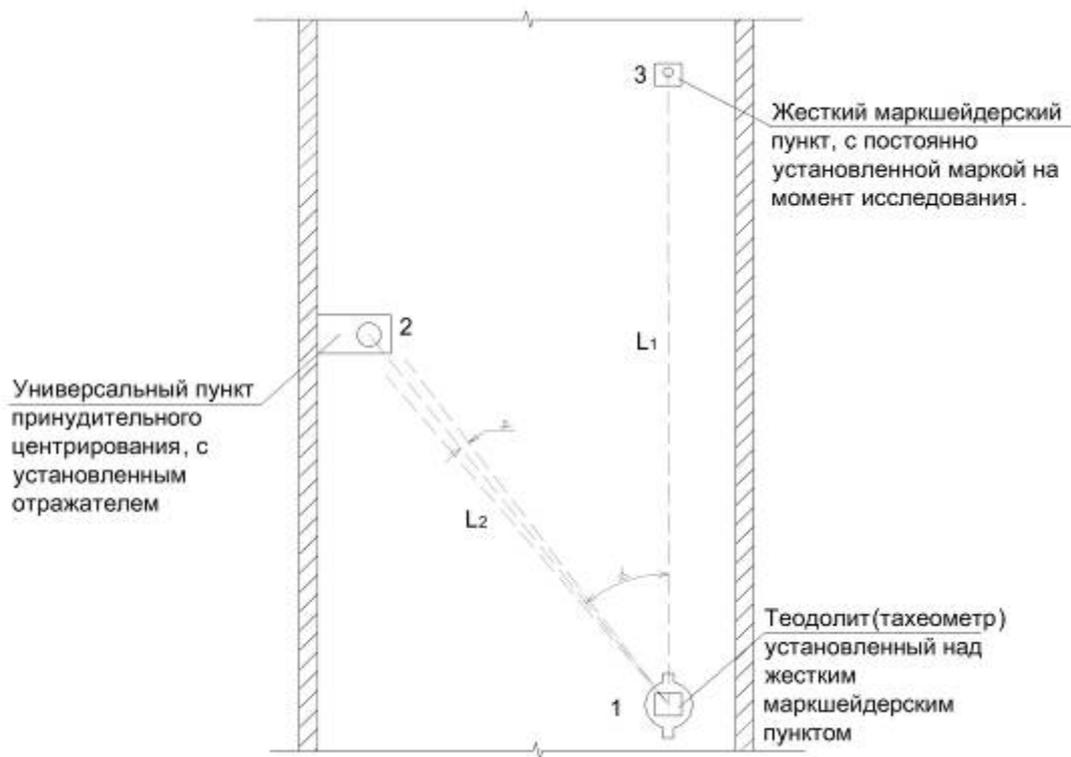


Рисунок 5 - Схема измерения горизонтальных углов при исследовании точности центрирования на универсальном столике

В течении 24 календарных дней с интервалом в 4 дня производились измерения углов ( $\alpha''$ ) и заполнялись ведомости съемочных работ (см. таблицу 1). При каждом замере универсальный столик приводился в нерабочее и рабочее состояния для исследования точности соединения муфт и работы шарниров.

Таблица 1 - Ведомость измерений

№	Измеренный угол "			L1; мм	L2; мм
	град.	мин.	сек.		
1	47°	28"	16,0	34332	48135
2	47°	28"	18,0	34332	48135
3	47°	28"	16,0	34332	48135
4	47°	28"	14,0	34332	48135
5	47°	28"	14,0	34332	48135
6	47°	28"	13,0	34332	48135
7	47°	28"	15,0	34332	48135
8	47°	28"	17,0	34332	48135
9	47°	28"	14,4	34332	48135
10	47°	28"	14,2	34332	48135
11	47°	28"	14,0	34332	48135
12	47°	28"	13,8	34332	48135
13	47°	28"	13,6	34332	48135
14	47°	28"	14,3	34332	48135
15	47°	28"	14,0	34332	48135
16	47°	28"	13,7	34332	48135
17	47°	28"	14,5	34332	48135
18	47°	28"	14,7	34332	48135
19	47°	28"	15,3	34332	48135
20	47°	28"	15,6	34332	48135

По результатам оценки смещения центра на момент исследования получены среднеквадратические погрешности линейных измерений - 0,53мм, 0,47 мм, 0,51мм, 0,053мм, 0,049 мм, 0,054 мм и составлен график (рисунок 6)

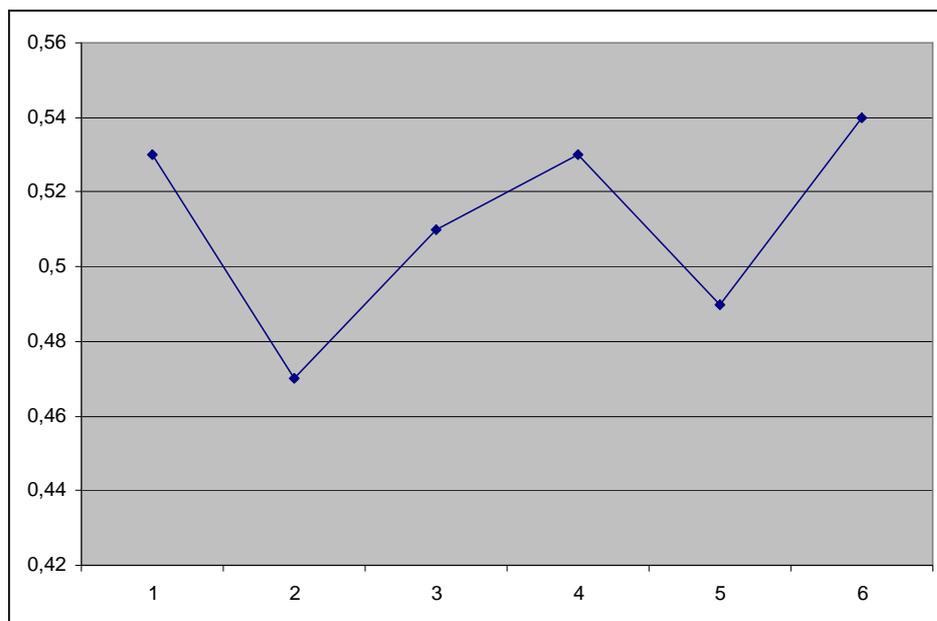


Рисунок 6 - График смещения центра универсального пункта

При этом среднеквадратическая ошибка одного измерения составила  $m=0,512$ , которая удовлетворяет требование ВСН 160-69 на допуск центрирования  $\pm 0,8$  мм.

Для верхнего строения пути в тоннелях метрополитена г. Алматы принята конструкция - «бесшпальный путь на бетонном основании с промежуточным скреплением рельсов Vossloh 336», наиболее отвечающая эксплуатационным требованиям. Этот вид конструкции применяется в метрополитенах во многих

стран мира (Англия, Германия, Италия, Испания, Ирландия, Турция, Чехия и в странах Восточной Азии). Кроме того, продукция компании «Vossloh» широко используется в верхнем строении пути АО НК «Қазақстан темір жолы».

Указанная конструкция представляет собой монолитное армированное, бетонное подрельсовое основание, на котором крепятся анкерными болтами промежуточные скрепления. Зазоры между подкладками и путевым бетоном заполняются специальным подливочным материалом: полиуретановая смесь «Icosit - 330». Технология заполнения разработана специалистами компании «Edilon - sedra» (Германия) и обеспечивает возможность проведения операционного контроля и высокое качество работ.

Технология возведения конструкции пути значительно отличается от методов при сооружении ВСП на деревянных шпалах, допустимая погрешность на смещение отверстий под анкерные болты скреплений  $m_{отв}=1$  мм (рисунок 7).



Рисунок 7 - Конструкция для сверления отверстий под анкера скреплений

Монтаж бесшпального пути невозможен без установки распорных оснасток для выдерживания колеи – фальш-шпал. Основной идеей в доработке фальш-шпалы является внедрение в производство современных геодезических приборов – тахеометров с высокой точностью, которые автоматически способны решать прямые и обратные геодезические задачи. При этом предложено на конструкцию фальш-шпалы установить геодезические отражатели, по которым будут выполняться маркшейдерские наблюдения (рисунок 8).



Рисунок 8 - Устройство геодезических отражателей на фальш-шпалах

Для проведения сравнительного анализа предложенного варианта и существующего метода возведения конструкции верхнего строения пути, построен график зависимости. За счет систематизации способа выноса в натуру положения рельс в пространстве, скорость сооружения значительно выше, что приемлемо для увеличения темпов строительства метрополитена в целом.

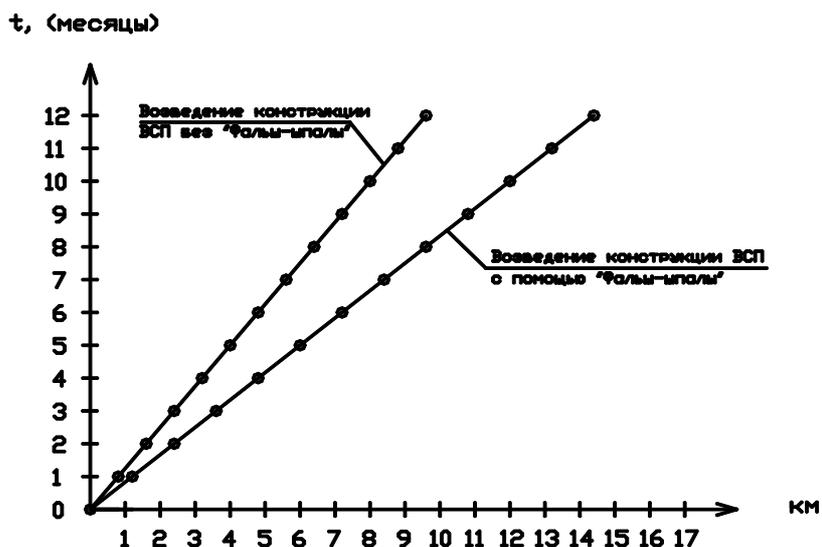


Рисунок 9 - График строительства верхнего строения пути

**Третья глава** посвящена разработке аналитического метода определения рационального положения оси пути относительно фактических параметров конструкций перегонных тоннелей.

В работе проведен сравнительный анализ графического и аналитического метода определения положения оси пути. По результату исследований выявлено, что аналитический метод является более точным, а также снижает затраты на решение поставленной задачи.

Определение прямолинейных и криволинейных участков определяется по эмпирическому коэффициенту корреляции и эмпирическим коэффициентам регрессии.

При приблизительно линейно коррелированных  $X$  и  $Y$  представляется возможным выполнить наилучшее предсказание для  $Y$  при данном значении  $X$  или наилучшее предсказание для  $X$  при заданном  $Y$ .

Для определения параметров прямолинейных участков использована линейная однофакторная регрессионная модель:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 \cdot x \quad (1)$$

Где:

$\hat{Y}$  - отклик (ожидаемое значение отметки лотка)

$x$  - фактор (пикет точки)

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1(\bar{x} - x_i) \quad (3)$$

$b_0$  и  $b_1$  будут являться исходными данными для расчета уклонов и определения параметров прямых участков.

Сопряжения прямых участков профиля разрешается применение только круговых кривых, поэтому, все участки, оставшиеся после выделения прямых будем считать круговыми кривыми. Известно следующее соотношение между радиусом кривой и координатами точек на ней:

$$R = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (4)$$

где  $R$  – радиус кривой

$x, y$  – координаты точек на кривой

Для определения параметра радиуса криволинейного участка по алгоритму Пауэлла определили:

$$\bar{R}^* = \frac{[(R^2 - (R^3)^2]Q(R') + [(R^3)^2 - (R')^2]Q(R^2) + [(R')^2 - (R^2)^2]Q(R^3)}{2(R^2 - R^3)Q(R') + (R^3 - R')Q(R^2) + (R' - R^2)Q(R^3)} \quad (5)$$

где:

$$Q = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}) \quad (6)$$

**Четвертая глава** посвящена анализу систем автоматизированного проектирования (САПР) пригодных для работы с аналитическим методом определения рационального положения оси пути.

В качестве примеров САПР можно привести следующие программы:

AutoCAD — 2-х и 3-х мерная система автоматизированного проектирования и черчения компании Autodesk. Семейство продуктов AutoCAD является одним из наиболее распространённых САПР в мире. Компания Autodesk занимается разработкой системы автоматизированного проектирования AutoCAD более 20-ти лет. За это время были созданы тысячи дополнений и специализированные решения от сторонних фирм и самой компании Autodesk. Следует отметить, данный продукт может на прямую работать с программой Excel – одной из самых распространенных программ от Microsoft Office.

Для обработки данных и составления оптимизации трассы метрополитена будет применен самый распространенный продукт – Excel.

Алгоритм решения представлен в блок-схеме (рисунок 11).

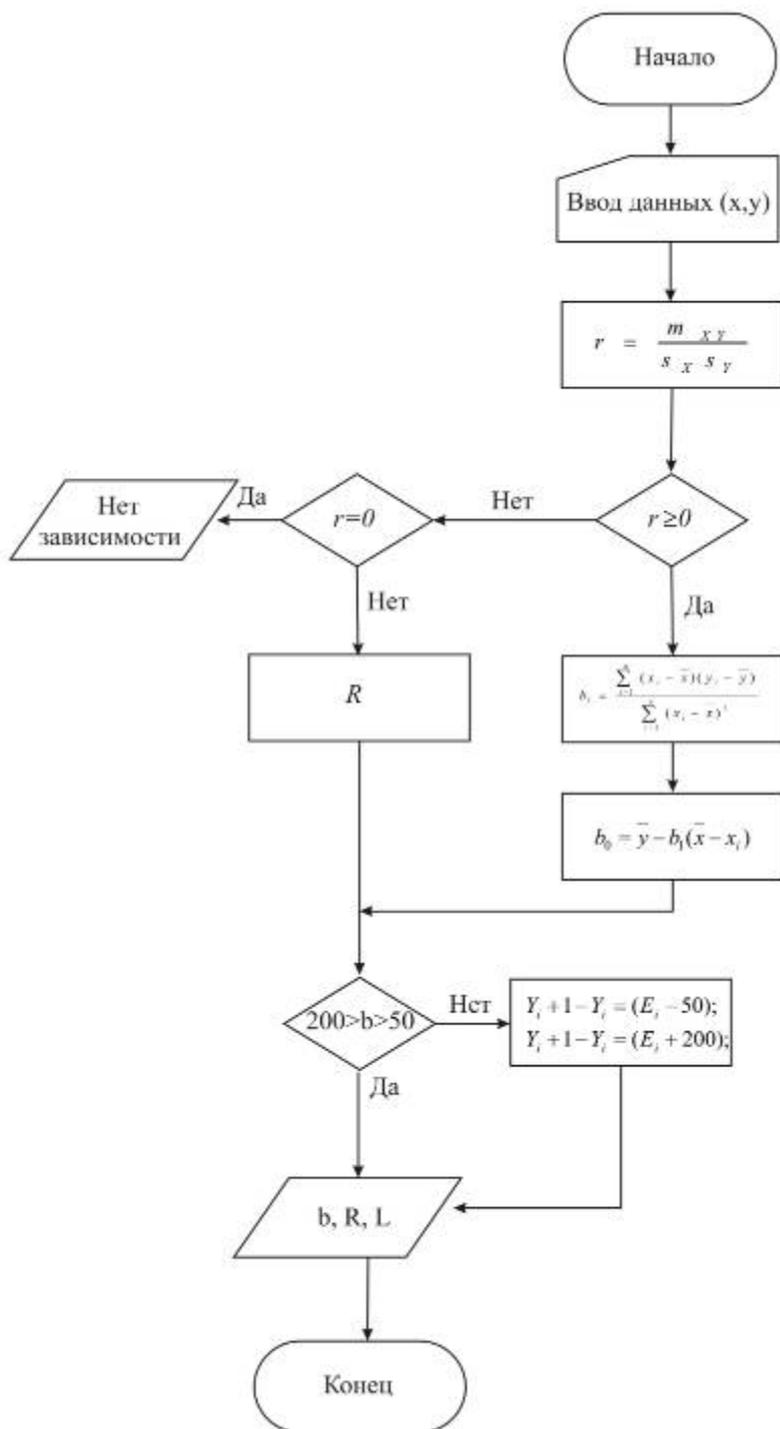


Рисунок 11 - Блок-схема алгоритма определения рационального положения оси пути.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе обобщены результаты исследований и решена прикладная задача, имеющая важное научное и практическое значение, которое заключается в совершенствовании методики маркшейдерского обеспечения при строительстве перегонных тоннелей метрополитена. Их использование

позволяет повысить качество подземных сооружений и эффективность производства маркшейдерских работ.

**Основные научные выводы и практические результаты** выполненных исследований заключается в следующем:

1. Систематизированы факторы, влияющие на смещение конструкций перегонных тоннелей от проектного положения для определения мест наблюдательных станций и предварительного прогнозирования возможного проявления отклонений.

2. Усовершенствована конструкция пункта «принудительного центрирования» тоннельной полигонометрии, т.е. предложен механизированный универсальный «столик» МПЗ-1К для повышения точности производства маркшейдерских измерений и обеспечения сохранности пункта при строительстве метрополитена.

3. Предложена методика маркшейдерских измерений с использованием геодезических отражателей в конструкции фальш-шпал по обеспечению установленных допусков монтажных работ при строительстве верхнего строения пути.

4. Разработан аналитический метод определения рационального положения оси пути относительно фактического положения обделки перегонных тоннелей на прямолинейных и криволинейных участках трассы для обеспечения безопасности передвижения подвижных составов метрополитена.

5. Рекомендованы пакеты современных программ Microsoft Office – Excel и Autodesk – AutoCad для автоматизации расчетов по определению рационального положения оси пути, которые использованы при составлении проектных работ. Получен расчетный экономический эффект 5,5 млн. тенге и сокращены трудозатраты до 274 чел/ч.

**Оценка полноты решений поставленных задач.** В результате проведенных научных исследований решены следующие задачи:

- систематизированы факторы, влияющие на смещение конструкций перегонных тоннелей метрополитена;
- усовершенствована конструкция пункта тоннельной полигонометрии;
- разработана методика определения рационального положения оси пути относительно конструкций перегонных тоннелей;
- усовершенствована конструкция фальш-шпал с использованием геодезических отражателей;
- разработан алгоритм расчет рационального положения оси пути.

**Оценка технико-экономической эффективности внедрения.** Экспериментальные и производственные исследования перегонных тоннелей алматинского метрополитена от ст. «Райымбек» до ст. «Жибек-Жолы» на участке длиной 150 м позволило получить экономический эффект 5,449 млн. тенге и сократить трудозатраты до 274 чел/ч.

**Оценка научного уровня выполнения работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области.** Проведенный обзор и сравнительный анализ литературы, а также опубликованные материалы и опытно-промышленное

внедрение выполненных разработок в условиях алматинского метрополитена подтверждают, что новизна перспективы их развития соответствует современному научно-техническому уровню.

**Основные положения диссертации опубликованы в следующих трудах:**

1. Байгурин Ж.Д., Московчук П.А. Совершенствование способов центрирования угломерных приборов// Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Ж. Машанова «Научно-технические, духовные ценности в наследии мыслителей Востока и А.Машани» – Алматы, 2007г.
2. Байгурин Ж.Д., Московчук П.А., Коротков В.Л. АТ-система бурения обсадных труб для сооружения защитных экранов при строительстве тоннелей метрополитена и маркшейдерское обеспечение// Журнал «Современные технологии строительства» - Алматы, 2007г.
3. Московчук П.А. Маркшейдерские работы при сооружении защитных экранов из труб при строительстве станционных тоннелей метрополитена г. Алматы// Журнал «Naukovum progress na rubiezy tysiacleci-2008» Чехия, Прага, 2008г.
4. Московчук П.А. Маркшейдерское обеспечении при анализе фактического положения основных конструкций перегонных тоннелей метрополитенов и методы устранения отклонений.// Журнал «Veda a tehnologie krok do budoucnosti - 2009» Чехия, Прага, 2009г.
5. Московчук П.А. Маркшейдерское обеспечение при сооружении бесшпального железнодорожного пути на бетонном основании в метрополитенах// «Динамиката на съвременната наука 2009» София. Болгария
6. Московчук П.А. Маркшейдерское обеспечение при определении прямолинейных и криволинейных участков профиля трассы метрополитена по фактическому положения тоннельной обделки методом корреляционного анализа// Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им М. Тынышпаева
7. Московчук П.А. Рационализация технологии производства работ при сооружении бесшпального железнодорожного пути на бетонном основании в метрополитенах // Труды международной научно-практической конференции посвященной 75-летию Заслуженного деятеля науки и техники Казахстана Академика НАН РК, д.т.н. Айталиева Ш.
8. Московчук П.А. Маркшейдерское обеспечение сооружения защитных экранов тоннелей метрополитена// Горный журнал Казахстана. – 2009, №10 Казахстан, г. Алматы
9. Московчук П.А. Исследование универсального пункта принудительного центрирования тоннельной полигонометрии в условиях метрополитена// Промышленный транспорт Казахстана, КУПС, 2008, №5, г. Алматы

Московчук Павел Александрович

25.00.16 – «Тау-кен өнеркәсібі мұнай-газ кәсіпшілігі геологиясы, геофизика, маркшейдерлік іс және жер қойнауының геометриясы» мамандығы бойынша

**«Метрополитеннің айдалмалы тоннельдерінің құрылысы бойынша  
маркшейдерлік қамтамасыз ету әдісін жетілдіру»**

Диссертациялық жұмысының

ТҮЙІН

**Зерттеу нысаны.** Алматы қаласының метрополитеннің бірінші кезегінің «Райымбек» бекеті – «Жібек Жолы» бекеті бөлігіндегі айдалмалы тоннельдері.

**Зерттеу тақырыбы.** Метрополитеннің тереңде орналасқан ғимараттарының құрылысы.

**Жұмыс мақсаты.** Құрылымның бұзылған жақындау габариттері бар орындарды жоюға мүмкіндік беретін метрополитеннің айдалмалы тоннельдерінің құрылысы бойынша маркшейдерлік қамтамасыз ету әдістерін жетілдіру.

**Зерттеу әдістері.** Қойылған міндетті шешу үшін мына әдістер қолданылады: Жұмыста айдалмалы тоннельдердің құрылысы тәжірибесі мен теорияны талдау қосылатын зерттеудің комплекстік әдісі, сынауларды жоспарлау, зерттеу қорытындыларының өнеркәсіптік және камералық тексерулері, математикалық тәуелділігі түріндегі тәжірибе қорытындыларын ұсыну және технико-экономикалық талдау.

**Зерттеу нәтижелері:**

1. Бақылау бекеттері орындарын анықтау үшін және ауытқулардың болу ықтималдылығын алдын ала болжау үшін айдалмалы тоннельдердің жоба бойынша орналасуынан ауытқуына әсер ететін факторлар жүйеленді.

2. Маркшейдерлік өлшеулердің дәлдігін жоғарылату үшін және құрылыс кезінде пункттің сақталуын қамтамасыз ету үшін тоннельдік полигонометриалдық пункттердің құрылымы жетілдірілді.

3. Рельсті жинақтау кезіндегі белгіленген шақтаманы қамтамасыз ету үшін фальш-шпал құрылымында геодозиялық шағылғыштарды қолданумен жолдардың жоғарғы құрылысы кезінде маркшейдерлік қамтамасыз ету әдісі ұсынылды.

4. Метрополитеннің жылжымалы құрамын қозғалу кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін трассаның тура және қисық сызықты учаскелерінде айдалмалы тоннельдерді қаптаудың факт бойынша орналасуына байланысты жолдар осінің рационалдық орналасуын анықтаудың аналитикалық әдісі әзірленді.

5. Жолдар осінің рационалдық орналасуын анықтау бойынша есептеулерді автоматтандыру үшін қазіргі заманғы программаларының пакеттері ұсынылды.

**Жұмыстың практикалық құндылығы:** айдалмалы тоннельдің габариттік емес орындарын жою бойынша экономикалық тиімділігін арттыру, метрополитен құрылысының мерзімін қысқарту және маркшейдерлік өлшеулердің дәлдігін арттыру.

**Жұмыстың нәтижелерін қолдану.** Тоннельдік полигонометрия пункттерін орталық- тандырудың жетілдірілген тәсілі Алматы метрополитені жағдайында сыналды. Маркшейдерлік жүйені құрудың қажетті дәлдігін қамтамасыз ету ғылыми-зерттеу жұмыстарына негізделді.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы болып табылады:

- Бұрынғы бар құрылымдардан айырмашылығы, метрополитен құрылысының жағдайында маркшейдерлік жұмыстардың дәлдігін қамтамасыз етумен тоннельдік полигонометрияның тірек пунктін орталықтау әдісін жетілдіру.

- Айдалмалы тоннельдердің трассасының орналасуын негіздеу бойынша есептеу әдісі әзірленді, оның жаңалығы сол, тура сызықты және қисық сызықты жолдар осінің рационалдық параметрлерін анықтау.

- Жүру рельстерін қондырудағы қондыру мерзімін қысқарту және дәлдігін арттыру үшін белгіленген шақтаманы қамтамасыз ету үшін фальш-шпал құрылымында геодезиялық шағылғыштарды қолданумен жолдардың жоғарғы құрылысы кезінде маркшейдерлік қамтамасыз ету әдісі ұсынылды.

**Алынған нәтижелердің дұрыстығы** Алматы қ. метрополитенінің Бірінші кезегінің сынауларының оң қорытындыларымен, қолданылған зерттеу әдістерінің мүлтіксіздігімен, олардың теориялық және практикалық қорытындыларының қанағаттандырылғылық ұқсастылығымен расталады.

**Экономикалық тиімділігі.** 150 м болатын зерттелетін учаскедегі жолдың айдалмалы тоннельдің құрылымына байланысты рационалдық орналасуын анықтауды ұсынылған есептеу әдістемесі шығынның шамасын 5,4 млн теңге шамасына қысқартуға және еңбек шығындарын 3550 адам/сағ дейін қысқартуға жәрдемдесті.

Moskovchuk P. A.

25.00.16 – Mining and oil and gas the industry geology,  
geophysics, business and geometry of bowels.

**“Technique perfection surveyor observations at  
building of boiling tunnels of underground”**

SUMMARY

**Object of research.** Boiling tunnels “Raimbek”-“Zhibek-Zholy” First stage of underground of Almaty

**Object of research.** Boiling undergrounds of deep position.

**The work purpose** consists in perfection of methods surveyor observations at building of boiling tunnels of the underground, allowing to eliminate places with the broken dimensions of approach of structures.

**Methods of researches.** In work the complex method of researches including the analysis of the theory and practice of building of boiling tunnels is used; planning of experiments; cameralistic and industrial check of results of researches; representation of results of experiment in the form of mathematical dependences and the technical and economic analysis.

**Scientific value of work consists:**

1. The factors influencing displacement of designs of boiling tunnels from design position for definition of places of observant stations and preliminary forecasting of possible display of deviations are systematized.

2. The design of points tunnel polygon for accuracy increase geometry measurements and maintenance of safety of point at building is improved.

3. The technique маркшейдерского maintenance at building of the top structure of a way, by use of geodetic reflectors in a design of falsh-cross ties for maintenance of the established admissions at installation of rail lashes is offered.

4. Concerning actual position boiling tunnels on rectilinear and curvilinear sites of a line the analytical method of definition of rational position of an axis of a way is developed for safety of movement of rolling stocks of underground.

5. Packages of modern programs Microsoft Office – Excel and Autodesk – AutoCad for automation of calculations by definition of rational position of an axis of a way are recommended.

**Practical value of work** consists in achievement of considerable economic benefit on elimination of oversized places of boiling tunnels, reduction of terms of building of underground and accuracy increase surveyor observations.

**Realization of results of work.** The advanced way of a centering of points tunnel geometry is approved in the conditions of Almaty underground. Maintenance of necessary accuracy of construction geometry networks is proved by research works. Scientific novelty of dissertational work consists:

- The way of a centering of a strong point tunnel, different from earlier existing designs, providing accuracy surveyor observations in the conditions of underground building is improved.

- The settlement method on a substantiation of position of a line of the boiling tunnels which novelty consists in definition of rational parameters of an axis of a way of rectilinear and curvilinear sites is developed.

- The technique surveyor observations at building of the top structure of a way with use of geodetic reflectors in a design of false-cross ties, for increase of accuracy and reduction of terms of installation running a rail is offered.

**Reliability of the received results** prove to be true a correctness of the used methods of researches, satisfactory convergence of their theoretical and practical results, positive results of approbation in the First stage of underground of Almaty.

**Economic efficiency.** The offered design procedure of definition rational position of a way concerning designs of a boiling tunnel on an investigated site in length of 150 m has allowed to reduce expenses about 5,4 million tenge and an expenditure of labor in 3550 people/ch.