**Контрольная работа №5**

**ОРИЕНТИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК**

**МЕТОДОМ ДВУХ ШАХТ**

**Содержание работы**

Произвести ориентировку подземного обоснования методом двух шахт и получить дирекционные углы сторон ориентированного подземного полигонометрического хода и координаты пунктов полигонометрии, для чего необходимо:

1. Вычислить координаты подземного полигонометрического хода и отвеса «скв. 13» по данным подземных измерений

2. Вычислить продольный и поперечный сдвиги по соответствующим формулам и проверить их графически

3. Вычислить величину ожидаемого поперечного смещения конечной точки полигонометрического хода, зависящего от а) ошибок измерений на поверхности; б) ошибок в углах подземной полигонометрии; в) ошибок в исходном дирекционном угле.

4. Вычислить поправку в исходный дирекционный угол первой линии полигонометрии.

5. Вычислить поправки в измеренные углы и длины линии подземной полигонометрии.

6. Вычислить окончательные значения дирекционных углов линий и координат пунктов подземного полигонометрического хода.

**Исходные данные:**

Для ориентирования подземных выработок методом двух щахт в условиях сооружения тоннелей метрополитена необходимы следующие данные:

**Вариант 16**

1. Схема висячего хода подземной основной полигонометрии с измеренными сторонами и углами (рисунок 1)



Рисунок 1. Схема хода подземной основной полигономтерии.

2. Координаты точки подземной полигонометрии, расположенной у ствола № 428, полученные в результате ориентирования через ствол.

ХСтв. 428.=7478.220 м., YСтв. 428.=5848.036 м.,

3. Дирекционный угол αСт. 48 – п.1101=202°23’39” приствольной линии подземной полигонометрии, полученный из ориентирования методом соединительного треугольника

4. Координаты Хскв.13=7215.638 м. Yскв.13=6441.432 м. последней точки висячего подземного полигонометрического хода, полученные на поверхности с помощью опущенного в скважину отвеса и подземного хода.

5. Средние квадратические погрешности ориентирования первой линии подземного полигонметрического хода mo=8”, и измерения углов в подземной полигонометрии mβ=4”.

**1. Предвариательные вычисления полигонометрии**

Таблица 1.

Вычисление координат точек подземной полигонометрии

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № пункт | Углы поворотаизмеренные | Дирекционные углы | Длины сторон | вычисленные |
| ΔХ | ΔY |
| ° ´ ´´ | ° ´ ´´ |
| Ств28 |  |  |  |  |  |
|  |  | 202º23΄39˝ | 45.216 | -41.806 | -17.226 |
| 1101 | 92º14΄25˝ |  |  |  |  |
|  |  | 114º38΄04˝ | 50.829 | -21.187 | 46.203 |
| 1103 | 181º04΄53˝ |  |  |  |  |
|  |  | 115º42΄57˝ | 49.235 | -21.363 | 44.359 |
| 1105 | 179º33΄17˝ |  |  |  |  |
|  |  | 115º16΄14˝ | 50.113 | -21.393 | 45.317 |
| 1107 | 180º56΄43˝ |  |  |  |  |
|  |  | 116º12΄57˝ | 50.278 | -22.211 | 45.106 |
| 1109 | 179º28΄57˝ |  |  |  |  |
|  |  | 115º41΄54˝ | 50.296 | -21.810 | 45.321 |
| 1111 | 182º15΄39˝ |  |  |  |  |
|  |  | 117º57΄33˝ | 49.827 | -23.361 | 44.011 |
| 1113 | 172º54΄48˝ |  |  |  |  |
|  |  | 110º.52΄21˝ | 49.986 | -17.809 | 46.706 |
| 1115 | 173º06΄25˝ |  |  |  |  |
|  |  | 103º58΄46˝ | 50.107 | -12.105 | 48.623 |
| 1117 | 183º42΄17˝ |  |  |  |  |
|  |  | 107º41΄03˝ | 50.309 | -15.282 | 47.932 |
| 1119 | 179º37΄49˝ |  |  |  |  |
|  |  | 107º18΄52˝ | 50.263 | -14.959 | 47.985 |
| 1121 | 179º47΄18˝ |  |  |  |  |
|  |  | 107º06΄10˝ | 49.911 | -14.678 | 47.704 |
| 1123 | 180º16΄43˝ |  |  |  |  |
|  |  | 107º22΄53˝ | 49.893 | -14.905 | 47.615 |
| 1125 | 179º51΄58˝ |  |  |  |  |
|  |  | 107º14΄51˝ | 50.176 | -14.877 | 47.920 |
| 1127 | 93º24΄19˝ |  |  |  |  |
|  |  | 20º39΄10˝ | 16.236 | 15.193 | 5.727 |
| скв.13 |  |  |  |  |  |
|  |  |  | $\left[S\right]$=712.675 | $\left[∆X\right]$=-262,554 | $\left[∆Y\right]$=593,302 |
|  |  |  |  | $\left[∆X\right]\_{Т}$=-262.582 | $\left[∆Y\right]\_{Т}$=593.444 |
|  |  |  |  | $f\_{x}$=0.028 | $f\_{y}$=-0.094 |

fs=$\sqrt{f\_{x}^{2}+f\_{y}^{2}}=0.098$ fs/S=1/5590

**2. Вычисление поправок в измеренные**

$$L=\left[S\right]-\left(S\_{1}+S\_{15}\right)=712.675-\left(45.216+16.236\right)=651.223 м$$

Вычисляем невязки t и U

$$U=\frac{f\_{y}∙\left[∆X\right]+f\_{х}∙\left[∆Y\right]}{L}=\frac{-0.094∙\left(-262.554\right)+0.028∙593.302}{651.223}=0.064 м$$

$$t=\frac{f\_{y}∙\left[∆Y\right]+f\_{х}∙\left[∆X\right]}{L}=\frac{-0.094∙(593.302)+0.028∙(-262.554)}{651.223}=-0.097 м$$

$$f\_{S}=\sqrt{t^{2}+U^{2}}=\sqrt{-0.097^{2}+0.064^{2}}=0.116 м$$

Вычисление размеров ожидаемого влияния источников ошибок на смещение конечной точки подземного полигонометрического хода

$$m\_{U1}=\frac{L}{45000}=\frac{651.223}{45000}=0.0145 м=14.5 мм.$$

$$m\_{U2}=\frac{m\_{β}}{ρ}∙L∙\sqrt{\frac{n+1.5}{3}}=\frac{4}{206265}∙651223∙\sqrt{\frac{15+1.5}{3}}=29.6 мм$$

$$m\_{U3}=\frac{m\_{О}}{ρ}∙L∙=\frac{8}{206265}∙651223=25.3 мм$$

$$m\_{U}=\sqrt{m\_{U1}^{2}+m\_{U2}^{2}+m\_{U3}^{2}}=\sqrt{14.5^{2}+29.6^{2}+25.3^{2}}=41.6 мм$$

Вычисление поправки в исходный дирекционный угол

$$U\_{3}=U \frac{m\_{U3}^{2}}{m\_{U}^{2}}=0.064 \frac{25.3^{2}}{41.6^{2}}=0.023 м=23 мм$$

$$∆a=\frac{-U\_{3}}{L}∙ρ=\frac{0.023}{651.223}∙206265=7.4"$$

Вычисление поправок в измеренные углы

$$U-U\_{3}=0.064-\left(0.023\right)=0.040 м=40 мм$$

$$ω=\frac{U-U\_{3}}{L}∙ρ=\frac{0.040}{651.223}∙206265=12.7"$$

Вычисление поправок в измеренные углы приведены в таблице 2

Таблица 2.

Вычисление поправок в измеренные углы

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № точек | n= | $$\frac{6∙\left[n-2(i-1)\right]}{(n+1)∙(n+2)}$$ | Поправка | № точек | n= | $$\frac{6∙\left[n-2(i-1)\right]}{(n+1)∙(n+2)}$$ | Поправка |
| 1101 | 1 | $$\frac{6∙\left[13-2(1-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=0.37$$ | 4,7 | 1115 | 8 | $$\frac{6∙\left[13-2(8-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=-0.03$$ | -0,4 |
| 1103 | 2 | $$\frac{6∙\left[13-2(2-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=0.31$$ | 3,9 | 1117 | 9 | $$\frac{6∙\left[13-2(9-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=-0.09$$ | -1,1 |
| 1105 | 3 | $$\frac{6∙\left[13-2(3-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=0.26$$ | 3,3 | 1119 | 10 | $$\frac{6∙\left[13-2(10-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=-0.14$$ | -1,8 |
| 1107 | 4 | $$\frac{6∙\left[13-2(4-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=0.20$$ | 2,5 | 1121 | 11 | $$\frac{6∙\left[13-2(11-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=-0.20$$ | -2,5 |
| 1109 | 5 | $$\frac{6∙\left[13-2(5-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=0.14$$ | 1,8 | 1123 | 12 | $$\frac{6∙\left[13-2(12-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=-0.26$$ | -3,3 |
| 1111 | 6 | $$\frac{6∙\left[13-2(6-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=0.09$$ | 1,1 | 1125 | 13 | $$\frac{6∙\left[13-2(13-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=-0.31$$ | -3,9 |
| 1113 | 7 | $$\frac{6∙\left[13-2(7-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=0.03$$ | 0,4 | 1127 | 14 | $$\frac{6∙\left[13-2(14-1)\right]}{(13+1)∙(13+2)}=-0.37$$ | -4,7 |

Поправки в измеренные расстояния вычисляются в ведомости вычисления координат (таблица 3) по формуле

$$V\_{Si}=\frac{-t}{L}∙S\_{i}$$

После определения определения и введения поправок в исходный дирекционный угол, измеренные углы поворота и длины сторон подземного полигонометрического хода вычисляют поправки в приращения координат.

Таблица 3. Вычисление координат

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № пункта | Углы поворотаизмеренные | Углы поворотаисправленные | Дирекционные углы | Длины сторон | вычисленные | Исправленные | Х | Y |
| ΔХ | ΔY | ΔХ | ΔY |
| ° ´ ´´ | ° ´ ´´ | ° ´ ´´ |
| ств28 |  |  | 7.5˝ |  | 0.002 | 0.001 |  |  | **7478.220** | **5848.036** |
|  | 4.7˝ |  | 202º23΄39.0˝ | 45.216 | -41.806 | -17.226 | -41.804 | -17.225 |  |  |
| 1101 | 92º14΄25˝ | 92º14΄29.7˝ | 12.2˝ | 0.008 | 0.003 | 0.001 |  |  | **7436.416** | **5830.811** |
|  | 3.9˝ |  | 114º.38΄08.7˝ | 50.829 | -21.191 | 46.209 | -21.188 | 46.210 |  |  |
| 1103 | 181º04΄53˝ | 181º04΄56.9˝ | 16.1˝ | 0.007 | 0.003 | 0.001 |  |  | **7415.228** | **5877.021** |
|  | 3.3˝ |  | 115º43΄05.7˝ | 49.235 | -21.369 | 44.364 | -21.366 | 44.365 |  |  |
| 1105 | 179º33΄17˝ | 179º33΄20.3˝ | 19.4˝ | 0.007 | 0.003 | 0.001 |  |  | **7393.862** | **5921.386** |
|  | 2.5˝ |  | 115º16΄26.0˝ | 50.113 | -21.399 | 45.323 | -21.396 | 45.324 |  |  |
| 1107 | 180º56΄43˝ | 180º56΄45.5˝ | 21.9˝ | 0.008 | 0.003 | 0.001 |  |  | **7372.467** | **5966.710** |
|  | 1.8˝ |  | 116º13΄11.5˝ | 50.278 | -22.217 | 45.111 | -22.214 | 45.112 |  |  |
| 1109 | 179.28΄57˝ | 179º28΄58.8˝ | 23.7˝ | 0.008 | 0.003 | 0.002 |  |  | **7350.253** | **6011.823** |
|  | 1.1˝ |  | 115º42΄10.4˝ | 50.296 | -21.817 | 45.326 | -21.814 | 45.328 |  |  |
| 1111 | 182º15΄39˝ | 182º15΄40.1˝ | 24.8˝ | 0.007 | 0.003 | 0.001 |  |  | **7328.439** | **6057.151** |
|  | 0.4˝ |  | 117º57΄50.5˝ | 49.827 | -23.368 | 44.016 | -23.365 | 44.017 |  |  |
| 1113 | 172º54΄48˝ | 172º54΄48.4˝ | 25.2˝ | 0.007 | 0.004 | 0.001 |  |  | **7305.073** | **6101.168** |
|  | -0.4˝ |  | 110º52΄39.0˝ | 49.986 | -17.816 | 46.711 | -17.812 | 46.712 |  |  |
| 1115 | 173º06΄25˝ | 173º06΄24.6˝ | 24.8˝ | 0.007 | 0.004 | 0.002 |  |  | **7287.261** | **6147.880** |
|  | -1.1˝ |  | 103º59΄03.6˝ | 50.107 | -12.110 | 48.629 | -12.106 | 48.631 |  |  |
| 1117 | 183º42΄17˝ | 183º42΄15.9˝ | 23.7˝ | 0.008 | 0.004 | 0.002 |  |  | **7275.155** | **6196.511** |
|  | -1.8˝ |  | 107º41΄19.5˝ | 50.309 | -15.288 | 47.938 | -15.284 | 47.940 |  |  |
| 1119 | 179º37΄49˝ | 179º37΄47.2˝ | 21.9˝ | 0.008 | 0.004 | 0.002 |  |  | **7259.870** | **6244.451** |
|  | -2.5˝ |  | 107º19΄06.8˝ | 50.263 | -14.965 | 47.991 | -14.961 | 47.993 |  |  |
| 1121 | 179º47΄18˝ | 179º47΄15.5˝ |  |  |  |  |  |  | **7244.910** | **6292.444** |
| № пункта | Углы поворотаизмеренные | Углы поворотаисправленные | Дирекционные углы | Длины сторон | вычисленные | Исправленные | Х | Y |
| ΔХ | ΔY | ΔХ | ΔY |
| ° ´ ´´ | ° ´ ´´ | ° ´ ´´ |
|  | -2.5˝ |  | 107º19΄06.8˝ | 50.263 |  |  |  |  |  |  |
| 1121 | 179º47΄18˝ | 179º47΄15.5˝ | 19.4˝ | 0.007 | 0.003 | 0.001 |  |  | **7244.910** | **6292.444** |
|   | -3.3˝ |  | 107º06΄22.3˝ | 49.911 | -14.683 | 47.710 | -14.680 | 47.711 |  |  |
| 1123 | 180º16΄43˝ | 180º16΄39.7˝ | 16.1˝ | 0.007 | 0.003 | 0.001 |  |  | **7230.229** | **6340.155** |
|   | -3.9˝ |  | 107º23΄05˝ | 49.893 | -14.910 | 47.621 | -14.907 | 47.622 |  |  |
| 1125 | 179º51΄58˝ | 179º51΄54.1˝ | 12.2˝ | 0.007 | 0.003 | 0.001 |  |  | **7215.323** | **6387.777** |
|   | -4.7˝ |  | 107º15΄03˝ | 50.176 | -14.882 | 47.926 | -14.879 | 47.927 |  |  |
| 1127 | 93º24΄19˝ | 93º24΄14.3˝ | 7.5˝ |  | 0.002 | 0.000 |  |  | **7200.443** | **6435.704** |
|   |  |  | 20º39΄22˝ | 16.236 | 15.192 | 5.727 | 15.194 | 5.727 |  |  |
| Скв. 13 |  |  |  |  |  |  |  |  | **7215.638** | **6441.432** |
|  |  |  | Р= | 712.675 | -262.629 | 593.378 | -262.582 | 593.396 |  |  |
|  | ΣVβ=0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | ΣVs= | 0.075 | -262.582 | 593.396 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | fx=-0.047 | fy=-0.018 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | fs=0.051 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | fs/S= | 1 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | 14054 |  |  |  |  |

**3. Оценка точности**

Ошибка ориентирования по способу двух шахт вычисляется по формуле

$$m=\sqrt{m\_{1}^{2}+m\_{2}^{2}+m\_{3}^{2}+m\_{4}^{2}+m\_{5}^{2}+m\_{6}^{2}}$$

m1 – средняя квадратическая погрешность геодезического обоснования на поверхности;

m2 и m3 – ошибки измерений на поверхности в ходах подходной полигонометрии, соответтвенно у ствола и скважины;

m4 и m5 – средняя квадратические погрешности ходов подземной подходной полигонометрии у ствола и скважины.

m6– ошибки измерений в подземном полигонометрическом ходе.

$$m\_{1} =\frac{1}{45000}∙ρ=\frac{206265}{45000}=4.5"$$

$$m\_{2} =m\_{3}=\frac{D∙ρ}{15000∙L}=\frac{100∙206265}{15000∙712.675}=1.9"$$

$$m\_{4} =m\_{5}=\frac{l∙ρ}{15000∙L}=\frac{100∙206265}{15000∙712.675}=1.9"$$

$$m\_{6} =m\_{β}\sqrt{\frac{n+1.5}{3}}=4"\sqrt{\frac{15+1.5}{3}}=9.3"$$

$$m=\sqrt{4.5^{2}+1.9^{2}+1.9^{2}+1.9^{2}+1.9^{2}+9.3^{2}}=11"$$