

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

\_\_\_\_\_ (інститут)  
\_\_\_\_\_ Будівництва \_\_\_\_\_  
(факультет)  
Кафедра \_\_\_\_\_ Маркшейдерії \_\_\_\_\_  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра**  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Дяченко Вікторії Сергіївни  
(ПІБ)

академічної групи 184-16-2 ФБ  
(шифр)

спеціальності 184 Гірництво  
(код і назва спеціальності)

спеціалізації<sup>1</sup> \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою Маркшейдерська справа  
(офіційна назва)

на тему Маркшейдерські роботи при орієнтуванні полігонометричних ходів у виробках метрополітену м. Дніпро  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	проф. Назаренко В.О.			
розділів:				
Характеристика гірничого підприємства	проф. Назаренко В.О.			
Охорона праці	доц. Пугач І.І.			
Маркшейдерські роботи	проф. Назаренко В.О.			
Профілюючий	проф. Назаренко В.О.			
<b>Рецензент</b>	доц. Іщенко О.К.			
<b>Нормоконтролер</b>	доц. Бруй Г.В.			

Дніпро  
2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

маркшейдерії

(повна назва)

Кучин О.С.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеню** бакалавра  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Дяченко В. С. академічної групи 184-16-2 ФБ  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 184 Гірництво  
спеціалізації<sup>1</sup> \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою Маркшейдерська справа  
(офіційна назва)

на тему Маркшейдерські роботи при орієнтуванні полігонометричних ходів у виробках метрополітену м. Дніпро,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 12.06.2020 № 342-0

<b>Розділ</b>	<b>Зміст</b>	<b>Термін виконання</b>
<i>Характеристика гірничого підприємства</i>	Геологічна будова. Розкриття шахтного поля та системи розробки. Гірничі роботи.	3-7 роб. днів
<i>Охорона праці</i>	Аналіз умов праці, шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Інженерні заходи з охорони праці. Охорона праці і техніка безпеки при виконанні маркшейдерських робіт	8-12 роб. днів
<i>Маркшейдерські роботи</i>	Опис маркшейдерських робіт, що виконуються на підприємстві	3-7 роб. днів
<i>Маркшейдерські роботи при орієнтуванні полігонометричних ходів у виробках метрополітену м. Дніпро</i>	Загальні відомості про орієнтування полігонометричних ходів підземних виробок. Орієнтування способом трикутника. Польові та камеральні роботи. Оцінка точності способу.	13-17 роб. днів

Завдання видано \_\_\_\_\_ проф. Назаренко В.О.  
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 4.06.2020

Дата подання до екзаменаційної комісії дата дипломування

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_ Дяченко В. С.  
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 55 стор., 10 рис., 3 табл., 20 джерел.

Об'єкт розробки: метрополітен м. Дніпро

Мета роботи: розробити проект маркшейдерських робіт при орієнтуванні полігонометричних ходів у виробках метрополітену м. Дніпро

У першому розділі розглянуті питання розташування Дніпровського метрополітену, історія будівництва. Висвітлені будівельні роботи наземних та підземних об'єктів.

У другому розділі розглянуті шкідливі та небезпечні виробничі фактори при будівництві метрополітену, наведені інженерні заходи з охорони праці та техніки безпеки. Приділена увага техніці безпеки при виконанні маркшейдерських робіт.

У третьому розділі висвітлені маркшейдерські роботи, що виконуються при будівництві метрополітену.

В четвертому розділі представлений проект маркшейдерських робіт при орієнтуванні полігонометричних ходів у виробках метрополітену м. Дніпро. Розглянуті способи орієнтування полігонометричних ходів підземних виробок. Обґрунтовано використання способу передачі координат та дирекційних кутів примичним трикутником. Розглянуті польові та камеральні роботи. Виконана оцінка точності способу.

МЕТРОПОЛІТЕН, ТУНЕЛЬ, ОХОРОНА ПРАЦІ, БУДІВНИЦТВО,  
МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ, ОРІЄНТУВАННЯ.

					<i>МС.ПД.20.03.Р.ПЗ</i>			
					<i>РЕФЕРАТ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Дяченко В.С.						
Кер. розділу		Назаренко В.О.						
Керівник		Назаренко В.О.						
Н. Контр.		Бруї Г.В.				184 Гірництво 184-16-2 ФБ		
Зав. каф.		Кучин О.С.						

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>6</b>
<b>1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА</b> .....	<b>7</b>
2.1 Місцезнаходження підприємства .....	7
2.2 Кратка гірничо-геологічна характеристика .....	8
2.3 Аналіз виробничої ситуації з розвитку гірничих робіт .....	11
2.3.1 Загальні відомості .....	11
2.3.2 Спорудження тунелів .....	13
2.3.3 Спорудження станцій .....	13
2.3.4 Спорудження ескалаторного тунелю.....	15
2.3.5 Спорудження пішохідних переходів .....	16
2.3.6 Спорудження відкритого вертикального стволу.....	16
2.4 Висновки .....	18
2.5 Вихідні дані на кваліфікаційну роботу.....	18
<b>2 ОХОРОНА ПРАЦІ</b> .....	<b>19</b>
2.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів .....	19
2.1.1 Загальні положення .....	19
2.2.1 Шкідливі виробничі фактори .....	20
2.2.2 Небезпечні виробничі фактори .....	20
2.2 Інженерні заходи з охорони праці .....	20
2.2.1 Заходи щодо виробничої санітарії .....	20
2.2.2 Заходи з техніки безпеки .....	22
2.2.3 Заходи щодо пожежної безпеки .....	23

					<i>МС.ПД.20.03.3.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дяченко В.С.</i>			<b>ЗМІСТ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер. розділу</i>		<i>Назаренко В.О.</i>				1	2	
<i>Керівник</i>		<i>Назаренко В.О.</i>				<i>184 Гірництво 184-16-2ФБ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бруї Г.В.</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Кучин О.С.</i>						

2.2.4	Радіаційна безпека .....	24
2.3	Техніка безпеки при виконанні маркшейдерських робіт з орієнтування .....	25
<b>3.</b>	<b>МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ.....</b>	<b>27</b>
3.1	Загальна характеристика маркшейдерських робіт.....	27
3.2	Опорна мережа на поверхні .....	28
3.3	Орієнтування та центрування ПМОМ.....	31
3.4	ПМОМ.....	31
3.5	Розбивочні роботи .....	32
3.6	Спостереження за деформаціями.....	33
3.7	Завдання напряму гірничим виробкам .....	33
3.8	Висотна мережа на поверхні та в шахті .....	34
3.9	Проектна та виконавча документація.....	35
<b>4.</b>	<b>МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ ОРІЄНТУВАННІ ПОЛІГОНОМЕТРИЧНИХ ХОДІВ У ВИРОБКАХ МЕТРОПОЛІТЕНУ М. ДНІПРО.....</b>	<b>37</b>
4.1	Загальні положення та вимоги нормативних документів .....	37
4.2	Аналіз способів орієнтування .....	40
4.3	Орієнтування способом сполучних трикутників .....	41
4.3	Аналіз методики та результатів орієнтування через ствол №14..	47
4.4	Обчислення СКП орієнтування через ствол №14.....	49
	<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>51</b>
	<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....</b>	<b>52</b>
	<b>ДОДАТОК А.....</b>	<b>54</b>
	<b>ДОДАТОК Б.....</b>	<b>55</b>

					<i>МС.ПД.20.03.3.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Жодне будівництво не обходиться без геодезично-маркшейдерського супроводу. Міський метрополітен не є виключенням. В 2016 році відновилися роботи з будівництва Дніпровського метро, а це означає що виникла необхідність у геодезичних та маркшейдерських роботах.

Основне призначення маркшейдерсько-геодезичних робіт при проектуванні та будівництві метрополітену – отримати необхідний топографо-геодезичний матеріал і правильно перенести в натуру осі траси і контури запроектованого тунелю.

Найбільш важливими і відповідальними є ті роботи, які пов'язані з забезпеченням підземної збійки з необхідною точністю. При цьому є критичним орієнтування підземних виробок – передача дирекційного кута та координат із пунктів геодезичної розбивочної основи на знаки підземної маркшейдерської основи, бо від його точності напряду залежать похибки змикання зустрічних вибоїв підземних тунелів.

**Мета роботи:** розробити проект маркшейдерських робіт при орієнтуванні полігонометричних ходів у виробках метрополітену м. Дніпро

					<i>МС.ПД.20.03.В.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дяченко В.С.</i>			<i>ВСТУП</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер. розділу</i>		<i>Назаренко В.О.</i>					<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Керівник</i>		<i>Назаренко В.О.</i>				<i>184 Гірництво 184-16-2 ФБ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бруї Г.В.</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Кучин О.С.</i>						

# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

## 2.1 Місцезнаходження підприємства

Дніпровський метрополітен - наймолодший метрополітен України, було відкрито 29 грудня 1995. Метрополітен розташований повністю в правобережній частині міста, і з причини своєї невеликої довжини зараз не користується у городян великою популярністю. Дніпровський метрополітен – один з найкоротших у Європі, хоча й не найкоротший у світі, оскільки є метро значно менші, як за протяжністю, так і за кількістю станцій.

Згідно архітектурно-будівельного районування території України [1] місто Дніпро знаходиться під 11 кліматичному районі – Південно-Східному (Степовому). Клімат помірно-континентальний, характеризується малосніжною зимою з частими відлигами і тривалим жарким літом, типовим для степового півдня України. Середньорічна багаторічна температура повітря становить + 8,5 °С. для температурного режиму міста Дніпро характерні значні амплітуди добового ходу температур: влітку 14-16 °С, річні амплітуди досягають 23 °С.

Траса першої черги будівництва метрополітену прокладається в правобережній частини м.Дніпро, яка знаходиться в межах льосової рівнини Придніпровської височини.

В межах проходження траси метрополітену природний рельєф не зберігся. В результаті господарської діяльності людини при освоєнні міської території сформувалися техногенні форми рельєфу – поверхня спланована, організоване відведення поверхневих вод, побудовані дорожні покриття і різні будівлі і споруди і т.д.

					<i>МС.ПД.20.03.01.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Дяченко В.С.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер. розділу</i>		<i>Назаренко В.О.</i>				1	12
<i>Керівник</i>		<i>Назаренко В.О.</i>			<b>ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА</b>  184 Гірництво 184-16-2 ФБ		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бруї Г.В.</i>					
<i>Зав. каф.</i>		<i>Кучин О.С.</i>					

## 2.2 Кратка гірничо-геологічна характеристика

Територія м Дніпро знаходиться на стику двох великих структур – Українського кристалічного щита (східна околиця – Дніпровський антиклинарій) і Дніпровсько-Донецької западини.

Геологічна будова району досліджень складна, обумовлена геоструктурою і геоморфологічною приуроченістю, а також тектонікою. У вертикальному геологічному розрізі виділяють два структурних поверхи. Нижній – жорсткий, представлений архей-протерозойськими магматичними і метаморфічними скельними породами; верхній складений кайнозойськими осадовими утвореннями і корою вивітрювання докембрійських кристалічних утворень, що сформувалася в мезозой-кайнозойській період.

За петрографічним складом породи нижнього структурного поверху представлені плагіогранітами, гранітами біотитовими і біотит-роговообманковими, діоритами і гранодіоритами, гнейсами, амфіболітами, мігматитами. Тимчасовий опір порід одноосьовому стиску в повітряно-сухому стані від 59 до 272 МПа; у водонасиченому – від 53 до 259 МПа. Щільність порід від 2,56 до 2,87 г/см<sup>3</sup>. Властивості різних петрографічних різновидів скельних порід дуже близькі і поділ скельних порід на окремі елементи за петрографічними ознаками практичного значення не має. Скельні породи нижнього структурного поверху розбиті численними великими і дрібними (регіональними і локальними) тектонічними порушеннями на брили і блоки уздовж яких розвинута мережа дрібних розломів і зон тріщинуватості. Покрівля скельних порід нерівна, що пов'язано з неоднорідністю їх петрографічного складу і тектонікою території, цим же зумовлена неоднорідність складу і потужність кори вивітрювання (елювіальних ґрунтів).

Давня кора вивітрювання скельних порід характеризується тривалим процесом формування, складною будовою і різним геологічним віком.

										Арк.
										2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МС.ПД.20.03.01.ПЗ					



Профіль кори вивітрювання характеризується зональністю і вираженим латеритним виглядом, нестриманістю по глибині і площі розвитку, а також поділяється на три зони. Безпосередньо на материнській основі лежать продукти вилуговування і дезінтеграції заміщення первинних мінералів, які ще зберегли первинні структурні ознаки породи (обломочно-брилова зона кори вивітрювання). Друга зона кори вивітрювання - дресвяно-щебенева, представлена дресвою і щебенем материнської скельної породи з піщано-глинистим каолінізованим заповнювачем. Третя зона представлена пилювато-глинистими продуктами розкладання материнської породи (дисперсна зона). У цій зоні глиниста маса набуває рис вторинної перебудови.

Стародавні скельні породи і ґрунти кори вивітрювання повсюдно перекриті товщею кайнозойських осадових відкладень різного генетичного типу.

Четвертинні відклади представлені комплексом:

- на першій надзаплавній терасі р. Дніпро:верхньочвертично-алювіальними, алювіально-делювіальними і середньочвертичними відкладеннями;
- на високих терасах і водороздільному схилі річки Дніпро: верхньо- і середньочвертиннимильосовими елювіально-делювіальними і еолово-делювіальнимісупісями і суглинками, які підстилаються ніжньочвертичними делювіальними суглинками і глинами або неогеновими пісками.

З поверхні покривні відкладення практично повсюдно перекриті техногенними насипними ґрунтами.

Гідрогеологічні умови майданчика характеризується наявністю безнапірного четвертинного водоносного горизонту і слабо напірного водоносного комплексу, дресвяно-щебенимґрунтам і тріщинуватої зоні гранітів.

Рівень четвертинного водоносного горизонту розкритий на глибині

					МС.ПД.20.03.01.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27,3 м, приурочений до суглинків. Відносним водоупором служать червоно-бурі глини мартоношского горизонту, що залягають на глибині 35,5 м, потужністю 4,3 м. Потужність водоносного горизонту становить 8,2 м.

Другий водоносний комплекс слабо напірний, залягає на глибині 43,65 м і приурочений до дресвяно-щебенеихґрунтів і тріщинуватої зони гранітів. Верхнім водоупором, на даній ділянці, служать каоліни, висота напору до 2,5 м. Водоносність порід характеризується нерівномірністю і обумовлюється ступенем тріщинуватості і станом тріщин.

Характерною особливістю гідрогеологічних умов є повсюдний розвиток тріщинних вод в кристалічних породах докембрію. Водоносність тріщинуватої зони кристалічних порід обумовлена, в основному, інтенсивністю тріщинуватості, ступенем кольматації тріщин і характеризується нерівномірністю як в вертикальному розрізі, так і по площі розвитку. Водопровідність змінюється від низької до високої; коефіцієнт водопровідності - від 3,5 до 10,4 м<sup>3</sup>/добу.

Хімічний склад тріщинних вод відрізняється непостійністю. Його мінливість пояснюється гідравлічним зв'язком з встановленими вище водоносними горизонтами. По типу мінералізації води змішані, від гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридних до хлоридно-сульфатних і гідрокарбонатних. Мінералізація змінюється від 0,67 до 1,97 г/дм<sup>3</sup>. Води, виділених водоносних горизонтів, неагресивні по водневого показника рН до бетону марки W4 по водонепроникності, приготованому на будь-якому цементі, на цементні розчини кладок і азбоцементні конструкції; слабоагресивних за змістом хлоридів на арматуру залізобетонних конструкцій при періодичному змочуванні.

Серед несприятливих інженерно-геологічних процесів і явищ в межах майданчика досліджень, можна виділити наявність в геологічній будові льосовидних ґрунтів (ІГЕ-9, ІГЕ-9б і ІГЕ9в), що володіють просадними властивостями і можливою втратою несучої здатності при надмірному

					МС.ПД.20.03.01.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

замочуванні.

За гідрогеологічними умовами майданчик досліджень відноситься до третього типу за потенційною підтоплюємостю. За архівними матеріалами встановлено, що з 2000 р рівень підземних вод знизився на 5-7 м. Проте, не можна виключати можливість підйому в майбутньому рівня підземних вод в процесі будівництва і експлуатації метрополітену, а також загальноміського підйому рівня підземних вод в результаті втрат з водогінних комунікацій, поливу газонів і т.п.

## 2.3 Аналіз виробничої ситуації з розвитку гірничих робіт

### 2.3.1 Загальні відомості

Запланована схема ліній метрополітену (рис. 1.1) складалася з трьох ліній протяжністю близько 80 км, а на більш віддалену перспективу - з чотирьох (близько 96 км).

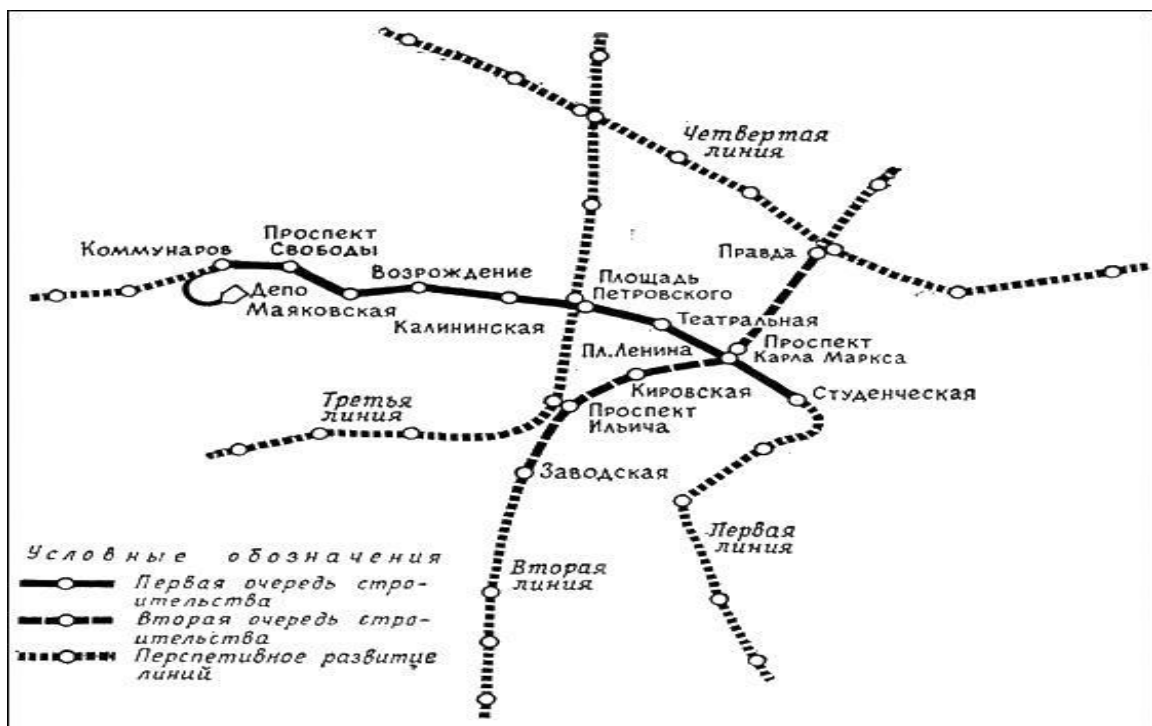


Рис. 1.1– Плановані на 1980 рік лінії метро м. Дніпро

										Арк.
										5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МС.ПД.20.03.01.ПЗ					

20 лютого 1981 року із закладення стовбура №4 (ст. «Заводська») розпочалося будівництво. Для прискорення здачі метро в експлуатацію першу пускову ділянку вирішено скоротити: з 8 до 6 станцій. 29 грудня 1995 року Дніпровський метрополітен запрацював для пасажирів. В 2004 були виділені кошти на добудову другого пускового комплексу, але через ускладнення роботи не були доведені до кінця.

28 липня 2016 між турецькою компанією «Limak» і міським владою був укладений контракт на продовження будівництва метрополітену в місті Дніпро.

2016 рік і початок 2017 компанія «Limak» та її підрядники присвятили розробці і затвердженню проектної документації та натурним інструментальні спостереження (які супроводжують усі етапи будівництва метрополітену). Також компанія почала завозити у Дніпро сучасну великогабаритні різні машини і механізми, бурову установку, крани, потрібні для будівництва.

Будівництво метро у місті Дніпро ведеться за новоавстрійським методом, яких вважається швидким та безпечним. По завершенні вибухових робіт на ділянці встановлюють тимчасове кріплення, яке покривають спеціальним розчином. Потім під тиском на тимчасове кріплення укладається бетон. Таким чином, будівельні роботи можна здійснити в півтора рази швидше, ніж по іншим методам.

В землі створюють додаткові технологічні стволи, через які планується діставати в 6 разів більше ґрунту і порід під час проведення тунелів.

Наразі добудова дніпровської підземки залишається одним з найбільших інфраструктурних проєктів в країні.

					МС.ПД.20.03.01.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.3.2 Спорудження тунелів

Безщитова (гірським способом) проходка виробок здійснюється буропідривним способом. Буропідривний спосіб застосовується для проведення по породам з коефіцієнтом міцності більш 8.

Щитова механізована проходка тунелів із застосуванням тунелепрохідницького механізованого комплексу (ТПМК) намічається в такій черговості, що зумовлена технологією і організацією будівництва пов'язаних з цими тунелями безпосередньо інших споруд пускової ділянки. Виконується проходка ділянок правого тунелю в напрямку зменшення пікетажу, потім - ділянок лівого тунелю в напрямку зростання пікетажу.

Раніше для кріплення в якості оброблення тунелів метрополітенів широко застосовувались збірні оброблення із залізобетонних блоків, а в ускладнених гідрогеологічних умовах Дніпровського метро (при нестійких обводнених ґрунтах, великому гідростатичному напорі води і великому гірському тиску) – збірні оброблення з чавунних тубінгів.

Принципова відмінність новоавстрійського методу будівництва полягає у максимальному використанні несучої здатності оточуючого масиву породи та залучення його у роботу в якості захисної конструкції, яка виконує роль запобіжника від обвалення тунелю. Для цього приконтурний шар породи закріплюють тимчасовим кріпленням з анкерів, набризк-бетону або піддатливого арочного кріплення. Це кріплення перетворює приконтурний шар у вантажонесучу конструкцію, яка сприймає значну частину зовнішнього навантаження. Решта частини навантаження передається на постійне цільне залізобетонне оброблення, матеріаломісткість якої значно нижче, ніж при інших методах.

### 2.3.3 Спорудження станцій

Спорудження станції починається після завершення проходки правого перегінного тунелю уздовж станції і продовження проходки тунелю далі до

					МС.ПД.20.03.01.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



якої розробляється сводова частина станції, споруджуються колони і частина зводу. Далі буропідривним способом проходиться центральна і лоткова частини станції з боку правого перегінного тунелю з демонтажем частини оброблення правого тунелю і спорудженням частини конструкцій.

Після проходки лівого перегінного тунелю розробляється і споруджується центральна і лоткова частини станції, з боку лівого тунелю.

### 2.3.4 Спорудження ескалаторного тунелю

Верхня частина похилого (ескалаторного) тунелю довжиною  $\approx 80$  м розташована в обводнених лесових супесях різної консистенції, твердих глинах і каолінах. Проходку даної ділянки проектом передбачається після виконання контурного заморожування ґрунтів.

Нижня частина ескалаторного тунелю, що примикає до станції, розташована в скельних породах-гранітах і плагіогранітах середньо- і сільнотріщинуватих з високим рівнем ґрунтових вод.

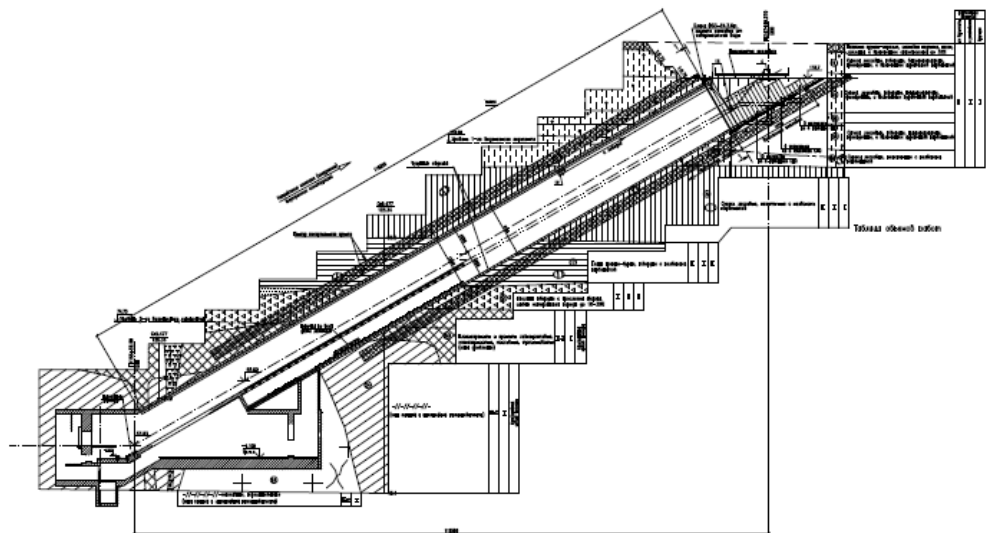


Рис. 1.3 – Спорудження ескалаторного тунелю

Проходка верхньої частини тунелю виконується гірським способом в напрямку зверху вниз короткими заходками на повний переріз з механізованою розробкою породи і з тимчасовим кріпленням вибою і подальшим монтажем бетонного оброблення.

										Арк.
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МС.ПД.20.03.01.ПЗ					







речовин не повинна перевищувати 1,0 метр, а кількість вибухових речовин повинна бути мінімальною. Мета проведення таких заходів – зміна фізико-механічних властивостей скельної породи, що дозволить у подальшому механічну доробку ґрунту.

Спускання людей у вибій передбачається у спеціально обладнаних клітках за допомогою крану.

## 2.4 Висновки

Метрополітен є важливою інфраструктурою міста та може вирішити ряд транспортних проблем.

Характерними особливостями геології є наявність міцних, але тріщинуватих гранітів з великою обводненістю.

Будівництво підземних об'єктів вирішено виконувати новоавстрійським способом зі зведенням спочатку тимчасового, а потім постійного оброблення.

Будівельні та гірничі роботи потребують маркшейдерського супроводу на всіх етапах будівництва.

## 2.5 Вихідні дані на кваліфікаційну роботу

Вихідними даними на кваліфікаційну роботу є:

- вимоги нормативних документів;
- проект розвитку будівельних робіт;
- матеріали польових та камеральних робіт маркшейдерсько-геодезичного відділу;
- план підземних споруд метрополітену.

					<i>МС.ПД.20.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						12
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 2.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів

#### 2.1.1 Загальні положення

Виконанню завдань забезпечення комплексної безпеки при будівництві (зокрема, цілям запобігання небезпечних процесів і явищ) служить сукупність заходів і проектних рішень з охорони праці (що включає в себе техніку безпеки, виробничу санітарію та пожежну безпеку, безпеку руху задіяних в будівництві технологічного транспорту та іншої техніки) на період будівництва.

Завданням охорони праці при будівництві є виконання взаємопов'язаного комплексу технічних, санітарно-гігієнічних і організаційно-технічних заходів, що забезпечують безпечні для життя і здоров'я людини умови праці.

Генпідприємна будівельна організація разом з замовником і субпідприємними будівельними організаціями повинна розробити і затвердити всі необхідні заходи з техніки безпеки, виробничої санітарії і пожежної безпеки, обов'язкові для всіх організацій-учасників будівництва.

Всі робітники, зайняті на будівельних роботах, повинні бути навчені безпечним методам робіт і прийомам їх виконання, ознайомлені з правилами користування професійним інструментом або механізмами. Для кожної спеціальності складається виробнича інструкція з техніки безпеки та охорони праці при виконанні певного виду робіт.

					<i>МС.ПД.20.03.02.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дяченко В.С.</i>			<i>ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер. розділу</i>		<i>Пугач І.І.</i>					<i>1</i>	<i>8</i>
<i>Керівник</i>		<i>Назаренко В.О.</i>				<i>184 Гірництво 184-16-2 ФБ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бруй Г.В.</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Кучин О.С.</i>						

Повинен бути виключений доступ на майданчики сторонніх осіб. З метою запобігання доступу сторонніх осіб будівельну площадку необхідно захистити тимчасовим парканом в межах, зазначених на будгенплані.

### **2.2.1 Шкідливі виробничі фактори**

До шкідливих виробничих факторів при будівництві метро підземним способом можна віднести наступні:

- шум та вібрація;
- гази, що виділяються при веденні БВР ;
- пил, що утворюється при веденні будівельних робіт та БВР;
- шкідливі або небезпечні виділення з будівельних матеріалів;
- радіаційний фон ґрунтів, порід та будівельних матеріалів.

### **2.2.2 Небезпечні виробничі фактори**

До чинників небезпечних виробничих факторів можна віднести наступні:

- використання автотранспорту та важкої будівельної техніки;
- проведення вогневих та зварювальних робіт;
- електрообладнання;
- ведення БВР;
- ведення земляних та гірничих робіт (риття котлованів, проведення стволів та тунелів).

## **2.2 Інженерні заходи з охорони праці**

### **2.2.1 Заходи щодо виробничої санітарії**

Під час виконання робіт на будівельному майданчику роботодавець повинен забезпечити працівників санітарно-побутовими приміщеннями, питною водою і медичним обслуговуванням у відповідності до діючих

					<i>МС.ПД.20.03.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

нормативних документів і колективних договорів.

Будівельні майданчики повинні бути оснащені необхідним набором санітарно-побутових приміщень, робочі місця повинні мати належні огорожі, укриття та інші засоби забезпечення безпеки.

Санітарно-побутові приміщення та обладнання мають бути введені в експлуатацію до початку виконання робіт і мати достатню кількість шаф, столів і стільців. Площа цих приміщень визначається залежно від кількості працюючих за нормативними показниками.

На будівельних об'єктах необхідно мати аптечки з медикаментами, носилки, шини та ін. Кожний виробничий підрозділ повинен мати не менше двох медичних аптечок: не менше однієї – в побутовому приміщенні і не менше однієї – безпосередньо на робочих місцях, які повинні знаходитися в добре помітних, доступних місцях.

З метою поліпшення умов праці робітників, зайнятих на будівництві, передбачається механізація трудомістких операцій і застосування сучасних індустриальних конструкцій.

Всі працюючі повинні мати відповідні фактичним умовам роботи спецодяг, спецвзуття, захисні каски, монтажні пояси під час виконання робіт на висоті. Зайняті на роботах з особливо шкідливими умовами праці повинні забезпечуватись спецхарчуванням відповідно до характером шкідливості і діючими нормами.

При розробці заходів для захисту від шуму і вібрації на робочих місцях слід керуватися [3-6].

Для захисту від шуму і вібрації необхідно встановлювати спеціальні кожухи на обладнанні, які зсередини облицьовуються звукопоглинальним матеріалом.

Для захисту працюючих від прямого впливу шуму необхідно використовувати захисні екрани.

Фундаменти під важке обладнання, що викликають значні вібрації,

					<i>МС.ПД.20.03.02.ПЗ</i>	Арк.
						3
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

виконують заглиблені і ізолюють з усіх боків пружними матеріалами.

Машини та агрегати, що виробляють шум під час роботи, необхідно експлуатувати так, щоб рівні звукового тиску на постійних робочих місцях в приміщенні і на території будівельного майданчика не перевищували допустимих величин, зазначених в [3, 6].

Виробничі зони з рівнем звукового тиску понад 80 дБА повинні бути позначені знаками, а робота в цих зонах можлива тільки при використанні індивідуальних засобів захисту.

### **2.2.2 Заходи з техніки безпеки**

Земляні роботи повинні проводитися відповідно до чинних вимог державних будівельних норм і правил (ДБН). При виявленні в процесі будівництва невідповідностей з вихідними геолого-гідрогеологічними даними проекту, а також у випадку загрози порушення існуючих підземних і наземних споруд необхідно призупинити роботи і організувати додаткові інженерно-геологічні вишукування.

На період будівництва всі тимчасові під'їзні і внутрішньо майданчикові транспортні шляхи забезпечуються необхідними, згідно з чинними нормативними документами, засобами організації дорожнього руху і повинні регулярно підтримуватися в придатному для безпечного руху стані [7].

В ході будівництва транспортні операції не повинні перешкоджати або створювати небезпеку іншим, а також руху решти транспорту на вулично-дорожній мережі загального користування. Режими і організація руху всієї застосовуваної техніки в підземних виробках повинні виключати небезпеки для життя і здоров'я людей. На огорожах, що примикають до проїжджих частин доріг або розташованих на них повинно бути виконано сигнальне освітлення та встановлені попереджувальні знаки.

Проїзди і проходи на будівельних майданчиках, проходи до робочих місць повинні бути вільними і не захаращувати, покриття майданчика на

					<i>МС.ПД.20.03.02.ПЗ</i>	Арк.
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

робочих місцях не повинні мати вибоїн, міститися в чистоті і порядку, вчасно очищатися від бруду, снігу, льоду та сміття, що не захаращуватися будівельними матеріалами та же не бути слизькими.

Будівельні майданчики, ділянки робіт і окремі робочі місця повинні бути підготовлені для безпечного виконання робіт.

Майданчики в нічний час повинні бути освітлені відповідно до державних стандартів і будівельних норм по освітленості місць проведення робіт.

Межі небезпечних зон (краю котлованів і форшахти, гирла стовбурів) повинні бути огорожені і позначені попереджувальними знаками і сигналами, які добре видно як в денний, так і в нічний час. На огорожах, що примикають до проїжджих частин доріг або розташованому на них, має бути виконано сигнальне освітлення та встановлені попереджувальні знаки. У місцях переходів через траншеї влаштовуються містки шириною не менше 0,8 м з поручнями висотою 1,1 м і бортовими дошками висотою не менше 15 см.

Складування матеріалів і елементів конструкцій на будмайданчиках повинно виконуватися згідно з вимогами [8] та інших відповідних нормативних документів.

Зберігання вибухових речовин (ВР) має бути максимально розосередженим, при цьому повинні виконуватися заходи по максимально можливим ослаблення імовірною ударної хвилі і захисту від її впливу, дотримуватися інших вимог [9].

### **2.2.3 Заходи щодо пожежної безпеки**

При виконанні будівельно-монтажних робіт необхідно керуватися [9,10] та іншими чинними в Україні нормативними документами в області вибухо- та пожежобезпеки.

Будмайданчик обладнується протипожежним водопроводом, засобами

					<i>МС.ПД.20.03.02.ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гасіння пожежі, засобами зв'язку та сигналізації.

Вся задіяна на будівництві техніка з двигунами внутрішнього згорання повинна бути обладнана справними засобами пожежогасіння.

Всі горючі будівельні відходи повинні систематично прибиратися з робочих місць і з будівельних майданчиків в спеціально відведені місця. Розведення багать на будмайданчиках і на робочих місцях забороняється.

Балони з газом необхідно зберігати в самостійних складських приміщеннях або під навісами, виконаними з негорючих конструкцій і захищеними від прямого попадання сонячних променів. Місце зберігання повинно бути огорожене й мати ящик з піском і вогнегасником.

Легкозаймисті та горючі рідини повинні зберігатися в окремо розташованих негорючих спорудах, обладнаних природною вентиляцією. Не дозволяється зберігати ці рідини у відкритій тарі.

Місця проведення вогневих робіт і установки зварювальних агрегатів повинні бути очищені від горючих матеріалів у радіусі не менше 5 метрів.

#### **2.2.4 Радіаційна безпека**

Радіаційний контроль є одним з ланок чинного в Україні контролю якості будівельної продукції, виконання вимог до надійності будівель і споруд під час експлуатації і вимог до інженерних вишукувань в будівництві.

Радіаційні контроль в будівництві здійснюється відповідно до [11] та систем РРО («Разові радіаційні обстеження») і СРО («Систематичні радіаційні обстеження»).

Обов'язковому радіаційному контролю в будівництві підлягають такі види сировини і будівельних матеріалів:

- промислового виробництва: щебінь всіх видів, наповнювачі всіх видів, конструкційна і арматурна сталь;
- природного походження: глини всіх видів, піски, гравій, вода технічна крейда,;

					<i>МС.ПД.20.03.02.ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



– відходи промислового виробництва: шлаки.

Кожна будівельна організація, яка споруджує і передає замовнику закінчений об'єкт, зобов'язана виконати остаточний радіаційний контроль об'єкту відповідно до [12].

Забороняється застосування будівельних конструкцій і матеріалів без даних контролю територіальної санітарно-епідеміологічної станції на утримання природних радіоактивних речовин і рівнів зовнішнього гамма-випромінювання.

### **2.3 Техніка безпеки при виконанні маркшейдерських робіт з орієнтування**

Про час і терміни виконання орієнтування технічне керівництво повинно бути попереджено письмово, а графік робіт затверджений технічним директором будівництва.

Перед початком робіт проводиться інструктаж бригад, які працюють на поверхні і в шахті. Під час проведення робіт не дозволяється перебувати в надшахтній будівлі і біля стовбура в шахті осіб, які безпосередньо не беруть участь в орієнтуванні.

Між поверхнею і шахтою повинен бути надійний зв'язок (зазвичай телефонний), його встановлюють перед початком робіт.

Ствол звільняється від підйомних механізмів.

Перекриваються зумпф і гирло стовбура суцільними полицями з міцних дошок, залишаючи лише отвори 10x10 см для пропуску висків. Навіть при перекритому стовбурі працювати можна тільки з запобіжними поясами. В процесі спуска (підйома) висків не допускається перебування людей поблизу ствола на горизонті гірничих робіт;

Група, що працює на поверхні, зобов'язана працювати дуже обережно, не допускаючи падіння у стовбур інструментів, порід та інших предметів, які

					МС.ПД.20.03.02.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можуть стати причиною травми.

Керівник робіт зобов'язаний особисто перевірити надійність закріплення всього обладнання, переглянути дріт виска, пропустивши його «через руку», дріт не повинен мати перегинів. Величина вантажу вибирається з розрахунку дворазової міцності на розрив.

Швидкість спуску виска не повинна перевищувати 1 м/с.

Не допускається одночасного виконання робіт на поверхні і в приствольному дворі при примиканні до виска. Не допускається присутність людей під стволом на горизонті примикання при спусканні і підйомі висків.

					<i>МС.ПД.20.03.02.ПЗ</i>	Арк.
						8
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### 3. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ

#### 3.1 Загальна характеристика маркшейдерських робіт

Основне призначення маркшейдерсько-геодезичних робіт при проектуванні тунелів – отримати необхідний топографо-геодезичний матеріал, а при будівництві - правильно перенести в натуру осі траси і контури запроектованого тунелю [13,14].

Найбільш важливими і відповідальними є ті роботи, які пов'язані з забезпеченням підземної збійки з необхідною точністю. Для здешевлення будівництва проектувальники встановлюють габаритний запас якомога менше, але при цьому підвищуються вимоги до точності геодезичних робіт. В даний час в тунелях метрополітену і на залізничних тунелях габаритний запас приймається рівним 100 мм [15, 16].

Великий обсяг розбивочних робіт геодезисти-маркшейдери виконують в процесі будівництва. При цих роботах ставиться умова - суворе дотримання запроектованих розмірів і форм як окремих елементів і частин, так і всього тунельного споруди, так як тунель під землею будують окремими ділянками, не пов'язаними між собою і розділеними ціликами породи.

При будівництві тунелів геодезисти-маркшейдери стежать за можливими зсувами точок геодезичної основи, за деформаціями тимчасових і постійних кріплень споруджуваних тунелів, готових підземних споруд, а також денної поверхні і всіх будівель і споруд, розташованих в зоні можливої деформації.

					<i>МС.ПД.20.03.03.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Дяченко В.С.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер. розділу</i>		<i>Назаренко В.О.</i>				<i>1</i>	<i>10</i>
<i>Керівник</i>		<i>Назаренко В.О.</i>			<b>МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ</b>  <i>184 Гірництво 184-16-2 ФБ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бруї Г.В.</i>					
<i>Зав. каф.</i>		<i>Кучин О.С.</i>					

В процесі будівництва знімаються контури розробленої породи, а після закінчення будівництва – контури оброблення тунелю. За даними цих зйомок підраховують обсяги виконаних будівельних робіт і складають виконавчі креслення для пред'явлення їх приймальній комісії при здачі тунелю в експлуатацію. Разом з виконавчими кресленнями здають і каталоги геодезичного обґрунтування, закріпленого в тунелях і на поверхні.

Таким чином, на трасу тунелю геодезисти-маркшейдери виходять першими, виконують відповідальні роботи на всіх стадіях будівництва і після закінчення його йдуть останніми [13,14].

При експлуатації тунелів геодезисти-маркшейдери роблять виміри для визначення величини деформації і беруть участь при рихтуванні та перекладки шляхів в залізничних тунелях і тунелях метрополітену.

### 3.2 Опорна мережа на поверхні

Форма акта прийняття, терміни і порядок передачі технічної документації на маркшейдерсько-геодезичну розбивочну основу, а також забезпечення у процесі будівництва стійкості та збереженості пунктів і знаків маркшейдерсько-геодезичної основи, та періодичність інструментальної перевірки оформлюється і виконується відповідно до вимог [17].

Наземна маркшейдерсько-геодезична основа створюється методом тунельної триангуляції або полігонометрії I-Т, II-Т, III-Т, IV-Т розрядів, а також методом трилатерації або комбінацією цих методів.

Тунельна триангуляція, що виконується в складі маркшейдерсько-геодезичної основи, має відповідати вимогам, що наведені у таблиці 3.1. У тих випадках, коли замість тунельної триангуляції вигідніше прокладати тунельну полігонометрію, її точність повинна відповідати вимогам, що наведені у таблиці 3.2.

					МС.ПД.20.03.03.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Вимоги до тунельної тріангуляції

Загальна довжина тунелю, L, км	Розряд тріангуляції	Довжина сторін тріангуляції, км	Середня квадратична похибка виміряного кута, яка підрахована за нев'язками в трикутниках	Допустима нев'язка трикутника	Відносна похибка вимірювання довжини базису	Середня відносна похибка вихідної сторони	Допустиме збільшення базисної мережі робочого виду	Відносна похибка визначення довжини найбільш слабкої сторони мережі	Середня похибка вимірювання дирекційного кута більш слабкої сторони мережі
Понад 8	I-T	4-10	$\pm 0,7''$	$\pm 0,3''$	1:800000	1:400000	2,5	1:200000	$\pm 1,5''$
Від 5 до 8 включно	II-T	2-7	$\pm 1''$	$\pm 4''$	1:500000	1:300000	2,5	1:150000	$\pm 2''$
» 2 » 5 »	III-T	1,5-5	$\pm 1,5''$	$\pm 6''$	1:400000	1:200000	3	1:120000	$\pm 3''$
» 1 » 2 »	IV-T	1,3	$\pm 2''$	$\pm 8''$	1:300000	1:150000	3	1:70000	$\pm 4''$

Таблиця 3.2 – Вимоги до тунельної полігонометрії

Загальна довжина тунелю, L, км	Розряд тунельної полігонометрії	Довжина сторін, км	Середня квадратична похибка виміряного кута повороту		Середня відносна похибка вимірювання сторони		Допустимі відносні похибки ходу		
			за оцінкою на станції	оцінка за багаторазовим вимірюванням і нев'язками фігур	для криволінійного тунелю	для прямолінійного тунелю	для криволінійного тунелю	для прямолінійного тунелю	
								за поперечним зрушенням	за поздовжнім зрушенням
Понад 8	I-T	3-10	$\pm 0,4''$	$\pm 0,7''$	1:300000	1:150000	1:200000	1:200000	1:100000
Від 5 до 8 включно	II-T	2-7	$\pm 0,7''$	$\pm 1''$	1:200000	1:100000	1:150000	1:150000	1:70000
» 2 » 5 »	III-T	1,5-5	$\pm 1''$	$\pm 1,5''$	1:150000	1:70000	1:120000	1:120000	1:60000
» 1 » 2 »	IV-T	1,3	$\pm 1,5''$	$\pm 2''$	1:100000	1:50000	1:70000	1:70000	1:40000

Вздовж траси тунелів на поверхні у складі маркшейдерсько-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МС.ПД.20.03.03.ПЗ	Арк.
						3

геодезичної основи має прокладатися основна полігонометрія. Вона повинна мати вигляд системи поодиноких ходів або замкнених полігонів, розташованих між знаками тунельної тріангуляції або полігонометрії. Основна полігонометрія може використовуватись як самостійна геодезична основа при будівництві тунелів, довжина яких менше 1 км.

Основна полігонометрія повинна задовольняти такі вимоги:

- довжина сторін приймається від 100 м до 300 м;
- величина середньої квадратичної похибки виміряного кута не має перевищувати  $\pm 3''$ ;
- відносна нев'язка ходу не має перевищувати: 1:20000 – для тунелів завдовжки менше ніж 0,5 км, 1:35000 – для тунелів завдовжки більше ніж 0,5 км.

Вимірювання кутів і ліній треба проводити два рази з інтервалом у часі не менше однієї доби.

Маркшейдерсько-геодезична основа включає підхідну полігонометрію у вигляді системи ходів загальною довжиною не більше ніж 300 м або замкнутих полігонів із сторонами завдовжки від 30 м до 70 м . Підхідна полігонометрія має спиратися на пункти і сторони основної або тунельної тріангуляції (полігонометрії). При вимірюванні кутів в підхідній полігонометрії, різниця значень одержаних із різних прийомів, дозволяється не більше  $\pm 15''$ . При вимірюванні довжин сторін підхідної полігонометрії, відносна похибка отримана за результатом подвійних вимірів, не повинна перевищувати 1:20000, а за абсолютною величиною не повинна перевищити  $\pm 3$  мм.

Пунктмаркшейдерсько-геодезичної розбивочної основи повинні закладатися з урахуванням забезпечення прямої видимості на найближчі стволи, збереженості, а також можливості здійснення надійних і зручних примикань.

					МС.ПД.20.03.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

### 3.3 Орієнтування та центрування ПМОМ

Орієнтування підземної маркшейдерської опорної мережі (ПМОМ) слід виконувати такими способами:

- гіроскопічним орієнтуванням;
- висками через одну вертикальну шахту ;
- через портали, горизонтальні і похилі виробки шляхом безпосередньої передачі дирекційного кута;
- висками через дві вертикальні стволи або свердловини.

В залежності від місцевих умов може застосовуватися поєднання цих способів орієнтування. Орієнтування, що вказані впершому і другому пунктах, виконується не менше ніж три рази: перший – коли забій знаходиться від стволана відстані 50 - 60 м; другий – коли довжина проходки по основній трасі сягне від 100 м до 150 м; третій – коли довжина ділянки проходки по трасі глухим вибоєм сягне 500 м.

### 3.4 ПМОМ

Підземна маркшейдерська опорна мережа має створюватися у вигляді підземної полігонометрії – робочої і основної. При проходці тунелів слід прокладати:

- робочу підземну полігонометрію із сторонами завдовжки від 25 м до 50 м;
- основну підземну полігонометрію із сторонами завдовжки від 50 м до 100 м.

У підземних тунелях метрополітенів знаки основної полігонометрії на розташовуються з боку, що протилежний контактній рейці. У тунелях, де передбачається укладання постійної рейкової колії, знаки підземної полігонометрії закладаються на рівні верху колійного бетону або верху

					<i>МС.ПД.20.03.03.ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

баластної призми. Пункти підземної полігонометричної мережі одночасно можуть служити і реперами мережі підземного нівелювання.

За різницями подвійних вимірів абсолютні величини похибок у вимірних довжинах сторін не повинні перевищувати: для ліній завдовжки до 25 м (включно) – 2 мм; для ліній завдовжки від 25,1 м до 50 м (включно) – 3 мм ; для ліній від 50,1 м до 80 м – 4 мм. У лініях, довжина яких перевищує 80 м, відносна похибка між значеннями вимірів у прямому і зворотному напрямках не повинна перевищувати 1:20000. При вимірюванні довжин ліній ПМОМсвітловіддалемірами відносна різниця вимірів довжини не повинна перевищувати 1:25000 довжини.

### 3.5 Розбивочні роботи

Розбивочні роботи у процесі будівництва (проходки, зведення опор, улаштування колії тощо) повинні виконуватися з точністю, що забезпечує винесення в натуру від знаків геодезичної розбивочної основи і підземної маркшейдерської основи осей і відміток, які визначають проектне положення споруди і окремих її частин та конструктивних елементів у плані і по висоті з дотриманням габаритів та встановлених нормами допусків [15,16].

Перед виконанням маркшейдерсько-геодезичних розбивочних робіт слід підготувати розбивочні дані. Проектні рішення з виконання маркшейдерсько-геодезичних, включаючи схеми розміщення знаків для виконання маркшейдерсько-геодезичних побудовань та вимірювань, а також вказівок щодо точності та технічних засобів маркшейдерсько-геодезичного контролю виконання будівельних робіт, мають бути оформлені відповідно до [18]. Усі розбивочні роботи треба виконувати не менше двох разів та, як правило, різними виконавцями і різними способами.

У процесі будівництва тунелів треба виконувати щомісячні контрольні заміри обсягів гірничопрохідницьких робіт (довжина проходки гірських

					МС.ПД.20.03.03.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



виробок, зведеного кріплення тощо).

### 3.6 Спостереження за деформаціями

Спостереження за деформаціями тунельних споруд необхідно проводити з такою періодичністю:

- у перший рік після будівництва відповідного тунелю – 1 раз у квартал;
- у наступні роки до здачі об'єкта в експлуатацію – 2 рази на рік;
- при інтенсифікації збільшення деформацій – один раз за 20 днів.

При будівництві підземних споруд мають здійснюватися спостереження за деформаціями земної поверхні та за зсуваннями і переміщеннями:

- існуючих наземних споруд, що розташовані у зоні можливих деформацій на земній поверхні;
- існуючих підземних споруд, які експлуатуються, розташованих у зоні підземного будівництва;
- підземних і наземних споруд, що будуються.

Ширина зони можливих деформацій земної поверхні визначається проектом.

### 3.7 Завдання напряму гірничим виробкам

На геометричній схемі траси подаються всі планові маркшейдерсько-геодезичні дані, необхідні для перенесення проекту в натуру. Координати і відстані виписуються на схему до цілих міліметрів, а дирекційні кути - до десятих часток секунди. Перевірка геометричної схеми починається з повторних обчислень координат пікетів, кутів повороту, початків і кінців кривих по колу.

					МС.ПД.20.03.03.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розбивка проектної осі споруди від полігонометричних пунктів на прямих ділянках траси виконується наступними способами:

- відкладанням зміщень від полігонометричних пунктів до проектної осі;
- винесенням від полігонометричних пунктів ліній, паралельних проектної осі;
- винесенням від полігонометричних пунктів осьових висків полярним способом.

Детальну розбивку проектної осі в межах перехідної кривої здійснюють або від лінії тангенса, або від стягуючої цю криву хорди. Винесення в натуру точок на перехідній кривій від лінії тангенса здійснюють відкладанням абсцис  $x$  і ординат  $y$ .

### 3.8 Висотна мережа на поверхні та в шахті

Система реперів, що входить до складу маркшейдерсько-геодезичної розбивочної основи, має бути створена шляхом нівелювання I і II класів; при цьому відстань між реперами, відмітки яких визначені нівелюванням II класу, повинна бути не більше ніж 2 км. Згущення системи реперів слід виконувати нівелюванням III і IV класів, щоспирається на репери вищих класів, з розрахунком забезпечення кожного портала не менше ніж трьома реперами. У ходах III класу нев'язки не повинні бути більше ніж  $\pm 10 \text{ мм } \sqrt{L}$ , а в ходах IV класу –  $\pm 20 \text{ мм } \sqrt{L}$ , де  $L$  – довжина ходу, км. У ходах IV класу, які нараховують більше ніж 16 станцій на 1 км ходу, дозволяється нев'язка  $\pm 5 \text{ мм } \sqrt{n}$  де  $n$  – кількість станцій у ході.

Відмітки треба передавати не менше ніж три рази із різних початкових реперів на поверхні. Різниця у відмітках підземного репера, що одержані від різних передач, повинна бути не більше 7 мм. При передачі висот у підземні виробки використовуються відмітки реперів нівелювання II класу і опорних

					МС.ПД.20.03.03.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ходів III класу.

Відмітки знаків підземної полігонометрії визначаються геометричним нівелюванням. Нівелювання треба виконувати не менше двох разів на рік до здачі об'єкта в експлуатацію і не менше трьох разів в останній рік будівництва. Підсумкове нівелювання і ув'язка відміток знаків основної підземної полігонометрії виконується після збіжкитунелів і повторюється перед влаштуванням постійної рейкової колії. Нівелювання виконується незалежно двома особами.

### 3.9 Проектна та виконавча документація

Одним з основних проектних документів є генеральний план підземних споруд, на якому вказують усі запроектовані споруди з їх найменуваннями та основними розмірами. Для транспортних тунелів і метрополітенів план підземних споруд складається на топографічних планах масштабів 1: 2000 - 1: 5000. Основними документами для винесення в натуру проектних осей, від яких виконуються детальні розбивки споруди, є геометрична схема і профіль траси. На геометричній схемі траси даються всі планові геодезичні дані, необхідні для перенесення проекту в натуру. Координати і відстані виписуються на схему до цілих міліметрів, а дирекційні кути - до десятих часток секунди. Поздовжній профіль траси проектується на базі загального геологічного розрізу. На ньому показуються всі дані, необхідні для перенесення проекту профілю в натуру; всі позначки і відстані даються на ньому до міліметрів. Всі геометричні елементи, зазначені в проектних кресленнях, перевіряються повторним обчисленням.

Всі побудовані (у тому числі і ліквідовані) виробки та підземні споруди відображаються в кресленнях виконавчої графічної документації в відповідних масштабах. Виконавча графічна документація (в т.ч. робочі креслення) складаються за результатами виконавчих маркшейдерсько-

					<i>МС.ПД.20.03.03.ПЗ</i>	Арк.
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

геодезичних зйомок і контрольних маркшейдерсько-геодезичних вимірювань елементів конструкцій і частин споруд, виконаних і систематизованих протягом всього періоду будівництва

Виконавчі графічна документація повинна містити такі дані про побудовані об'єкти:

- фактичні і проектні геометричні розміри споруд, їх основних елементів і відхилення цих розмірів від проектних;
- характеристику (в координатах і абсолютних відмітках) фактичного розташування побудованих споруд у просторі і їх взаємний зв'язок;
- графічну характеристику матеріалів, із яких виконана оправа споруд, фактичну геологічну структуру ґрунтів та порід;
- виконавчі схеми основної підземної полігонометрії та її примикання до пунктів наземної маркшейдерсько-геодезичної основи в районі порталів, а також каталоги координат, дирекційних кутів і відміток ПМОМ.

Графічна інформація про побудовані об'єкти наноситься на виконавчі плани, поперечні перерізи поздовжні розрізи, профілі і види, а також зводиться у таблиці і каталоги фактичних відміток і розмірів.

На виконавчих планах поверхні, що поєднані із планами побудованих споруд, вказуються вулиці з їх назвами, номери будинків та схеми розміщення інженерних комунікацій у межах технічних зон метрополітену.

					<i>МС.ПД.20.03.03.ПЗ</i>	Арк.
						10
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 4.МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ ОРІЄНТУВАННІ ПОЛІГОНОМЕТРИЧНИХ ХОДІВ У ВИРОБКАХ МЕТРОПОЛІТЕНУ М. ДНІПРО

### 4.1 Загальні положення вимоги нормативних документів

Орієнтування по способу сполучних трикутників або гіроскопічним методом слід здійснювати [15, 16]:

- перший раз – коли вибій знаходиться від ствола в межах від 50 до 60 м;
- вдруге – проходка по основній трасі досягає 100-150 м;
- втретє – проходка по трасі глухим вибоєм досягає 500 м.

Для забезпечення максимальної величини «базису» (відстані між схилами) в проекті армування ствола повинні бути передбачені проектує організацією місця для безперешкодного пропуску висків на максимальному видаленні один від одного по лінії, що паралельна осі підйому.

На поверхні і в підземних виробках приствольні пункти вибираються з дотриманням наступних умов [20]:

- відстані від приствольних пунктів до найближчого виска повинні бути мінімальними, при цьому знаки повинні знаходитися якомога ближче до проєктованого створу висків;
- приствольний пункт на поверхні включається в хід підхідний полігонометрії;
- з приствольного пункту на поверхні, як правило, має бути видно один з пунктів триангуляції або допоміжний пункт.

					<i>МС.ПД.20.03.04.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дяченко В.С.</i>			<i>МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ ОРІЄНТУВАННІ ПОЛІГОНОМЕТРИЧНИХ ХОДІВ У ВИРОБКАХ МЕТРОПОЛІТЕНУ М. ДНІПРО</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер. розділу</i>		<i>Назаренко В.О.</i>					1	14
<i>Керівник</i>		<i>Назаренко В.О.</i>				<i>184 Гірництво 184-16-2 ФБ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бруй Г.В.</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Кучин О.С.</i>						

Проектування точок з поверхні в підземні виробки через вертикальний ствол зазвичай здійснюється шляхом опускання вантажів на сталевому дроті. Вага вантажу і діаметр дроту, що застосовуються при орієнтуванні, залежать від глибини ствола, від швидкості руху повітря в стовбурі і інтенсивності «капання». Як показує практика, при опусканні висків зазвичай застосовуються:

- для шахт глибиною 20-30 м вантаж вагою 30-40 кг при діаметрі дроту 0,5-0,8 мм;
- для шахт глибиною 40-80 м вантаж вагою 60- 80 кг при діаметрі дроту 0,8-1,0 мм;
- для шахт глибиною 100-200 м вантаж вагою 100-140 кг при діаметрі дроту 1,0-1,2 мм.

Вага вантажу і діаметр дроту при орієнтуванні шахт глибиною понад 200 м визначаються в кожному окремому випадку виходячи з конкретних умов.

Дріт шахтного виска намотується на ручну лебідку з діаметром барабана 250-300 мм. Вантаж складається з штанги з підставою, на яку надягають чавунні шайби по 5 або 10 кг кожна з радіальної прорізю. Роботи в стовбурі шахти, пов'язані з підготовкою місць для пропуску висків, виконуються завчасно.

Виски рекомендується пропускати в місцях з найменшим «капанням» і не ближче 0,3 м від тубінгового оброблення ствола.

При сильному «капанні», особливо в зимовий час, дозволяється опустити виски в клітьовому відділенні.

Напередодні орієнтування проводиться пробне опускання висків на всю глибину ствола. Вантажі шахтних висків, підвішені на проволочках, опускаються в баки, наповнені рідиною (масло, вода з шаром масла товщиною 5-10 см). Баки ізолюються від настилу, по якому пересуваються спостерігачі. Від «капання» баки закриваються конусоподібними ковпаками з

					МС.ПД.20.03.04.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вирізом вгорі для пропуску дроту.

Відсутність торкань проволоки виска в стовбурі шахти перевіряється оглядом її на всьому протязі, а також пропуском «пошти».

При орієнтуванні шахти ляди спусків і людського ходка повинні бути закриті. У момент спостереження вимикається вентиляція в стволі.

Примикання до шахтним висків полягає у визначенні їх координат і дирекційного кута створу схилів на поверхні і передачі їх на знаки полігонометрії під землею.

Результати всіх виконаних орієнтувань заносяться у відомість. Розбіжності значень дирекційного кута підземної лінії, визначених на підставі кількох орієнтувань, не повинні перевищувати 20". При недотриманні зазначеного допуску має бути здійснене додаткове контрольне орієнтування. Після збійки та орієнтування по методу двох шахт виправлення наявного дирекційного кута більш ніж на 10" не дозволяється. При перевищенні зазначеного допуску проводиться перевірка вимірювань по підземному ходу, а потім – по поверхні. Якщо помилка при контрольних вимірах не виявляється, роблять повторне орієнтування. При з'єднанні полігонометрії між двома шахтами, орієнтованими за способом сполучних трикутників або гіроскопічним методом, допустима кутова нев'язка розраховується за формулою:

$$f_{\beta} = \pm(2m_{\beta}\sqrt{n+15''})$$

де  $n$  – число станцій підземного ходу;

$m_{\beta}$  – середня квадратична похибка кута підземної полігонометрії, в залежності від довжин сторін ходу і кількості вимірювань, може бути прийнята від 4" до 2".

					МС.ПД.20.03.04.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.2 Аналіз способів орієнтування

Орієнтування – це процес передачі координат і дирекційного кута з поверхні в підземні виробки. Координати з поверхні в підземні виробки передаються від точок основної або підхідної полігонометрії, а дирекційні кути – від сторін тунельної триангуляції або полігонометрії.

Основні способи орієнтування, їх характеристики та точність наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Способи орієнтування підземних виробок

№ пп	Назва	Точність (m <sub>0</sub> )	Описання способу
1	2	3	4
1	Магнітний спосіб	5'	На поверхні на лінії з відомим дирекційним кутом за допомогою буссолі визначають відхилення магнітної стрілки. Потім з буссоллю спускаються в підземну виробку і, з урахуванням відхилення, по магнітній стрілці визначають дирекційний кут закріпленого напрямку або вісі виробки.
2	Спосіб створу двох висків	до 30"	При орієнтуванні застосовуються два виска, опущені в ствол шахти і закріплені на поверхні в створі лінії з відомим дирекційним кутом. У підземній виробці в створі двох висків встановлюється теодоліт, і вихідний напрямок переноситься на підземні пункти.
3	Спосіб двох шахт	до 8"	У тунелі прокладається полігонометричний хід, який прив'язується до двох, опущених з поверхні висках з відомими координатами, на початку та на кінці хода.
4	Гіроскопічне орієнтування	2" – 3"	За допомогою гірокомпаса і теодоліта (гіротеодоліта) вимірюється азимут будь-якого напрямку будь де в підземній виробці.
5	Автоколімаційний спосіб	8"	Для вимірювань застосовують два автоколімаційних теодоліта, один встановлюється на поверхні, а інший в підземному тунелі, а також три дзеркальних поворотних пристрої: верхнє (ВПП), середнє(СПП), нижнє (НПП). Поєднанням візирних променів (теодоліт на поверхні – ВПП; ВПП-СПП; СПП-НПП; НПП – теодоліт в тунелі) в одній площині отримується дирекційний кут лінії в тунелі.
6	Спосіб з'єднувального трикутника	10" – 12"	У ствол опускають два виски і на земній поверхні системою вимірювань визначають дирекційний кут площині двох висків, що приймається за вихідну сторону (базис) для визначення дирекційного кута сторони і ПМОМ.

										Арк.
										4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МС.ПД.20.03.04.ПЗ



Проаналізувавши способи орієнтування, можна зробити наступні висновки [13,14]:

- спосіб орієнтування двох шахт дозволяє отримати дирекційний кут лінії підземної полігонометрії безпосередньо у вибої, а інші методи – дирекційний кут першої лінії у ствола. Однак цей спосіб має обмежене застосування – тільки при наявності додаткових вертикальних виробок і коли траса тунелю прямолінійна або має великий радіус кругової кривої.
- гіроскопічне орієнтування є найбільш прогресивним способом і дозволяє здійснювати надлишкові вимірювання азимутів ліній підземної полігонометрії в будь-якій точці.
- орієнтування способом з'єднувального трикутника через наявність надлишкових вимірювань дозволяє здійснювати зрівнювання результатів вимірювань.

### 4.3 Орієнтування способом сполучних трикутників

У практиці будівництва підземних тунелів метрошироке застосування при орієнтуванні підземних виробок отримав спосіб з'єднувального трикутника за вимогами [20].

Геометрична схема орієнтування наступна. У ствол (рис. 4.1) опускають два виски  $O_1$  і  $O_2$ . У точці А, що закріплена на поверхні біля ствола, вимірюється кут  $\alpha$  між напрямками на виски і примичний кут  $\omega$ . Також вимірюється відстань  $a$  між висками і відстані  $b$  і  $c$  від теодоліта до кожного з висків. В результаті вимірювань на поверхні отримують з'єднувальний трикутник АВС, в якому виміряні три сторони і один кут та можуть бути обчислені значення двох інших кутів  $\beta$  і  $\gamma$  трикутника.

					МС.ПД.20.03.04.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

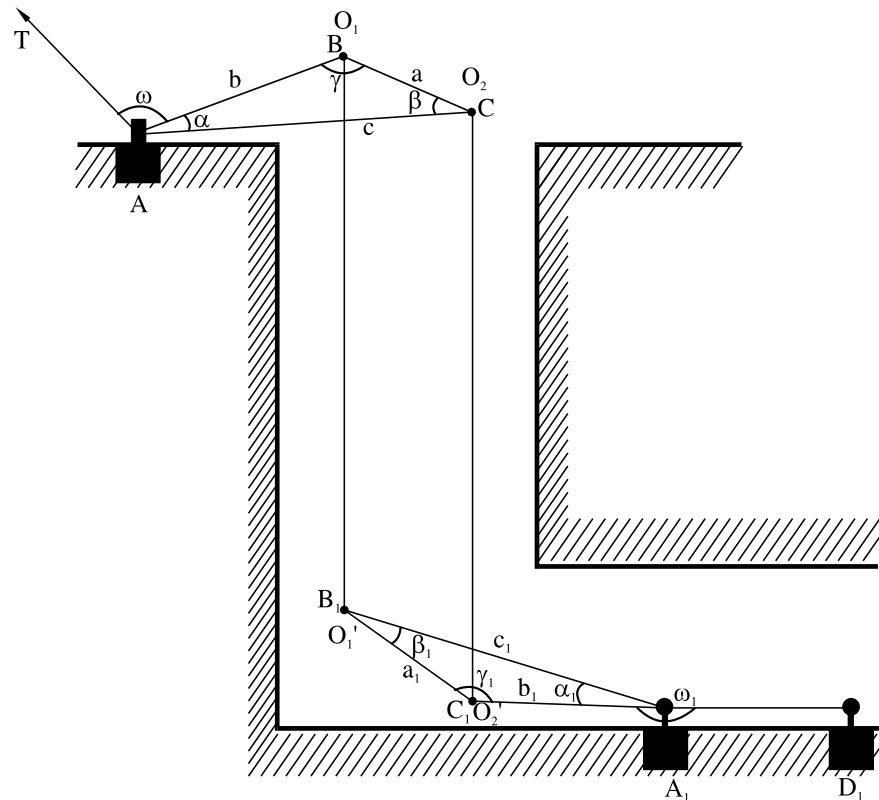


Рис. 4.1 – Схема орієнтування способом сполучних трикутників

За вихідним дирекційним кутом напрямку  $AT$ , примичним кутом  $\omega$  і кутам з'єднувального трикутника обчислюється дирекційний кут створависків  $O_1, O_2$ .

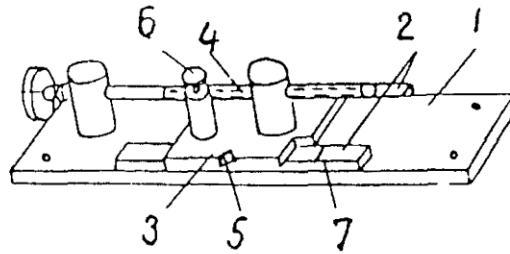
У підземній виробці біля ствола закріплюється точку  $A_1$ , на якій вимірюють кути  $\alpha_1$  і  $\omega_1$ , а також сторони  $a_1, b_1, c_1$  підземного сполучного трикутника. За дирекційним кутом площині висків і примичним кутом  $\omega_1$  обчислюється дирекційний кут приствольної лінії  $A_1D_1$ .

Точність орієнтування багато в чому залежить від форми сполучних трикутників. Місця кріплення висків підбираються так, щоб форма утворених трикутників була найвигіднішою, тобто  $\angle \alpha$  повинен бути не більше  $3^\circ$ , а відношення сторін  $\frac{b}{a}$  не перевищувало 1,5. В якості висків найчастіше застосовують сталевий дріт з підвішеними навантаженнями. Задля

										Арк.
										6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МС.ПД.20.03.04.ПЗ					

зменшення амплітуди коливань, вантажі опускаються в спеціальні посудини наповнені машинним маслом.

Для збільшення надійності і точності, орієнтування виконується при трьох положеннях висків [20]. З цією метою висок кріпиться до спеціального пристрою (рис. 4.2), що дозволяє переміщувати точки кріплення висків на 15 мм з точністю 0,1 мм, в напрямку перпендикулярному візирному променю, спрямованому на висок з точки А або з точки А<sub>1</sub> [20].



- 1 – основа
- 2 – салазки
- 3 – повзунок
- 4 – гвинт
- 5 – проріз для заведення виска
- 6 – стопорний пристрій
- 7 – шкала

Рис. 4.2 – Пластина для механічного зміщення висків

Розбіжність в вимірній відстані між висками на поверхні  $a$  і в підземних виробках  $a_1$  не допускається більше 2 мм.

Виміряні кути  $\alpha$  і  $\alpha_1$ ,  $\omega$  і  $\omega_1$  контролюються за формулами:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\omega_{\text{теор}} &= \frac{1}{b} \rho; \\ \Delta\omega_{1\text{теор}} &= \frac{1}{c_1} \rho; \\ \Delta\alpha_{\text{теор}} &= \frac{1}{b} \rho - \frac{1}{c} \rho; \\ \Delta\alpha_{1\text{теор}} &= \frac{1}{b_1} \rho - \frac{1}{c_1} \rho \end{aligned} \right\}, (4.1)$$

						МС.ПД.20.03.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			7

де  $l$  – величина зміщення виска за допомогою спецприлада, 15 мм.

Фактичні різниці кутів на поверхні обчислюють за формулами:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\omega_{\text{из м}} &= \omega_{\text{II}} - \omega_{\text{I}}; \\ \Delta\omega_{\text{из м}} &= \omega_{\text{I}} - \omega_{\text{III}}; \\ \Delta\alpha_{\text{из м}} &= \alpha_{\text{I}} - \alpha_{\text{II}}; \\ \Delta\alpha_{\text{из м}} &= \alpha_{\text{III}} - \alpha_{\text{I}} \end{aligned} \right\} (4.2)$$

де  $\omega_{\text{I}}, \omega_{\text{II}}, \omega_{\text{III}}, \alpha_{\text{I}}, \alpha_{\text{II}}, \alpha_{\text{III}}$  – виміряні кути  $\omega$  і  $\alpha$  при трьох переміщеннях висків на поверхні;

Фактичні різниці кутів в підземних виробках обчислюють за формулами:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\omega_{1 \text{ из м}} &= \omega_{1, \text{II}} - \omega_{1, \text{I}}; \\ \Delta\omega_{1 \text{ из м}} &= \omega_{1, \text{III}} - \omega_{1, \text{I}}; \\ \Delta\alpha_{1 \text{ из м}} &= \alpha_{1, \text{II}} - \alpha_{1, \text{I}}; \\ \Delta\alpha_{1 \text{ из м}} &= \alpha_{1, \text{I}} - \alpha_{1, \text{III}} \end{aligned} \right\} (4.3)$$

де  $\omega_{1, \text{I}}, \omega_{1, \text{II}}, \omega_{1, \text{III}}$  и  $\alpha_{1, \text{I}}, \alpha_{1, \text{II}}, \alpha_{1, \text{III}}$  – виміряні кути  $\omega$  і  $\alpha$  при трьох положеннях висків в підземних виробках.

Отримані за фактом різниці порівнюються з теоретичними значеннями. Не допускаються розбіжності більше 10" на поверхні і 15" під землею.

У сполучних трикутниках вимірюють три сторони  $a, b, c$  і гострий кут  $\alpha$ , тому виникає одне надлишкове вимірювання, що дозволяє зрівнювання результатів вимірювань.

Зрівнювання виробляють шляхом розподілу лінійної нев'язки трикутника в виміряні довжини сторін, залишаючи без зміни виміряний кут  $\alpha$ , за наступною програмою [20].

За виміряними сторонами  $a, b$  и кутом  $\alpha$  обчислюють значення кута  $\beta$  (гострого) і довжину сторони  $c$  за формулами:

					МС.ПД.20.03.04.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sin\beta = \frac{b}{a} \sin\alpha, \quad (4.4)$$

$$c_{\text{обчисл}} = b \cdot \cos\alpha + a \cdot \cos\beta. \quad (4.5)$$

Обчислену довжину сторін  $c$  порівнюють з фактично виміряної і визначають нев'язку  $f_s$  за формулою:

$$f_s = c_{\text{обчисл}} - c_{\text{вимір}} \quad (4.6)$$

Значення  $f_s$  розподіляється у всі три вимірні сторони порівну за формулами:

$$\left. \begin{aligned} (a) &= -\frac{f_s}{3}; \\ (b) &= -\frac{f_s}{3}; \\ (c) &= +\frac{f_s}{3}; \end{aligned} \right\} \quad (4.7)$$

Допустимі величини нев'язок для сполучних трикутників, що розташовані на поверхні і в підземному тунелі обчислюються за формулами:

$$f_{s_{\text{доп}}} = 1,6\sqrt{3} = 2,2 \text{ мм}; \quad (4.8)$$

$$f_{s_{\text{доп}}} = 2,4\sqrt{3} = 4,1 \text{ мм}. \quad (4.9)$$

За зрівняними сторонами обчислюють значення кутів  $\beta_{\text{ур}} \gamma_{\text{ур}}$  за формулами:

					МС.ПД.20.03.04.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\left. \begin{aligned} \sin \beta_{yp} &= \frac{b_{испp}}{a_{испp}} \sin \alpha; \\ \sin \gamma_{yp} &= \frac{c_{испp}}{a_{испp}} \sin \alpha \end{aligned} \right\}, \quad (4.10)$$

При цьому вимірний кут  $\alpha$  залишається без зміни. Сума зрівняних кутів в кожному сполучному трикутнику, обчислена за зрівняним сторонам, може відрізнятися від  $180^\circ$  тільки за рахунок округлення при розрахунках. Такі відхилення допускаються не більше  $0,3''$ .

Дирекційний кут сторони підземної полігонометрії  $A_1D_1$  (рис. 4.1) обчислюється за кожним положенням схилів окремо, з використанням вихідного дирекційного кута лінії  $T-A$  на поверхні, значень вимірних примичних кутів  $\omega$ ,  $\omega_1$  і значень зрівняних кутів в сполучних трикутниках. По трьом отриманим значенням беруть середнє арифметичне. При цьому відхилення від середнього арифметичного значення трьох визначень дирекційного кута не має перевищувати  $25''$ .

Координати пунктів ПМОМ обчислюються за кожним положенням висків окремо, з використанням значень обчислених дирекційних кутів, координат вихідної точки  $A_i$  зрівняних значень сторін  $b_{испp}$  на поверхні і  $c_{испp}$  у тунелі (рис. 4.1). За отриманими результатами береться середнє значення координат. При цьому допустиме відхилення від середнього значення координат не повинно перевищувати 3 мм.

Підсумкова оцінка точності орієнтування при трьох положеннях висків має бути здійснена за формулою [20]:

$$M_o = \sqrt{m_{\alpha_{исx}}^2 + \frac{(m_o)_s^2 + (m_o)_\beta^2 + (m_o)_{Псд}^2 + (m_o)_{Псисx}^2}{3}}, \quad (4.11)$$

де  $m_{\alpha_{исx}}$  – помилка вихідного дирекційного кута;

$(m_o)_s$  – помилка орієнтування, що виникає внаслідок помилок

					МС.ПД.20.03.04.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірювання сторін в сполучних трикутниках на поверхні і в підземних виробках;

$(m_o)_\beta$  – помилка орієнтування, що виникає під впливом помилок виміру кутів  $\alpha$  і  $\alpha_1$ , а також примичних кутів  $\omega$  і  $\omega_1$ ;

$(m_o)_\pi$  – помилка орієнтування, що виникає внаслідок помилок проектування точок висками.

Величини  $(m_o)_s$  і  $(m_o)_\beta$  обчислюються за формулами:

$$\left. \begin{aligned} (m_o)_s^2 &= \left( \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \rho^2 \frac{a^2 + b^2}{a^4} + \operatorname{tg}^2 \alpha_1 \cdot \rho^2 \frac{a_1^2 + b_1^2}{a_1^4} \right) m_s^2; \\ (m_o)_\beta^2 &= 2 m^2 \left( 1 + \frac{b}{a} + \frac{b^2}{a^2} \right) + 2 m_1^2 \left( 1 + \frac{b_1}{a_1} + \frac{b_1^2}{a_1^2} \right) \end{aligned} \right\} \quad (4.12)$$

де  $m$  і  $m_1$  – помилки вимірювання напрямків на поверхні і під землею, рівні, відповідно 3" і 4";

$m_s$  – середня квадратична помилка вимірювання сторін, приймається 0,8 мм.

Похибка вихідного дирекційного кута  $m_{\alpha_{\text{исх}}}$  сторони тунельної триангуляції приймається рівною 3".

Похибка проектування направлення на глибині шахт в межах від 20 до 100 м і відстанями між схилами близько 5 м приймають рівним  $m_{\text{п.сст}} = 6'' m_{\text{п.сл}} = 5''$ .

#### 4.3 Аналіз методики та результатів орієнтування через ствол №14

Маркшейдерсько-геодезичною службою генпідрядної організації було виконано орієнтування підземної маркшейдерської мережі геометричним способом для виробок, що розробляються від ствола №14.

					МС.ПД.20.03.04.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виконання робіт з орієнтування виконано на стволі №14, що має малий діаметр(менше 6 м), повністю облаштований та активною експлуатуємий.

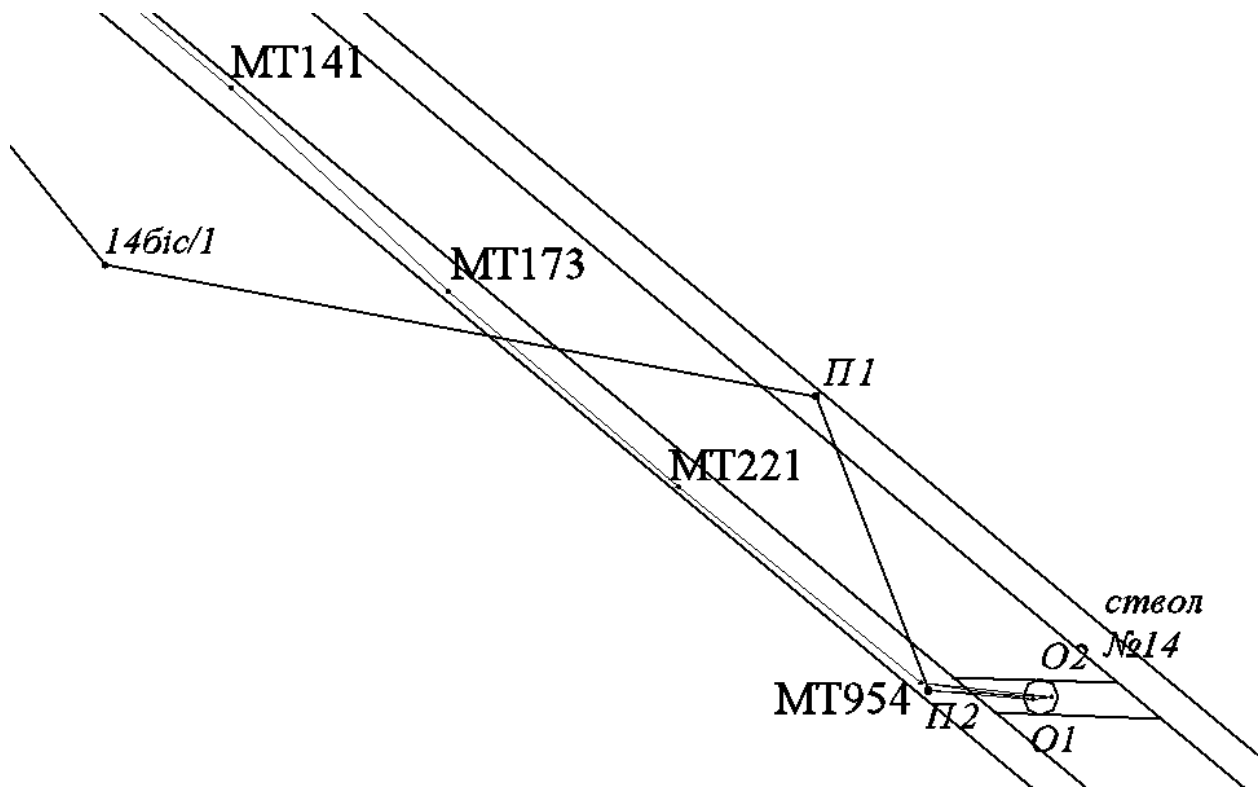


Рис.4.3 – Підхідна полігонометрія до ствола №14

Замість проволочних висків використовувався лазерний прилад вертикального проектування. Відстань між точками проектування склала 3,261 м.

Відстань між точками проектування на поверхні 3,2609 м, у підземних спорудах – 3,2613 м, таким чином розбіжність між довжинами склала 0,4 мм. Заявлена різниця між дирекційними кутами на базових сторонах підземної полігонометрії склала 8" для сторони MT954 - MT221 та 9" для сторони MT141 - MT173. Отримані значення розбіжностей дозволяють визнати результати орієнтування задовільними (не більше 20"). Але при цьому не була виконана оцінка точності орієнтування. Крім того, орієнтування виконано при двох проектуваннях, хоча інструкція [20] вимагає проводити не менше трьох.

					МС.ПД.20.03.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12





$$m_{\text{псист}} = 6'';$$

$$m_{\text{псл}} = 5''.$$

Величини  $(m_o)_s$  и  $(m_o)_\beta$  обчислюємо за формулами (4.12).

При  $\alpha = 1,44^\circ$ ,  $\alpha_1 = 1,84^\circ$ ,  $m_s = 0,8$  мм,  $a = 3,261$  м,  $b = 17,953$  м,  $a_1 = 3,261$  м,  $b_1 = 19,379$  м отримуємо:

$$(m_o)_s = 12,1''.$$

При  $m = 3''$ ,  $m_1 = 4''$ ,  $b/a = 5,51$  и  $b_1/a_1 = 5,91$  отримуємо:

$$(m_o)_\beta = 44,7''.$$

При  $(m_o)_{\text{пслуч}} = 5''$ ,  $(m_o)_{\text{псист}} = 6''$ ,  $m_{\alpha_{\text{исх}}} = 3''$  отримуємо:

$$M_o = \sqrt{(3'')^2 + \frac{(12,1'')^2 + (44,7'')^2 + (5'')^2}{2} + (6'')^2} = 33,6''.$$

Таким чином, отримане значення перевищує встановлені вимоги до орієнтування через один ствол способом примічного трикутника  $m_o^{\text{доп}} = 12''$ . Також, сумнівно, що результати двох незалежних орієнтувань по такій методиці та у таких умовах будуть мати різницю не більше 20''. Тим не менш, розрахована похибка може бути врахована при виконанні оцінки точності збійки зустрічних вибоїв тунелів і, якщо ця підсумкова похибка збійки не буде перевищувати 100 мм, то таке орієнтування можна визнати дійсним.

					МС.ПД.20.03.04.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

В роботі представлений проект маркшейдерських робіт при орієнтуванні полігонометричних ходів у виробках метрополітену м. Дніпро.

Розглянуті геологічні умови будівництва метрополітену та проведення гірничих робіт. Розглянуті питання техніки безпеки та охорони праці як при проведенні будівництва, так і при виконанні маркшейдерсько-геодезичних робіт.

Розглянуті способи орієнтування полігонометричних ходів підземних виробок. Обґрунтовано використання способу передачі координат та дирекційних кутів примичним трикутником. Розглянуті вимоги інструкцій та нормативних документів, висвітлені польові та камеральні роботи по здійсненню орієнтування.

При проведенні орієнтування через ствол № 14 виявлені відхилення від вимог інструкцій та зміна методики виконання робіт. Хоча отримані значення розбіжностей дирекційних кутів сторін в шахті при двох проектуваннях дозволяють визнати результати орієнтування задовільними, але при цьому не була виконана розрахована похибка орієнтування.

Розрахована в роботі похибка орієнтування склала  $m_0=33,6''$ , що перевищує встановлені вимоги до орієнтування через один ствол  $m_0^{доп} = 12''$ . Також, сумнівно, що результати двох незалежних орієнтувань будуть мати різницю не більше  $20''$ . Тим не менш, розрахована похибка може бути врахована при виконанні оцінки точності збіжки зустрічних вибоїв тунелів і, якщо ця підсумкова похибка збіжки не буде перевищувати 100 мм, то таке орієнтування можна визнати дійсним.

Результати роботи можуть бути використані на підприємстві.

					<i>МС.ПД.20.03.В.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дяченко В.С.</i>			<i>ВИСНОВКИ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер. розділу</i>		<i>Назаренко В.О.</i>				1	1	
<i>Керівник</i>		<i>Назаренко В.О.</i>				<i>184 Гірництво 184-16-2 ФБ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бруї Г.В.</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Кучин О.С.</i>						

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУН Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія
2. ДСТУ Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт та улаштування основ і спорудження фундаментів
3. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Загальні вимоги безпеки
4. ГОСТ 12.1.029-80. Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація
5. ГОСТ 12.1.012-90. Вібраційна безпека. Загальні вимоги
6. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку
7. НПАОП 0.00-1.62-12. Правила охорони праці на автомобільному транспорті
8. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві
9. НПАОП 0.00-1.17-92. Єдині правила безпеки при вибухових роботах
10. ДБН В1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва
11. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України: Державні санітарні правила: 6.177-2005-09-02. – К., 2005. 62 с
12. ДБН В.2.4-2.04-97. Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва
13. Лебедев И.И. Курс инженерной геодезии. Геодезические работы при проектировании и строительстве городов и тоннелей. – М.: Недра, 1974. 360 с.
14. Практикум по прикладной геодезии. Геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации инженерных сооружений. – М.: Недра, 1993.

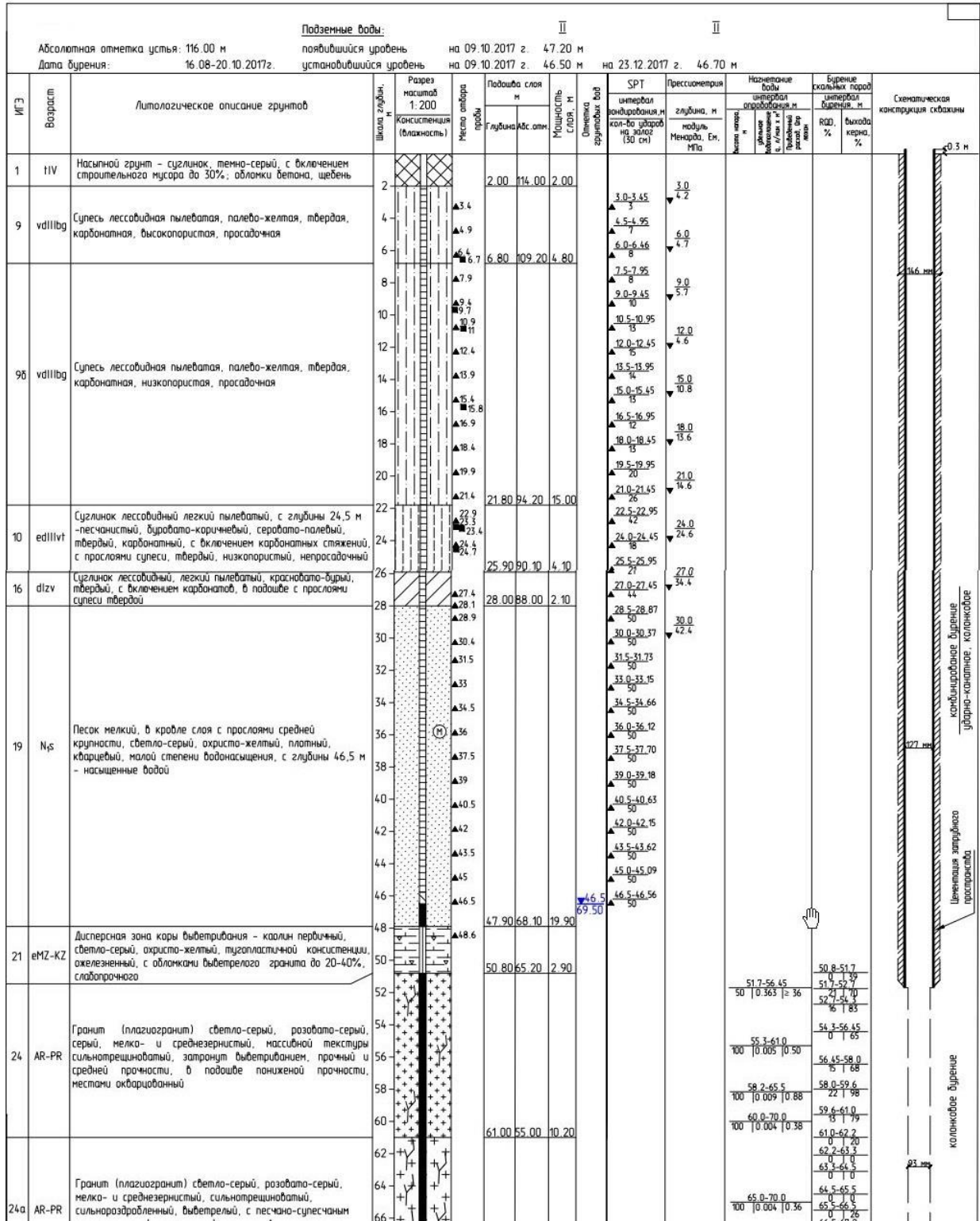
					<i>МС.ПД.20.03.П.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дяченко В.С.</i>			<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер. розділу</i>		<i>Назаренко В.О.</i>					1	2
<i>Керівник</i>		<i>Назаренко В.О.</i>				184 Гірництво 184-16-2 ФБ		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бруї Г.В.</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Кучин О.С.</i>						

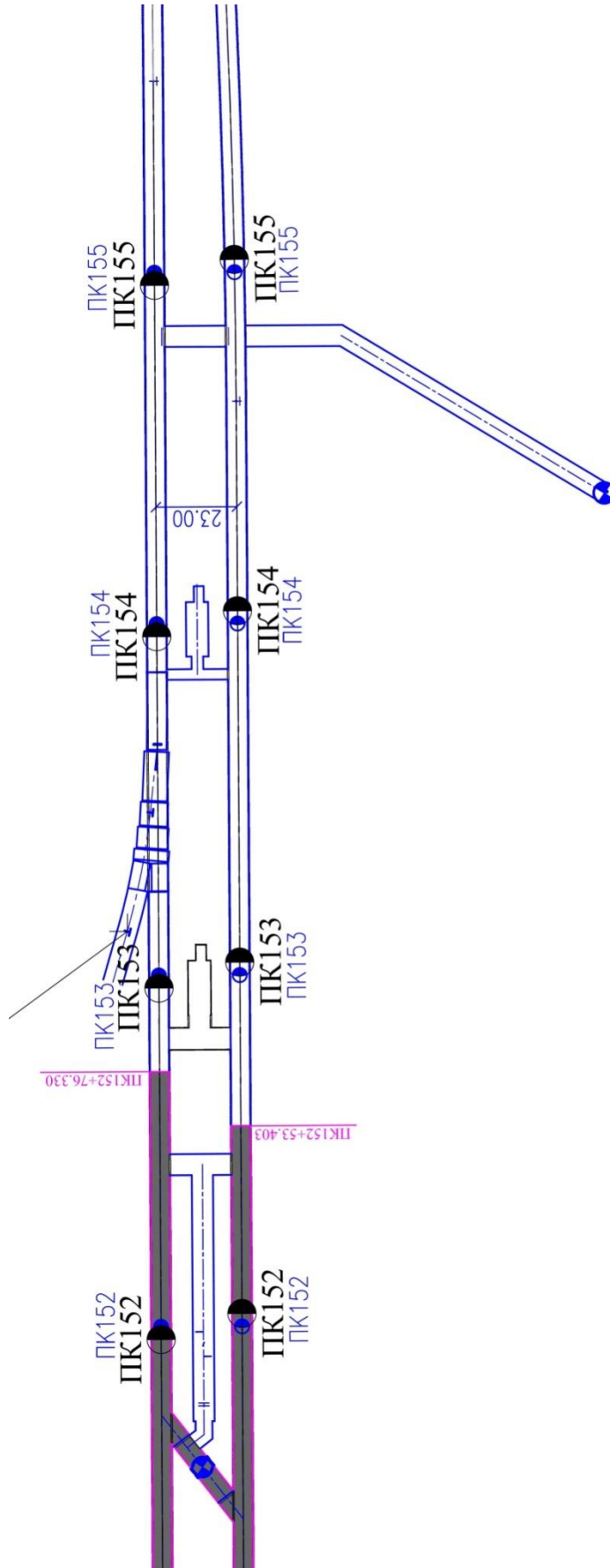
15. ДБН В.2.3-7-2010. Споруди транспорту. Метрополітен
16. ДБН В.2.3-7-2018 Метрополітени. Споруди транспорту.
17. ДБН В.1.3-2:2010 Геодезичні роботи у будівництві
18. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва
19. ДБН А.2.1-1-1-2008 Інженерні вишукування для будівництва
20. ВСН 160-69 Инструкция по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей. – М.: Минтрансстрой, 1970. 463 с.

					<i>МС.ПД.20.03.П.ПЗ</i>	Арк.
						2
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ДОДАТОК А

Геологічний розріз в районі станції «Жовтнева площа»





План тунелів ПК 152 - 155