

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова

Кафедра «Маркшейерское дело и геодезия»

УДК 622.270

Права рукописи

Ормамбеков Ержан Жумагалиевич

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание академической степени магистра

Название диссертации Исследование и обеспечение устойчивости наземных
и подземных сооружений метрополитена г.Алматы
Направление 7M07210 - Геопространственная цифровая
подготовки инженерия

Научный руководитель
докт.техн.наук, профессор

 М.Б.Нурпеисова

«__» _____ 2021г.

Рецензент



 X.M. Касымканова

Нормоконтроль, м.т.н.

 Ж.М.Нукарбекова
«21» июнь 2021 г

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
«Маркшейерское дело и геодезия»
доктор PhD, асс.профессор

 Э.О. Орынбасарова
«22» июнь 2021 г

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова
Кафедра «Маркшейерское дело и геодезия»
7M07210 - Геопространственная цифровая инженерия

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
«Маркшейерское дело и геодезия»
доктор PhD, асс.профессор

 Э.О. Орынбасарова
«22» июнь 2021 г

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Ормамбекову Ержану Жумалиевичу

Тема: Исследование и обеспечение устойчивости наземных и подземных сооружений метрополитена г.Алматы

Утверждена приказом по университету № 330-М от «11» ноября 2019 г.

Срок сдачи законченной диссертации « 15 » июня 2021 г.

Исходные данные к магистерской диссертации:

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

- а) анализ материалов по исследованию и обеспечению устойчивости наземных зданий и подземных сооружений в зоне влияния метрополитена;
- б) анализ и оценка деформаций сооружений;
- в) анализ современных приборов и оборудования, применяемых при мониторинге за деформациями сооружений
- г) пути решения обеспечения устойчивости сооружений.

Перечень графического материала:

- а) геологическая карта и тектоника региона;
- б) горно-проходческие работы в ведении метрополитена;
- в) современные приборы и оборудование;

Рекомендуемая основная литература:

Технический отчет о контрольных геодезическо-маркшейдерских работах на объектах: «Строительство первой очереди алматинского метрополитена». Главный маркшейдер ОАО «Алматыметрокурылыс Абдуллаев Б.А. //Алматы, 2008. -49 с

1. ВСН 160-69 Инструкция по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей (составители: В.Г. Афанасьев, Б.И. Гойдышев, И.Ф. Демьянчик, В.А.и др) //Москва, 1980.-79 с.

АННОТАЦИЯ

Магистерская диссертация посвящена процессам мониторинга деформации надземных зданий и подземных сооружений в зоне влияния метрополитена г. Алматы. Строительство первой линии расположено между рек Большая Алматинка и Малая Алматинка северного склона Заилийского Алатау.

Особенность строительства метрополитена в городе Алматы заключается в том, что имеет ряд сложных геотехнических факторов:

1. Сейсмическая активность в городе очень высока и достигает 9-10 баллов по шкале MSK-64.
2. Рельеф является наклонным, так как находится в районе межгорной впадины.
3. Состав грунтов является разнообразным и слабоустойчивым, галечники имеют включения валунов почти до трех метров в диаметре.
4. Глубины заложения станционных тоннелей и перегонных станций разнообразны есть районы мелкого заложения от 11 метров и глубокие составляющие 60 метров.

Несмотря на такие трудные условия в настоящее время высоким темпом ведется строительство второй очереди первой ветви метрополитена.

Первая часть диссертации посвящена геологии территории и технологии проведения подземных работ в метрополитене.

Вторая часть посвящена геодезическому обеспечению строительства метрополитена. А также использованию современных маркшейдерско-геодезических приборов при проходке метрополитена.

В третьей части – обоснована методика наблюдении за устойчивостью наземных сооружений. Надежную информацию о деформациях инженерных сооружений можно получить прямыми геодезическими наблюдениями на местах. По мере возрастания точности и оперативности геодезических измерений расширяется круг проблем, в решение которых существенный вклад может внести современная геодезия. Одной из таких проблем является мониторинг сооружений с использованием приборов нового поколения. Приведены результаты обработки наблюдений за реперами, заложенных на фундаментах и стенах зданий.

АНДАТПА

Ұсынылып отырылған магистрлік диссертация Алматы метроқұрылыс аймағындағы ғимараттардың деформациясы және оларды бақылаулы жайлы баяндалған.

Метрополитен құрылысының бірінші кезеңі Іле Алатауының солтүстік жағында Ұлкен және Кіші Алматы өзендерінің аралығындағы аймақта орналасқан. Алматы қаласы метрополитенінің құрылысының өте күрделі геологиялық-техникалық қиын жағдайда жүргізілуде, олар:

1. Аймақтың жоғары сейсмикалықтығы (MSK шкаласы бойынша 9-10 балл).

2. Жер бедері еңкіс тау бөктері аймағы.

3. Аймақ әртүрлі грунттардан тұзілген, оның ішінде орнықтылығы әлсіз, диаметрлері 3 метрге дейін жететін қойтастары бар ірі малтастар бар.

4. Тоннелдің айналмалары мен бекеттерінің әр тереңдікте (11 метрден 60 метр тереңдікке дейін) орналасуы.

Осындай қиындықтарға қарамастан, қазір метрополитенттің бірінші желісінің екінші кезеңі жоғары қарқынмен жүргізіліп жатыр.

Метрополитенді апатсыз пайдалану үшін, соның аймағындағы жер беті деформациясының дамуының үздіксіз және жоғары дәлдікті геодезиялық бақылаулары жүргізілуі қажет. Жер бетінің және онда орналасқан инженерлік құрылыстардың деформациялануы туралы мәліметі тек қана заманауи аспаптарды қолданып мониторинг жүргізу арқылы алуға болады.

Осы күнгі геодезия ғылымы мен өндірісін, геодезиялық өлшеулердің дәлдігін жоғарылататын және аз уақыт ішінде орындауға мүмкіндік беретін, электрондық және автоматтандырылған аспаптарсыз еслестету өте қиын. Зерттеу барысында геодезиялық заманауи аспаптар және жаңа бағдарламалар пайдаланылды.

ANNOTATION

The master's thesis is devoted to the processes of deformation monitoring of above-ground buildings and underground structures in the zone of influence of the Almaty metro. The construction area of the first stage of the subway is located on the northern slope of the Zailiisky Alatau within the cone of the Bolshaya and Malaya Almatinka rivers.

The uniqueness of the subway of Almaty is determined by a complex of particularly complex geotechnical factors:

1. High seismicity of the territory of 9-10 points on the MSK scale.
2. Piedmont zone with a sloping relief, is an intermountain depression.
3. Soils are diverse, weakly stable, pebble-like with inclusions of boulders up to three meters in diameter.
4. Different depths of driving and station tunnels from 11m shallow to 60m deep.

Despite such difficult conditions, nowadays the second stage of the first subway branch is being built at a high rate.

The first part of the dissertation is devoted to territory geology and technology of underground works in subway.

The second part is devoted to the geodesic and mine surveying support of the metro construction. As well as the use of modern surveying and geodesic instruments for metro tunneling.

In the third part - the methodology of observing the stability of surface structures is substantiated. Reliable information about the deformations of engineering structures can be obtained by direct geodetic observations in the field. As the accuracy and operability of geodetic measurements are increasing, the range of problems to which modern geodesy can make a significant contribution is expanding. One of such problems is the monitoring of structures with the use of new generation instruments. The results of processing of observations of reference points laid on foundations and walls of buildings are given.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	9
1	Геологическое строение района строительства метрополитена в городе Алматы.....	12
1.1	Геологическая часть.....	12
1.1.1	Географическая характеристика района.....	12
1.1.2	Геологическое строение района.....	14
1.1.3	Гидрогеология района	16
1.1.4	Инженерно-геологические изыскания при проектировании и строительстве метрополитена	17
1.1.4.1	Сбор и обработка материалов исследований и изысканий прошлых лет.....	18
1.1.4.2	Рекогносцировка, обследование, аэро и пешие маршрутные наблюдения.....	18
	Выводы по 1- разделу.....	20
2	Горная часть	21
2.1	Инженерно-геологическое районирование трассы метрополитена	21
2.2	Технология проведения перегонных тоннелей	23
2.3	Оборудование и технологии для строительства	24
2.3.1	Строительство станций новоавстрийским методом.....	24
2.3.2	Применение самоходных транспортных машин.....	26
2.4	Технология строительства эскалаторных тоннелей и станций.....	28
2.5	Технология строительства станции с опережающей крепью.....	30
	Выводы по 2-разделу.....	31
3	Маркшейдерско-годезический мониторинг зданий и сооружений	32
3.1	Виды деформации и методы ведения мониторинга.....	32
3.1.1	Современные приборы, применяемые при мониторинге	33
3.1.2	Создание съемочного обоснования.....	36
3.2	Результаты ведения мониторинга.....	39
3.3	Меры защиты зданий и сооружений.....	53
	Выводы по 3- разделу.....	54
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	55
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	56

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ И ТЕРМИНОВ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие нормативные документы и сокращения:

- СНиП – строительные нормы и правила;
- СНиП РК 1.03-26-2004 «Геодезические работы в строительстве»
- ГОСТ 24846–81 ГРУНТЫ. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений.
- СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия».
- СНиП РК 5.04-18-2002 «Металлические конструкции»
- СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений»
- СН РК 1.04.04-2002 Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Астана, 2003.

мониторинг состояния несущих конструкций – отслеживание изменения пространственного положения несущих конструкций здания, сооружения.

надежность – свойство (способность) здания, а также его несущих и ограждающих конструкций выполнять заданные функции в период строительства и эксплуатации.

несущие конструкции – строительные конструкции, воспринимающие нагрузки и воздействия и обеспечивающие прочность, жесткость и устойчивость здания.

КазНИИСиА – Казахский научно-исследовательский институт строительства и архитектуры;

КазНИТУ - Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева

СКО - Средне квадратическая ошибка;

Leica TCR 1201 – электронный тахеометр.

Leica NA730 – оптический нивелир.

Leica GPS 1230 GG – переносной GPS приемник (ровер)

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертации. Диссертационная работа посвящена исследованию устойчивости наземных зданий и подземных сооружений в зоне влияния метрополитена с оценкой их технического состояния.

Строительство метрополитена было начато 7 сентября 1988 года. Запуск первой ветки состоялся 1 декабря 2011 года. Первая ветка метрополитена в г. Алматы расположена на наклонной равнине конуса выноса между рек Малая Алматинка, Большая Алматинка и Весновка. Уклон на поверхности составляет на север 5 – 7 градусов, на запад 2 – 3 градуса.

Первая очередь строительства метрополитена велась с севера на юг от проспекта Райымбек по улице Назарбаева и с востока на запад по проспекту Абая до проспекта Гагарина. Без ветки в депо длина этой линии составила 8,3 км. Данная ветка включает в себя 7 станций: станция Райымбек - батыра, станция Жибек - Жолы, станция Алмалы, станция Абай, станция Байконур, станция Тулпар и станция Алатау. Вблизи железнодорожной станции Алматы II, в районе станции метро Райымбек располагается электро-депо.

Особенность строительства метрополитена в городе Алматы в том, что имеет ряд сложных геотехнических факторов, которые представляют из себя:

1. Сейсмичная активность в городе очень высока и достигает 9-10 баллов по шкале MSK-64.

2. Рельеф является наклонным, так как находится в районе межгорной впадины.

3. Состав грунтов является разнообразным и слабоустойчивым, галечники имеют включения валунов почти до трех метров в диаметре.

4. Глубины заложения станционных тоннелей и перегонных станций разнообразны есть районы мелкого заложения от 11 метров и глубокие составляющие 60 метров.

Несмотря на такие трудные условия в настоящее время высоким темпом ведется строительство второй очереди первой ветви метрополитена.

Надежную информацию о деформациях инженерных сооружений можно получить прямыми геодезическими наблюдениями на местах. По мере возрастания точности и оперативности геодезических измерений расширяется круг проблем, в решение которых существенный вклад может внести современная геодезия. Одной из таких проблем является мониторинг сооружений с использованием приборов нового поколения. Приведены результаты обработки наблюдений за реперами, заложенных на фундаментах и стенах зданий.

Так как Алматы расположен в сейсмически опасной зоне, было необходимо провести постоянный геодезический мониторинга наземных и подземных зданий и сооружений.

Целью работы является исследование устойчивости наземных зданий и подземных сооружений в зоне влияния строительства метрополитена с оценкой их технического состояния для обеспечения надежности, безопасности при строительстве и эксплуатации.

Идея работы состоит в разработке методов высокоточных геодезических измерений с использованием современного оборудования для проведения комплексного мониторинга зданий и сооружений

Задачи исследований:

1) анализ существующих методик производства геодезического мониторинга как подземных, так и наземных зданий, и сооружений;

2) проведение маркшейдерско-геодезического мониторинга с использованием комбинированных методов таких как планово-высотный метод, метод тригонометрического нивелирования и методом технического нивелирования.

3) внедрение результатов исследований в производство и в учебный процесс.

Объектом исследований являются станции: «Алатау», «Сайран» и «Москва» метрополитена г.Алматы.

Методы исследований. Для решения перечисленных задач, использован комплексный метод исследований, включающий анализ литературных источников, геодезических методов наблюдений, современных приборов и технологий по ведению геомеханического мониторинга, оценки точности методов геодезических измерений.

Защищаемые научные положения:

1. Ведение комплексного мониторинга с использованием современных геодезических приборов обеспечивает повышение точности, надежности измерений и производительности труда при мониторинге деформаций зданий и инженерных сооружений.

2. Набрызгбетонный и химический растворы упрочняют трещиноватые горные породы при проходке туннелей с податливым сводом метрополитена.

Научная новизна.

1. В результате проведенного геодезического мониторинга получены параметры деформации сооружений и графики сдвижения земной поверхности.

2. Для обеспечения устойчивости некоторых участков подземных сооружений наряду с набрызгбетонным раствором использование химического закрепления горных пород.

Научное значение работы заключается в совершенствовании геодезических методов ведения мониторинга состояния инженерных сооружений с использованием современных приборов и оценки точности геодезических измерений.

Практическая значимость работы состоит во внедрении усовершенствованных методов ведения геомониторинга в производство и в учебный процесс Satbayev University при ведении занятия по дисциплинам: «Геомеханика», «Наблюдение за деформациями инженерных сооружений», «Геотехнический мониторинг».

Публикация работы. Основное содержание диссертации отражено в 2-х опубликованных работах, из них 1 - в трудах международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения-2020» и 1 - в Горном журнале Казахстана.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, трех разделов и заключения, содержит 68 страниц, 40 рисунков, 6 таблиц и списка 17 использованных источников.

1 Геологическое строение района строительства метрополитена в городе Алматы

1.1 Геологическая часть

1.1.1 Географическая характеристика района

Алматы, это город, расположенный на юго-востоке Республики Казахстан в самом центре Евразийского континента, географические координаты которого: 43° N (северной широты) и 77° E (восточной долготы), на северном хребте Тянь-Шаньских гор Заилийского Алатау. Как и все горные системы, Тянь-Шаньские горы имеют широтное простираение. Северный Тянь-Шань имеет гребни хребтов свыше 4000 метров значительного протяжения, которые приходится на территорию Заилийского Алатау, наивысшая точка составляет 4975 метров (пик Талгар). Вершины хребтов снежные и обледенелые, чередуются глубокими ущельями и впадинами.

Городские улицы простираются в основном на север и достигают высоты в 500 метров над уровнем моря, где климат заметно жарче и почвы во основном степные и даже полупустынные.

На юге же ближе к горам жилые массивы, расположенные в Каменском Плато и близ Медео, достигают отметки в 1800 метров над уровнем моря, здесь же климат намного прохладнее, где сказывается непосредственная близость ледников особенно в вечернее время.

Животный и растительный мир близ города Алматы очень разнообразен, здесь обитают разнообразные звери и птицы, многие из которых являются редкими и занесены в Красную книгу Казахстана. Поэтому здесь организован Иле-Алатауский национальный парк, что является территорией заказников и заповедников (рисунок 1).



Рисунок 1- Южная столица Казахстана

В предгорных районах свыше 8000 га выделены для выращивания разнообразных садовых культур такие как, разнообразные яблоневые сады, где также выращивают знаменитый Апорт, табак и виноградники, а также ягодники.

Так же здесь же в предгорных районах, в поймах горных рек разводят радужную форель и организуют места отдыха, что на сегодняшний день является очень популярным так как здесь можно подышать наисвежайшим горным воздухом, а также отдохнуть от городской суеты. Обзорная карта района ведения метрополитена приведена на рисунке 2.

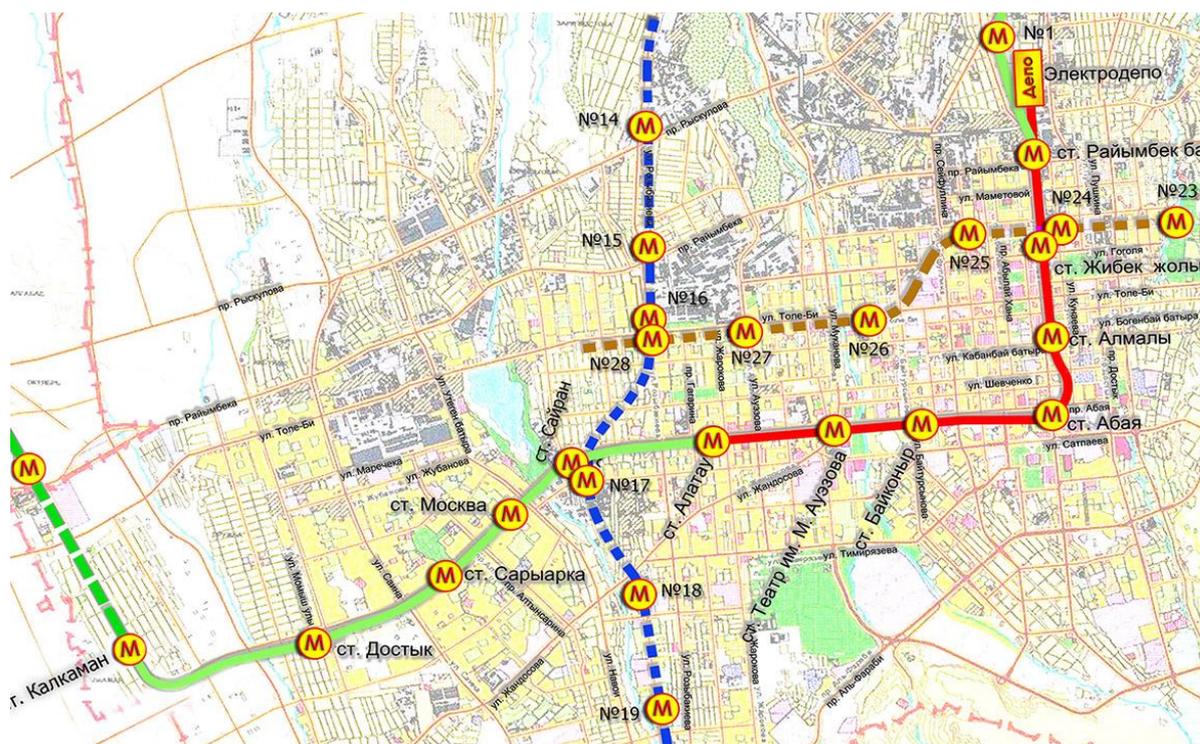


Рисунок 2- Обзорная карта г.Алматы

Климат г.Алматы резко континентальный с большим перепадом суточных и годовых температур воздуха, а также из-за смен геоморфологических критериев и гипсометрического положения отдельных участков образовались зоны со своим микроклиматом. Данное отличие особенно проявляется между южной равнинной зоной и северной горной местностью. Средняя температура воздуха за год $8,7^{\circ}\text{C}$, наиболее холодным является январь месяц со средней температурой воздуха $-7,9^{\circ}\text{C}$, самым теплым – июль со средней температурой воздуха $+23^{\circ}\text{C}$.

Абсолютный минимум в январе месяце -38°C , абсолютный максимум зарегистрирован в июле $+42^{\circ}\text{C}$. Продолжительность периода, с отрицательной температурой воздуха, составляет 124 суток. Амплитуда колебаний суточной температуры воздуха составляет $23,5^{\circ}\text{C}$.

Количество осадков за год – 629 мм, из них в виде дождя 541мм. Снежный покров устойчиво образуется в декабре и разрушается в марте. Средняя толщина снежного покрова достигает до 30см. Нормативная глубина промерзания крупнообломочных грунтов до 126 см, связных грунтов – 86см, вечномёрзлых грунтов нет.

В ветровом отношении г.Алматы относится к спокойным, с преобладающими ветрами юго-западного направления с максимальными скоростями от 1,9м/сек – зимой, до 28м/сек – летом.

Ветра на территории г Алматы очень разнообразны. В предгорной зоне они чаще юго-восточные и южные, а в равнинных дуют чаще юго-западные ветра. В горах ветра так же разнообразны по времени суток, если днем они дуют с равнинной части вдоль ущелий с севера на юг, то вечером они дуют с преобладающе с гор, с юга на север.

1.1.2 Геологическое строение района

Город Алматы расположен в пределах полого-наклонной равнины, вытянутой вдоль северного хребта Заилийского Алатау. Геология Заилийского Алатау является весьма сложной и разнообразной. Их состав обусловлен интрузивными магматическими породами расплавленной, а затем застывшей магмы, такими как граниты, гранодиориты, сиениты, диориты и мощные глубинные осадочные породы, представленные глинами, лёссовидными суглинками, известняками и галечниками. Осадочные породы чаще образуются в результате разрушения, образования магматических пород и их отложения, естественного процесса гниения останков животных и растений. А также встречаются метаморфические горные породы — сланцы, гнейсы и липариты, изменённые движением земной коры, глубинным давлением, действием подземных газов и растворов осадочные и интрузивные породы, залегающие на глубоких горизонтах.

В центральной части хребта, в частности в ущелье малая Алматинка часто встречаются крупнозернистые серые граниты. На хребте Заилийского Алатау очень часто встречаются розовые и красные граниты. Не редко можно встретить на горных склонах в виде крупнообломочного щебня результаты разрушения гранита, суглинки и супеси. На высокогорных пастбищах Джайляу, можно встретить равнинные участки со скалами, имеющих следы повреждения от древних ледников, а также горные породы более молодой, кайнозойской эры валунно-галечники, галечники и глины. [2].

Самая высоким пиком Заилийского Алатау является пик Талгар, который находится на Талгарском горном хребте и достигает высоты 5 017 метров над уровнем моря. Пик Талгар расположился на 20 км восточнее города Алматы.

Наиболее широко распространены вулканические породы – порфиры, порфириты и туфолавы нижнекаменноугольного возраста (C_{IV-II} и $C_{I-t-VKt2}$), а также среднекаменноугольные интрузии, в основном гранодиориты. В горах идут интенсивные процессы физического и химического выветривания, многочисленные делювиальные осыпи, обвалы. Широкое развитие имеют тектонические нарушения.

Район предгорной ступени в геологическом отношении представляет тектонически взброшенный блок впадины, сложенной в основном скальными породами палеозоя и рыхлыми валунно-галечниковыми и лессовыми породами неогенового и нижнечетвертичного возраста. Со скальными породами горного массива отложения предгорной ступени имеют тектонический контакт. Выделяются два геоморфологических уровня.

Заилийский Алатау расположенный близ города Алматы представляет из себя мощный хребет со снежными шапками состоящих из ледников и снежных вершин. Южная сторона Заилийского Алатау представляет из себя очень крутой склон, имеет меньше ущелий. Северный же склон Заилийского Алатау напротив имеет не сметное количество ущелий с глубокими рывтинами и углублениями, а также имеет боковые отростки так называемые «прилавки», из не больших хребтов: Талгарский, Новый, Малая Алматинка и Кумбель.

У основания образовались мощные аллювиальные и делювиальные отложения селевых потоков и конусов выноса рек, составляющие слегка наклонную равнину на север, на которой расположены города и села, и сам город Алматы (рисунок 3).

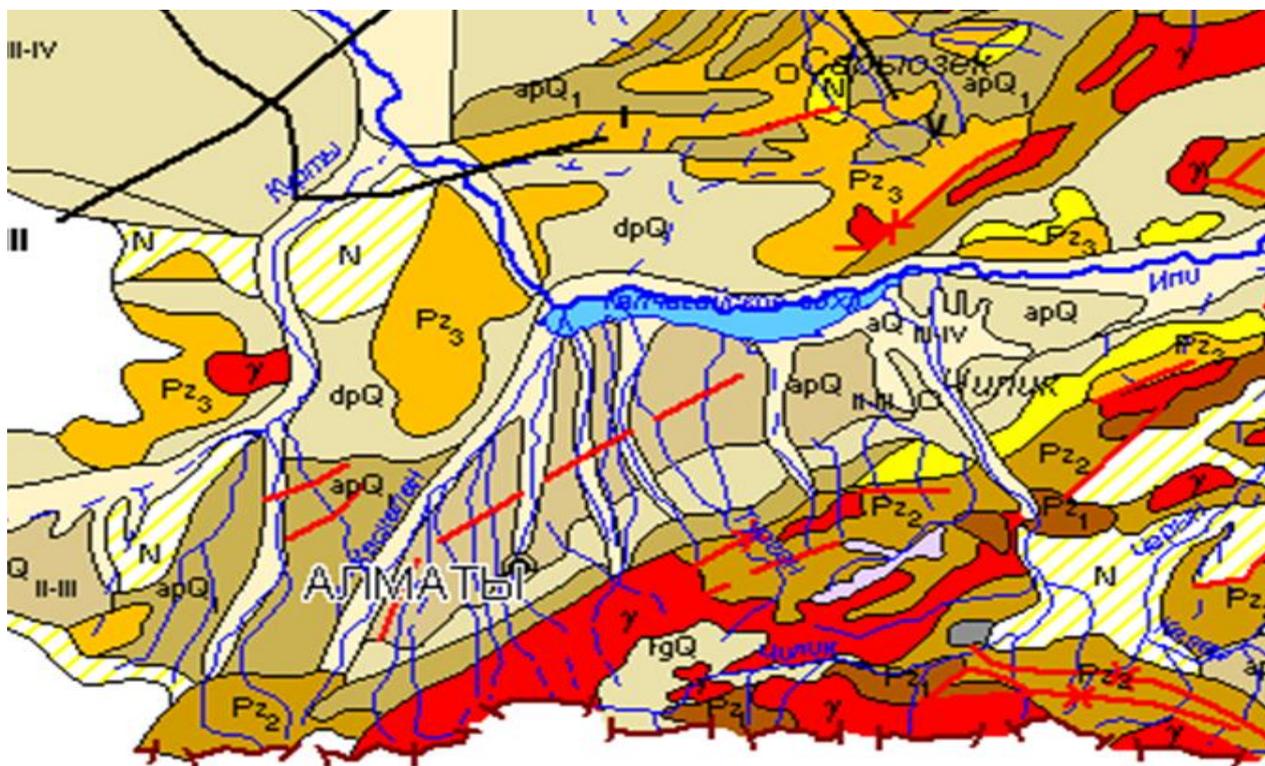


Рисунок 3 - Геологическая карта района г.Алматы

Наиболее широко распространены вулканические породы – порфиры, порфириты и туфолавы нижнекаменноугольного возраста (C_{IV-II} и $C_{I-t-VKt2}$), а также среднекаменноугольные интрузии, в основном гранодиориты. В горах идут интенсивные процессы физического и химического выветривания, многочисленные делювиальные осыпи, обвалы. Широкое развитие имеют тектонические нарушения.

Район предгорной ступени в геологическом отношении представляет тектонически взброшенный блок впадины, сложенной в основном скальными породами палеозоя и рыхлыми валунно-галечниковыми и лессовыми породами неогенового и нижнечетвертичного возраста. Со скальными породами горного массива отложения предгорной ступени имеют тектонический контакт. Выделяются два геоморфологических уровня.

1.1.3 Гидрогеология района

Склоны хребтов имеют многочисленные борозды эрозии, на которых не редки явления снежных лавин и водные потоки, нередко вызывающие оползневые сходы и даже в сели, обозначая что данная эрозия образованная ледниками и горными водными потоками является причиной образования крупных ущелий и их более мелких ответвлений, что и явилось основным фактором образования рельефа Заилийского Алатау.

Исходя из выше изложенного очевидно, что Гидрографическая инфраструктура северной части склонов Заилийского Алатау района развита хорошо и состоит из двенадцати малых и больших рек которые берут свое начало на вершинах состоящих вечных ледников и снежных шапок на высоте более 2000 метров, и на равнине где подземных воды берут свое начало в зоне выклинивания и конусов выноса на высоте менее чем 1000 метров.

Первый тип рек – горный, второй – предгорный и третий – равнинный. Реки этих типов отличаются источниками питания и режимом. Высота водосбора является главным фактором, от которого в основном зависит тип реки, характер питания, и её режим.

Почвы и растительность в пределах района разнообразны. На равнине – это сероземы, пухлые солончаки, лугово-болотные и болотные почвы. Растительность камышовая, тростниковая, кустарниковая. Древесная растительность распространена в прирусловой полосе.

Горная часть территории характеризуется быстрой сменой ландшафтов в вертикальном направлении. Светло-каштановые почвы с кустарниковой и травянистой растительностью развиты в пределах отметок от 1000 до 1800 метров над уровнем моря. Несколько выше чем 1800 метров над уровнем моря на оподзоленных черноземах, растут лиственные, плодово-ягодные деревья и кустарники.

Город Алматы расположен в пределах полого-наклонной равнины, вытянутой вдоль северного хребта Заилийского Алатау. Южные кварталы его расположены в пределах низкогорья, северные - размещаются на полого наклонной равнине. Уклон поверхности до 5° на север. Рельеф слабоволнистый, с останцевыми буграми и грядами, а так же неглубокими, в значительной степени спланированными, оврагами и долинами мелких речек.

Вдоль трассы линии метрополитена, между проспектом Абая и Райымбека, перепад отметок поверхности достигает 100м, а уклон поверхности – $0,035^{\circ}$. По расположенному в субширотном направлении проспекту Абая перепад отметок поверхности между станциями Абай и Алатау – 46,5м.

Пересекаемые трассой метрополитена долины рек Весновка и Поганка не широкие и оформленные железобетонными лотками.

Геолого-геоморфологические условия территории города во многом определяют закономерности распространения, залегания, формирования подземных вод [3].

Территория г.Алматы и его окрестностей делится на площади, испытавшие поднятия (горный район, верхняя предгорная ступень, нижняя предгорная ступень) и площадь относительного опускания – Илийская впадина (предгорная наклонная равнина и предгорный шлейф).

Горный район в бассейнах рек Малой и Большой Алматинки, Аксяя и Каскеленки отличается крутосклонным рельефом, глубоким врезом речных долин. Здесь на поверхности обнажаются скальные палеозойские породы.

1.1.4 Инженерно-геологические изыскания при проектировании и строительстве метрополитена

Основной задачей инженерно-геологических изысканий для обоснования проектирования и строительства метрополитена являлся комплекс мероприятий для изучения геологических характеристик района, позволяющее правильно и экономично запроектировать, пост роить и эксплуатировать метрополитен. В результате изысканий должна быть получена информация о строении и составе горного массива, о гидрогеологической обстановке.

На основе данного комплекса работ по инженерно-геологическому изысканию произвелась разработка предпроектной документации для осуществления строительства не только метрополитена, но также проектная и рабочая документация для гражданского и промышленного строительства и возможность привлечения инвестиций в строительство на данном участке работ.

Инженерно-геологические изыскания были необходимы и обоснованы для детальной геологической, физико-механической и гидрогеологической изученности данного участка производства работ. Данные виды работ помогли выявить характеристики грунтов и их несущей способности, а также коррозионной активности для прогноза их изменчивости при строительстве и эксплуатации проектируемых зданий и сооружений, был разработан комплекс мероприятий по защите конструкций от неблагоприятных влияний геологической среды и физико-геотехнических процессов. По полученным данным были определены наиболее целесообразные и экономически выгодные конструкции и глубины заложения фундаментов где были учтены все неблагоприятные факторы, которые могут оказать влияние на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений.

Так для проектирования и строительства по данным инженерно-геологических изысканий, застройщику выдается технический отчет где содержатся сведения, рекомендации прогнозы и выводы о: физико-географических условиях, геологическое и литологическое описание пород, гидрологические и физико-геологические процессы, физико-геотехнологические свойства грунтов, свойства воды и её влияние на коррозию и эрозию пород и т.д [4].

1.1.4.1 Сбор и обработка материалов исследований и изысканий прошлых лет

Для начала производства полевых работ необходимо всесторонне изучить все имеющиеся материалы по геологическим изысканиям прошлых лет, чтобы определить характер, границы и предназначение участков, ранее проведенных геологических и гидрогеологических исследований, определить организации и исполнителей, а также определить период производства и основные задачи и результаты работ, возможности их применения для данных инженерно-геологических изысканий. Данные прошлых лет могут быть пригодны для уточнения и прогноза процессов дальнейшего развития в сферах взаимодействия геологической среды и искусственных сооружений.

1.1.4.2 Рекогносцировка, обследование, аэро и пешие маршрутные наблюдения

Рекогносцировка, обследование, аэро и пешие маршрутные наблюдения проводятся для того что бы:

- обосновать границы, расширения или сужения при необходимости границ и территории проведения геологических изысканий;

- определить категорию сложности природных и техногенных условий, а также детальность работ по изысканию, определить объемы, состав, технологии и методы выполнения геологических изысканий (с учетом всех требований заказчика), мест и пунктов выполнения каждого из видов изыскательских работ, а так же последовательность их выполнения, обосновать применения современных не стандартных приборов, технологий и методов производства геологических изысканий в различных природных и геотехнических условиях для проведения строительства;

- установить характеристики и параметры отдельных компонентов природной среды и происходящих в ней процессов на территории и в пределах зоны предполагаемого воздействия (по объектам, отнесенным к экологически опасным видам хозяйственной деятельности, а при необходимости и по другим объектам);

Цель осуществления проходки горных выработок (скважины, шурфа):

- установить или уточнить геологической разрез, условия расположения грунтов, а также грунтовых вод;

- определить показатель глубины распределения грунтовых вод; провести отбор грунтовых образцов, чтобы определить их состав, состояние и свойство, и провести отбор проб грунтовых вод для химической аналитики;

- провести полевые исследования, направленные на изучение свойств грунтов, изучить гидрогеологические параметры водоносных горизонтов, а также зон аэрации;

- выявить и разграничить зоны выраженных как инженерно-геологических, так и геологических процессов.

Для того, чтобы определить характеристики в сфере взаимосвязи планируемого объекта с геологическими недрами, вскрытые выработкой водоносных горизонтов, которые оказывают влияние на строительство и (либо) эксплуатацию предприятия, здания и сооружения производят *гидрогеологические исследовательские работы.*

Исследовательские работы выполняют на поле (однократная и кустовая откачки, наливов и другие) и в лаборатории, чтобы для определить:

- расположение глубины уровня подземных вод;

- распределение, условия возникновения, ресурсы питания, химическую структуру подземных вод;

- фильтрационные характеристики запасов водовмещающих осадков, соотношение промеж отдельных водоносных горизонтов, равно как иных гидрогеодинамических и гидрогеологических границ;

- прогноз изменения гидрогеологических свойств при строительстве и эксплуатации объекта.

Лабораторно-изысканные исследования по изучению грунтов, поверхностных, а также подземных вод.

Лабораторно- изысканные работы выполняют с целью определить характеристики состояния, состава, химических и физико-механических свойств, для того чтобы определить классы, типы, виды и разновидности грунтов согласно ГОСТ 25100-95, установить их нормативные и расчетные характеристики, пространственную изменчивость.

Полевые изысканные исследования. Полевые изысканные исследования (в сочетании с лабораторными и (либо) геофизическими изысканиями) проводят чтобы:

- оценить массив грунтов, изучить расчленение геологического разреза, оконтуривание линз и прослоек незначительных грунтов и др;
- установить физические, деформационные и прочностные характеристики грунтов в естественных условиях залегания;
- оценить пространственную изменчивость характеристик грунтов;
- оценить возможность погружения свай глубоко в грунт и несущую способность свай;
- провести стационарные наблюдения за изменчивостью во времени физических и механических характеристик как насыпных, так и намывных, грунтов;
- определить динамическую устойчивость грунтов, насыщенных водой.

Геофизические изысканные исследования проводят, чтобы изучить физические (гравитационные, магнитные, электрические, упругие колебания, термические, ядерные излучения) поля.

В основе всех видов геофизических изысканных исследований лежит применение физико-математических концепций для того чтобы разработать их теорию, электронное высокоточное оборудование в комплексе с радиотехникой, точечной механикой и оптикой для полевых замеров, вычислительной техникой, в том числе новейшей электронно-вычислительной машиной для обрабатывания результатов.

Выводы по 1- разделу

Исследовательские работы грунтов, направленные на изучение оснований построенных строений и сооружений проводят для того, чтобы установить изменения геологических свойств во время эксплуатации строений и сооружений, в том числе изменений гидрогеологического состояния, прочностного и деформационного характеристик и свойств грунтов. А также для того, чтобы изучить соответствие проектных и нормативных данных инженерных геологических элементов под фундаментами строений и сооружений и вне зоны их строительства, прогнозировать изменения инженерных и геологических условий и рекомендаций, направленные на проектирование, дальнейшее землепользование и инженерную защиту.

2 Горная часть

2.1 Инженерно-геологическое районирование трассы метрополитена

Инженерно-геологическое строение трассы метрополитена сложное. Выполненные инженерно-геологические изыскательные работы позволили строителям метрополитена произвести инженерно-геологическое районирование трассы и выделить по геологическому происхождению, гидрогеологическим условиям, литологическому строению инженерно-геологические районы.

Участок наклонной равнины расположен в пределах ПК 0+00 до ПК 6+00 и района расположения депо. Участок характеризуется частым переслаиванием галечниковых грунтов с прослоями песка мелкого, гравийного грунта и супесей. Грунтовые воды вскрыты на глубине от 3,9м до 15,85м. Инженерно-геологические условия строительства – неблагоприятные.

Участок периферийной части конуса реки Малая Алматинка расположен в пределах от ПК 6+00 до ПК 12+00 полого наклонной равнины. Сверху выработками вскрыты покровные суглинки мощностью до 1,5м с постепенным выклиниванием на юг. Суглинки желтовато-бурого цвета, полутвердой консистенции, макропористые, просадочные с редкими включениями гравия и гальки [5].

Ниже вскрыты галечниковые грунты аллювиально-пролювиального происхождения с включением валунов размером до 200-300мм до 15% от общего объема грунта, с песчано-суглинистым заполнителем. При прохождении отдельных шурфов ниже 15м были вскрыты нагромождения валунов с супесчаным заполнителем и отдельных крупных валунов селевого происхождения, т.е. территория сложена галечниковым грунтом, в составе которого обнаруживаются крупные валуны, размер которых составил 200-400 мм (рисунок 4).



Рисунок 4 - Галечники с песчаными заполнителями

Участок конуса выноса реки Малая Алматинка расположен в пределах ПК 12+00 – ПК 41+00. Поверхность участка имеет значительный уклон. Участок с поверхности сложен слоем покровных суглинков мощностью до 6,0м. Суглинок твердой консистенции, макропористый, желто-коричневого цвета с включением гравия и гальки до 10%, карбонатизированного, аллювиально-пролювиального происхождения, верхнечетвертичного возраста.

Подстилают суглинки валунно-галечниковые грунты большой мощности, маловлажные, аллювиально-пролювиального происхождения, верхнечетвертичного возраста. В основном это отложения селевых потоков, на это указывает содержание валунов большого размера от 400 до 700 мм, до 20-25% от общего объема грунта. В таких трудных условиях началась проходка первой ветви метрополитена в 1988 году (рисунок 5).



Рисунок 5 - Проходка первой ветви метрополитена (Алматы, 1988 г)

Петрографический состав грунта в основном граниты, гранодиориты светло-серого цвета. Валунны прочные, крепкие, но встречаются отдельные выветрелые до состояния рыхляка. Грунтовые воды на данном участке залегают на глубине 47,0-91,0 м

Бурение проводилось станками УКС-22 ударно-канатным способом. Начальный диаметр бурения был принят 325мм с выходом колонны не более 25м. Общий объем составил 1714м². На участках открытого способа строительства метрополитена проходились шурфы (шахты) глубиной до 20,0м сечением до 6,0м общим объемом 220,0м [6].

2.2 Технология проведения перегонных тоннелей

Ключевым условием, гарантирующим увеличение эффективности труда в тоннельном строительстве, быстрое увеличение проходки и, в конечном итоге, снижение затрат на строительство, является глобальная механизация тоннельной работы. Имеется в виду механизация основных процессов проходки тоннеля, в которой все используемые механизмы и аппаратные устройства обусловлены единым механизированным комплексом, который сосредоточен в головном участке строящегося тоннеля.

Механизированный проходческий комплекс дает возможность механизировать все основные операции (разработка грунта, загрузка грунта на транспорт, постройка обделки, первичная закачка) и по максимуму сочетать их во временном промежутке. В полной мере принцип глобальной механизации осуществляется при проходке тоннелей, где имеются механизированные щиты. В состав работ по проходке тоннеля механизированным щитовым комплексом входят разработка грунта в забое, его выдача от щита и подача на транспорт, постройка обделки, первичная и контрольная закачки за обделку, гидроизоляционные работы.

В соответствии с этим в состав технологического комплекса включают механизированный щит с устройствами для выдачи грунта, укладчик обделки (или оборудование для возведения монолитно-прессованной обделки), транспортный мост с установленным на нем ленточным конвейером и бункером для грунта, технологические тележки для нагнетания и гидроизоляционных работ, раствор нагнетателей, грузоподъемные механизмы (рисунок 6).



Рисунок 6 – Проходка забоя механизированной крепью ЩН-1С

На рисунке 7 приведена схема проходки забоя тоннеля механизированным щитом КТ-5,6.



Рисунок 7- Проходка забоя механизированным щитом КТ-5,6

В механизированных щитовых комплексах рычажные укладчики с полным валом, кольцевые и конвейерные укладчики, внутри которых беспрепятственно выполнению монтажа обделки проходит ленточный конвейер.

Выгрузка грунта осуществляется конвейерным способом, где грунт по ленте доставляется в грузовую машину. Для разгрузки элементов обделки и их подачи к укладчику используют тельфер, перемещающийся по направляющим закрепленным на нижнем поясе транспортного моста [7].

2.3 Оборудование и технологии для строительства

2.3.1 Строительство станций новоавстрийским методом

Для того, чтобы ввести в эксплуатацию станции первой линии метрополитена в положенный срок специалисты АО «Алматыметрокурылыс» использовали инновационные оснащения и новейшие строительные технологии. На территории стран СНГ впервые при строительстве станции пилонного типа «Жибек Жолы» был внедрён ново-австрийский тоннельный метод (НАТМ) . Такой же метод был применен при строительстве других четырёх станций метро.

В ходе проектной проработки строительства станции пилонного типа «Жибек Жолы» проводились исследования по изучению напряженно-деформационного положения обделки тоннелей станции, а также определялся характер ее взаимодействия с грунтом на разных этапах строительства действенным, проверенным и универсальным методом физического моделирования - использование равноценных материалов. Данный метод дал возможность выделить точки с наивысшими показателями сжимающих и растягивающих напряжений в обделке и принять это во внимание в момент армирования обделки (рисунок 8).

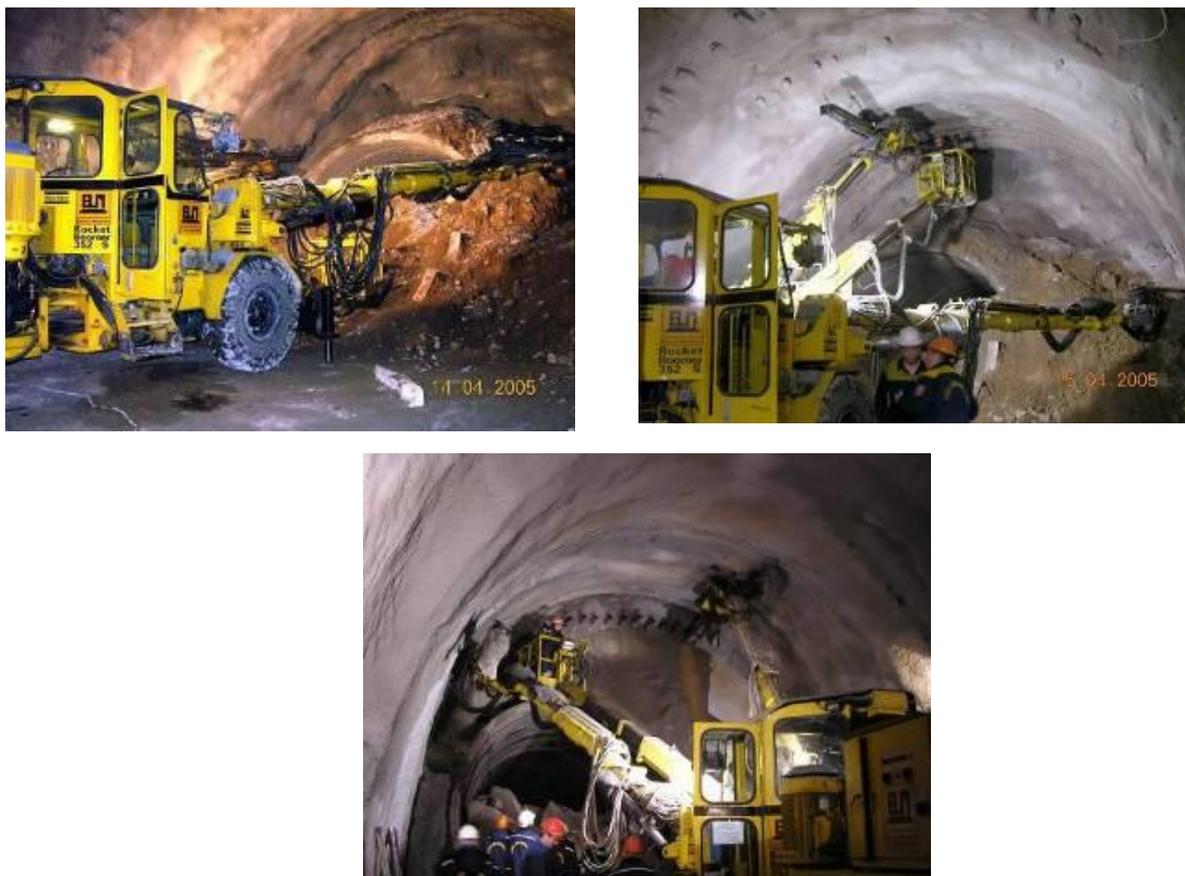


Рисунок 8 - Проведение бурения труб защитного экрана оборудованием Atlas Copco Rocket Boomer 352 S

Метод НАТМ позволил: соорудить ведущие несущие конструкции станций глубокого заложения в очень короткий срок в сравнении с принятыми методами строительства при минимальных осадках дневной поверхности, минимизировать риски работников и повысить их безопасность.

В результате использования этого метода обороты проходки тоннелей станции, в промежутке крепления, достигнуты более чем 24 погонных метров в месяц, а при сооружении постоянной обделки - не менее 30 погонных метров в месяц.

Благодаря сейсмическим тоннельным конструкциям, разработанным институтом СНГ ОАО ЦНИИС «Тоннели и метрополитены» (РФ, г. Москва), являющимся ведущим в данной сфере и внедрению передовых разработок австрийской компании Beton und Monierbau при строительстве станций тоннелей обеспечена безопасность метрополитена (рисунок 9) [8].



Рисунок 9- Самоходная станция опалубки и постоянная обделка боковых стен тоннелей

2.3.2 Применение самоходных транспортных машин

В метрополитене г. Алматы строительство проводили без использования рельсовых транспортных средств. Так были использованы самоходные техники: автоматизированные самосвалы КамАЗ грузоподъемностью 12 тонн, малогабаритные самосвалы PAUS и погрузочно-доставочные машины ПД-2, ЛК-1 (рисунок 10) при работах, связанные с вывозом грунта, доставкой материалов.



Рисунок 10- Транспортная машины PAUS и автосамосвал ТСШБ

Доставляли и укладывали бетон бетоно-транспортными машинами на базе ТСШ-4б (рисунок 11).



Рисунок 11 - Бетоно-транспортная машина на базе ТСШ-46

Высокопроизводительный тоннеле - проходческий комплекс с конвейерным транспортированием грунта, ново - австрийский тоннельный метод при строительстве станционных комплексов позволили в значительной мере укоротить время сооружения первой очереди алматинского метрополитена (рисунок 12).

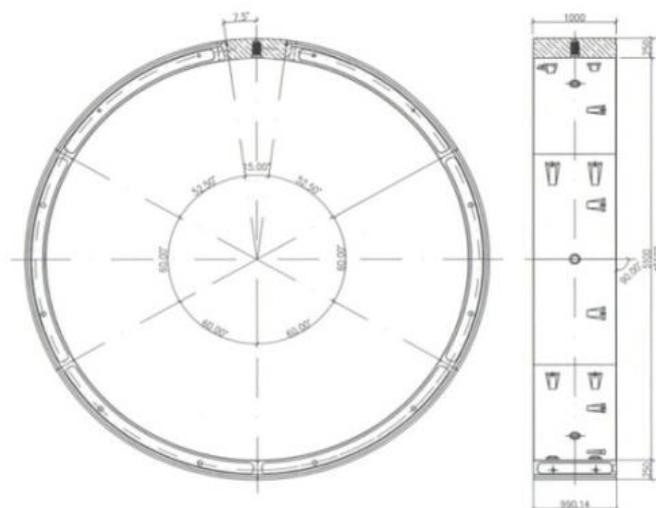


Рисунок 12- Высокоточная ж/б обделка тоннеля

Несмотря на сложные условия проходки, в настоящее время высоким темпом ведется строительство второй очереди первой ветви метрополитена. Это - станция «Сайран», расположенная между улицей Тлендиева и уллицей Брусиловского и станция «Москва» - между улицей Утеген Батыра и проспектом Алтынсарина. Сегодня на станциях «Москва» и «Сайран» ведется работа по возведению основных конструкций станций.

По расчетам, в 2016 году пассажиропоток должен был увеличиться в три раза - с 22-25 тысяч до 60-70 тысяч. После ввода двух новых станций пассажиропоток увеличится на 20 %. Это немного, но две новые станции метро Алматы были запущены в эксплуатацию 18 апреля 2015 года. Отметим, станция "Сайран" является следующей после "Алатау" и затем идет станция "Москва [9].

2.4 Технология строительства эскалаторных тоннелей и станций

Сооружение эскалаторных комплексов. Эскалаторный комплекс предназначен для связи станции метрополитена глубокого заложения с поверхностью земли. В состав эскалаторного комплекса (рисунок 13) входят: эскалаторный тоннель 2, натяжная камера 1, наземный 3 или подземный 7 вестибюли, в нижней части которых находится машинное помещение 4 эскалаторов. Подземный вестибюль устраивают в том случае, когда выход на поверхность предусмотрен через под уличный переход.



Рисунок 13- Эскалатор станции Алатау

При глубоком заложении станции, когда осуществить ее связь с поверхностью земли одним маршем эскалаторов невозможно, устраивают два марша эскалаторов, которые сопрягаются в единый комплекс через промежуточный подземный вестибюль.

Работы по сооружению эскалаторных комплексов относятся к наиболее сложным и ответственным, что в первую очередь связано с необходимостью их выполнения вблизи зданий и сооружений городской застройки. К особенностям сооружения эскалаторных комплексов относится наклонное (под 30° к горизонту) расположение эскалаторного тоннеля большого диаметра (10,5 м). Эскалаторный тоннель пересекает все слои грунта, в том числе, как правило, неустойчивые обводненные.

Длина проходки по каждому слою в 2 раза больше, чем толщина слоя. Вторая особенность сооружения эскалаторных комплексов обусловлена необходимостью выполнения всех работ по проходке эскалаторного тоннеля и возведению наземного или подземного вестибюля на одной строительной площадке.

При сооружении эскалаторных комплексов применяют две схемы организации работ: последовательную и параллельную. По первой схеме вначале проходят эскалаторный тоннель, натяжную камеру, устраивают сопряжение между ними, а затем сооружают машинное помещение и вестибюль. При такой схеме упрощается ведение подготовительных и основных проходческих работ, исключаются взаимные помехи их выполнения и загромождение строительной площадки материалами и оборудованием.

Но в этом случае разрыв между окончанием проходки эскалаторного тоннеля и натяжной камеры и началом работ по сооружению машинного помещения может достигать до двух лет и более, что задерживает пуск станции, а следовательно, и всей линии метрополитена в эксплуатацию. По второй схеме работы по сооружению эскалаторного тоннеля, машинного помещения и вестибюля совмещают, что позволяет на 35—40 % сократить срок строительства всего эскалаторного комплекса.

Все пустоты за обделкой заполняют бетоном или цементно-песчаным раствором. Для закрепления и точной фиксации в пространстве первых постоянных колец обделки эскалаторного тоннеля в их пределах сооружают временный железобетонный оголовок, который затем включают в единую железобетонную конструкцию вестибюля. Первое постоянное кольцо обделки эскалаторного тоннеля фиксируют к железобетонному оголовку посредством стальных диафрагм, заанкеренных в конструкцию оголовка. И другое решение, когда первые два кольца обделки эскалаторного тоннеля закрепляют в бетонном кольце анкерами, поставленными через отверстия в оболочке тубингов. Первое кольцо связывают с временными полукольцами болтами. В зависимости от грунтов в основании наклонного котлована временные кольца укладывают непосредственно на грунтовое основание наклонного котлована с последующим заполнением пустот за полукольцами бетоном или цементно-песчаным раствором, либо на бетонную подушку с постановкой стальных анкеров через отверстия в оболочке тубингов.

При параллельной схеме организации работ наклонный котлован под временные полукольца раскрывают со дна котлована под плиту машинного помещения с установкой минимального числа полуколец, достаточного для монтажа эректора. Закрепление первых колец эскалаторного тоннеля выполняют аналогично описанному выше. Натяжную камеру сооружают независимо от эскалаторного тоннеля через стационарный ствол шахты.

Возможен вариант организации работ, при которой проходку нижнего эскалаторного тоннеля ведут через верхний эскалаторный тоннель, устраивая в промежуточном вестибюле перегрузочный узел.

Подготовительные работы. Подготовительные работы выполняют в два этапа. В состав работ первого этапа входят отвод и освоение строительной площадки, бурение скважин и их оборудование колонками.

Котлованы под машинное помещение имеют значительную глубину, особенно при подземном расположении вестибюля, и в большинстве случаев залегают в слабых грунтах ниже уровня грунтовых вод. Учитывая близкое расположение зданий городской застройки, котлованы раскрывают с вертикальными стенами, которые закрепляют свайным ограждением.

Если ширина кольца обделки равна 1м разработку грунта в забое осуществляют заходками на одиночное кольцо, однако если ширина кольца обделки составляет 0,75м разработку осуществляют заходками на одиночное или парные кольца (количество кольца зависит от постоянства и стабильности грунта в забое).

Способ разработки зависит от крепости грунта. Разработку грунта начинают выполнять в верхнем участке забоя с выдвинутых площадок эректора. Если разработка идет нормально, то грунт сбрасывается на отдельную погрузочную площадку, которая подвешена к дну эректора. Платформа представляет собой сборную раму из швеллеров, покрытую стальным листом и имеющую в середине люк, под которым устанавливают опущенный в забой скип. Скатившийся по наклонной плоскости забоя разрабатываемый грунт при частичной подправке его лопатками попадает через люк в скип [10].

2.5 Технология строительства станции с опережающей крепью

Строительство станции начинают с сооружения опор свода, в предварительно пройденных перегонных тоннелях. Перед бетонированием каждой заходки устанавливаются арматурные сетки и закладные элементы в стене будущей опоры. Вслед за бетонированием опор свода и набором бетоном необходимой прочности, укладывается балластный слой и монтируется рельсовый путь для проходческого полка и опалубки.

Строительство станции ведется в два уступа под защитой экрана, выполненного по технологии «струйная цементация» из секущихся колонн. Устройство защитного экрана ведут непосредственно из калотты, при этом грунтоцементные колонны выполняют за проектным сечением обделки, под наклоном в 8° относительно оси станции. Экран создается из отдельных секций, перекрывающих друг друга на 3м (рис. 14).

Далее под прикрытием экрана проходят калотту при помощи тоннельного экскаватора, который только разрушает породу, погрузка ведется погрузо-доставочной машиной в шахтные самосвалы, передвигающиеся по опорным тоннелям.



Рисунок 14 – Схема технологии строительства станции с опережающей крепью

Параллельно с креплением сводовой части и с отставанием от ее забоя на 30м ведется отработка штроссы с применением того же оборудования, что и при проходке калотты. Параллельно с разработкой штроссы производится возведение жесткого монолитного основания обратного свода. Далее производятся работы по возведению платформы, монтаж путей, отделочные и другие работы [11].

Выводы по 2- разделу

Благодаря передовым технологиям проходки тоннелей и применению современного оборудования удалось провести горные работы по строительству подземной части первой ветки метрополитена максимально быстро и в сжатые сроки. А также были соблюдены меры по дальнейшей безопасной эксплуатации данных горных выработок.

3 Маркшейдерско-геодезический мониторинг зданий и сооружений

3.1 Виды деформации и методы ведения мониторинга

В настоящее время города и тем более мегаполисы переживают так называемый «строительный бум». Ведется интенсивное освоение территории наземного и подземного пространства - проходка метрополитена. При этом в связи с увеличением стоимости земельных участков наблюдается тенденция строительства высотных сооружений. В этих условиях возникает необходимость наблюдения деформационных процессов данных объектов, учитывая, что они наиболее чувствительны к изменениям состояния окружающей среды.

В данной работе проанализированы как классические методы геодезических наблюдений, так и современные приборы, и технологии, применяемые для определения количественных характеристик деформаций инженерных сооружений. Предложена усовершенствованная методика проведения геодезических работ и использования в них современных средств измерений, и она позволяет получить сведения о строительном объекте с высокой степенью точности.

Из анализа проведенных геодезических наблюдений при строительстве инженерных сооружений на всей территории СНГ установлено, что объекты такого же рода в южном регионе имеют свои отличия от центральных и северных регионов. Это связано с тем, что некоторые города Средней Азии и Казахстана находятся в сейсмической зоне, в горных районах и на тектонических активных участках земной коры, особенно г. Алматы.

Учитывая условия в сейсмически опасных зонах при строительстве и эксплуатации крупных зданий и сооружений требуется особый подход к методам геодезических наблюдений за деформациями оснований и фундаментов таких важных объектов.

Деформация зданий и сооружений – сложный процесс, зависящий от множества факторов. Сюда, помимо конструктивных особенностей, относят влияние природных условий (прочность и состав грунтов, интенсивность солнца, ветра и т.п.) и деятельности человека. В конечном итоге термин *деформация* следует понимать как изменение форм / формы объекта наблюдения. Сооружения в целом и их отдельные элементы испытывают различного вида деформации вследствие разных причин (рисунок 15).

Обычно в геодезической практике деформацию рассматривают как изменение исходной позиции объекта в отношении его начального вида. В нормативном документе [4] указываются вертикальные и горизонтальные перемещения. К вертикальным относят - подъемы, просадки, осадки; к горизонтальным – крены.



Рисунок 15- Причины деформаций сооружений

Решение задач геодезического мониторинга высотных объектов осуществляется различными методами и в то же время основным нормативным документом, регламентирующим работы по выявлению деформационных процессов зданий и сооружений, с 2013 г. является обновлённый ГОСТ [1]. В целом стандарт сохранил многие положения предшественника 1981 г., не исключая при этом возможность применения современных геодезических методов, связанных с использованием современных электронных тахеометров, спутниковой навигации, а также ряда инструментальных методов.

3.1.1 Современные приборы, применяемые при мониторинге

Геодезический мониторинг устойчивости наземных зданий и подземных сооружений в зоне влияния строительства метрополитена для разработки мер по обеспечению безопасного его использования.

Мониторинг подразумевает систематическое выполнение измерений на контрольные точки, расположенные внутри или в непосредственной близости от активных зон для определения имеющихся деформаций. Часто возникает необходимость проведения немедленного анализа измеренных данных и принятия решения, особенно, когда превышены предельно допустимые значения смещений.

Геодезический мониторинг наземных и подземных сооружений метрополитена города Алматы проводился на участках: станция «Алатау», Станция «Сайран» и станция «Москва».

Целью мониторинга является описание работ по длительному наблюдению (мониторингу) близлежащих на 80 метров зданий, сооружений и коммуникаций при строительстве и эксплуатации метрополитена в городе Алматы. Участок проведения работ находится в центре города Алматы, вдоль проспекта Абая, от улицы Жарокова до проспекта Алтынсарина. Работы начались в июле 2017 года. Продолжительность работы 3 года, до 31 декабря 2020 года.

Административная принадлежность района работ – г. Алматы.

Состав оборудования:

Leica TCR 1201 – электронный тахеометр. Точность 1” – 1 ед.

Leica NA730 – оптический нивелир – 1 ед.

Leica GPS 1230 GG – переносной GPS приемник (ровер) – 1 ед.

Leica GPS 1230 GG – не подвижный GPS приемник (база) – 1 ед.

Чтобы провести исследования по обеспечению устойчивости наземных и подземных сооружений был проведен мониторинг деформации наземной поверхности, так как нарушения подземной части метрополитена обязательно отразится на поверхности в виде оседания грунта, что приведет к нарушению устойчивости и оседанию наземных зданий и сооружений.

Мониторинг деформаций проводят с целью оценки перспектив состояния конструкции. При этом учитывают надежность, долговечность и безопасность ее эксплуатации. Вместе с тем, систематическое проведение мониторинга и прогнозирование позволяют рационально планировать различные ремонтно-восстановительные работы. С точки зрения горных изысканий и геодезических задач прогнозирование дает возможность рассчитать как точность, так периодичность наблюдений за деформациями.

Прогнозирование осадок на стадии проектирования осуществляется методами строительной механики и механики грунтов, которые из-за трудности получения расчетных характеристик, разнообразных свойств грунтов и целой гаммы внешних факторов, приводят к значительным расхождениям с практическими данными. Только с помощью непосредственных геодезических наблюдений можно успешно решить задачу прогноза, поскольку геодезический метод позволяет вести натурное наблюдение за осадками земной поверхности.

Суть прогнозирования состоит в том, чтобы определить математическую модель, которая в большей степени отражает процесс осадки данной конструкции. Данная задача представляется сложной, так как осадки конструкций является результатом множественных воздействий, при этом является многофакторным явлением и относится к динамичным процессам, которые изменяются со временем и с выбранной системой координат. Расчетная модель осадки может быть представлена следующим функционалом (1):

$$\Phi = \Phi[x(t)] + F_1(z) + F_2(\omega) + e, \quad (1)$$

где $x(t)$ - влияние основных факторов на процесс осадки;

$F_1(z)$ - влияние контролируемых параметров, которые можно измерить, но не изменить;

$F_2(\omega)$ - влияние неконтролируемых параметров, возмущающее действие которых имеет временный характер и не известна их интенсивность;

e - влияние ошибок измерений осадок.

Геодезический мониторинг устойчивости наземных зданий и подземных сооружений в зоне влияния строительства метрополитена для разработки мер по обеспечению безопасного его использования.

Административная принадлежность района работ – г. Алматы.

Состав оборудования:

Leica TCR 1201 – электронный тахеометр. Точность 1” – 1 ед.

Leica NA730 – оптический нивелир – 1 ед.

Leica GPS 1230 GG – переносной GPS приемник (ровер) – 1 ед.

Leica GPS 1230 GG – не подвижный GPS приемник (база) – 1 ед.

Для анализа точности измерений, выполненных спутниковыми приемниками Leica GPS 1230 GG представлен на рисунке 16, были проведены измерения электронным тахеометром Leica TSR 1201 представлен на рис. 17.



Рис. 16 - GNSS приемник Leica 1230 GG; рис.17- LEICA TCR 1201

Сравнительный анализ выполненных измерений показал, что точность спутниковых измерений практически совпадает с точностью измерений электронным тахеометром.

Надежную информацию о деформации, кренах и смещениях инженерных сооружений можно получить прямыми геодезическими мониторинговыми наблюдениями на местах. По мере возрастания точности и оперативности геодезических измерений расширяется круг проблем, в решение которых существенный вклад может внести современная геодезия. Одной из таких проблем является мониторинг земной поверхности с использованием приборов нового поколения.

Контрольные точки заложены вдоль улицы на фундаментах зданий и сооружений. Проведены наблюдения за состоянием ряда уникальных сооружений в г. Алматы. Геодезические наблюдения проводились электронными тахеометрами фирмы Leica TCR 1201, TCR 06. Обработка спутниковых наблюдений в г. Алматы выполнялась по стандартной программе SKI (фирмы «Leica» Швейцария), а также применялись GPS-приемники, в результате получены плановые координаты всех пунктов сети в системе координат Almaty MSK и высотные отметки реперов новой ветки метро.

3.1.2 Создание съёмочного обоснования

Для создания съёмочного обоснования по средствам GPS комплектом база – ровер, были привязаны и уравниены триангуляционные пункты геодезической государственной сети, такие как: Ата-Курган, Боралдай, Береговой, Бассейн, Караульды Нов., Узбек, Чаналысай, Курсай, Тастыбулак, ГЭС, Каратумсук, Горный Гигант, Куртугуль, Порт-Артур, Пионерский, Пригородный, Бассейн, SELE (рисунок 18).

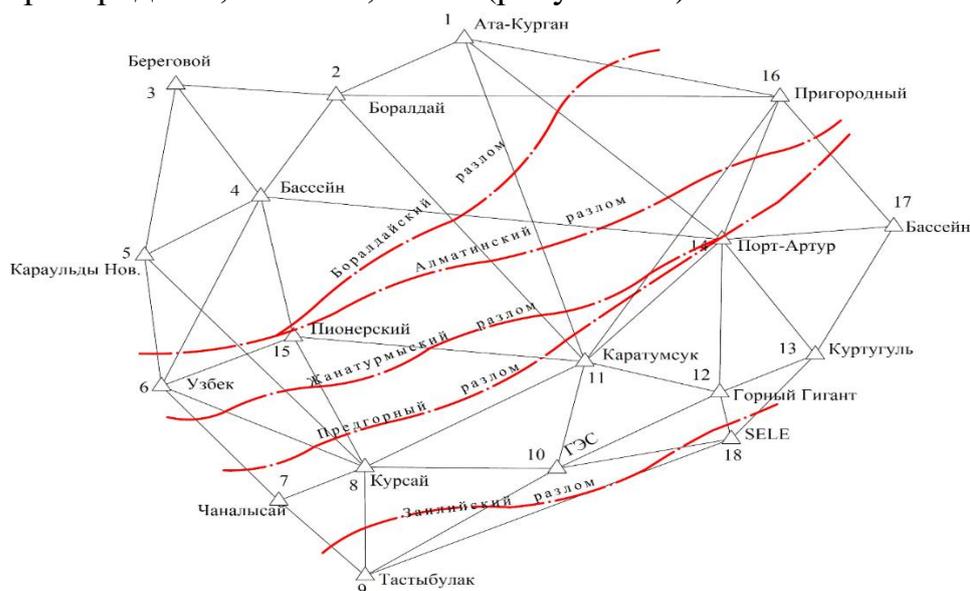


Рисунок 18 - Схема государственных триангуляционных пунктов

После того как были получены данные по пунктам геодезической сети были уравнены и получены координаты в местной системе Almaty MSK, а также было проведено сгущение геодезической сети (рисунок 19) и заложены пункты геодезического обоснования (рисунки 20-23) для данной цели работ по которым так же был выполнен геодезический мониторинг (таблицы 1-3), (рисунки 24-26) [12,13].

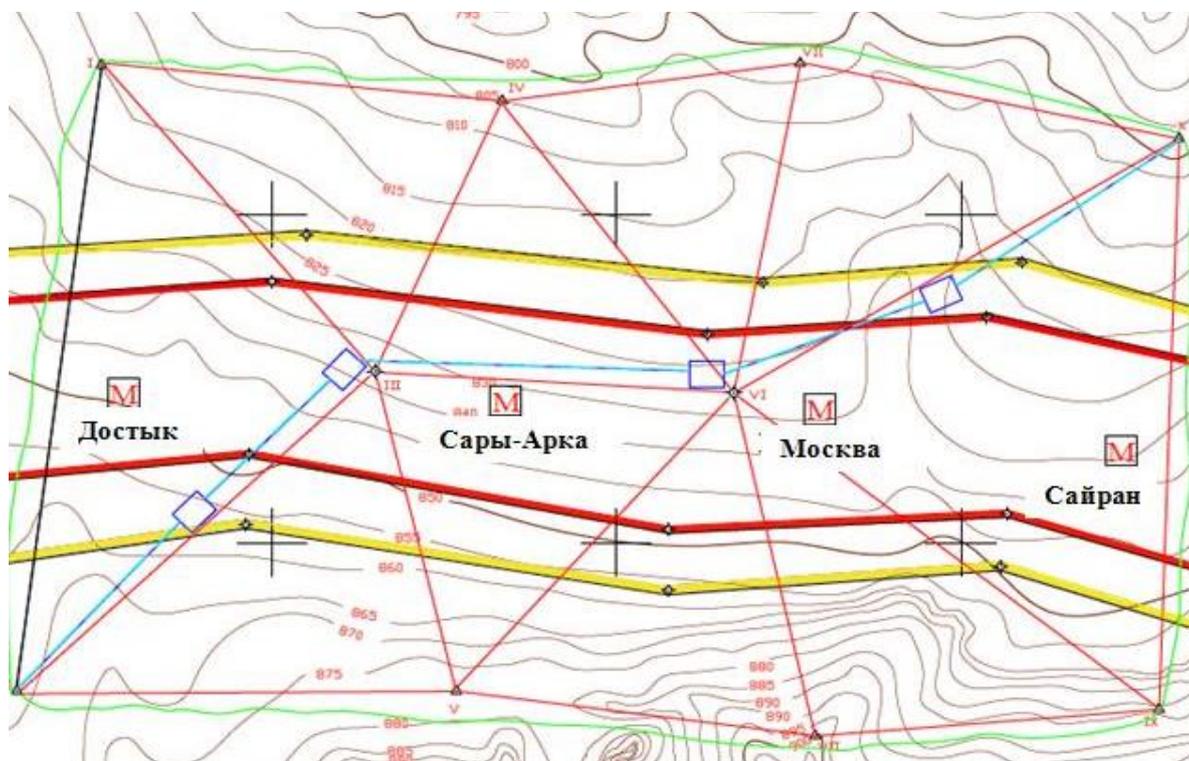


Рисунок 19 - Схема сгущения сети съемочного обоснования



Рисунок 20 - Долговременный опорный пункт (Тип 1)



Рисунок 21 - Долговременный опорный пункт (Тип 2)



Рисунок 22 - Долговременный опорный пункт (Тип 3)



Рисунок 23 - Долговременный опорный пункт (Тип 4)

3.2. Результаты геодезического мониторинга

Под геодезическим мониторингом понимаются наблюдения геодезического характера за деформациями возводимых сооружений и зданий, а также существующих зданий, находящихся в зоне воздействия сооружаемого Метрополитена.

Геодезический мониторинг осуществляют с целью проведения наблюдений за состоянием и своевременного выявления недопустимых отклонений в состоянии эксплуатируемых высотных зданий и комплексов, большепролетных сооружений, а также окружающей застройки, установления обстоятельств их появления, составления прогнозирования развития деформаций, выработки и принятия мер по устранению процессов нежелательного характера.

После того как были получены данные по пунктам геодезической сети были уравниены и получены координаты в местной системе Almaty MSK, а также было проведено сгущение геодезической сети (рисунок 19) и заложены пункты геодезического обоснования (рисунки 20-23) для данной цели работ по которым так же был выполнен геодезический мониторинг (таблицы 1-3), (рисунки 24-26) [12,13].

Таблица 1 - Результаты мониторинга по опорным пунктам на станции «Москва»

№ репера	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Δh
A-1	811.477	811.472	811.475	811.474	-3
A-3	810.664	810.663	810.663	810.658	-6
A-5	811.337	811.344	811.335	811.330	-7
A-7	812.412	812.416	812.408	812.410	-2
A-9	812.560	812.569	812.555	812.559	-1
A-11	812.403	812.408	812.406	812.403	0
A-13	812.648	812.655	812.648	812.646	-2
A-15	812.713	812.705	812.707	812.712	-1
A-17	812.861	812.858	812.858	812.859	-2
A-19	813.271	813.275	813.270	813.268	-3
A-21	813.955	813.955	813.955	813.955	0
A-23	814.344	814.346	814.344	814.342	-2
A-25	814.692	814.696	814.693	814.689	-3
A-27	815.035	815.039	815.033	815.031	-4
A-29	815.346	815.349	815.344	815.345	-1
A-31	812.288	815.289	815.287	815.288	0
A-33	816.831	816.831	816.825	816.831	0
A-35	816.843	816.845	816.842	816.843	0
A-37	817.236	817.236	817.236	817.234	-2
A-39	817.870	817.871	817.872	817.869	-1

Таблица 2 - Результаты мониторинга унктам на станции «Сайран»

№ репера	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Δh
1	747.688	747.687	747.688	747.687	-1
2	747.349	747.349	747.347	747.647	-2
3	747.647	747.645	747.646	747.645	-2
4	747.240	747.241	747.242	747.238	-2
5	747.463	747.462	747.465	747.463	0
6	747.521	747.520	747.521	747.518	-3
7	747.565	747.564	747.563	747.563	-2
8	747.428	747.426	747.427	747.426	-2
9	747.236	747.235	747.236	747.234	-2
10	747.379	747.378	747.377	747.377	-2
11	747.353	747.351	747.353	747.351	-2
12	747.375	747.376	747.375	747.373	-2
13	747.157	747.159	747.158	747.155	-2
14	747.409	747.408	747.408	747.407	-2
15	747.454	747.454	747.455	747.452	-2
16	747.452	747.453	747.454	747.451	-1
17	747.451	747.452	747.451	747.450	-1
18	747.264	747.263	747.265	747.264	0
19	747.121	747.122	747.122	747.121	0
20	747.337	747.336	747.337	747.337	0

Таблица 3 - Результаты мониторинга на станции «Алатау»

№ репера	2017 ж.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Δh
114	814.762	814.761	814.760	814.761	-1
115	814.870	814.868	814.866	814.867	-3
116	814.927	814.926	814.925	814.924	-3
117	815.020	815.019	815.020	815.019	-1
118	814.773	814.775	814.776	814.774	-1
119/308	814.771	814.772	814.772	814.775	-1
120	815.328	815.326	815.327	815.328	-3
121	815.498	815.498	815.500	815.498	-2
123	813.860	813.860	813.861	813.861	-2
124	814.404	814.403	814.405	814.407	-2
125	814.340	814.339	814.340	814.340	-2
126	813.480	813.479	813.477	813.480	-1
127	813.755	813.756	813.756	813.753	0
128	814.058	814.056	814.057	814.052	-3
129	813.596	813.596	813.595	813.598	-1
130	813.735	813.734	813.734	813.736	-4
131/705	814.325	814.326	814.327	814.325	0
132	815.289	815.291	815.293	815.298	-3
133	815.262	815.264	815.264	815.265	-1
134	815.314	815.315	815.317	815.320	-2
135/307	815.640	815.641	815.642	815.643	-1

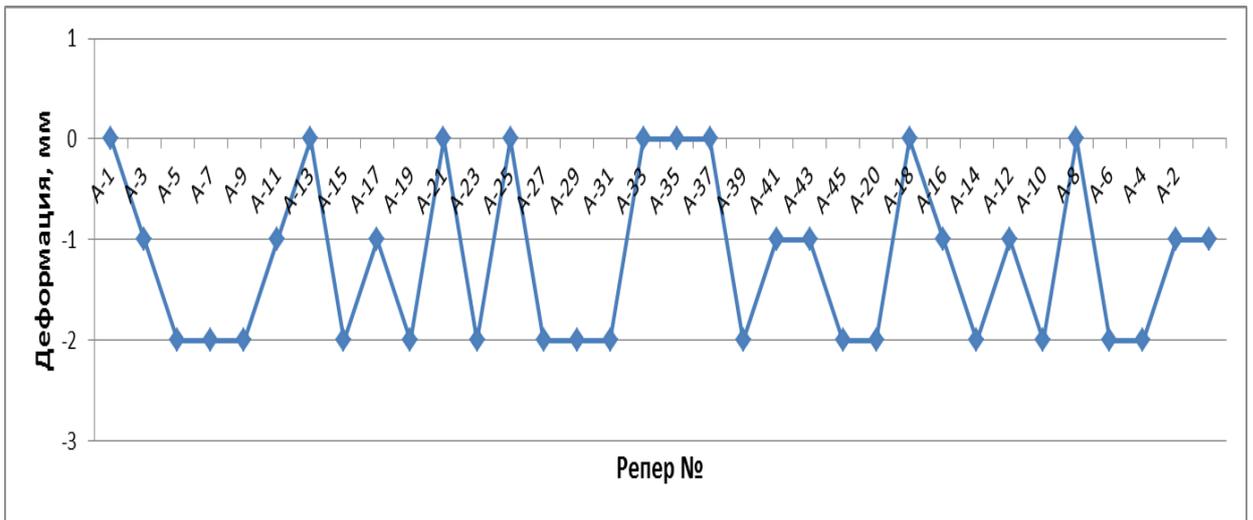


Рисунок 24 - График оседания репера по станции «Москва»

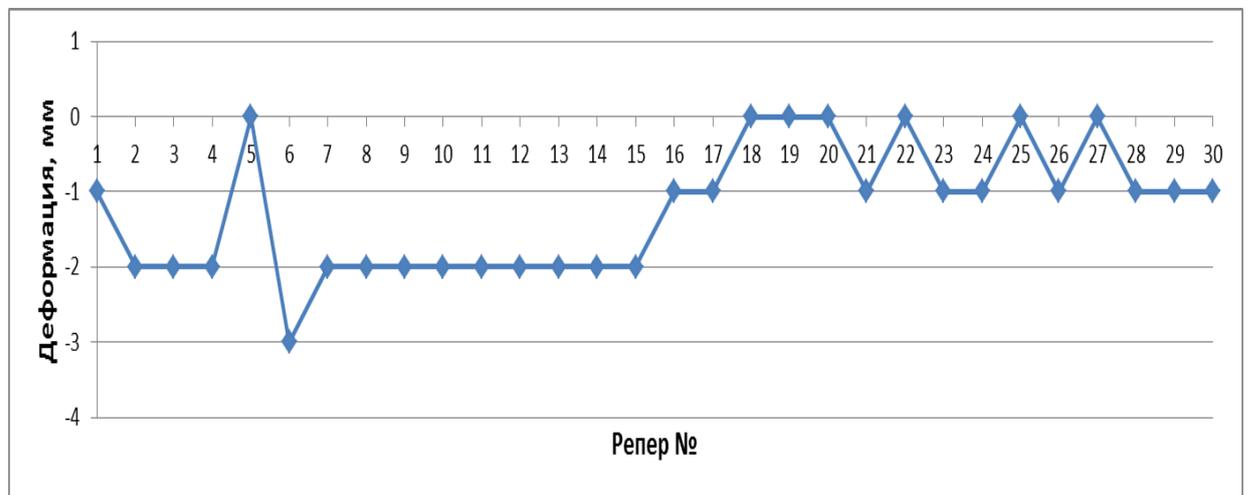


Рисунок 25 - График оседания репера по станции «Сайран»

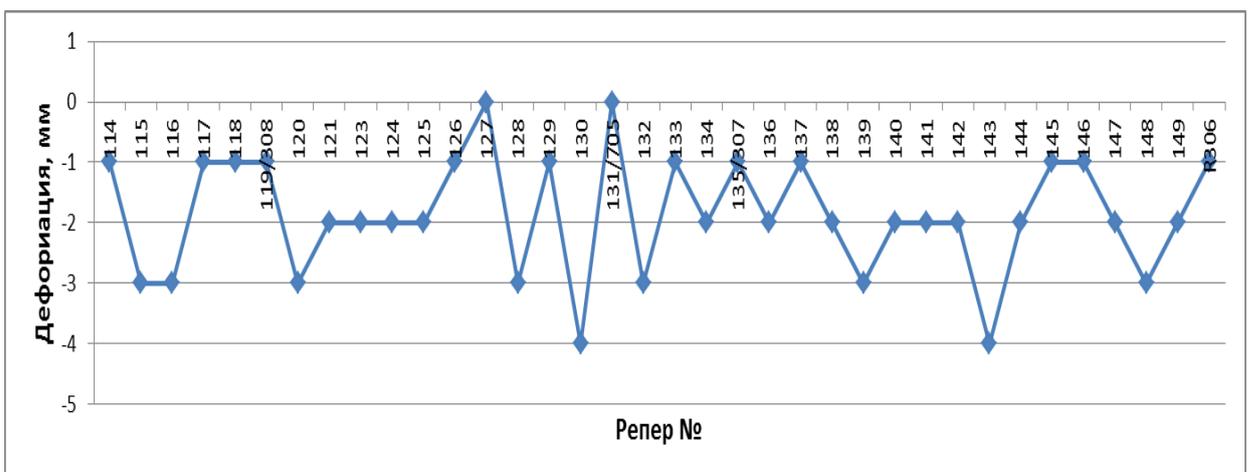


Рисунок 26 - График оседания репера по станции «Алатау»

Под долгосрочные наблюдения подпадают все фонари освещения вокруг строительства по проспекту Абая, от улицы Жарокова до проспекта Алтысарина, жилые и административные здания, находящиеся вдоль проспекта Абая: Абая 127, Абая 141, Абая 143, Абая 151/115, Абая 157а, спортивно–тренировочный комплекс по Абая 159а, Абая 163, Жилой комплекс «Гаухаргас» Абая 150, Абая 191, Абая 202, Абая 204, Абая 208, 5-й микрорайон дома 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 29, 30. Так же позже в 2019 году были включены административное здание по Адресу Абая 90 (рисунок 27), жилой комплекс «Москва» 8-й микрорайон 41/6 (рисунок 28), и Торгово-развлекательный центр «Москва» (рисунок 29) [14].



Рисунок 27 - Административное здание по Адресу Абая 90



Рисунок 28 - Жилой комплекс «Москва»



Рисунок 29 - Торгово-развлекательный комплекс «Москва»

Для своевременного выявления недопустимых отклонений на зданиях и сооружениях были установлены мониторинговые точки на верхних частях (крышах) (рисунки 30-31), и нижних частях зданий (цоколь) (рисунки 32-36). Результаты планового и высотного мониторинга точек зданий и сооружений приведены в таблицах 4-5 [15].



Рисунок 30 - Мониторинговые точки из отражающих наклеек на крыше здания



Рисунок 31 - Мониторинговые точки на крыше здания



Рисунок 32 - Мониторинговые нивелирные точки на колоннах здания



Рисунок 33 - Мониторинговые нивелирные точки на колоннах цокольного этажа здания и паркингов



Рисунок 34 - Мониторинговые нивелирные точки на стенах цокольного этажа здания и паркингов

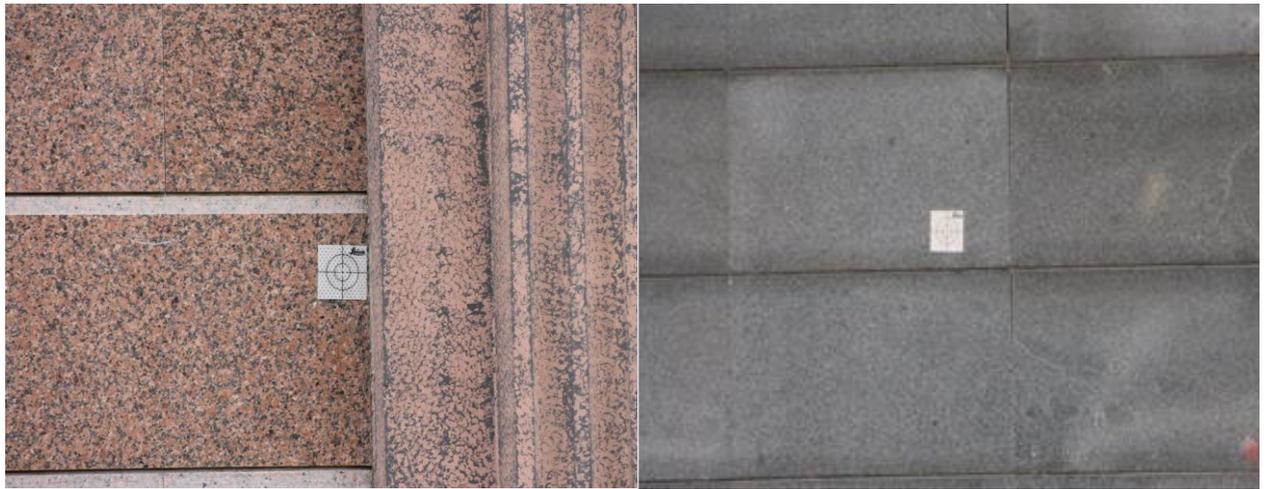


Рисунок 35 - Мониторинговые точки на стенах здания отражающие наклейки



Рисунок - 36 - Мониторинговые точки на стенах здания

Таблица 4 - Результаты планового мониторинга точек зданий и сооружений

Каталог координат мониторинговых точек						
№ баллов	27.10.2017г. (исходная дата съемки)		05.12.2020г. (текущая дата съемки)		Разница (исходная дата - текущая дата)	
	X. Easting	Y.Northing	X. Easting	Y.Northing	X. Easting	Y.Northing
1	2	3	4	5	6	7
F1	571.201	-5368.057	571.195	-5368.054	0.006	-0.003
F2	568.627	-5378.028	568.629	-5378.033	-0.002	0.005
F3	568.565	-5378.307	568.56	-5378.3	0.005	-0.007
F4	554.529	-5433.133	554.531	-5433.133	-0.002	0
F5	554.518	-5433.289	554.513	-5433.282	0.005	-0.007
F6	550.59	-5448.763	550.585	-5448.76	0.005	-0.003
K1	572.646	-5363.368	572.643	-5363.364	0.003	-0.004
K2	568.879	-5378.156	568.877	-5378.154	0.002	-0.002
K3	568.704	-5378.876	568.7	-5378.873	0.004	-0.003
K4	554.833	-5433.073	554.83	-5433.072	0.003	-0.001

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
K5	554.697	-5433.608	554.694	-5433.605	0.003	-0.003
K6	550.918	-5448.45	550.914	-5448.449	0.004	-0.001
F-1 Ev/P	268.006	-5256.564	268.012	-5256.569	-0.006	0.005
F-2 Ev/P	288.384	-5177.061	288.378	-5177.068	0.006	0.007
K-1 Ev/P	267.393	-5256.465	267.395	-5256.457	-0.002	-0.008
K-2 Ev/P	287.712	-5176.73	287.717	-5176.733	-0.005	0.003
F-1 Ev/P2	246.303	-5339.924	246.314	-5339.928	-0.011	0.004
F-2 Ev/P2	260.976	-5282.636	260.985	-5282.639	-0.009	0.003
K-1 Ev/P2	246.357	-5339.681	246.365	-5339.686	-0.008	0.005
K-2 Ev/P2	260.858	-5282.924	260.868	-5282.927	-0.01	0.002
V/P.F1	572.984	-5343.12	572.989	-5343.115	-0.005	-0.005
V/P.F2	586.702	-5287.64	586.707	-5287.639	-0.005	-0.001
V/P.K1	572.29	-5344.381	572.297	-5344.375	-0.007	-0.006
V/P.K2	587.116	-5286.222	587.12	-5286.226	-0.004	0.004

Таблица 5 - Результаты высотного мониторинга точек зданий и сооружений

Каталог высот мониторинговых точек							
№ точки	27.10. 2017г. (исходная дата съемки)	19.04. 2018г. (текущая дата съемки)	26.10. 2018г. (текущая дата съемки)	28.04. 2019г. (текущая дата съемки)	28.10. 2019г. (текущая дата съемки)	29.05. 2020г. (текущая дата съемки)	05.12. 2020г. (текущая дата съемки)

F1	350.127	350.125	350.122	350.122	350.123	350.124	350.124
F2	350.349	350.348	350.343	350.346	350.347	350.344	350.346
F3	350.34	350.337	350.334	350.338	350.34	350.336	350.339
F4	350.317	350.318	350.31	350.314	350.313	350.314	350.309
F5	350.348	350.349	350.341	350.346	350.343	350.343	350.345
F6	350.966	350.965	350.958	350.964	350.961	350.962	350.96
F1 Ev/P	348.927	348.93	348.923	348.923	348.924	348.923	348.925
F2 Ev/P	348.996	348.995	348.99	348.99	348.992	348.993	348.992
F1 Ev/P2-p1	347.192	347.196	347.197	347.188	347.188	347.194	347.196
F2 Ev/P2-p2	347.261	347.263	347.261	347.252	347.254	347.261	347.263
V/P-p1	345.298	345.302	345.295	345.298	345.299	345.291	345.298
V/P-p2	345.021	345.022	345.017	345.022	345.02	345.016	345.019

Маркшейдерско-геодезические работы по мониторингу включают в себя инженерно-геодезические работы по съемке и составлению планов подземных инженерных коммуникаций.

Подземные инженерные коммуникации состоят из трубопроводов, кабельных линий, коллекторов и связующих колодцев (рисунки 37-38). Координаты и высоты колодцев указаны в таблице 6.



Рисунок 37- Мониторинговые точки в водопроводных колодцах



Рисунок 38 - Мониторинговые точки в канализационных колодцах

Таблица 6 - Координаты и высоты колодцев

Название	У. восток. м.	Х. север. м.	Н. отметки верха люка. м.	Н. отметки верха труб. м	Н. отметки низа колодца. м.	Тип колодца
1	2	3	4	5	6	7
T-SS-1	504.31	-5504.17	347.88	345.92	341.8	канал-я
T-SS-2	510.47	-5482.50	347.88	343.88	343.58	канал-я
T-SS-3	526.73	-5488.78	347.89			канал-я
T-SS-4	539.13	-5502.11	348.10	344.25	344.1	канал-я
T-SS-6	514.42	-5464.86	347.91	343.91	343.61	канал-я
T-WS-1	529.65	-5459.47	347.7	344.7	344.4	водопровод
T-SS-7	543.84	-5456.68	348.68			канал-я
T-SS-9	525.01	-5422.69	347.88	345.16	344.88	канал-я
T-SS-10	534.37	-5386.92	347.85	345.14	344.85	канал-я
T-SS-11	551.63	-5398.21	348.57	347.68	347.57	канал-я
T-SS-12	544.40	-5346.78	347.68	344.93	343.38	канал-я
T-SS-13	551.79	-5317.46	347.44	344.14	343.14	канал-я
T-SS-14	567.53	-5329.91	347.40	344.84	344.7	канал-я
T-SS-15	572.95	-5310.74	347.41	345.46	345.1	канал-я
T-SS-16	574.23	-5303.96	347.34	345.14	345.05	канал-я
T-SS-17	558.97	-5291.24	347.32	344.57	343.52	канал-я
T-SS-17.1	566.84	-5293.49	347.32			канал-я
T-SS-18	580.21	-5280.33	347.41	345.36	343.95	канал-я
T-SS-19	566.18	-5264.23	347.35	343.75	343.75	канал-я
T-SS-20	567.81	-5258.67	347.35	344.01	343.75	канал-я
S-SS-21	631.13	-5181.20	347.75	346.4	346.2	канал-я

S-SS-22	614.13	-5177.95	347.70	345.79	345.5	канал-я
S-SS-23	613.70	-5164.32	347.04	346.79	345.05	канал-я
S-SS-26	560.95	-5180.11	347.21	344.81	344.5	канал-я
S-SS-27	557.98	-5177.03	347.13	344.63	344.4	канал-я
S-SS-28	560.52	-5171.26	347.29	344.47	344.3	канал-я
S-SS-29	512.35	-5168.02	347.09	344.69	344.4	канал-я
S-SS-30	489.98	-5153.46	347.14	344.24	343.9	канал-я
S-SS-31	464.12	-5155.25	347.14			канал-я
S-SS-32	415.77	-5142.81	347.08	344.68	344.3	канал-я
S-SS-33	417.34	-5135.13	347.14	344.12	343.8	канал-я
S-SS-34	367.56	-5129.94	347.13	344.57	344.3	канал-я
S-SS-35	344.86	-5116.21	347.27	344.07	343.8	канал-я
S-SS-37	318.51	-5116.83	347.24	344.36	344.05	канал-я
S-SS-38	318.66	-5109.44	347.30	343.99	343.7	канал-я
S-SS-39	309.68	-5110.54	347.32	344.32	343.9	канал-я
S-SS-40	310.93	-5107.73	347.40	344.39	344.1	канал-я
S-SS-41	280.54	-5099.68	347.48	343.98	343.68	канал-я
S-SS-42	292.62	-5095.06	347.79	345.63	345.5	канал-я
A-SS-45	278.28	-5236.16	348.05	345.15	344.75	канал-я
S-SS-46	589.87	-5255.72	347.35	344.25	344.1	канал-я

Продолжение таблицы 6

S-SS-47	589.59	-5258.65	347.39	345.5	345.35	канал-я
S-SS-48	612.67	-5258.72	347.32	345.2	345.05	канал-я
S-SS-49	611.28	-5264.14	347.43	345.5	345.35	канал-я
S-CC-1	595.32	-5242.90	347.23	346.03	345.6	связь
S-CC-2	629.08	-5182.58	347.80	347.2	347.2	связь
S-CC-3	615.18	-5179.48	347.62	347.02	347	связь
S-CC-4	572.86	-5177.19	347.24	346.64	345.5	связь
S-CC-5	573.51	-5166.11	347.40			связь
S-CC-6	565.43	-5171.54	347.31	346.06	345.5	связь
A-CC-7	313.99	-5110.00	347.30	345.7	345.4	связь
S-CC-9	296.23	-5175.23	347.09	345.75	345.60	связь
S-CC-10	299.02	-5174.43	347.12	345.30	345.12	связь
T-CC-11	539.80	-5430.22	348.13	347.48	346.48	связь
T-CC-12	555.35	-5352.61	347.56	346.07	345.86	связь
T-CC-12.1	566.84	-5305.01	347.32	346.50	345.80	связь
A-WS-1	274.13	-5257.47	347.94	344.59	344.35	водопровод
S-WS-2	352.09	-5169.28	347.25	345.57	344.35	водопровод
S-WS-3	352.31	-5167.77	347.07	345.17	344.07	водопровод
S-HS-3	323.99	-5103.18	347.21	346.66	346.6	теплосеть
S-HS-4	324.38	-5105.18	347.20	346.6	346.6	теплосеть
S-HS-5	363.12	-5114.18	347.51	347.23	346.9	теплосеть
S-HS-6	364.41	-5115.78	347.46	346.91	346.7	теплосеть
S-HS-7	365.53	-5120.77	347.20			теплосеть
S-HS-8	364.93	-5122.84	347.15	345.17	344.65	теплосеть
S-WS-12	367.99	-5125.73	347.20	345.3	345	водопровод
S-WS-13	568.79	-5177.67	347.28	344.87	344.5	водопровод
S-HS-9	577.22	-5167.70	347.23	346.93	346.8	теплосеть

S-HS-10	577.76	-5169.71	347.23	346.93	346.8	теплосеть
S-HS-11	609.82	-5170.15	347.43	346.83	346.5	теплосеть
S-HS-12	616.58	-5183.51	347.43	346.83	346.5	теплосеть
T-HS-13	615.10	-5184.97	347.42	346.87	346.6	теплосеть
S-HS-14	618.80	-5194.01	347.49	346.83	346.75	теплосеть
S-HS-15	618.40	-5195.99	347.49		344.5	теплосеть
S-WS-21	551.15	-5228.40	347.10	344.8	344.5	водопровод
S-WS-22	587.78	-5237.62	347.32	345.07	344.8	водопровод
S-WS-23	593.96	-5251.6	347.23	344.5	344.1	водопровод
S-WS-24	625.85	-5258.88	347.32	344.6	344.35	водопровод
S-HS-16	599.88	-5242.59	347.29			теплосеть
T-HS-20	564.09	-5341.05	347.63	346.7		теплосеть
T-HS-21	563.03	-5341.55	347.66	346.7		теплосеть
T-HS-22	568.97	-5341	347.75	347.3		теплосеть
T-HS-23	568.61	-5342.43	347.75	347.3		теплосеть
S-RW-1	308.68	-5118.41	347.13			водосток
S-RW-2	320.31	-5118.73	347.06			водосток
S-RW-3	358.34	-5132.34	347.10			водосток
S-RW-4	301.74	-5148.86	347.10			водосток
S-RW-5	317.64	-5153.82	346.90			водосток

Продолжение таблицы 6

S-RW-6	307.46	-5156.73	346.91	346.41		водосток
S-RW-7	310.35	-5159.74	346.96			водосток
S-RW-8	333.37	-5163.83	346.92			водосток
S-RW-9	407.86	-5144.73	346.98			водосток
S-RW-10	400.43	-5173.18	346.96	345.86		водосток
S-RW-11	400.11	-5175.41	347.09	346.2	345.39	водосток
S-RW-12	415.53	-5177.16	346.94	344.74	344.45	водосток
S-RW-13	451.99	-5156.11	346.94			водосток
S-RW-14	444.24	-5184.37	346.93	345.9	344.9	водосток
S-RW-15	443.72	-5186.68	346.94	346.2	344.9	водосток
S-RW-16	464.26	-5189.42	346.97	346.48		водосток
S-RW-17	520.21	-5173.81	347.06			водосток
S-RW-18	512.84	-5201.53	347.04	345.9	345.90	водосток
S-RW-19	515.72	-5204.99	347.04	346.7	346.24	водосток
S-RW-22	594.72	-5185.29	347.09	346.24		водосток
S-RW-23	565.23	-5215.36	347.20			водосток
S-RW-24	564.06	-5221.17	347.11	346.16	346.26	водосток
S-RW-25	590.47	-5221.93	347.24	345.24		водосток
S-RW-26	590.36	-5224.26	347.23			водосток
S-RW-27	588.87	-5227.75	347.11	346.41		водосток
S-RW-28	582.15	-5229.37	347.23	343.13		водосток
T-RW-29	576.88	-5261.44	347.40	344.75	344.35	водосток
T-RW-30	552.26	-5289.28	347.20	344.40	344.35	водосток
T-RW-31	544.80	-5315.98	347.40	345.15	345.3	водосток
T-RW-32	557.88	-5323.17	347.39	345.4	344.89	водосток
S-RW-33	292.81	-5154.76	347.29	347.18	347	водосток
T-RW-34	548.82	-5358.79	347.63	345.53	345.13	водосток
T-RW-35	518.13	-5420.99	347.75	345.5	345.35	водосток

T-RW-36	530.13	-5431.54	347.77	345.57	345.17	водосток
T-RW-37	507.65	-5462.94	347.72	345.52	345.52	водосток
T-RW-38	521.48	-5466.74	347.77	347.25	346.77	водосток
T-RW-39	521.65	-5472.55	347.68	347.15	346.68	водосток
T-RW-40	526.38	-5490.42	347.89	347.2	346.89	водосток
T-RW-41	496.62	-5502.66	347.73	346.08	345.63	водосток
S-RW-42	591.32	-5253.03	347.3	344.3		водосток
S-FH-1	295.48	-5096.20	347.88	344.85	344.38	гидрант
S-FH-2	321.91	-5115.44	347.30	344.6	344.1	гидрант
S-FH-3	431.94	-5142.34	347.11	345.1	344.81	гидрант
S-FH-4	550.00	-5172.40	347.19	345.2	344.89	гидрант
T-FH-5	547.38	-5476.11	348.24	344.73	344.57	гидрант
S-EC-1	574.72	-5182.38	347.28	346.77	346.38	эл. кабель
S-EC-3	306.35	-5165.41	347.12	346.12	345.97	эл.кабель
S-EC-4	306.75	-5163.30	347.14	346.4	346.14	эл.кабель
S-EC-5	304.71	-5154.93	347.22	346.4	346.27	эл.кабель
S-EC-6	330.69	-5171.71	347.06	346.06	345.86	эл.кабель
S-EC-7	341.04	-5164.49	347.18	345.68	345.28	эл.кабель
S-EC-8	337.80	-5163.86	347.23	346.7	346.43	эл.кабель

Продолжение таблицы 6

S-EC-9	347.08	-5126.81	347.20	346.75	346.4	эл.кабель
S-EC-10	317.12	-5118.35	347.31	346.5	346.41	эл.кабель
S-EC-11	351.13	-5124.48	347.24	346.24	345.74	эл.кабель
S-EC-12	353.44	-5123.68	347.25	346.6	346.3	эл.кабель
S-EC-13	377.60	-5181.75	347.01	346.27	346	эл.кабель
S-EC-14	423.71	-5193.85	347.00	346.1	345.8	эл.кабель
S-EC-15	471.99	-5205.91	347.00	346.02	345.8	эл.кабель
S-EC-16	517.44	-5217.91	347.22	345.84	347.72	эл.кабель
S-EC-17	543.29	-5225.83	347.29	345.93	345.89	эл.кабель
S-EC-18	550.36	-5230.93	347.30	345.95	345.8	эл.кабель
S-EC-19	554.96	-5227.79	347.30	345.92	346	эл.кабель
S-EC-20	555.20	-5225.56	347.31	346.1	345.91	эл.кабель
S-EC-21	550.13	-5222.69	347.27	346.52	345.37	эл.кабель
S-EC-22	563.64	-5225.66	347.40	346.8	346.7	эл.кабель
S-EC-23	588.60	-5231.91	347.38	346.58	346.38	эл.кабель
S-EC-24	597.66	-5236.44	347.31	346.6	346.11	эл.кабель
S-EC-25	598.00	-5188.05	347.30	346.6	346.1	эл.кабель
S-CC-26	590.36	-5247.27	347.39	345.9	345.3	связь
T-CC-27	580.91	-5251.44	347.39	346.4	345.5	связь
T-CC-28	528.6	-5272.41	347.95	346.55	346.05	связь

Съемка подземных коммуникаций выполнялось визуальным методом, при котором открывались люки колодцев и определялись типы, состояние, направление, оптическим нивелиром Leica NA730, для определения глубины залегания подземных коммуникаций.

3.3 Меры защиты зданий и сооружений

Эффективной мерой снижения степени сейсмической опасности подземных горных работ является перечень мероприятий, предусмотренных «Инструкцией по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства, подземных сооружений, склонных и опасных к горным ударам». Конечной целью всех геомеханических исследований и мониторинга высотных зданий является обеспечение промышленной безопасности, т.е. для сохранения подземных и наземных инженерных сооружений необходимо принимать меры по укреплению и упрочнению пород [17].

Современная практика строительства подземных сооружений показывает, что скорость проведения горных выработок зависит от типа и материала крепи, технологии его возведения. А это в свою очередь влияет на стоимость объекта и сроки введение в эксплуатации. Основным методом крепления горных выработок при проходке метрополитена г.Алматы является набрызгбетонное крепление.

Кроме этого в Алматинском метрополитене еще применяется современный метод химической цементации, который состоит из:

- бесшовный гидроизоляции кровли, полов, стен и прочих элементов объекта;

- водоподавления грунтовых/напорных вод, устранения капеза, номоканий;

- химического закрепления горной породы, почвы, строительных сооружений и герметизации при проникновении воды и газа.

Во время производственной практики и ведении мониторинга ознакомился с опытом работы по проходки метрополитена г.Алматы с укреплением породы химическим способом, который приведен на рис. 39-40.

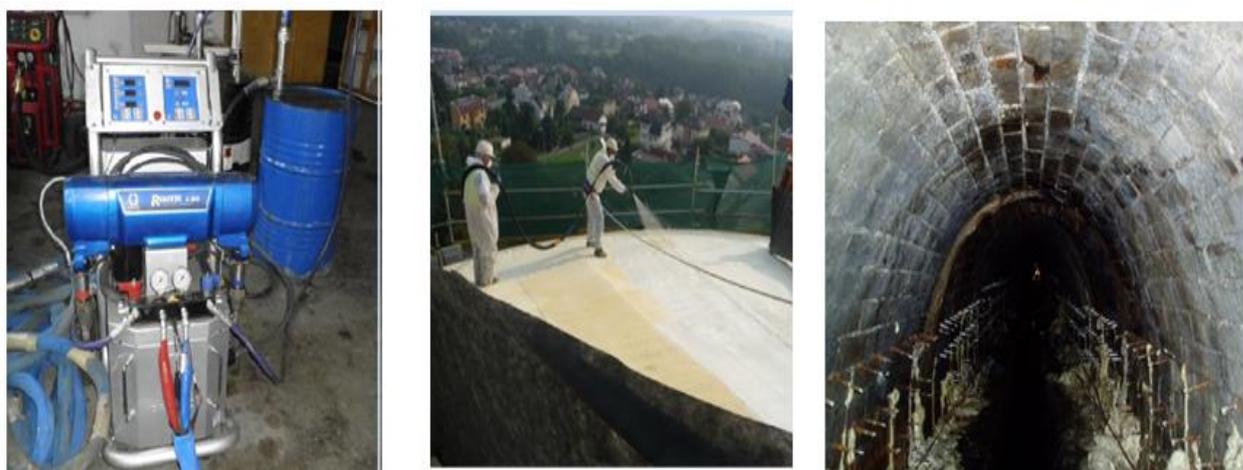


Рис.39- Проходка туннеля с укреплением породы химическим способом



Укрепление туннельной проходки
бетонных стяжек



Укрепление основания и изоляция на
железнодорожных рельсах метрополитена



Ликвидация просачивания воды
в подземных туннелях.



Заделка температурных
деформационных швов

Рис.40 - Методы химической цементации

Преимущество гидроизоляционных материалов:

- 100% водоподавление с гарантированным качеством;
- герметизация трещин и микротрещин;
- возможность выполнения работ
- высокая степень адгезии с любым основанием;
- безвредность для окружающей среды.

Выводы по 3-разделу.

Современные методы, рассмотренные нами, позволяют комплексно решать основные задачи геодезического мониторинга наземных зданий и подземных сооружений. Основная цель мониторинга деформаций – оценка перспективы состояния сооружения с точки зрения надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации. Прогноз позволяет обеспечить рациональное планирование различных ремонтных и реставрационных работ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Не смотря на сложные геологические и гидрогеологические условия залегания, а также на высоко сейсмические условия в городе Алматы, строительство метрополитена продвигается быстрыми темпами. Это привело к необходимости проведения геодезического мониторинга данного участка работ. За три года были выполнены работы по трансформации и созданию более точной сети уравнивания государственных геодезических триангуляционных пунктов, создания сети сгущения на необходимом участке работ, создание топографической основы, а также мониторинг близ лежащих зданий и сооружений.

При строительстве метрополитена была использована новейшая методика строительства тоннелей с использованием ново-австрийского метода (НАТМ) с устройством податливого свода, что хорошо отразилось на данных проведенного мониторинга.

По данным мониторинга можно смело заявить, что сдвигения и просадки зданий имеют не значительные отклонения на 8-10 мм в плане и до 8 мм по высотным отметкам. Вновь построенные здания такие как административное здание на Абая 90, жилой комплекс «Москва» и ТРЦ «Москва» были исключены из результатов мониторинга так как здания в первые годы постройки имеют естественные осадочные явления и составляют до 20 мм по высотным отметкам. В дальнейшем эти здания прекратили свою естественную осадку, но за недостаточностью проведенных циклов были исключены из результатов геодезического мониторинга.

Результаты по мониторингу наземных зданий и подземных сооружений в зоне влияния метрополитена используются в учебный процесс кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Satbayev University (по предметам «Наблюдения за деформациями зданий и сооружений», «Геомехнический мониторинг» и «Геомеханика», а также при написании дипломных работ).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Технический отчет о контрольных геодезическо-маркшейдерских работах на объектах: «Строительство первой очереди алматинского метрополитена». Главный маркшейдер ОАО «Алматыметрокурылыс» Абдуллаев Б.А. //Алматы, 2008. -49 с.
- 2 ВСН 160-69 Инструкция по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей (составители: В.Г. Афанасьев, Б.И. Гойдышев, И.Ф. Демьянчик, В.А.и др) //Москва, 1980.-79 с.
- 3 Захаров Е.М. Научное обеспечение в строительстве подземных сооружений в Ленинграде// Подземное и шахтное строительство. - 1991. - № 1- С.12-14.
- 4 Тимченко А.М. Элементы уравнильных вычислений: учебное пособие для студентов // Москва, 2004. - С.23-24
- 5 Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Маркшейдерлік-геодезиялық аспаптар. Оқулық -Астана: Фолиант, 2013.-192 б.
- 6 Нұрпейісова М.Б., Низаметдинов Ф.К., Ипалақов Т.Т. Маркшейдерлік іс. –Алматы: КазНТУ, 2013.-300 б.
- 7 Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР //М.: Недра, 1991.-16 с.
- 8 Нурпейсова М.Б., Курманбаев О.С., Рубинов Э. Геодезические наблюдения за креном инженерных сооружений // 13th International scientific conference 19th January 2017. - Austria, Vienna - P.16-20.
- 9 Нурпейсова М.Б., Курманбаев О.С., Рубинов Э. Инженерлік құрылыстардың деформацияларын бақылаудың геодезиялық әдістерін жетілдіру // Философия докторы дәрежесін алу диссертациясы // Алматы, 2018. - 123 б.
- 10 "Алматы Метро Құрылысы" өндірістік практика есебі. - Алматы, 2019. - 20б.
- 11 ГОСТ Р 53778-2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. - М.: Стандартиформ, 2010.
- 12 МДС 13-22.2009 Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений. - М.: ООО «Тектоплан», 2010.
- 13 МГСН 2.07-01 Основания. Фундаменты и подземные сооружения.- Москва, 2003.
- 14 МГСН 4.19-05 Многофункциональные высотные здания и комплексы. - Москва, 2005.
- 15 План производства геодезических работ ADP-014000-019.
- 16 СЧ статья
- 17 Статья в гонрном журнале

Орманбеков Е.Ж., Орманбекова А.Е., Нурпеисова М.Б.,

Satbaey Universiy (Алматы, Қазақстан)

МЕТОДЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ СООРУЖЕНИЙ В ЗОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНА

Аннотация. В статье рассмотрены методика ведения геодезического мониторинга и наблюдения за деформациями инженерных сооружений с помощью современных геодезических приборов. Мониторинг проводился с использованием современных геодезических приборов, как спутниковые технологий, электронные тахеометры и лазерные нивелиры. Предложенные авторами геодезические методы позволяют получить информацию о протекающих деформациях с высокой степенью точности

Ключевые слова: сооружения, деформации, виды деформаций; трещины, геодезический мониторинг, электронный тахеометр, нивелир, лазерный сканер

Введение. Метро является самым быстрым, комфортным и экологичным из всех видов общественного транспорта. Он заметно разгружает наземный транспорт, уменьшая тем самым количество пробок и заторов на дорогах. Мы так привыкли к метро, что перестали замечать эти удобства.

Сегодня порядка ста городов мира имеют подземную железную дорогу. Самый короткий метрополитен - Стамбульский: 610 метров и две станции. Самый длинный - 410 километров, 40 линий и 490 станций - Нью-Йоркский.

Метро в Алматы начали строить в сентябре 1988 года. Оно создано на базе предприятий транспортного и шахтного строительства, участвующих в возведении железнодорожных тоннелей Байкало-Амурской магистрали, метрополитенов городов Новосибирска, Москвы, Ташкента и горнорудных предприятий Республики Казахстан. Но распад СССР в 1991 году и последовавший за этим разрыв хозяйственных и экономических связей не позволили в полной мере осуществить строительство Алматинского метрополитена, многие вопросы остались нерешенными из-за ликвидации ряда министерств и ведомств. И это стало причиной значительного отставания в сроках строительства метро. К тому же территорию города пересекают тектонические разломы во всех направлениях. Несмотря на все эти трудности, первая линия алматинского метро (первые семь станций) была сдана в эксплуатацию в 2011 году. В этих условиях остро встает проблема прогнозирования технического состояния строящихся и эксплуатируемых сооружений. Ее решение обеспечивается геодезическим мониторингом.

Основное содержание. Основная цель мониторинга деформаций – оценка перспективы состояния сооружения с точки зрения надежности, долговечности и безопасности его эксплуатации. Кроме того, систематический мониторинг и прогноз позволяет обеспечить рациональное планирование различных ремонтных и реставрационных работ. С точки зрения геодезических задач, прогноз позволяет рассчитывать точность и периодичность наблюдений за деформациями.

Прогноз осадки на стадии проектирования осуществляется методами строительной механики и механики грунтов, которые из-за трудности получения расчетных характеристик, разнообразных свойств грунтов и целой гаммы внешних факторов, приводят к значительным расхождениям с практическими данными. Только с помощью

непосредственных геодезических наблюдений можно успешно решить задачу прогноза, поскольку геодезический метод позволяет вести натурное наблюдение за осадками сооружения[1].

Сущность прогноза состоит в определении математической модели, наилучшим образом отражающей процесс осадки данного сооружения. Эта задача весьма сложна, поскольку осадки сооружений – это результат многочисленных воздействий, явление многофакторное и относящееся к динамическим процессам, изменяющимся, как во времени так и в выбранной системе координат. В общем виде модель осадки может быть представлена следующим функционалом:

$$\Phi = \Phi[x(t)] + F_1(z) + F_2(\omega) + e,$$

где $x(t)$ - влияние основных факторов на процесс осадки;

$F_1(z)$ - влияние контролируемых параметров, которые можно измерить, но не изменить;

$F_2(\omega)$ - влияние неконтролируемых параметров, возмущающее действие которых имеет временный характер и не известна их интенсивность;

e - влияние ошибок измерений осадок.

Для анализа точности измерений, выполненных спутниковыми приемниками GPS, были проведены измерения электронным тахеометром TS 1200. Сравнительный анализ выполненных измерений показал, что точность спутниковых измерений практически совпадает с точностью измерений электронным тахеометром[2].

Надежную информацию о деформации, кренах и смещениях инженерных сооружений можно получить прямыми геодезическими мониторинговыми наблюдениями на местах. По мере возрастания точности и оперативности геодезических измерений расширяется круг проблем, в решение которых существенный вклад может внести современная геодезия. Одной из таких проблем является мониторинг сооружений с использованием приборов нового поколения.

Мониторинг подразумевает систематическое выполнение измерений на контрольные точки, расположенные внутри или в непосредственной близости от активных зон для определения имеющихся деформаций. Часто возникает необходимость проведения немедленного анализа измеренных данных и принятия решения, особенно, когда превышены предельно допустимые значения смещений. Контрольные точки заложены вдоль улицы на фундаментах зданий и сооружений(рис.2).



Рис.2. а-станция метро «Москва»; б-зданий на земной поверхности станции

В настоящее время, в связи с созданием и внедрением в производство геодезических приборов нового поколения широкое распространение находят автоматизированные информационные системы геодезического обеспечения уникальных инженерных комплексов. С целью автоматизации геодезических съемок и обеспечения безопасности их проведения мониторинговых наблюдений за деформациями инженерных сооружений нами

проведено лазерное сканирование наземных и подземных сооружений (рис.3). Это построение трехмерных моделей любого объекта со сложными конструктивными элементами или недоступные подземные выработки. Это получение в кратчайшие сроки полноценных сведений о происходящих деформациях зданий и сооружений и кровли выработок. При наблюдении за деформациями в подземных выработках (Алматыметро) в качестве датчиков использованы роботизированные электронные тахеометры Leica Geosystems [3].

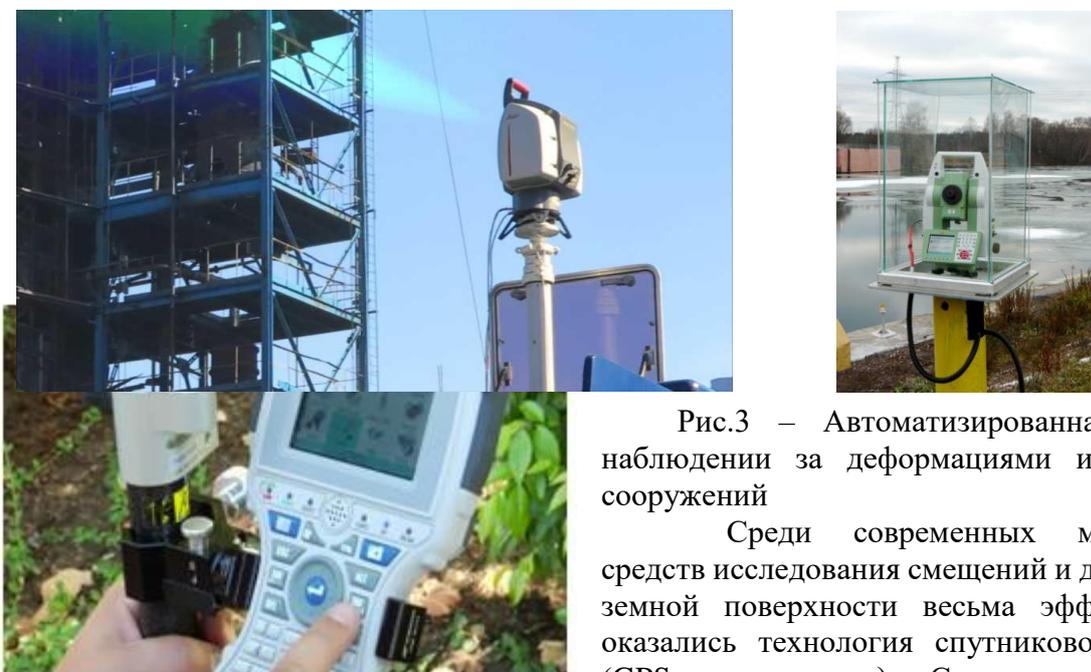


Рис.3 – Автоматизированная система наблюдения за деформациями инженерных сооружений

Рис.4. GPS приемник

Среди современных методов и средств исследования смещений и деформаций земной поверхности весьма эффективными оказались технология спутниковой системы (GPS – технология). Спутниковые системы GPS (глобального позиционирования) – необходимы для создания основы расчёта

деформации и геоинформационных систем, позволяющих прогнозировать параметры деформационных процессов (рис.4). Наряду с GPS-технологиями, ведутся систематические наблюдения за инженерными сооружениями с помощью электронных тахеометров и нивелиров[4].

Нами проведены наблюдения за состоянием ряда уникальных сооружений в г.Алматы. Геодезические наблюдения проводились электронными тахеометрами фирмы Leica TS110, TS120. Обработка спутниковых наблюдений в г.Алматы выполнялась по стандартной программе SKI (фирмы «Leica» Швейцария), входящей в комплект GPS-приемников, в результате которой получены плановые координаты всех пунктов сети в заданной локальной системе координат и высотные отметки реперов станции (рис5).

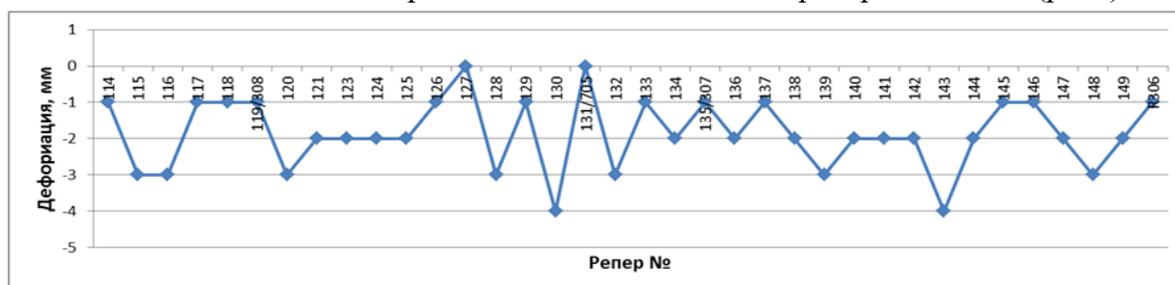


Рис. 5. График деформации реперов на территории станции метро «Драмтеатр Ауезова» за 2011-2018 гг.

Исследования деформаций поверхностей стен производятся установлением на этих поверхностях марок и определением их пространственных координат. Если применить комплект приборов фирмы Leica, то отпадает необходимость установления на стенах памятников марок и отражателей. Лазерный луч наводят по произвольным точкам и нажатием клавиши ALL, в течение короткого времени, кроме определения пространственных координат X_i , Y_i и Z_i , появляется возможность автоматически составлять на компьютере любые планы, разрезы и пространственные изображения элементов памятников архитектуры.

Выводы. Результаты наблюдений за деформациями сооружений геодезическими методами должны удовлетворять предъявляемых к ним требованиям в отношении их полноты, своевременности и точности. Таким образом, создание мониторинговой сети для высокоточных наблюдений за состоянием инженерных сооружений использованием электронных и спутниковых приемников GPS позволило сократить затраты времени на определение координат в перерасчете на одну снимаемую точку в 10-15 раз и повысить точность определения координат не менее, чем в 2 раз.

Литература:

1. Нурпеисова М.Б., Айтказинова Ш.К., Копжасарулы К. Перспективы использования современных приборов для геомеханического мониторинга природно-иернических систем //Материалы 9-ой международной научной конф. молодых ученых «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых».- Москва: ИПКОН РАН, 2012.-С.126-130.
- 2.Нурпеисова М.Б., Айтказинова Ш.К., Бек А.А. Методика применения приборов нового поколения при маркшейдерских работах. - Горный журнал Казахстана, №6, 2013.- С.18
3. Нурпеисова М.Б., Орманбекова А.,Бек А.А. Оценка технического состояния инженерных сооружений (монография). LAR LAMBERT Academic Publshing.-Германия, 2015.-117 с
4. M. Nurpeissova , G.Kyrgizbaeva , A.Ormanbekova.The Geodetic Monitoring of the Engineering Structures Stability Conditions. Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017.- P.9151-9163

Метроплитен аумағы құррлыстарының деформацияларын геодезиялық бақылаудың әдістері

Аннотация. В статье рассмотрены методика ведения геодезического мониторинга и наблюдения за деформациями инженерных сооружений с помощью современных геодезических приборов. Мониторинг проводился с использованием современных геодезических приборов, как спутниковые технологий, электронные тахеометры и лазерные нивелиры. Предложенные авторами геодезические методы позволяют получить информацию о протекающих деформациях с высокой степенью точности

Ключевые слова: сооружения, деформации, виды деформаций; трещины, геодезический мониторинг, электронный тахеометр, нивелир, лазерный сканер

Surveying methods for deformations of structures in the subway construction zone

Annotation. In article describes the method of conducting the geodetic monitoring and observation of the deformation of engineering structures, located at the site with the help of modern geodetic instruments. The monitoring was conducted using modern surveying instruments: satellite technologies, electronic total stations and laser levels. The geodetic methods, suggested by the authors, provide information about the current deformations with the high degree of accuracy.

Key words structures, deformation, types of deformations, cracks, geodetic monitoring, electronic tachymeter, levels, laser scanners.

№6 2020

научно-технический и производственный

ГОРНЫЙ

ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

Қазақстанның кен журналы



Наше комплексное
сервисное решение

Мы поставляем компоненты для приводных систем – жидкостные пускатели, распределительные установки и резисторы скольжения, точно отвечающие требованиям заказчиков.

Мы объединяем все компоненты в единую приводную систему, обеспечивающую высокоэффективную работу.

ВСЁ «ИЗ ОДНИХ РУК»

**ПОД ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ
ТРЕБОВАНИЯ ЗАКАЗЧИКА**

СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

НАИЛУЧШИЕ КОМПОНЕНТЫ

Почти 100-летний опыт и экспертная деятельность в области приводной техники выделяют компанию MKS как одного из мировых лидеров среди изготовителей жидкостных пускателей.



Königskamp 16,
52428 Jülich, Germany
тел. +49 2461 93-58-0
mks@mks-anlasser.de
www.mks-anlasser.de



Дистрибьютор в России:
тел. +7 812 612-77-07,
info@deel.pro

Жидкостные пускатели



ISSN 2227-4766



9 772227 476197

0 6

⊗ – статья на правах рекламы
 ⓘ – информационное сообщение
 ✍ – статья публикуется в авторской редакции

3 Колонка главного редактора

5 MKS: пускатели, которые могут почти все ⊗

Минерально-сырьевые ресурсы

6 *Двячков Б.А., Бисатова А.Е., Ойцева Т.А., Кузьмина О.Н.*
 Геологические критерии прогнозирования редкометалльных месторождений как основной источник восполнения минерально-сырьевой базы для предприятий Восточного Казахстана

Геология

14 *Mursatov S., Baba-Zadeh V., Imamverdiyev N., Veliyev A.*
 New promising mineralized zones and deposits of the northwestern flank of the Kedabek ore district

Бурение скважин

22 *Мендебаяв Т.Н., Исмаилов Х.К., Изаков Б.К., Смаилов Н.Ж.*
 Энергосберегающая забойная компоновка бурения скважин с отбором высокоинформативного керна

Геодезия

27 *Нурпеисова М.Б., Ормамбекова А.Е., Ормамбеков Е.Ж.*
 Наблюдения за деформациями высотных зданий и сооружений

32 *Рахымбердина М.Е., Утеев Р.Е., Касымов Д.К., Капасов А.К.*
 Анализ исполнительной геодезической документации в Республике Казахстан

Переработка полезных ископаемых

36 *Воробьев А.Е., Метакса Г.П., Чекушина Т.В., Шамшиев О.Ш.*
 Особенности влияния наночастиц золота на показатели технологии его извлечения из руд

Горные машины

44 *Ратов Б.Т., Козбакарова С.М., Махитова З.Ш.*
 Затраты мощности на разрушение забоя скважины пикообразными лопастными долотами традиционной конструкции

Подземное и шахтное строительство

50 *Имансакипова Б.Б., Московчук П.А., Шакиева Г.С., Кидирбаев Б.*
 Ранжирование участков трассы метро по степени проблемности на основе комбинированного метода оценки факторов риска и их уровней

54 Требования к оформлению статей

Код МРНТИ 36.23.27



М.Б. Нурпеисова,



А.Е. Ормамбекова,



Е.Ж. Ормамбеков

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbaev University (г. Алматы, Казахстан)

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. Крупные инженерные сооружения подвержены деформациям под влиянием конструктивных особенностей зданий, природных явлений и деятельности человека. В следствие этого очень важно наблюдать деформационные процессы и вовремя выявлять их возникновение техногенных катастроф. В статье проанализированы классические методы геодезических наблюдений, применение современных приборов и технологий для определения количественных характеристик деформаций инженерных сооружений. Предложена усовершенствованная методика проведения геодезических работ с использованием в них современных средств измерений. Методы, рассмотренные в статье, позволяют комплексно решать основные задачи геодезического мониторинга высотных зданий, подземных сооружений и обеспечивать рациональное планирование различных ремонтных и реставрационных работ.

Ключевые слова: инженерные сооружения, деформации, строительство метрополитена, мониторинг, геодезические наблюдения, современные приборы, спутниковые системы.

Биік ғимараттар мен ғимараттардың деформацияларын бақылау

Андатпа. Үлкен инженерлік құрылымдар ғимараттардың құрылымдық ерекшеліктерінің, табиғи құбылыстардың және адам қызметінің әсерінен деформацияланатыны белгілі. Сондықтан, технологиялық аппараттардың алдын алу үшін деформациялау процестерін бақылау және оларды уақытында анықтау өте маңызды. Мақалада геодезиялық бақылаулардың классикалық әдістері, инженерлік құрылымдардың деформацияларының сандық сипаттамаларын анықтау үшін қолданылатын заманауи құралдар мен технологиялар талданады. Геодезиялық жұмыстарды жүргізудің жетілдірілген әдістемесі ұсынылып, онда заманауи өлшеу құралдарын қолдану ұсынылған. Мақалада қарастырылған әдістер көп қабатты ғимараттарды, жерасты құрылыстарын геодезиялық бақылаудың негізгі міндеттерін жан-жақты шешуге және әртүрлі жөншеу және қалпына келтіру жұмыстарын ұтымды жоспарлауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: инженерлік құрылыстар, деформациялар, метрополитен құрылысы, мониторинг, геодезиялық бақылаулар, заманауи снаптар, жерсеріктік жүйелер.

Monitoring high-altitude deformations buildings and structures

Abstract. Large engineering structures are subject to deformation under the influence of structural features of buildings, natural phenomena and human activity. As a result, it is very important to observe deformation processes and identify them in time to avoid man-made disasters. In article classical methods of geodesic supervision, and application of modern devices and technologies, for definition of quantitative characteristics of deformations of engineering constructions are analysed. The improved methods of geodesic works and use of modern measuring instruments in them are offered. The methods considered in the article allow to solve in complex the main tasks of geodetic monitoring of high-rise buildings, underground constructions and provide rational planning of various repair and restoration works.

Key words: engineering structures, deformations, subway construction, geodetic observations, modern devices, satellite systems, underground constructions, geodesic supervision, geodetic monitoring, underground transport.

Введение

Результатами анализа проведенных геодезических наблюдений при строительстве инженерных сооружений на территории СНГ установлено, что объекты такого же рода в южном регионе имеют свои отличия от центральных и северных регионов, что обусловлено расположением некоторых городов Средней Азии и Казахстана в сейсмических зонах, в горных районах и на тектонически активных участках земной коры, особенно г. Алматы. Учитывая условия сейсмически опасных зон при строительстве и эксплуатации крупных зданий и сооружений, требуется особый подход к методам геодезических наблюдений за деформациями оснований и фундаментом таких важных объектов.

Исследования

Деформация зданий и сооружений – сложный процесс, зависящий от множества факторов. Сюда, помимо

конструктивных особенностей, относят влияние природных условий (прочность и состав грунтов, интенсивность солнца, ветра и т. п.) и деятельности человека. Под термином «деформация» понимают изменение формы объекта наблюдений. Различного вида деформации сооружений в целом и их отдельных элементов происходят вследствие разных причин (рис. 1).

В геодезической же практике принято рассматривать деформацию как изменение положения объекта относительно какого-либо первоначального положения. Нормативный документ¹ определяет следующие виды деформаций: вертикальные перемещения (осадки, просадки, подъемы); горизонтальные перемещения (сдвиги); крены. Геодезический мониторинг высотных объектов осуществляется различными методами согласно основным нормативным документам, обновленному ГОСТ 24846–81 «Грунты», 2013 г.,

¹Нурпеисова М.Б., Ормамбекова А.Е., Бек А.А. Оценка технического состояния инженерных сооружений: монография). – Германия: LAR LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 117 с.



Рис. 1. Причины деформаций сооружений.
Сурет 1. Гимараттың деформациялану себептері.
Figure 1. Reasons for deformations of structures.

регламентирующим работы по выявлению деформационных процессов зданий и сооружений. Стандарт сохранил многие положения предшественника 1981 г., добавила возможность применения современных геодезических методов, связанных с использованием современных геодезических приборов: электронных тахеометров, GPS-приемников, а также ряда инструментальных методов [1].

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия» КазНУ им. К.И. Сатпаева ведет работу по обеспечению устойчивости наземных и подземных сооружений «Алматыметро» с использованием современных геодезических приборов (рис. 2) [2-4]. На контролируемых объектах были закреплены контрольные марки, мониторинговые призмы и осадочные марки для производства наблюдений за деформациями зданий и сооружений, обеспечивая необходимую точность² (рис. 3а).

Широкое распространение получили роботизированные тахеометры с сервоприводом, обеспечивающие автоматическое вращение вокруг оси инструмента и вращение зрительной трубы (рис. 3б). Прибор позволяет бесперебойно следить за отражателями на огромных расстояниях, он оснащен специальным программным обеспечением, которое автоматически считывает данные отдельных сеансов съемки и результирует возможные перемещения целей на конкретный временной период.

Основным направлением развития электронных тахеометров является еще большая роботизация, сводящая функции пользователя к дистанционному контролю и управлению работой прибора. Также присутствует тенденция к оснащению приборов системами GPS. При этом тахеометры в комбинации с навигационными приемниками, цифровыми нивелирами и другими приборами, а также специальным управляющим программным обеспечением часто образуют специальные автоматизированные геодезические системы мониторинга³.

Факторы, обусловившие широкое использование аппаратуры глобальных навигационных спутниковых

систем: непрерывность определения координат, всепогодность, оперативность определения координат, высокая точность получаемых результатов, малые габариты и масса приемников, малая энергоемкость, простота эксплуатации и сравнительно невысокая стоимость. GPS-системы могут быть эффективным инструментом при определении динамических показателей колебаний высотных зданий от ветровых воздействий (рис. 3в).

Результаты

Для проведения мониторинга и комплексной оценки состояния сооружений нами использовались современные высокоточные электронные приборы фирмы Leica Geosystems (Швейцария): высокоточный тахеометр серии TCR 1201, цифровой высокоточный нивелир DNA03 и лазерный сканер Scanstation. Обработка спутниковых наблюдений в г. Алматы выполнялась по стандартной программе SKI (фирмы «Leica» Швейцария), входящей в комплект GPS-приемников, в результате которой получены плановые координаты всех



Рис. 2. Станция метро «Москва» (а); здания на земной поверхности станции (б).

Сурет 2. «Москва» станция метросы (а); станцияның жер беті бөлігі ғимараты (б).

Figure 2. Metro station «Moskva» (a); buildings on the ground surface of the station (b).



Рис. 3. Расположение контрольных марок на объекте (а); мониторинг здания с применением роботизированного электронного тахеометра (б); общая схема GPS-мониторинга ветрового воздействия на высотное здание (в).

Сурет 3. Нысандағы бакылау белгілерінің орналасуы (а); роботтық электрондық тахеометрді қолдану бойынша ғимараттың мониторингі (б); биік ғимаратқа желдің әсерін көрсететін мониторинг GPS жалпы схемасы (в).

Figure 3. Location of control marks on site (a); monitoring of the building using a robotic electronic total station (b); general scheme of GPS monitoring of wind impact on high-rise buildings (c).

²Costantino D., Angelini M.G. Structural monitoring with geodetic survey of quadrifoglio condominium (lecce). // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – Padua, Italy, 2013 (27-28 February). – Vol. XL-5/W3 The Role of Geomatics in Hydrogeological Risk.

³Yambayev H. Special devices for engineering and geodetic works. – M.: MICAS, 2014. – 380 p.

пунктов сети в заданной локальной системе координат и высотные отметки реперов станции.

Обсуждение результатов

Эффективной мерой снижения степени сейсмической опасности в горной выработке является перечень мероприятий, предусмотренных «Инструкцией по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства, подземных сооружений, склонных и опасных по горным ударам». Конечной целью для всех геомеханических исследований является обеспечение промышленной безопасности, т. е. для сохранения подземных и наземных инженерных сооружений необходимо принимать меры по укреплению и упрочнению пород [5-6]. При проходке метрополитена г. Алматы применяется метод химической цементации, который состоит из:

- бесшовной гидроизоляции кровли, полов, стен и прочих элементов объекта.
- водоподавления грунтовых/напорных вод, устранения капеза, намочаний; гидроизоляции деформационных швов полиуретановой пеной;
- химического закрепления горной породы, почвы, строительных сооружений и герметизации при проникновении воды и газа.

Опыт работы по применению способа проходки метрополитена г. Алматы с укреплением породы химическим способом [7] приведен на рис. 4.

Преимущество гидроизоляционных материалов:

- 100% водоподавление с гарантированным качеством;
- герметизация трещин и микротрещин;



Рис. 4. Проходка туннеля с укреплением породы химическим способом.

Сурет 4. Туннельдің химиялық жолмен арматурамен бекітілген нүктесі.

Figure 4. Chemical tunnel boring with rock fortification.

- возможность выполнения работ в любых условиях за короткий срок;
- высокая степень адгезии с любым основанием;
- укрепление горных пород, почвы и герметизация при проникновении воды и газа;
- безвреден для окружающей среды.

Заключение

Современные методы, рассмотренные нами, позволяют комплексно решать основные задачи геодезического мониторинга высотных зданий и подземных сооружений. Основная цель мониторинга деформаций – оценка перспективы состояния сооружения с точки зрения надежности, долговечности и безопасности его эксплуатации. Прогноз позволяет обеспечить рациональное планирование различных ремонтных и реставрационных работ.

Исследования проводились при поддержке кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Brebu F., Bertici M.R., Bala A.C. Использование современных топогеодезических технологий в процессе мониторинга деформации зданий. // 12-я Международная многопрофильная научная геоконференция (SGEM-2012). – 2012. – Вып. 2. – С. 821-828. (на английском языке)
2. Нурпеисова М.Б., Копжасарулы К., Мустафаулы Р. Наблюдение за деформациями инженерных сооружений в районе строительства «Алматыметро». // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2014. – №6. – С. 18-20. (на русском языке)
3. Ормамбекова А.Е., Айтказинова Ш.К., Нукарбекова Ж.М. Мониторинг деформаций сооружений в зоне строительства метрополитена. // Маркшейдерия и недропользование. – М., 2019. – №2. – С. 39-42. (на русском языке)
4. Ормамбекова А.Е., Айтказинова Ш.К. Определение деформаций инженерных сооружений с помощью современных геодезических приборов. // Труды международной конференции «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях Индустрии 4.0». – Алматы: КазНТУ, 2019. – С. 185-188. (на русском языке)
5. Нурпеисова М.Б., Ормамбекова А.Е., Бек А.А. Геодезический мониторинг состояния устойчивости инженерных сооружений. // Журнал технических и прикладных наук. – 2017. – С. 9151-9163. (на английском языке)

6. Айтказинова Ш.К., Ормамбекова А.Е. Мониторинг деформаций инженерных сооружений. // Научное и кадровое сопровождение инновационного развития горно-металлургического комплекса. – 2017 (27-28 апреля). – С. 263-267. (на русском языке)
7. Sedlák V. Геодезический мониторинг деформаций при оседании грунта с помощью ГИС-приложений для освоения горного ландшафта в Словакии. // Прогресс в биологии и науках о Земле. – 2016. – Вып. 1. – №1. – С. 58-76. (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Brebu F., Bertici M.R., Bala A.C., (2012). Гимараттың деформациясын бақылау процесінде заманауи топогеодезиялық технологияларды қолдану. // 12-ші Халықаралық көп салалы ғылыми геоконференция (SGEM-2012). – 2012. – Шығ. 2. – Б. 821-828. (ағылшын тілінде)
2. Нурпеисова М.Б., Копжасарұлы К., Мустафаұлы Р. «Алматыметро» құрылыс аймағында инженерлік құрылымдардың деформациясын бақылау. // Қазақстанның кен журналы. – Алматы, 2014. – №6. – Б. 18-20. (орыс тілінде)
3. Ормамбекова А.Е., Айтказинова Ш.К., Нукарбекова Ж.М. Метрополитен құрылыс аймағындағы имараттардың деформациялану мониторингі. // Маркшейдерлік және жер қойнауын пайдалану. – М., 2019. – №2. – Б. 39-42. (орыс тілінде)
4. Ормамбекова А.Е., Айтказинова Ш.К. Инженерлік имараттардың деформациясын заманауи геодезиялық құрылғылар көмегімен анықтау. // «4.0 Индустрияландыру жағдайында минералды және техногендік шикізаттарды тиімді қолдану» Халықаралық конференция еңбектері – Алматы: КазҰТЗУ, 2019. – Б. 185-188. (орыс тілінде)
5. Нурпеисова М.Б., Ормамбекова А.Е., Бек А.А. Инженерлік құрылымдарың тұрақтылық жағдайларын геодезиялық бақылау. // Инженерлік және қолданбалы ғылымдар журналы. – 2017. – Б. 9151-9163. (ағылшын тілінде)
6. Айтказинова Ш.К., Ормамбекова А.Е. Тау-кен металлургия кешенінің инновациялық дамуына ғылыми және кадрлық қолдау. // Инженерлік гимараттардың деформациясын анықтау. – 2017 (27-28 сәуір). – Б. 263-267. (орыс тілінде)
7. Sedlák V. Словакиядағы тау-кен ландшафтарын рекультивациялау үшін тау-кен шөгінділеріндегі геодезиялық мониторингтің деформациясы. – Биология және Жер туралы ғылымдар. – 2016. – Шығ. 1. – №1. – Б. 58-76. (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Brebu F., Bertici M.R., Bala A.C. (2012). Using modern topo-geode technologies in the process of monitoring building's deformations. // 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM-2012). – 2016. – Vol. 2. – P. 821-828. (in English)
2. Nurpeisova M.B., Copjasaruly K., Mustafauly R. Observation of deformations of engineering structures in the area of construction «Almatymetro». // Mining Journal of Kazakhstan. – Almaty, 2014. – №6. – P. 18-20. (in Russian)
3. Ormambekova A.E., Aitkazinova S.K., Nukarbekova Zh.M. Structures deformations monitoring in the metro construction zone. // Surveying and subsoil use. – Moscow, 2019. – №2. – P. 39-42. (in Russian)
4. Ormambekova A.E., Aitkazinova S.K. Deformation of engineering structures deformations by means of the modern geodetic devices. // Proceedings of the international conference «Rational use of mineral and technogenic raw materials in the conditions of Industry 4.0» – Almaty: KazNRTU, 2019. – P. 185-188. (in Russian)
5. Nurpeissova M., Ormambekova A., Bek A. The Geodetic Monitoring of the Engineering Structures Stability Conditions. // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2017. – P. 9151-9163. (in English)
6. Aitkazinova Sh.K., Ormambekova A.E. Deformation monitoring of engineering structures. // Scientific and personnel support of innovative development of mining and metallurgical complex. – 2017 (April 27-28). – P. 263-267. (in Russian)
7. Sedlák V. Geodetic monitoring deformations in mining subsidence for gis applications to reclamation of the mining landscape in Slovakia. // Advances in Biology & Earth Sciences. – 2016. – Vol. 1. – №1. – P. 58-76. (in English)

Сведения об авторах:

Нурпеисова М.Б., д-р техн. наук, профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), marzhan-nurpeisova@rambler.ru

Ормамбекова А.Е., PhD докторант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), oe79@mail.ru

Ормамбеков Е.Ж., магистрант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), ye80@mail.ru

Авторлар туралы мәлімет:

Нурпеисова М.Б., техника ғылымдарының докторы, «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан), marzhan-nurpeisova@rambler.ru

Ормамбекова А.Е., «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының PhD докторанты (Алматы қ., Қазақстан), oe79@mail.ru

Ормамбеков Е.Ж., «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының магистранты (Алматы қ., Қазақстан), ye80@mail.ru

Information about the authors:

Nurpeisova M.B., Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Surveying and Geodesy of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research Technical University after K.I. Satbayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), Marzhan-nurpeisova@rambler.ru

Ormambekova A.Ye., PhD Student at the Department of Surveying and Geodesy of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research Technical University after K.I. Satbayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), oe79@mail.ru

Ormambekov Ye.Zh., Master at the Department of Surveying and Geodesy of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research Technical University after K.I. Satbayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), ye80@mail.ru



ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ И ДОКАЗАННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

ME Elecmetal обладает знаниями, опытом и производственными возможностями для обеспечения вашего предприятия надежными и эффективными решениями в технологиях дробления и измельчения. Гарантированное увеличение производительности и уменьшение времени простоя оборудования!

ИЗНАШИВАЕМЫЕ ДЕТАЛИ ДЛЯ МЕЛЬНИЦ

Инновационные решения футеровки для мельниц полусамоизмельчения, самоизмельчения, шаровых и стержневых

- Стальные
- Резиновые
- Композитные

МЕЛЮЩИЕ ТЕЛА

Кованные мелющие шары высочайшего качества для мельниц полусамоизмельчения, самоизмельчения, шаровых и стержневых

- ME Super SAG®: 4" to 6.25"
- ME Ultra Grind®: 1.5" to 4"
- ME Performa® II: 0.88" to 4.0"

ИЗНОСОСТОЙКИЕ БРОНИ ДЛЯ ДРОБИЛОК

Изнашиваемые детали для первичного, вторичного и третичного дробления

- Гиравционные дробилки
- Щековые дробилки
- Конусные дробилки

ME FITSYSTEM.

Офис тел.: +1-763-201-1879
 Моб. тел.: +1-778-875-7525
 Email: russia@meglobal.com
www.me-elecmetal.com



SATBAYEV
UNIVERSITY

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. К.И. САТПАЕВА



СЕРТИФИКАТ

«САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2020»

Секция: «Интеллектуальные системы и цифровые технологии-основа конкурентоспособности предприятий по добыче твердых полезных ископаемых»

Авторы: АЙТКАЗИНОВА Ш.К., ОРМАМБЕКОВ Е.Ж., ОРМАМБЕКОВА А., НУРПЕЙСОВА М.Б.

Тема: Методы геодезических наблюдений за деформациями сооружений в зоне строительства метрополитена.

Директор института ГНиГД



К.Б. Рысбеков