

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Satbayev University

Институт Геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова

Кафедра Маркшейдерское дело и геодезия

Орынбасаров Ислам Серикулы

Маркшейдерское обеспечение горных работ при разработке хромитовых месторождений

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

Специальность 5В070700 – Горное дело

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Satbayev University

Институт Геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова
Кафедра Маркшейдерское дело и геодезия

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующая кафедрой,
Доктор PhD, ассоц. Проф.


____ Э.О.Орынбасарова
« 31 » ____ 05 ____ 2021 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

**На тему: Маркшейдерское обеспечение горных работ при разработке
хромитовых месторождений**

по специальности 5В070700 – Горное дело

Выполнил: Орынбасаров И.С

Научный руководитель
Доктор техн.наук, профессор
М.Б.Нурпеисова

27. 05. 2021 г

Satbayev University

Институт Геологии, нефти и горного дела имени К.Турсыова
Кафедра Маркшейдерское дело и геодезия

УТВЕРЖДАЮ
Заведущая кафедрой,
Доктор PhD, ассоц. Проф


Э.О.Орынбасарова
« 31 » 05 2021 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломной работы

Обучающемуся: **Орынбасаров Ислам Сериккулы**

Тема: **«Маркшейдерское обеспечение горных работ при разработке хромитовых месторождений»**

»

Утверждена приказом по университету № 762-б от «27». 01. 2020г.

Срок сдачи законченного проекта «25». 05. 2021г.

Исходные данные к дипломной работе:

- 1 Геологические данные месторождения рудника ДНК.*
- 2 Краткое сведения о гидрогеологии*
- 3 Материалы собранные во время преддипломной практики и конспекты лекций*

Краткое содержание дипломной работы:

- а) в работе описывается ведение маркшейдерских работ на месторождении при подсчете и учете полезных ископаемых;*
- б) в работе также описываются инновационные методы, осуществляемые маркшейдерской службой предприятия.*

Рекомендуемая основная литература:

- 1 Проект промышленной разработки месторождений хромовых руд Хромтау, 2016.-116 с*
- 2 .Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Кыргызбаева Г.М.Инновационные методы ведения комплексного мониторинга на геодинамических полигонах (монография)- Алматы: КазНТУ, 2015.-266 с.*
- 2 Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Маркшейдерский мониторинг прибортовых массивов.- Алматы: КазНТУ, 2014.-280 с.(см.исполь. литер. 42 с)*

ГРАФИК
Подготовки дипломной работы

Наименование разделов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Геология и месторождения	01.03.21-07.03.21	
Горная часть	07.03.21-12.03.21	
Маркшейдерские работы на месторождении	12.03.21-15.04.21	
Спец. часть	15.04.21-18.04.21	

Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу

Наименование разделов	Научный руководитель, консультанты	Дата подписания	Подпись
Геология месторождения	д.т.н., профессор Нурпеисова М.Б	27.05.21	
Горная часть	д.т.н., профессор Нурпеисова М.Б	27.05.21	
Маркшейдерские работы на месторождении	д.т.н., профессор Нурпеисова М.Б	27.05.21	
Спец. часть	д.т.н., профессор Нурпеисова М.Б	27.05.21	
Нормоконтролер	Нукарбекова Ж.М.	29.05.21	

Научный руководитель



Нурпеисова М.Б

АҢДАТПА

Дипломдық жобада «ДНК» кенішінде түсірістің инновациялық әдістерін қолдану қарастырылған.

Дипломдық жоба үш бөлімнен тұрады. Жалпы бөлімдер және негізгі бөлімдер. Жалпы бөлімде кен орнының геологиялық, гидрогеологиялық және кен-техникалық жағдайлар қарастырылған. Бүгінгі күні "ДНК" кенішінің жұмысына талдау жүргізілді. Жобаның бірінші бөлімінде ДНК кен орнының геологиялық жағдайы, қоры және сол кен орнын ашу мен қазу жұмыстары туралы мәліметтер берілген.

Жобаның екінші бөлімі (негізгі) кен қазу жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз ету үшін ең алдымен жер бетінде геодезиялық тораптарды құрудан басталады. Мемлекеттік геодезиялық тораптарға 1,2,3,4 класс мемлекеттік триангуляциялық, полигонометрия және I,II,III,IV нивелирлеу жатады. Содан кейін жер бетіндегі координаталар жерастына көшіріледі де жерасты қазбаларында түсіріс жұмыстары жүргізіледі.

Жобаның осы бөлімі кеніштегі геодезиялық және маркшейдерлік жұмыстарға арналған. Бұл жұмыстарды жүргізу үшін маркшейдерлік жұмыстардың барлық әдіс-тәсілдерін қолдану және қазіргі кездегі заманауи геодезиялық-маркшейдерлік аспаптарды пайдалану қарастырылған. Сонымен қатар, бөлімде тау-кен кәсіпорнындағы маркшейдерлік қызметтің негізгі міндеттері, маркшейдерлік тірек және түсіріс жүйелері, осы күнгі геодезиялық-маркшейдерлік аспаптар туралы мәлімет, кен игерудегі тау-кен жұмыстарын жоспарлау принциптері келтірілген.

Арнайы бөлім – тау-кен кәсіпорындарының өзекті мәселесінің бірі болып есептелетін, кенішті маркшейдерлік қамтамасыз етуде жер бетінде және жерасты қазбаларындағы түсірістерді инновациялық әдістермен, заманауи аспаптармен жүргізуге арналған. Бұл бөлімде жерасты қазбаларын заманауи маркшейдерлік аспаптармен қамтамасыз ету қарастырылған.

Соңғы жылдары бұрынғы қолданыстағы аспаптардың орнына жаңа электронды тахеометрлер, лазерлі сканерлер, цифрлы нивелирлер өндіріске енгізіліп, олар маркшейдерлік жұмыстардың өнімділігін, жылдамдығын және дәлдігін көтеруге, маркшейдерлік бөлімнің штатын қысқартауға, сонымен қатар өлшеу жұмыстарының қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік жасады.

ДНК кенішіндегі CMS Minei сканері тік, көлбеу және тазарту кен қазбаларында сілемнің НДС зерттеуіндегі тәжірбие лазерлік сканерлеуді енгізудің нақты мысалы бола алады. Minei жүйесі- еңіс немесе тік бағыт бойымен бос қуыстарды талдауда мүмкіндік беретін сенімді, жылдам, сымсыз жүйе болып табылады. Бұл жүйе тау кен жұмысшыларының қауіпсіздігін және тау кен жұмыстарының өнімділігін арттырады. Соңғы жылдары ескі маханикалардың орнына еңбекқабілеттілігін арттыратын және нақты өлшемді қамтамасыз ететін жаңа электронды тахеометр, лазерлі сканер, цифрлы нивелир пайда болуда.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект посвящен использованию инновационных методов съемки на руднике ДНК. Проект состоит из трех разделов. Общие разделы и основные разделы. В общей части предусмотрены горно-геологические и гидрогеологические условия. На сегодняшний день проведен анализ работы рудника ДНК.

В первом разделе дипломного проекта приведены сведения о геологических условиях, о запасах, а также о способах вскрытия и системы разработки месторождения ДНК.

Основная часть дипломного проекта посвящена геодезическим и маркшейдерским работам. Маркшейдерско-геодезическая часть начинается из создания геодезических опорных сетей на земной поверхности. Геодезическая опорная сеть состоит: из триангуляции 1,2,3,4 классов, разрядов полигонометрии а также нивелировании I,II,III,IV классов. Затем наземные координаты переносятся на подземные горные выработки. В подземных горных выработках проектируется проведения всех видов маркшейдерских работ.

В этой части проекта приведены все способы и методы маркшейдерских съемок, основные задач и маркшейдерской службы горного предприятия, маркшейдерские опорные и съемочные сети, современные геодезические и маркшейдерские приборы, а также принципы планирования горных работ на карьере.

Третья часть дипломного проекта посвящена применению инновационных методов съемки при ведении наземных и подземных маркшейдерских работ. В специальной части дипломного проекта рассматриваем обеспечение наземных работ современными маркшейдерскими приборами.

В последнее время на замену старых появляются новые электронные тахеометры, лазерные сканеры, цифровые нивелиры, что обеспечивают стремления к повышению производительности и сокращению штата маркшейдерского отдела, требования к скорости и качеству, а также безопасному ведению измерительных работ возрастают. Одним из реальных примеров внедрения лазерного сканирования является опыт работы на руднике ТОО «ДНК» сканером CMS MINEi (GeoSight, Канада) при исследовании НДС массива в вертикальных, горизонтальных и очистных горных выработках. Система MINEi – это надежная, быстрая, беспроводная система, позволяющая проанализировать пустоты по вертикали или под уклоном. Система обеспечивает безопасность горняков и увеличение производительности горных работ.

ANNOTATION

The diploma project addresses the issue of innovative methods for surveying underground workings ДНК. The diploma project consists of three sections. The General sections and the main sections. The General part provides mining-geological and hydro geological conditions.

The main part of the thesis project is devoted to geodetic and mine surveying. In this part of the project, all methods and methods of surveying surveys, the main tasks and surveying services of a mining enterprise, surveying support and survey networks, modern geodetic and surveying instruments, as well as the principles of mining planning for a quarry are presented. In surveying a part of the start of the ground surface of the geodetic reference networks. Geodetic backbone consists of: 1,2,3,4 triangulation classes, categories and leveling polygonometry I, II, III, IV classes. Then the coordinates of the surface is transferred to the underground mine workings. In underground mining projects of all types of surveying work.

A special part of the diploma project include the provision of land surveying work of modern appliances. Recently appearing on the replacement of old, new electronic total stations, providing increased capacity for work and exact solutions.

In the first part of the thesis project, there are all about the geological conditions, the reserves, as well as the methods of opening and the development system of the DIK deposit.

The main part of the thesis project is devoted to geodetic and mine surveying. In this part of the project, all methods and methods of surveying surveys, the main tasks and surveying services of a mining enterprise, surveying support and survey networks, modern geodetic and surveying instruments, as well as the principles of mining planning for a quarry are presented.

Special parts: a general view of the drainage dumps, layers of empty stones, the location of scanners, the Faro Focus 3D scanner, the Trimble RealWorks software for processing the results of the Faro Focus 3D scanner. In the special part of the diploma project we consider the provision of ground works with modern surveying instruments. Recently, new electronic total stations are appearing to replace old ones, which ensures the increase of work capacity and the exact solutions. The geodetic and geodetic instruments of this day are, of course, opto-mechanical and optoelectronic devices. The introduction of electronic tachometers has recently helped to increase productivity by automating former simple tools.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	10
1.1 Геологическая часть	10
1.1.1 Геологическое строение месторождения	10
1.1.2 Гидрогеология	11
1.2 Горная часть	12
1.2.1 Вскрытие месторождения	12
1.2.2 Система разработки	13
2 МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	15
2.1 Геодезические работы	15
2.1.1 Проект триангуляционной сети	15
2.1.2 Проект полигонометрической сети	16
2.1.3 Проект нивелирной сети	17
2.2 Маркшейдерские работы	19
2.2.1 Основные задачи маркшейдерской службы	19
2.2.2 Капитальные маркшейдерские работы	20
2.2.2.1 Ориентирно-соединительная съемка через один вертикальный ствол	20
2.2.2.2 Передача высотной отметки	23
2.2.2.3 Маркшейдерские подземные опорные сети	25
2.2.3 Текущие маркшейдерские работы	27
2.2.3.1 Рассечка горной выработки	27
2.2.3.2 Задание направления горной выработки в горизонтальной плоскости	27
2.2.3.3 Задание направления горной выработки в вертикальной плоскости	28
2.2.3.4 Задание направления криволинейным участкам	29
2.2.3.5 Вертикальные съемки горных выработок	30
3. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОТВАЛОВ И СКЛАДОВ	33
3.1 Общие сведения	32
3.2. Электронный тахеометр	33
3.3 Лазерно-сканирующая система Faro Focus 3D	35
3.4. Результаты определения объема лазерным сканером	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	44
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	41

ВВЕДЕНИЕ

Месторождение хромовых руд Восход находится в Актюбинской области Республики Казахстан, занимающей второе место в мире по запасам и добыче этих руд после ЮАР. Располагается оно в экономически освоенном горнорудном регионе с развитой инфраструктурой. В данном районе ОАО «Донской ГОК» разрабатываются уникальные хромитовые промышленные месторождения в пределах известного Кемпирсайского ультраосновного массива. В данном массиве известны более 80 хромитовых месторождений различного масштаба и качества руд.

ОАО «Трансконтинентальной компанией Казхром», состоящей из ОАО «Донской ГОК», Актюбинского завода ферросплавов, Актюбинского завода хромовых соединений и Аксуского завода ферросплавов, ежегодно выпускаются ферросплавы и товарные хромовые руды. Указанные виды продукции поставляются в страны СНГ и дальнего зарубежья.

Хром имеет широкое применение в различных областях промышленности. Особенно ценны ферросплавы, которые востребованы практически всеми металлургическими заводами мира. Использование ферросплавов в черной металлургии позволяет получать высокопрочные конструкционные, кислотоупорные, нержавеющие, жароупорные и другие специальные стали. В настоящее время 80% товарной хромовой руды в мире потребляется для производства нержавеющей стали, 11% - в химической промышленности и 9% - в огнеупорной промышленности и литейном производстве.

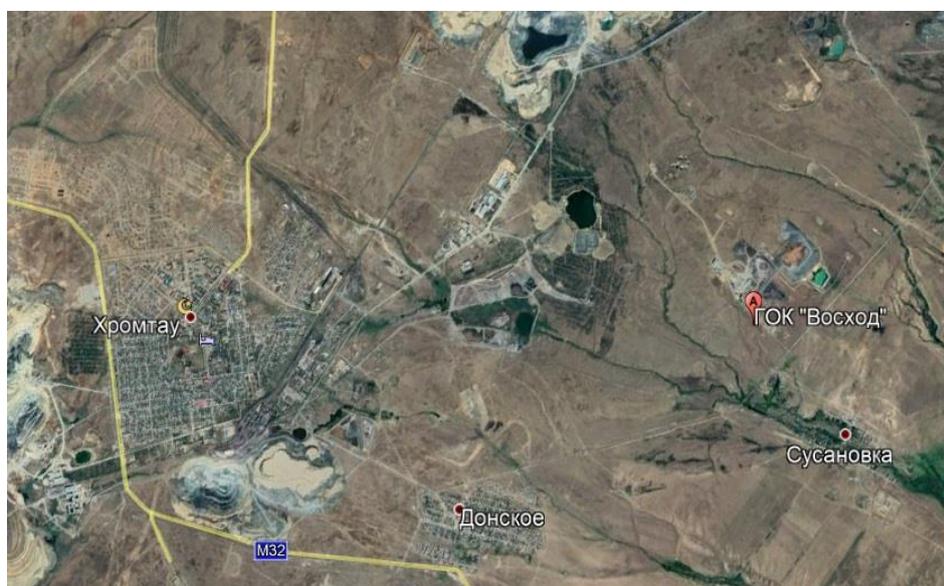


Рис. 1 – Обзорная карта города Хромтау и предприятия «Восход»

1 ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Геологическая часть

1.1.1 Геологическое строение месторождения.

Месторождение «Восход» находится в юго–восточной части Кемпирсайского массива. Массив вытянут на 82км в субмеридиональном направлении, ширина его варьируется от 0,6 км на севере до 31,6 км на юге.

По составу массив является типичным представителем дунит-гарцбургитовой формации.

Ультраосновные породы на месторождении представлены в разной степени серпентинизированными безпироксеновыми дунитами, пироксеновыми дунитами и перидотитами. Участками породы превращены в серпентиниты, в которых практически отсутствуют признаки исходных пород. Несмотря на сложные взаимно переходы между указанными разновидностями пород, наблюдается определенная закономерность в их размещении в пределах месторождения. Так, серпентинизированные дуниты и серпентиниты по дунитам слагают западную часть, а также нижние горизонты (100-250 м) центральной и восточной частей месторождения. Они являются здесь основными рудовмещающими образованиями. Макроскопически они представляют собой серые, темно-зеленовато-серые, темно-зеленые до черных мелкозернистые породы в разной степени трещиноватые. Под микроскопом имеют массивную петельчатую структуру. В зависимости от степени серпентинизации эти породы состоят из серпентина (от 50% до 85-90%) и оливина (40%), редко ромбического пироксена. Серпентин представлен двумя разновидностями – волокнистым хризотилом и пластинчатым антигоритом.

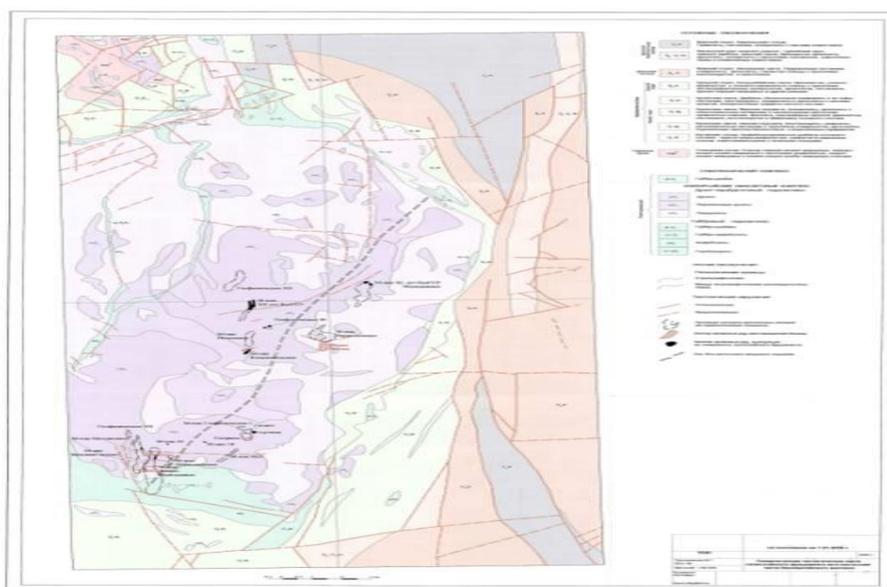


Рис. 2 – Геологическая карта месторождения

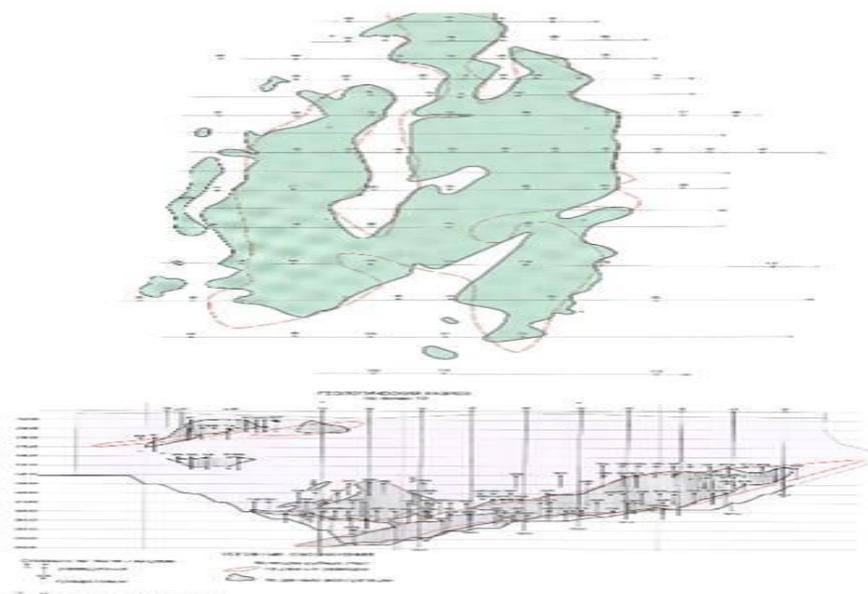


Рис. 3 – Разрез по линии АВ

Отметим некоторые другие особенности месторождения, касающиеся присутствия здесь других полезных ископаемых. В частности, редко встречающиеся здесь сульфидоносные дуниты размещаются вблизи хромитового рудного тела. Этот фактор может рассматриваться как один из поисковых признаков для выявления хромитовых месторождений. Среди сульфидов установлены пирротин, петландит и редко халькопирит. Ввиду ничтожно малого количества указанные виды минерализации не представляют практической ценности.

1.1.2 Гидрогеология.

Гидрогеологические условия месторождения простые. В пределах месторождения выделен один водоносный комплекс – подземные воды зоны открытой трещиноватости нижнеордовикских ультраосновных пород.

Водовмещающие породы представлены серпентинитами, дунитами и перидотитами.

Обводненность пород зависит от степени их трещиноватости, ширины трещин, степени их заполнения вторичными минералами. Наиболее водообильные зоны трещиноватых пород располагаются преимущественно до глубины 110 м, зона активной трещиноватости не превышает 300 м, ниже – породы практически безводные. Между тем активная зона трещиноватости наблюдается до глубины 500 м и более только в пределах тектонического нарушения ограничивающего месторождение с северо-востока.

Подземные воды безнапорные. Глубина залегания их от 1 до 13 м.

Источником питания подземных вод являются атмосферные осадки. Разгрузка подземных вод происходит в долину крупного оврага, проходящего по упомянутому выше разлому с северо-восточной стороны месторождения.

Режим подземных вод климатический.

Воды колеблется в одной и той же скважине от 5,8 до 9,0. Еще более резкие изменения происходят с ионами железа, кремнекислоты и агрессивной CO_2 , эти компоненты то появляются в больших количествах, то полностью исчезают, в режиме названных компонентов закономерность в процессе режимных наблюдений не выявлена.

Подземные воды пригодны как для технических нужд, так и для питьевых целей.

1.2 Горная часть

1.2.1 Вскрытие месторождения.

Вскрытие предусматривается осуществить двумя вертикальными стволами и автотранспортным уклоном расположенных в лежачем боку месторождения по фланговой схеме. Автотранспортный уклон проходится под углом 6° . Стволы и автотранспортный уклон располагаются за зоной сдвижения отстроенной от максимальной глубины отработки месторождения.

Отработка месторождений, будет производиться с использованием на очистных и подготовительно-нарезных работах самоходного оборудования. Высота этажа принята 80м. Отметки горизонтов: +260м, +180м, +100м, +20м, и -40м. Вертикальные стволы и автотранспортный уклон с поверхности проходятся до горизонта +180м, нижележащие горизонты и гор. +260м будут вскрываться с помощью лифтовых подъемников и автотранспортных уклонов. Запасы ниже горизонта -40м будут вскрыты двумя автоуклонами.

Вскрытие рудных залежей по горизонтам предусматривается главными и вентиляционными квершлагами, откаточными штреками.

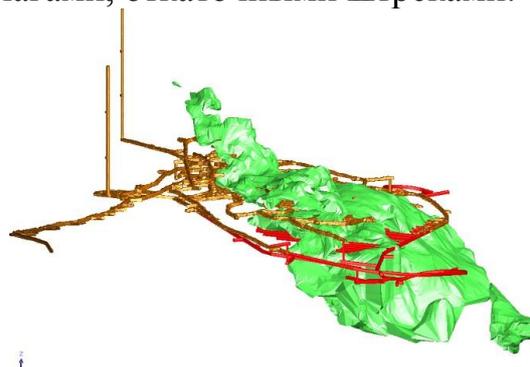


Рис. 4 – Схема вскрытия

Для крепления автотранспортных съездов и выработок горизонтов предусматриваются тяжелые виды крепи:

- металлическое арочное крепление из спецпрофиля с железобетонной затяжкой – 50%;
- монолитным бетоном – 40%;

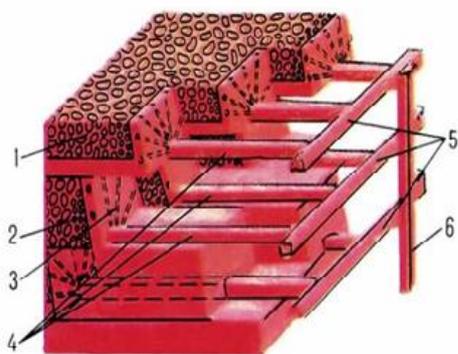
- торкретбетон – 10%.

Все камерные выработки и сопряжения откаточных выработок крепятся монолитным бетоном или железобетоном в зависимости от горно-геологических условий.

1.2.2 Система разработки.

Для отработки запасов месторождения «Восход-ORIEL» используют систему подэтажного обрушения с послойным торцевым выпуском. Применяется для выемки устойчивых руд, позволяющих проводить без крепления выработки сечением 10-12 м².

Подготовка подэтажа к вскрытию производится с проходки заезда на подэтаж из автотранспортного уклона в сторону рудного тела под углом 2° до уровня, подготавливаемого подэтажа. По окончании проходки заезда проходится



транспортный штрек с уклоном 0,004 ‰ в сторону водосборных выработок, которые предусматриваются на всех подэтажах. После обеспечения подэтажа вентиляцией, проходятся рудные орты с интервалом 14 м и со смещением на 7 м от вертикали по отношению к выше пройденным рудным ортам. Проходка выработок осуществляется с применением самоходного оборудования.

1 - обрушенная порода; 2 - обрушенная руда; 3 - веера скважин; 4 - подэтажные штреки; 5 - подэтажные орты; 6 - рудоспуск

Рис. 5 – Система подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды

Высота блока 45-80 м, подэтажа 8-15 м, сечение подэтажных выработок 10-12 м². Расстояние между подэтажными выработками по осям 10-12 м. Для доставки на подэтажи предусматривают наклонные заезды через 250-400 м. Для ускоренного вовлечения запасов блока в отработку обычно проходят заезд сверху вниз и по мере углубления его развивают работы в подэтаже. Выемку ведут отступая, как правило, от всячего блока. Отбивают руду веерами скважин диаметром 50-70 мм, вертикальными, либо имеющими наклон 60-80° в сторону массива или обрушения.

После взрывания 1-2 комплектов скважин приступают к погрузке руды погрузочно-доставочными машинами или погрузчиками в самоходные вагоны, которые транспортируют руду из забоя по подэтажным выработкам до блокового рудоспуска.

Производительность труда на очистной выемке 80-90 т в смену (до 150 т в смену). Расход подготовительно-нарезных выработок 5-9 м/1000 т. Потери руды 10-15%, разубоживание 10-20%. Достоинства: высокая производительность и

интенсивность выемки, сравнительно небольшой объём подготовительно-нарезных работ, конструктивная простота, высокая механизация работ. Недостатки: относительно высокие потери и разубоживание руды.

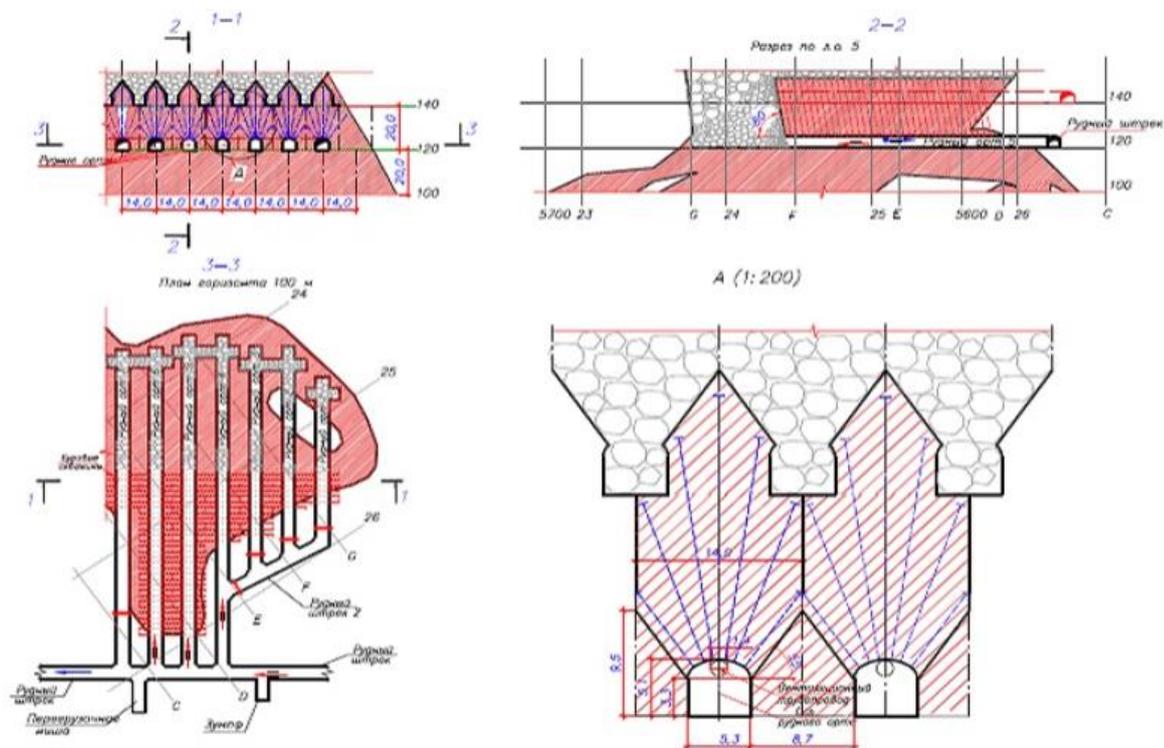


Рис. – 6 Система подэтажного обрушения с послойным торцевым выпуском руды

В постоянной работе находятся две панели: одна на выпуске руды, другая в бурении.

Отбитая руда в панелях доставляется ПДМ TORO 1400 по рудным ортам и транспортным штрекам до перегрузочных камер или загружается непосредственно в автосамосвал TORO 40D.

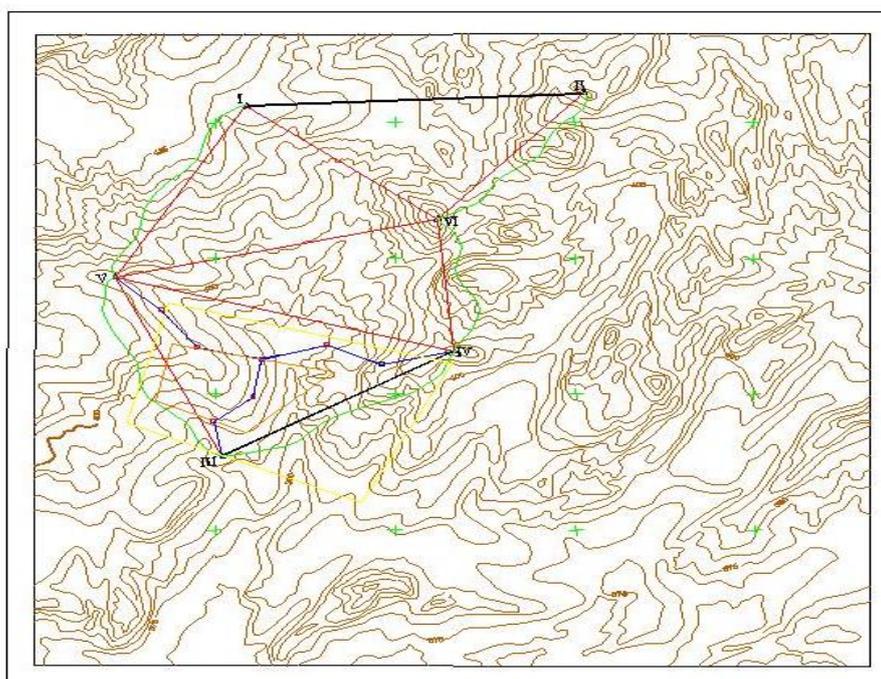
2.МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОРДЕЗИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Геодезические работы

2.1.1 Проект триангуляционной сети.

Метод триангуляции заключается в создании на земной поверхности простых геометрических фигур - треугольников, располагаемых в определённом порядке, форма которых близка к равносторонней. В треугольниках измеряются все углы, благодаря чему осуществляется надёжный контроль полевых угловых измерений. Для определения линейных размеров сторон треугольника достаточно измерить одну из сторон сети треугольников.

Государственная триангуляционная сеть подразделяется на четыре класса: 1,2,3,4. фигуры сетей предыдущего класса являются основной для развития сетей низших классов. Для проектирования триангуляционной сети осуществляем рекогносцировку. Главной целью, которой является выбор окончательного положения на местности закрепленных пунктов триангуляции и уточнение высот геодезических знаков. В процессе рекогносцировки производится также сбор сведений, необходимых для успешной организации и проведения полевых работ.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

 Существующая триангуляция	 Нивелирование III класса
 Проектируемая триангуляция	 Нивелирование IV класса
 Триангуляция I разряда	 Граница I земельного 2 горного отвода

Рис. 7 – Геодезическая сеть

Мы выбираем такой центр, когда глубина промерзания почвы не превышает 1,7 м, и принимаем его на пунктах триангуляции всех классов, включая базисные пункты.

2.1.2 Проект полигонометрической сети.

Вычерчиваем одну систему полигонометрических ходов 1 -го разряда опирающаяся на пункты III и IV триангуляции 3-го класса. Ходы спроектированы с вытянутыми длинами сторон, с одной узловой точкой. Стороны ходов будут измеряться светодальномерами типа СМ-3 двумя приемами со средней квадратической ошибкой измерения стороны $m_s = \pm 0,01$, углы теодолитом 2Т2 тремя приемами со средней квадратической ошибкой измерения угла $m_\beta = \pm 5''$ или же все измерения — электронным тахеометром ЗТА5.

Пункты полигонометрии закрепляются знаками разной конструкции.

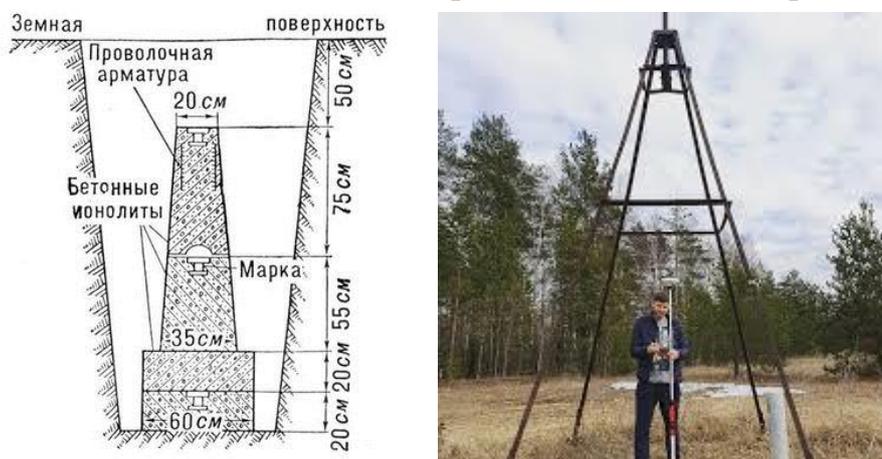


Рис. 8 – Пункты и сигналы полигонометрии

Постоянные знаки закладываем по три знака подряд, для того чтобы можно было проверять их неподвижность при привязках к ним.

Полигонометрический знак должен быть простым в изготовлении, достаточно дешевым, устойчивым и прочным. Широко распространена следующая схема закладки: кусок рельсы (швеллера и т.п.) длиной 2-2,5 м с якорем на конце устанавливается в специально пробуренную скважину и заливают бетоном. В головке рельса помечается центр знака (высверливается или насаживается). Верхний конец знака, для сохранности, лучше располагать ниже поверхности земли и закрывать крышкой. Такой знак может служить и грунтовым репером.

После закладки знака делаем промеры от центра знака до трех- четырех наиболее прочных местных предметов и составляют кроки. По этим крокам в последствии легче обнаружить наружный знак.

Основным способом измерения углов в полигонометрии 1 разряда является способ круговых приемов. Этим способом измеряем, углы на пунктах, где имеется более двух направлений. Если имеется только 2 направления, то

производим измерения влево или вправо лежащих по ходу углов способом отдельного угла (без замыкания горизонта). Измерение углов производится, как правило, по трех штативной системе. Необходимое число приемов измерения углов для тахеометра ЗТА5 составляет 3 приема.

Для угловых измерений в полигонометрии данным проектом предлагается применение тахеометра - автомата ЗТА5. Выбор данного прибора опирается на, удовлетворяющие нас, его характеристики. ЗТА5 позволяет измерять не только направления, но и длину расстояний между пунктами. Он мобилен и достаточно прост в применении, работа на нем экономична по времени (а значит и в материальном плане) измерения не требуют объемной камеральной обработки, что также немаловажно. Таким образом, применение этого прибора наиболее целесообразным.

2.1.3 Проект нивелирной сети.

Назначение нивелирных сетей III и IV классов. Нивелирование III и IV классов производится с целью сгущения сети высотного обоснования для топографической съемки и разного рода инженерных работ. Сети III опираются на знаки нивелирных сетей I и II класса, внутри которых они прокладываются отдельными линиями или в виде схемы ходов с периметром не более 150 - 200 км, пересекающихся между собой в узловых точках.

Нивелированные линии IV класса опирается на марки и репер нивелирования старших классов, и нивелирования по ним производится в одном направлении с невязкой не более $\pm 20 \text{ mm } \sqrt{L}$, где L - длина хода.

Составления проекта нивелирных работ. Проектом устанавливается перечень, объем, стоимость и порядок производства нивелирных работ. Проект должен состоять из сметы, карты с запроектированными на ней нивелирными линиями и текстовой части, в которой подробно даются сведения:

- о назначении нивелирных линий, расчеты по обоснованию выбранной схемы нивелирных ходов;
- об исходных данных и ранее исполненных работах, количестве и типе проектируемых нивелирных знаков;
- об инструментах для нивелирования;
- о способах нивелирования;
- о схемах привязки к существующим сетям и порядке обработки результатов нивелирования.

В соответствии с проектом нивелировочных работ устанавливают: объем и состав всех работ, класс точности, сроки выполнения, категории трудности местности, вид транспорта и прочие условия производства работ.

Затем по соответствующим таблицам сметных норм определяет

Инструменты применяемые при нивелировании. Для нивелирования III класса применяются нивелиры с увеличением зрительной трубы не менее 30х и ценой деления обыкновенного цилиндрического уровня не более 15" на 2 мм, а контактного - около 30". Из нивелиров рекомендуется НВ - 1 и НГ, а также могут быть применены нивелиры НПП и НА - 1.

Для производства нивелирования можно пользоваться рейками трех типов: 1) трехметровыми двусторонними с шашечными сантиметровыми делениями на каждой стороне, красного цвета на одной стороне и черного -на другой; 2) трехметровыми двусторонними с черными сантиметровыми делениями на одной и с красными делениями, равными 11/10 см, на другой стороне; 3) трехметровыми односторонними или двусторонними штриховыми с полусантиметровыми делениями. Рейки первого типа оцифрованы в дециметрах и на черной стороне нуль совпадает с пяткой, а на красной стороне с пяткой совпадает отсчет, превышающий 40 дециметров; на одной рейке он равен 4687, а на другой комплектной 4787, отличающийся на 100 мм. Случайные ошибки дециметровых делений не должны быть больше 0,5 мм.

На черной стороне реек второго типа пятками соответствует нуль дециметровой оцифровки; на красной стороне четной рейки с пяткой совмещен нулевой отсчет, а другой нечетной - отсчет, равный 100.

Для привязок нивелирных ходов к стенным маркам пользуются подвесной реечкой, длина которой 1,2 м, с такими же делениями, что и на основной рейке.

Нивелирование IV класса являются по точности техническим, и для его производства применяют нивелиры с увеличением зрительной трубы не менее 25х и ценой деления цилиндрического уровня не более 25". Из нивелиров отечественных заводов рекомендуется глухие нивелиры НГ и НВ - 1 и нивелир технический с перекладной тубой НТ, которым обычно пользуются как глухим.

Нивелирные рейки применяются шашечные такие же, что и для нивелирования III класса. Как исключение допускается применение односторонних реек трех- и четырехметровых, но при обязательном в этом случае условии нивелирования при двух горизонтах. Случайные ошибки в дециметровых делениях допускаются не более 1 мм.

Закладка и тип реперов. Грунтовые реперы могут быть разного типа. Тип репера выбирается в зависимости от особенности грунта и глубины промерзания почвы. Он состоит из металлической трубы (диаметром 60 мм), нижним концом заделанной в бетонный монолит. К верхнему концу приваривается марка с полушаровой головкой. Вместо трубки часто используется рельсом, верхняя часть которого срезается немного ниже головки рельса и головке придается полусферическая форма.

В районах глубокого промерзания репер закладывают на такую глубину, чтобы основание монолита его было на 1 м ниже глубины наибольшего промерзания.

В районах вечной мерзлоты трубку разделяют так, чтобы нижний конец ее находился на 2 м ниже наибольшей глубины оттаивания грунта.

На заложенные нивелирные знаки составляют описание о них расположений и кроки с указанием на них ориентиров, по которым можно найти знак, оформляют акты и соответствующие документы для их хранения.

Нивелирные работы по закрепленным трассам можно производить не ранее чем спустя сутки после закладки стенных марок и реперов и не ранее

десяти дней после засыпки котлованов с заложенными в них фундаментальными и грунтовыми реперами.

Топографо-геодезические работы, выполненные геолого-маркшейдерским отделом имели своей задачей, обеспечить детальные геологоразведочные работы координацией горно-геологических выработок, надежной геодезической и топографической основами, необходимыми для подсчета запасов полезного ископаемого.

Топографическая съемка масштаба 1:1000 выполнена с сечением рельефа горизонталями через 0.5 м. Разграфка планов прямоугольная - 50×50 см. Система координат – местная. Высоты даны в Балтийской системе высот. Планово-высотным обоснованием топографической съемки масштаба 1:1000, являются пункты микротриангуляции.

2.2 Маркшейдерские работы.

2.2.1 Основные задачи маркшейдерской службы.

На всех этапах освоения месторождения полезных ископаемых (разведке, строительстве и эксплуатации) вплоть до ликвидации горных предприятий производятся маркшейдерские работы.

При разведке месторождений полезных ископаемых маркшейдер на основе топографической съемки разведываемого участка и утвержденного проекта геологоразведочных работ указывает в натуре места заложения разведочных выработок (скважин, шурфов, канав, штолен и т.п.), затем производит съемку и составляет план их расположения. Вместе с геологом маркшейдер оформляет документацию на пройденные выработки (место отбора проб, геологические нарушения, контакты породы и пр.), характеризующую форму залегания месторождения и вмещающих пород, геометрию распределения свойств полезного ископаемого. По построенным графикам маркшейдер и геолог производят подсчет запасов полезного ископаемого.

При проектировании горных предприятий используются маркшейдерские графические и цифровые материалы.

При строительстве горного предприятия основными задачами маркшейдера являются: перенесение в натуре геометрических элементов запроектированных сооружений и горных выработок; осуществление в процессе строительства сооружений и проведения горных выработок контроля за соблюдением геометрических элементов проекта; маркшейдерская съемка, составление планов и разрезов фактического положения вновь построенных сооружений и пройденных в недрах горных выработок.

При разработке месторождений полезных ископаемых основными задачами маркшейдерской службы являются: получение на основании своевременных и полных съемок горных выработок информации об их положении и состоянии, о горно-геологических особенностях месторождения, составление и систематическое исполнение планов горных работ, обработка

многочисленной информации, поступающей в маркшейдерские отделы с оценкой точности полученных результатов[].

При подземной разработке месторождений необходимо установить взаимосвязь между подземными горными выработками земной поверхностью. Маркшейдеру всегда должно быть известно с необходимой точностью, что находится на земной поверхности над горными выработками, и какие горные выработки ведутся под тем или иным участком земной поверхности.

На основании результатов съемки и маркшейдерских планов горных работ шахты или карьера решают различные геометрические задачи, возникающие в процессе ведения горных работ, осуществляют контроль за правильным (т.е. соответствующим проекту) ведением горных работ, следят за полнотой извлечения полезного ископаемого, изучают процесс сдвижения горных пород и земной поверхности, обеспечивают охрану сооружений от вредного влияния горных разработок.

Маркшейдер горного предприятия ведет учет движения запасов полезного ископаемого, определяет количество добытого и потерянного в недрах полезного ископаемого, участвует в текущем и перспективном планировании горных работ шахты, составляет прогноз горно-геологических условий в процессе разработки месторождений, который является основой для планирования развития горных работ, для применения средств механизации при проведении капитальных и подготовительных выработок, а также при выемке полезного ископаемого в очистном забое.

При ликвидации горного предприятия маркшейдер производит съемку горных выработок, пополняет маркшейдерские планы, приводит в надлежащий вид журналы вычислений координат, нивелирования и ориентировок подземной съемки, передает основные маркшейдерские документы ликвидированной шахты на бессрочное хранение.

2.2.2 Капитальные маркшейдерские работы.

2.2.2.1 Ориентирно-соединительная съемка через один вертикальный ствол.

Ориентирно-соединительная съемка имеет своей целью осуществление геометрической связи плановых съемок на земной поверхности и в подземных горных выработках. В результате выполнения ориентирно-соединительной съемки должны быть получены:

- а) координаты x и y начального пункта подземной опорной сети;
- б) дирекционный угол начальной стороны. Нахождение координат называют центрированием подземной опорной сети, а определение дирекционного угла – ее ориентированием.

Получение указанных элементов позволяет вычислять подземную опорную сеть в системе координат, принятой на поверхности. Благодаря этому становится возможным совместно изображать на маркшейдерском плане объекты поверхности и подземных горных работ, а также совмещать в случае необходимости планы разных пластов и горизонтов. Это в свою очередь

позволяет определять положение любого участка горных работ относительно объектов поверхности или других участков.

Из сказанного видно, что без надлежащего выполнения ориентирно-соединительной съемки нельзя обеспечить правильное и безопасное ведение горных работ. Не зная положение горных выработок относительно поверхности, можно подработать те или иные сооружения или водоемы, наткнуться на старые горные работы смежной шахты, затопленные водой. В подобных случаях возможен выход из строя сооружения или прорыв в шахту больших масс воды.

Ориентирно-соединительная съемка является также необходимой частью ряда ответственных задач, решаемых маркшейдером шахты. К ним относятся проведение капитальных горных выработок (околотвольный двор, квершлаг и пр.) по имеющемуся проекту; согласование расположения подземных и поверхностных сооружений подъемного комплекса; заложение на поверхности земли шурфов или скважин, которые должны пересечь горные выработки в заданном месте.

Ориентирование должно выполняться с такой точностью, чтобы разность двух независимых определений дирекционного угла стороны не превышало $3'$. Разность двух независимых определений положения начального пункта при центрировании сети через вертикальную выработку не должна превышать 5 см.

Ориентирно-соединительная съемка через один вертикальный ствол включает: 1) проектирование двух точек с поверхности в шахту; 2) примыкание к этим точкам на поверхности и к их проекциям на горизонте горных работ; 3) вычисления. Проектирование осуществляется с помощью двух отвесов 4, опускаемых в ствол (рис 9). Благодаря вертикальному положению отвесов, их координаты x и y на поверхности (точки A и B) и в шахте (точки A_1 и B_1), а также дирекционные углы створа отвесов α_{AB} и $\alpha_{A_1B_1}$ совпадают. Тем самым точки A и B и направление AB оказываются спроектированными с поверхности на горизонт горных работ.

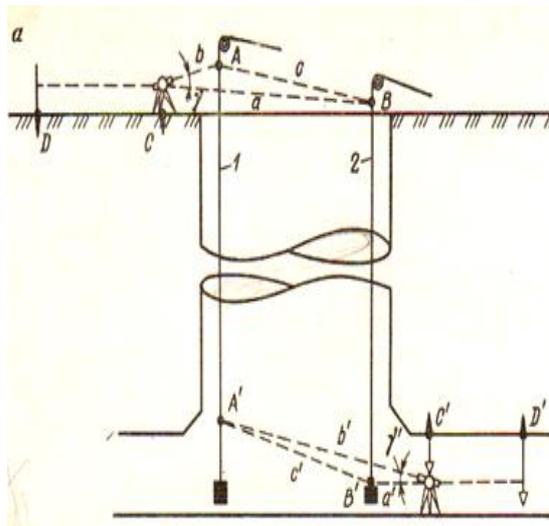


Рис. 9 – Схема ориентирно-соединительной съемки через один вертикальный ствол

Примыкание производится способом соединительного треугольника, т.к. этот способ позволяет получить довольно высокую точность примыкания за счет создания треугольника выгодной формы тщательного выполнения измерений. Достоинством примыкания соединительным треугольником является простая схема выполнения измерений и вычислений. Поэтому при производстве ориентирно-соединительной съемки через один ствол геометрическим методом примыкание почти всегда осуществляется соединительным треугольником (рис.10).

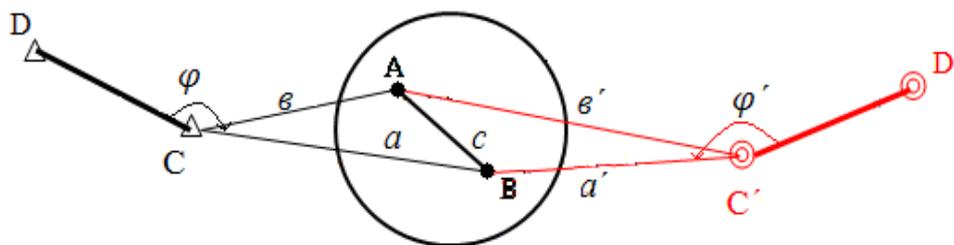


Рис. 10 – Примыкание к отвесам способом соединительного треугольника

Следует заметить, что при ориентирно-соединительной съемке через один ствол проектирование и примыкание выполняются особенно тщательно с использованием специальных приемов.

Выбор расположения примычных точек. На рис.10 показан случай, когда способ соединительного треугольника использован для примыкания и на поверхности, и на горизонте горных работ. При этом на поверхности и в шахте вблизи ствола закрепляют точки С и С1 с таким расчетом, чтобы с них были видны оба отвеса, а также ближайший пункт поверхностной и подземной опорной сети. Вместе с проектируемыми точками А и В и их проекциями А1 и В1 выбранные точки образуют треугольники АВС и А1В1С1 которые называются соединительными.

Точки С и С1 выбирают таким образом, чтобы придать обоим соединительным треугольникам выгодную форму, при которой погрешности измерений оказывают минимальное влияние на точность примыкания.

Наиболее выгодную форму имеет треугольник с углами γ и α (или β), не превышающими $2-3^\circ$ и с возможно меньшим отклонением $a:c$ и $b:c$.

Измерение углов. На закрепленных точках С и С1 измеряют углы соединительных треугольников γ, δ и ϵ ($\gamma_1, \delta_1, \epsilon_1$). Измерения производятся не менее чем двумя приемами. Расхождение углов в приемах не должно превышать $10''$. Средняя квадратическая погрешность каждого из углов должна быть не более $7''$.

Линейные измерения. Линейные измерения. С помощью рулетки измеряют все три стороны соединительного треугольника a, b, c (a_1, b_1, c_1). Каждая из сторон измеряется пять раз, причем разность между отдельными результатами не должна превышать 2 мм. За окончательное значение принимается среднее арифметическое. На этом измерения заканчивают и

приступают к камеральной обработке примыкания. Она складывается из контроля правильности измерений, решения соединительного треугольника и вычисления дирекционного угла и координат.

2.2.2.2 Передача высотной отметки.

Передача высотной отметки дальномером ДА-2 (рис.11). В приборе ДА-2 мерный диск и барабан с намотанной на нем проволокой смонтированы на общей горизонтальной оси, установленной в станине ручной лебедки. Проволока направляется с барабана на мерный диск, системой роликов, огибая его на 270° . Барабан лебедки жестко соединен с горизонтальной осью прибора и вращается рукояткой. Мерный диск свободно (независимо от барабана) вращается на той же горизонтальной оси. Если конец проволоки, разматывая с барабана, опускать в шахту, то это вызывает вращение огибаемого его мерного диска.

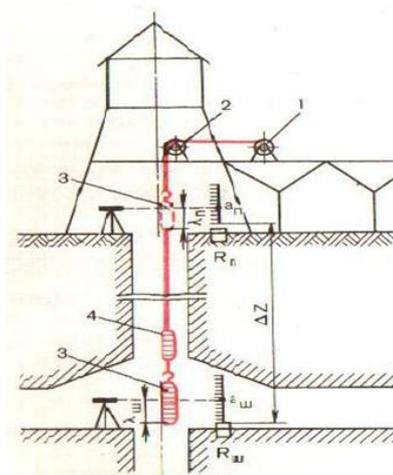


Рис. 11 – Передача высотной отметки при помощи ДА-2

Мерный диск шестернями соединен со счетчиком оборотов, по которому отсчитываются сотни, десятки и единицы полных оборотов диска. Длина окружности диска равна 1 м. Поэтому по счетчику оборотов отсчитывается целое число метров пути, пройденного концом проволоки. Для определения долей оборотов окружность одной реборды диска разделена на 100 частей. Десятые доли делений оцениваются на глаз. Из сказанного следует, что в целом число оборотов мерного диска оценивается с точностью до третьего знака после запятой, а путь, пройденный концом проволоки до миллиметра.

Мерный диск сделан из металла с небольшим коэффициентом мellowого расширения. Для учета температуры диска к нему прикреплен термометр.

На нижний конец проволоки подвешивается рейка-груз, представляющая собой стальной цилиндр, залитый свинцом. На поверхности цилиндра нанесены сантиметровые деления, оцифрованные в шахматном порядке. Такое устройство рейки-груза и ее оцифровка позволяют брать отсчеты даже при ее вращении. В комплексе прибора имеется также контрольная рейка, изготовленная из алюминия, и крепится на проволоке двумя зажимными винтами.

Для передачи координаты Z через вертикальный ствол с поверхности в шахту (с репера R_n на репер $R_ш$) прибор ДА-2 устанавливается над стволом

(например, на полу поднятой и закрепленной клетки) или на приемной площадке. В последнем случае проволока в ствол пропускается через закрепленный в станке копра направляющий блок. К концу проволоки подвешивают рейку-груз, а на расстоянии 1-2 м закрепляют на проволоке контрольную рейку. Разматывая проволоку с барабана лебедки, опускают рейку-груз на уровень нивелира, установленного на нулевой площадке ствола, и при неподвижном положении ее (барабан лебедки на защелке) берут отсчеты.

2.2.2.3 Маркшейдерские подземные опорные сети.

Маркшейдерские опорные сети являются главной геометрической основой для выполнения съемок горных выработок и решения горно-геометрических задач, связанных с обеспечением правильной и безопасной разработки месторождений полезных ископаемых.

Исходными пунктами для развития подземных опорных сетей при вскрытии месторождений вертикальными стволами служат пункты центрирования и ориентирования сети, закрепленные приствольных выработках на каждом горизонте ведения горных работ. Опорные сети прокладываются по главным подготовительным выработкам от ствола к границам шахтного поля. Полигонометрические ходы опорных сетей должны быть замкнутыми, прокладываться между пунктами с твердыми координатами и твердыми дирекционными углами при них или в прямом и обратном направлениях.

Методика создания опорной сети и точность угловых и линейных измерений должны быть такими, чтобы погрешность положения наиболее удаленного пункта шахтного поля относительно исходного не превышала $\pm 0,8$ мм основного плана горных работ. Поэтому на каждой шахте должен быть специальный проект создания и развития подземной маркшейдерской опорной сети с предрасчетом погрешности наиболее удаленного пункта.

Подземная теодолитная съемка, состоящая из угловых и линейных измерений и последующих вычислений, имеет своей непосредственной целью определение координат системы пунктов, обозначенных в горных выработках шахты специальными знаками. Она является основным видом горизонтальных съемок горных выработок. Результаты теодолитной съемки используются для составления планов горных работ и другой графической документации, а так же для аналитического решения различного горно-геологических задач.

Прямые линии, соединяющие смежные пункты, заложенные в горных выработках, образуют замкнутые и разомкнутые многоугольники, называемые теодолитными ходами или полигонами.

Прокладывая в шахте теодолитные ходы, измеряют горизонтальный угол между каждыми двумя смежными сторонами хода, вертикальный угол наклона и длину каждой стороны хода.

Каждый теодолитный ход должен быть привязан к пунктам предыдущей съемки. В зависимости от формы полигонов и способа привязки их к пунктам предыдущих съемок различают несколько видов теодолитных ходов:

1. Свободный (висячий) разомкнутый ход, опирающийся на на один пункт с твердыми координатами и на твердый дирекционный угол.
2. Свободный замкнутый ход, опирающийся на один пункт с твердыми координатами и на один дирекционный (рис.12).

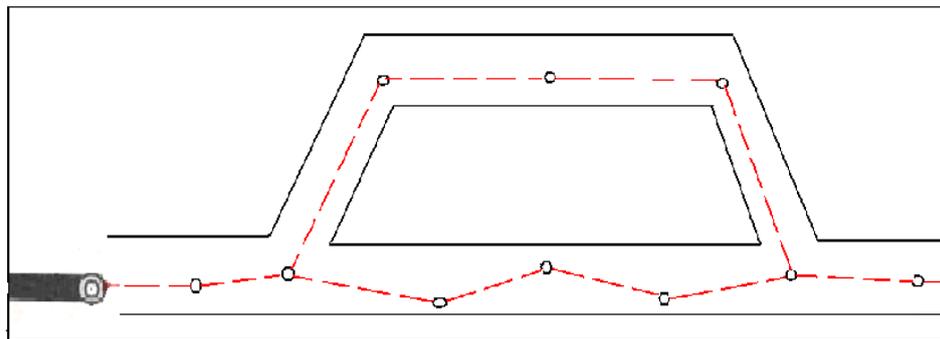


Рис. 12 – Подземный замкнутый ход, опирающийся на один пункт с твердыми координатами

3. Не свободный разомкнутый ход, опирающийся в конце и в начале на пункты с твердыми координатами и твердые дирекционные углы.
- 4 Не свободный разомкнутый ход, опирающийся в конце и начале на пункты с твердыми координатами (например, ход между отвесами при ориентировки через два вертикальных стволов).

По точности, назначению и методике создания различают опорные сети, съемочные сети 1 разряда, съемочные сети 2 разряда и сети повышенной точности.

Расположение их следует приурочивать к местам сопряжения горных выработок.

Опорные сети пополняются через 300-500 м подвигания забоя основной подготовительной выработки. Общая протяженность отдельного хода сети не ограничивается и связано с протяженностью выработок.

При закреплении постоянного пункта в почве выработки, что следует делать только при неустойчивой кровле, над пунктом в вербняке крепи забивают временный знак. Последний служит лишь для облегчения отыскания постоянного пункта, но не для центрирования под ним теодолита или сигнала.

При закладке постоянного пункта составляется эскиз его местонахождения и координат теодолитных ходов.

Временным знаком закрепляются все пункты подземных теодолитных ходов кроме тех, которые избраны для закрепления постоянными знаками. Отверстие во временном знаке, предназначенное для шнура отвеса, должно быть не более 2 мм. Временный знак может быть забит в деревянную крепь горной выработки, в деревянную пробку, прочно забитую в специально пробуренную скважину, или закреплен на элементах металлической крепи.

Возле каждой вершины теодолитного хода на боковой стенке выработки должен быть четко обозначен порядковый номер знака. Система нумерации устанавливается главным маркшейдером шахты.

2.2.3 Текущие маркшейдерские работы.

2.2.3.1 Рассечка горной выработки.

Задача маркшейдера сводится к тому, чтобы указать точки 1-2 на стенке существующей горной выработки для проведения новой выработки. Для этого необходимо иметь:

План существующих горных выработок;

Результаты теодолитных ходов, проложенных по этим выработкам;

Проект новой горной выработки.

С проекта снимают кальку. Кальку накладывают на маркшейдерский план и карандашом наносят проектное положение новой горной выработки. На плане указывается положение точек 1-2 новой выработки. Для вынесения этих точек в натуру маркшейдер на плане по стороне теодолитного хода существующей горной выработки от точки 2229 измеряют расстояние l 2229-1.

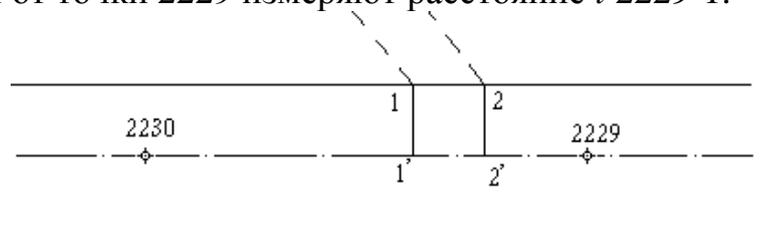


Рис.13 – Рассечка горной выработки

Затем в шахте откладывают эти расстояния в натуру и получают положения точек 1' и 2'. От них на стенку горной выработки откладывают перпендикуляры и указывают положение точек 1 и 2 новой горной выработки.

2.2.3.2 Задание направления горной выработки в горизонтальной плоскости.

После рассечки маркшейдер переходит к заданию направления в горизонтальной плоскости. Исходными данными являются координаты x , y точки 2229. На плане прочерчивают геометрическую ось новой горной выработки. На оси указывают положение точек А и В. Точку А выбирают на стороне теодолитного хода существующей выработки. По плану измеряют координаты x_A , y_A , x_B , y_B . Основными параметрами при задании направления являются: угол направления в горизонтальной плоскости β и длина S .

Решая обратную геодезическую задачу вычисляют дирекционный угол α 2229-А и расстояние l 2229-А.

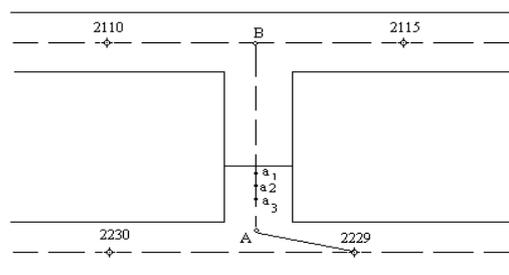


Рис. 14 – Задание направления горной выработке

Точку В также выбирают на стороне теодолитного хода, т.е. в том месте где пересекаются геометрическая ось новой горной выработки со стороной теодолитного хода.

Аналогично вычисляем дирекционный угол α_{2116-B} и расстояние l_{2116-B} .

Вычисляем дирекционный угол α_{AB} и расстояние l_{AB} так же решая обратную геодезическую задачу. По разности дирекционных углов α_{AB} и α_{A2229} получаем горизонтальный угол β_A . β_A и l_{AB} являются исходными данными для выноса в натуру направления А-В.

После вычислений маркшейдер непосредственно в шахте выполняет следующие работы. С точки 2229 откладывают угол β_{2229} и на расстоянии l_{2229-A} закрепляют точку А. После закрепления точки, выполняют контрольные измерения т.2229, l_{2229-A} . Аналогично закрепляют т.В.

Затем переходим на т.А, устанавливают теодолит и откладывают угол β_A . На продолжении визирной оси закрепляют направление точки. Результаты выполненной работы маркшейдер заносит в книгу маркшейдерских указаний.

2.2.3.3 Задание направления горной выработки в вертикальной плоскости.

Задача сводится к построению горной выработки в плоскости, угол наклона в которой равен углу наклона горной выработки. Исходными данными является проектный уклон

$$i = \frac{H_n - H_p}{L}, \quad (2.24)$$

Для вычисления проектного уклона новой горной выработки необходимо знать, между какими горными выработками она проходит. По результатам предыдущего нивелирования определяют отметки головки рельс в точке сопряжения новой горной выработки со старыми. Расстояние между точками сопряжения измеряется по плану. И вычисляют проектный уклон новой выработки. Затем вычисляют проектную отметку 1-ой пары реперов.

$$\begin{aligned} H_p &= H_A - (-a - b), \\ H_{R1-2} &= H_p + i_{np} \cdot L + 1.00. \end{aligned} \quad (2.25)$$

Для вычисления репера HR1-2 необходимо знать расстояние от головки рельс. Зная расстояние, вычисляют $HR1-2 \cdot 1.00$ – величина шаблона, это расстояние по вертикали от репера 1-2 до головки рельс под репером новой выработки.

На правом и левом боках горной выработки замеряют пару реперов на отметке HR1-2. От головки рельс отмеряют расстояние L, вычисляют отсчет вR1-2 по формуле

$$b_{R1-2} = m - H_{R1-2}, \quad m = H + (-a_A). \quad (2.26)$$

Маркшейдер в район будущего репера отправляет рабочего с рейкой, рабочий держит рейку на весу, в руках приподнимая или опуская ее, пока маркшейдер не обнаружит в поле зрения трубы нивелира этот отсчет вR1-2. При появлении отсчета рабочий в боку горной выработки отмечает положение будущего репера. Дается подбур, забивается деревянная пробка. Рейку ставят на пробку, берут отсчет. По результатам отсчета и ожидаемого отсчета вR1-2 определяют величину, на сколько ниже точка установки рейки. На этом расстоянии забивается маркшейдерская марка. Аналогичную работу выполняют на второй паре. Вычисляют ее проектную отметку

$$H_{R3-4} = H_p + i(L + L_0),$$

$$H_{R3-4} = H_{R1-2} + i \cdot L_0, \quad (2.27)$$

где, L_0 – расстояние между парами реперов. Оно равно примерно 10м.

Затем вычисляют отметку $vR3-4 = m - HR3-4$.

Тем самым в горной выработке построена плоскость, угол наклона которой будет равен углу наклона горной выработки. Результаты заносят в книгу маркшейдерских указаний.

2.2.3.4 Задание направления криволинейным участкам.

Задание направления проходки под проектными радиусами закруглений может быть выполнено различными способами. Наиболее простым является способ перпендикуляров от проектных сторон подземного полигона (рис. 15). Сущность этого способа заключается в следующем.

На план горных работ крупного масштаба 1:100 -1:200 наносят по координатам точки теодолитного хода 7, 8, 9, показывают пройденную и проектную горные выработки. На криволинейной проектной выработке разбивают проектный полигон и при его вершинах 7, 8, 9, ... графически определяют углы. и длины сторон между точками 7-8, 8-9,...

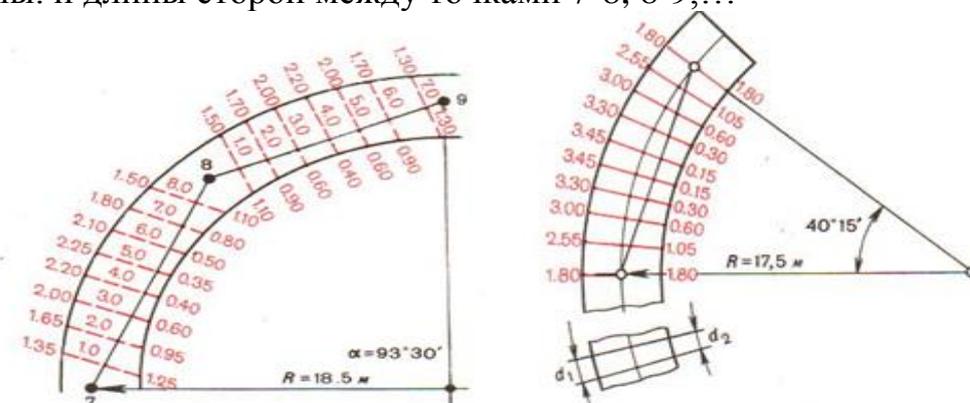


Рис. 15 – Задание направления для проходки криволинейной выработки.

Проектные стороны е -1,1-2,2-3 и т.д. разбивают перпендикулярами на отдельные отрезки. Расстояние между перпендикулярами зависит от радиуса кривизны выработки, способа ее крепления и других факторов и обычно принимается 2-5 м. По каждому перпендикуляру графически определяют от створной линии размеры l_i - влево, S_i - вправо, а также расстояние L_i от точки разбивки до данного перпендикуляра. Эти данные являются основой для проходки выработки.

Установив теодолит в начальной точке В, откладывают угол и по направлению визирного луча на точку 1 проектного полигона вывешивают три проходческих отвеса а, б, в. Это направление для проходки выработки между точками В-1 является постоянным. По мере проходки выработки контролируют, чтобы по заданному направлению и длине соблюдались условные размеры влево и вправо по каждому сечению согласно схеме.

Как только сделана проходка выработки на первом криволинейном участке, делают съемку и проектную точку 1 выставляют в натуру.

Дальнейшую проходку на участке 1-2 ведут по той же методике. Идя так от участка к участку, проходят всю выработку. Фактическую проходку на плане сравнивают с проектом и при надобности сразу же вносят изменения.

2.2.3.5 Вертикальные съемки горных выработок.

Вертикальной съемкой называется совокупность измерений и вычислений, в результате которых определяются высоты (координаты Z) отдельных точек.

Вертикальная съемка в шахте производится для следующих основных целей: а) определение координат Z пунктов, заложенных в горных выработках; б) контроля уклонов основных откаточных выработках; в) задание направления в вертикальной плоскости выработкам, проходимым встречными забоями; г) исследования и изображения формы залегания полезного ископаемого.

Геометрическое нивелирование производится в горных выработках с углом наклона до 5 — 80 (иногда до 150) с целью определения отметок реперов и пунктов подземной теодолитной съемки.

Нивелирование предназначено так же для определения профиля рельсовых путей и для других нужд горного производства (задания направлений и сбойка выработок в вертикальной плоскости, разбивочные работы при подземном шахтном строительстве и т.д.)

В подземных условиях техническое нивелирование аналогично нивелированию на земной поверхности. Отличительными особенностями являются: расположение исходных и определяемых пунктов как в почве, так и в кровле выработки; стесненные условия работ и трудность соблюдения равенства плеч; необходимость освещения реек и инструмента индивидуальными шахтными светильниками; запыленность атмосферы.

Высотные отметки реперов и пунктов полигонометрических ходов определяются с помощью замкнутых или пройденных в прямом и обратных направлениях висячих ходов. В опорных сетях нивелирование производится из

середины с допустимым неравенством плеч в пределах 5-8 м. Расстояние от нивелира до рейки не должно превышать 50 м. Отсчеты по рейкам берут с точностью до миллиметра.

Рассмотрим возможные схемы геометрического нивелирования в подземных выработках.

1. Нивелирование ведется по реперам, расположенным в почве выработки. В данном случае превышение пункта В над пунктом А будет определяться разностью отсчетов по рейкам, установленным на задней и передней точках (рис.16): $h = a - b$ (здесь h - превышение, a - отсчет по задней рейке, b - отсчет по передней рейке).

2. Нивелирование ведется по реперам, расположенным в кровле выработки. Превышение пункта В над пунктом А определяется как разность отсчетов, сделанных по рейкам, подвешенным на передней и задней точках: $h = a - b$ (рис.16,б).

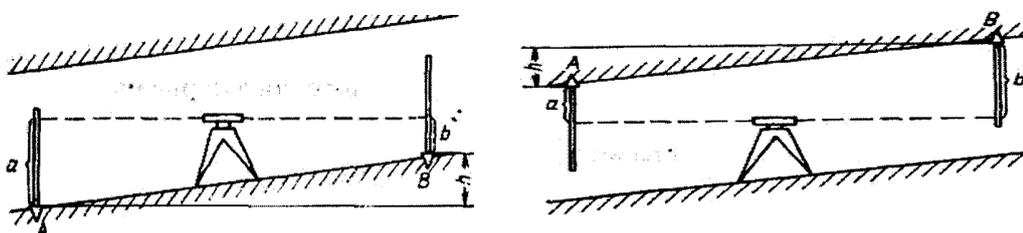


Рис. 16 – Схема геометрического нивелирования из середины
а) пункты закреплены в почве; б) пункты закреплены в кровле выработки

3. Нивелирование ведется по реперам, из которых задний закреплен в кровле, а передний - в почве выработки. Превышение при такой схеме расположения реперов равно сумме отсчетов по обеим рейкам, но со знаком минус: $h = - (a + b)$.

4. Нивелирование ведется по реперам, из которых задний закреплен в почве, а передний - в кровле выработки. Превышение переднего репера над задним равно сумме отсчетов по обеим рейкам: $h = a + b$.

Рассмотренные выше частные случаи определения превышений при различных схемах расположения реперов могут быть объединены общим правилом: превышение между реперами при любой схеме нивелирования равно переднему отсчету минус задний отсчет; при этом отсчет по рейке репера, расположенного в почве выработки, считается положительным, а отсчет по рейке репера, расположенного в кровле выработки - отрицательным.

Отсчеты берут по черной и красной стороне реек или только по черной стороне, но при двух горизонтах инструмента. Расхождения в превышениях на станции определенных по черным и красным сторонам реек или при двух горизонтах инструмента, не должно превышать 10 мм.

Камеральная обработка нивелирного хода производится аналогично обработки нивелирного хода на земной поверхности.

Тригонометрическое нивелирование горных выработок.

Тригонометрическое нивелирование производится в выработках с углом наклона более 5-8°. Инструментами для тригонометрического нивелирования служат теодолит с погрешностью отсчитывания по вертикальному кругу не более 30" и стальная рулетка. Измеряют четыре величины: — угол наклона луча(α); L — наклонное расстояние от точки А (горизонтальная ось инструмента) до точки В; i - высоту инструмента; v — высоту сигнала.

Угол измеряют при двух положениях зрительной трубы. Расстояние измеряют стальной рулеткой по методике измерения длин сторон подземной полигонометрии. Высоту инструмента и сигнал измеряют дважды стальной рулеткой. Разность измерений не должна превышать 5 мм.

Принципиальная схема тригонометрического нивелирования приведена на рисунке 17.

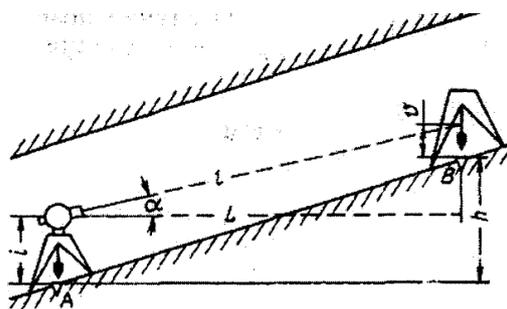


Рис. 17 – Общая схема тригонометрического нивелирования в подземных выработках.

Пусть имеются два расположенных в почве превышение пункта В над пунктом А. для этого теодолит для измерения угла наклона стороны А В можно расположить как в точке А, так и в точке В. Поместим вначале теодолит в нижней точке А. Над пунктом В центрируется отвес, на котором должна быть отмечена специально или выбрана какая-нибудь точка (например, точка входа шнура в отвес, острие отвеса, прикрепленная к шнуру канцелярская скрепка и т. п.), на которую производят визирование зрительной трубы теодолита.

Поскольку точки могут быть в кровле или в почве выработки, высоты инструмента и сигнала, определяемые от точек в кровле считать отрицательными. Превышение для каждой линии хода определяется в прямом и обратном направлениях. Тригонометрическое нивелирование выполняется одновременно с проложением полигонометрического хода, так как оба вида этих работ имеют много общих элементов.

3 МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЪЕМКИ ОТВАЛОВ И СКЛАДОВ ТОВАРНОЙ РУДЫ

3.1 Общие сведения

В последние годы в маркшейдерско-геодезической практике и технологии производства работ шагнули, далеко вперед. При постоянном стремлении к повышению производительности и сокращению штата маркшейдерского отдела, требования к скорости и качеству, а также безопасному ведению измерительных работ возрастают. В связи с этим перед инженерно-техническим персоналом встала задача, связанных с внедрением в производство высокотехнологичных методов ведения маркшейдерских работ.

Одним из реальных примеров внедрения лазерного сканирования является опыт внедрения его на рудниках «Казхром» при маркшейдерском контроле учета добычи. Способом такого контроля является производство ежемесячных замеров горных работ с последующим подсчетом объемов добычи, для чего проводится съёмка складов полезного ископаемого и отвалов породы различными способами [15].

ДГОК получает следующие виды продукции переделов обогащения и окомкования (рядовая руда, бедная, богатая, концентраты, брикеты, облой, окатыши, подрешетный продукт, некондиция окатышей и др.).

Вся продукция, остатки руды и незавершенного производства до отгрузки потребителю находится на складах, емкостях и др. устройствах (рис.18).



Рис. 18 – Внешний вид отвалов и шабелей на рудниках ДОНГОКа

Сначала ознакомились с условиями расположения 30 складов (таблица 1).

На самом деле количество фактических складов (временных, промежуточных и др.) составило: закрытых – 11; открытых – более 90 складов и внутри каждого из них расположены отдельные штабеля.

Таблица 1 - Склады товарной продукции на промплощадке ДГОК

№ п/п	Наименование склада	Площадь, м2
ФООР		
1	Закрытый склад	7 000
2	Казамхром	16 300
3	Шестой путь	2 200
4	Межпутье	14 700
5	Котлован	7 000
6	рудный склад ШМ	1 400
7	Брикетирование	7 800
8	Подрешетный продукт	24 000
9	БШК концентрат 5-10 мм	1 000
10	Концентрат 0-5 мм в емкостях	310
11	ОМК концентрат 0-5 мм в 2-х местах	300
12	УПО-1	1 400
13	УПО-2	1 600
14	Байпас в 2-х местах	100
15	Концентрат 10-160 мм	4 700
	Всего по ФООР	89 810
ДОФ-1		
1	3-5 участки	6 400
2	Отвал	5 120
3	Отвал 6 путь	5 060
4	ЦРС	7 200
5	Руда 10-160 мм	5 500
6	Руда 100-300 мм	1 800
7	Концентрат 10-160 мм	2 500
8	7 путь	7 000
9	Облой	4 700
10	Брикеты	500
11	Концентрат в емкостях	1 500
	Всего по ДОФ	47 280
	Итого по ДГОК	137 090

3.2.Электронный тахеометр

ДГОКа была провизведена эскпериментальная маркшейдерская съемка одного и того же отвала рудного концентрата 10-160мм оптическим (ЗТ5К), электронным (TS-09) тахеометрами, фотокамерой(LG 360) и лазерным сканером(Faro). Результаты съемки электронным тахеометром приведены ниже: план расположения концентрата 10-160 мм, масштаб 1:300 и вертикальные сечения по профилям (рис.19) и определение объема склада (табл.2).

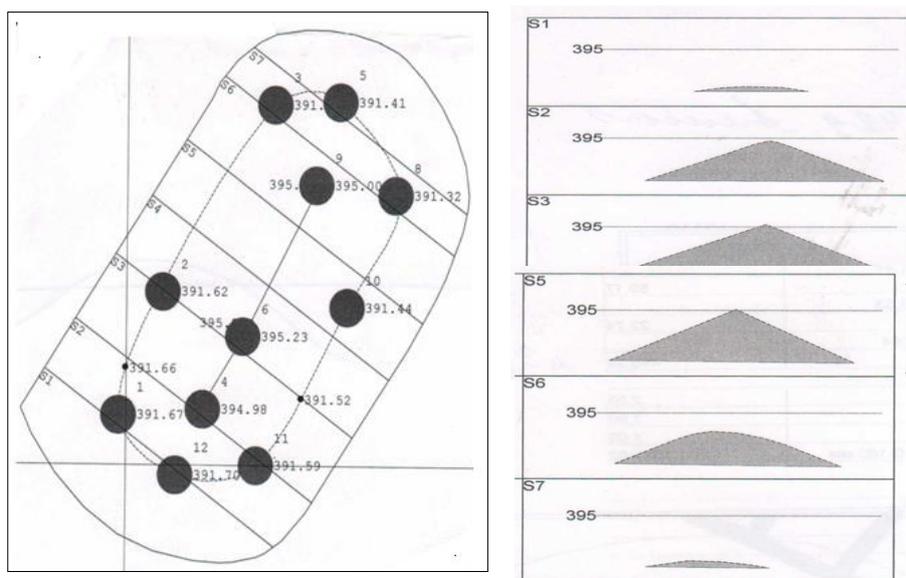


Рис. 19 – План расположения концентрата

Съемку электронным тахеометром вела уч. маркшейдер Медведева Т.А. и объем отвала составил 445.29 м³.

Таблица 2 - ФООР Дата 18.05.2019

Сечение	Расстояние, м	Площадь, кв.м	Объем, куб.м
S1		1.37	
	3.88		38.76
S2		18.61	
	5.00		101.63
S3		22.04	
	4.50		99.02
S4		21.97	
	4.33		93.98
S5		21.44	
	4.85		89.17
S6		15.33	
	2.68		22.74
S7		1.64	
Итого			445.29
Объемный вес, т/куб.м			2,33
Влажность, %			1,90
Коэффициент разрыхления			1,00
Руда, т концентрат 10-160 мм			1057,62

3.3 Лазерно-сканирующая система Faro Focus 3D

Внедрение в практику наземных лазерно-сканирующих систем можно назвать наиболее значительным технологическим новшеством в начале XXI века в маркшейдерии, геодезии и ряде смежных отраслей. Технологии лазерного сканирования решили вопрос дискретности съёмки за счёт крайне высокой плотности снимаемых точек, количество которых может составлять десятки миллионов. Подобная плотность позволяет получать «естественную» трёхмерную модель, объекта, причём ещё на стадии» производства, съёмки.



Рис. 20 – Производство съёмок сканером с использованием мобильного комплекса

Мгновенная трёхмерная визуализация, высокая точность и степень детализации, высокая производительность труда, комфортные условия полевых работ, получение результата при любых условиях освещения, обеспечение безопасности при съёмке труднодоступных и опасных объектов — вот главные из многочисленных преимуществ» метода перед тахеометрической съёмкой и другими наземными видами съёмки[6].

Принципиальное отличие технологии лазерного сканирования от традиционных методов геодезических измерений заключается в том, что она позволяет собирать огромный объем информации за очень короткий интервал времени. Путем 3D сканирования получить облако точек с координатами высокой точностью, по скану строится каркасная модель данного объекта, по которым можно быстро и оперативно рассчитать объемы и площади.

Снимаемый лазерным сканером Faro Focus 3D (США), отвал на территории ДОФ-1 имел форму призмы (рис.21).

Faro Focus 3D – высокоскоростной стационарный лазерный 3D-сканер. Габариты устройства без штатива составляют всего 204x200x100мм, что делает его одним из наиболее компактных сканеров в своем классе. Расстояние до объекта может составлять 120 метров, при этом точность сканирования



достигает 0,015мм. Сканеры Focus3D – это самые компактные и легкие сканеры из всех доступных на рынке, что делает их идеальными инструментами для выполнения геодезических и маркшейдерских работ[7]. Основные преимущества:

Эффективность: большой диапазон измерений - до 120 метров, компактность, автоматическое сохранение результатов, экономия до 50% времени при сканировании и Рис. 21. Faro Focus 3D обработке по сравнению с другими лазерными сканерами.

Точность и скорость: Focus 3 D создает точную виртуальную копию со скоростью до 976000 точек в секунду.

Компактность и легкость: имея размеры 24x20x10 см и вес 5.0 кг, Focus3D является самым маленьким, когда-либо созданным, 3D сканером

Экономичность: непревзойденное соотношение цена/качество - по сравнению с предыдущей моделью цена снижена в 2 раза.

Простота использования: сенсорный дисплей и интуитивно-понятный интерфейс позволяют управлять всеми функциями сканера.

В результате выполнения лазерного сканирования получается облако точек лазерных отражений, - тех точек, до которых были выполнены измерения с помощью лазерного излучения. Облако точек содержит информацию о пространственных координатах каждой измеренной точки, принадлежащей какому-либо объекту в зоне работы сканера – зданию, мачте уличного освещения, дереву, памятнику архитектуры и т.п. В дальнейшем, работа с результатами измерений лазерных сканеров производится в специальном программном обеспечении, которое является неотъемлемой частью технологического решения. По облакам точек можно решать множество задач, среди которых:

Построение трехмерных цифровых моделей поверхности измеренных объектов;

Построение различных чертежей – планов, профилей, сечений;

Оценка текущего состояния различных конструкций по сравнению с проектной моделью;

Определение деформаций объекта в результате сравнения последовательно выполненных измерений;

Выполнение «виртуальной» топографической съемки местности в офисе.

Огромными достоинствами технологии являются скорость съемки и ее детальность. В результате можно оперативно получать информацию о текущем состоянии объекта и, в случае необходимости, отслеживать все изменения почти в реальном времени. Кроме того, ничто не останется незамеченным, т.е. к результатам измерений можно вернуться в любой момент, когда потребуется какая-либо дополнительная информация об измеренном объекте.

Результаты лазерного сканирования Faro Focus 3D обрабатываются программным комплексом Trimble RealWorks. ПО Trimble RealWorks - это мощное офисное программное обеспечение для получения данных от инструментов Trimble Spatial Imaging (лазерного сканера Faro Focus 3D), и их представления в трехмерном виде[8].

Программа Trimble RealWorks используется для быстрого расчета для повышения производительности строительных и горных работах, где рассчитывается объемы (рудных отвалов, грунтов, балласта и строительных материалов в виде отвалов и куч) на основе высокоточного интегрального метода, эффективно работающего даже при низкой плотности облака точек.

3.4. Результаты определения объема лазерным сканером

Из отсканированного объекта (в нашем случае отвалы концентратов и руды) строится 3D модель (рис.22, а, б) При создании модели имеется возможность визуализировать и редактировать её в 3D. Это позволяет оценить качество созданной модели. Основными методами редактирования является редактирование точек (изменение треугольников или удаление), а также редактирования треугольников, которое заключается в переброске направлений 3D и их представления в трехмерном виде[10].

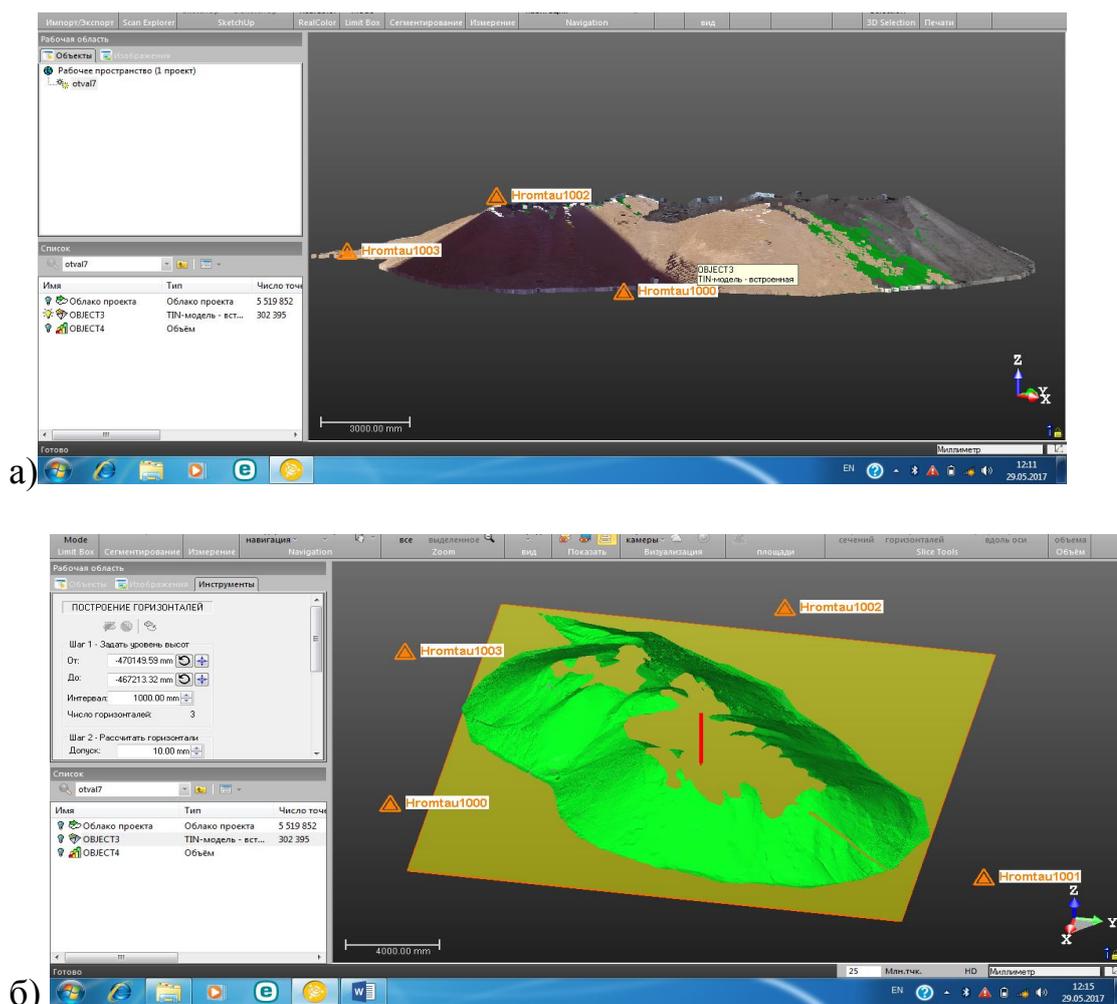


Рис. 22 – 3D модели отсканированного объекта

При создании модели имеется возможность визуализировать и редактировать её в 3D. Подсчет объемов отвалов разной фигуры выполняется путем построения сетки квадратов и вычисления высот поверхности в узловых точках. Эти высоты интерполируются из плоскостей треугольников, поэтому так важна конфигурация треугольников в модели рельефа. Результат вычислений площади поверхности и объема сразу отображается на экране, в окошке сверху, где показано красной стрелкой (рис.23,а), а результат определения объема показан на (рис.23,б) синим цветом.

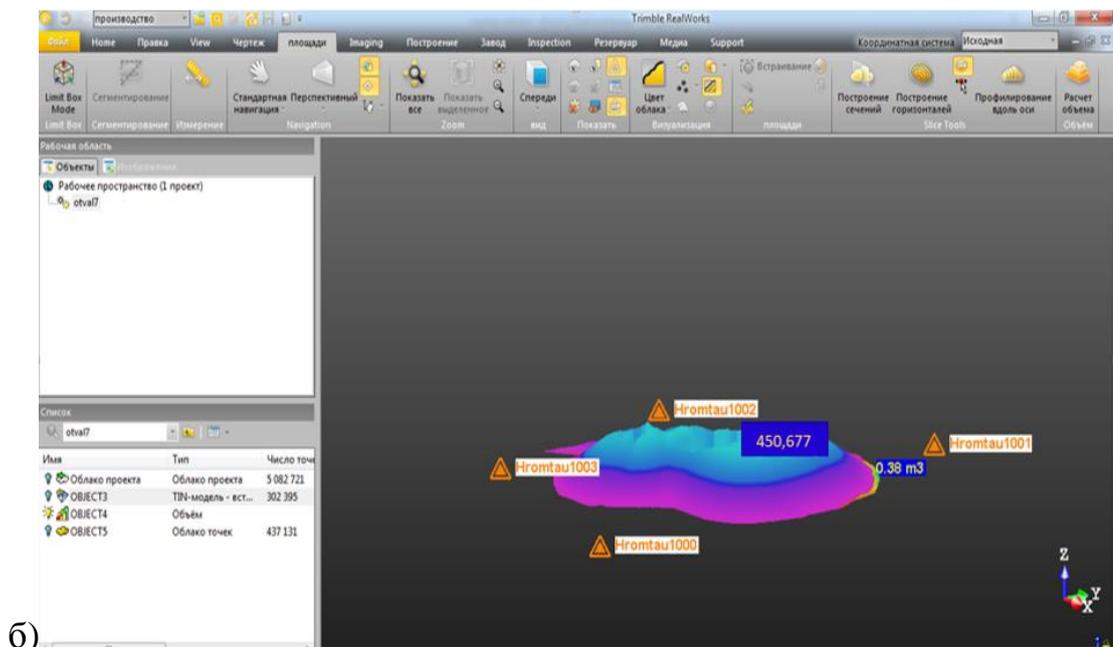
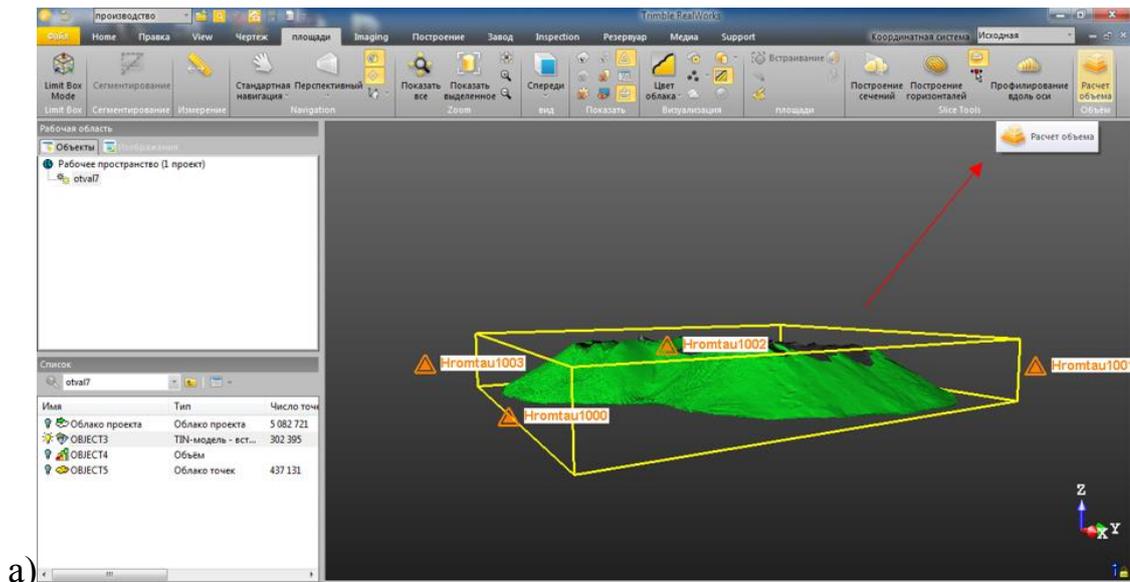


Рис.23 – Результат подсчета объема объекта

Таким образом, по результатам лазерного сканирования получен объем – 450,677м³.

Независимо от применяемой измерительной техники, определение объема разбивается на два процесса:

- собственно съемка объекта, объем которого надо определить, и моделирование снятой поверхности;
- определение объема путем вписывания элементарных объемов в пространство, ограниченное этой поверхностью.

Отсюда общая погрешность должна определяться с учетом закономерностей накопления погрешностей измерений внутри каждого из приведенных процессов. Основу программы определения объема рудных складов (тахеометрическим и лазерным сканированием) положен

общеизвестный способ **вертикальных сечений**. Измерительные процессы лазерно-сканирующими системами моделировались на базе модели измерительных процессов традиционной съемки путем увеличения густоты съемочных точек внутри этой базовой модели. На полученной модели изучался процесс накопления погрешностей измерений тахеометрической и лазерно-сканирующей съемками, а также зависимость погрешности определения объема от числа вертикальных сечений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте рассмотрены инновационные методы съемок подземных выработок одного из крупных месторождений Республики Казахстан, расположенного в Актюбинской области, Хромтауского месторождения. Проектируемый рудник вскрыт двумя вертикальными стволами и автотранспортным уклоном.

Изучены краткая геологическая характеристика и горные работы при подземном способе разработки. В работе приведены основные виды маркшейдерских работ при вскрытии и разработке месторождения (соединительные съемки, тригонометрическое нивелирование, задание направления по горизонтальной и вертикальной плоскости).

В специальной части приведены инновационные методы съемок подземных выработок на руднике "Восход".

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Отчет по производственной практике. –Хромтау, 2015. – С. 45.
- 2 Проект промышленной разработки месторождений хромовых руд.- Хромтау, 2016. –С.116.
- 3 Производственно-технологическая структура обогащительного производства Донского ГОКа.- Хромтау, 2016. –С.22.
- 4 В.И. Борщ-Компаниец. Геодезия, маркшейдерское дело. М.: Недра. 1989.
5. Нурпеисова М.Б. Геомеханика. Алматы: КазННТУ, 2015.-245 с.
- 6 Середович В.А., Комиссаров А.В. Наземное лазерное сканирование: Монография / - Новосибирск: СГГА, 2009. - 261 с.
- 7 Паспорт лазерного сканера FARO® Laser Scanner Focus3D, 2014.
8. Описание программного обеспечения Trimble® RealWorks®, 2015
9. Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Перспективы внедрения лазерного сканирования при маркшейдерских работах // Материалы XXV междун.конф. «Деформирование и разрушение горных пород» -Крым, 2017.-С.133-138.
- 10 Нурпеисова М.Б., Кожаев Ж.Т. Опыт использования лазерно-цифровой технологии при маркшейдерском контроле учета добычи // Горный журнал Казахстана, 2018,№10.-С.18-22.