

## Лабораторна робота №2

**Тема:** Метрологічна повірка нівелірів

**Завдання:** Виконати метрологічну повірку нівеліру Н-3

### 1. Загальні положення

**1.1.** Дійсні методичні вказівки (МВ) поширюються на нівеліри і нівелірні рейки, що знаходяться в експлуатації, і встановлюють методи та засоби їхньої періодичної повірки.

**1.2.** Періодична повірка проводиться з метою виявлення відповідності найважливіших метрологічних характеристик нівелірів і нівелірних рейок установленим вимогам і придатності їх до застосування.

**1.3.** Методи і засоби визначення метрологічних характеристик узгоджуються з вимогами відповідних інструкцій, науково-технічної й нормативно-технічної літератури.

**1.4.** Періодичність повірок нівелірів і нівелірних рейок при їхній експлуатації та збереженні складає один раз у два роки. У залежності від умов експлуатації міжповірковий інтервал може бути уточнений органами метрологічної служби об'єднання.

**1.5.** Припустимі значення обумовлених характеристик установлюються діючими інструкціями і нормативно-технічною документацією на нівеліри і нівелірні рейки і не повинні перевищувати величин більш ніж на 30%.

### 2. Операції повірки

**2.1.** Повірка повинна включати операції: зовнішній огляд, перевірка взаємодії вузлів, перевірка рівня, перевірка установки сітки ниток, перевірка кута  $i$ , визнання середньої квадратичної похибки виміру перевищення на станції

#### Перевірка нівеліра

Зовнішній огляд, перевірка установки рівня (для рейок, обладнаних рівнем), перевірка стріли прогину. Визначення відхилень довжин метрових інтервалів

### 3. Засоби повірки

**3.1.** При повірці повинні застосовуватися наступні засоби виміру із зазначеними характеристиками:

- 1) екзаменатор, ціна поділу 5 – 10",
- 2) коліатор із мікрометром, ціна поділу шкали мікрометра 0,5";
- 3) контрольний метр, ціна поділу 0,2 мм;
- 4) зразковий нівелір типу Н05 (Ni002) із штриховими рейками.

**3.2.** При повірках польовим методом застосовують рейки з комплекту випробуваного нівеліра і металеву рулетку, а також два «башмаки» чи залізничні «костилі», що забивають у ґрунт за 2 – 3 год. до початку робіт.

**3.3.** Допускається застосовувати засоби вимірів, не зазначені в розділі 3.1, але що забезпечують визначення характеристик засобів вимірів, що повіряються, з необхідною точністю.

#### **4. Вимоги до кваліфікації повірників**

**4.1.** Виміри при повірці нівелірів і нівелірних рейок і обробку результатів вимірів повинні проводити особи, що мають спеціальну технічну освіту чи досвід практичної роботи із зазначених спеціальностей і пройшли курси повірників приладів.

#### **5. Вимоги до безпеки**

**5.1.** При повірці приладів необхідно дотримуватись вимог.

**5.2.** При повірці в лабораторних умовах необхідно дотримуватись вимог, які встановлені діючими інструкціями з техніки безпеки.

#### **6. Умови перевірки**

**6.1.** Перевірки відповідно до ДСТ 8.395 і ДСТ 15150 повинна проводитися в наступних умовах:

температура навколишнього повітря  $(25\pm 10)^\circ\text{IЗ}$ ; відносна вологість 45...80%; атмосферний тиск 84 ... 106 кПа.

При температурі вище  $30^\circ\text{C}$  відносна вологість не повинна перевищувати 70%.

Вплив вібрації, рефракції й руху повітря не повинний бути помітно при візуванні на ціль.

#### **7. Підготовка до повірки**

**7.1.** Засоби повірки повинні бути попередньо випробувані й приведені в робочий стан. Для повірки в польових умовах завчасно обладнають станцію чи замкнутий полігон із трьох пунктів: забивають «костилі» чи «башмаки» у зручному для роботи місці з інтервалом 150 – 200 м так, щоб посередині між ними в створі було зручно встановлювати зразковий і випробуваний нівеліри.

#### **8. Проведення повірки**

**8.1.** Обов'язковий зовнішній огляд, при якому звіряється комплектність з експлуатаційною документацією, маркірування – із паспортом чи технічним описом на прилад.

**8.2.** Взаємодія вузлів, плавність обертання ходових частин, чистота поля зору труби і відлікового мікроскопа (при наявності горизонтального круга з оптичним відліковим пристроєм) перевіряються випробуванням. При випробуванні повинні бути проведені також експлуатаційні повірки.

Настановний рівень повіряють відомим способом, а саме:

-установлюють нівелір на штатив чи тверду (краще бетонну) основу; горизонтують нівелір піднімальними гвинтами; -повертають прилад приблизно на  $180^\circ$  ;

якщо при цьому пухирець рівня змістився менше, ніж на половину розподілу, вважають рівень вивіреном. Якщо ж зсув пухирця по величині більше половини розподілу, то половину сходу пухирця усувають виправними гвинтами рівня. Повірку роблять не менш двох разів.

Установку сітки в точних і технічних нівелірів перевіряють по виску («на око») чи наведенням на добре видиму ціль, розташовану в 10 м від нівеліра, поперемінно одним і іншим краєм горизонтальної нитки. Якщо відхилення представляються істотними, то положення сітки виправляють її розворотом.

Юстировку кута  $i$  роблять відомим способом подвійного нівелювання – «із середини» і з установкою нівеліра поблизу однієї з рейок, у такій послідовності.

Лінію 60 – 80 м закріплюють «костиллями» чи «башмаками». На цих точках установлюють рейки, що бажано закріпити. Нівелір установлюють на рівній відстані від рейок із точністю 1 м. Визначають перевищення «із середини», що вільне від похибки, викликані наявністю кута  $i$ . Потім установлюють нівелір у 2 – 3 м від однієї з рейок. Визначають перевищення. Якщо останнє відрізняється від визначеного із середини більш ніж на 3 – 4 мм, роблять виправлення, прийнявши відлік по ближній рейці вільним від похибки, викликані наявністю кута  $i$ . Юстировку роблять виправними гвинтами сітки чи рівня в залежності від конструкції й системи приладу. Повірку роблять не менш двох разів.

### 8.3. Повірка діапазону роботи компенсатора і його працездатності.

Діапазон роботи компенсатора і його працездатність у польових умовах перевіряють одночасно. Для цього встановлюють нівелір у робоче положення, а на відстані 50 – 100 м від нього рейку на точку (репер і т.п.). Потім беруть відлік по рейці; Після цього піднімальними гвинтами нахиляють нівелір у межах ціни поділу настановного рівня в різні сторони (у межах між внутрішньої та зовнішньої окружностями ампули наставного рівня). При цьому відлік не повинний мінятися. Якщо компенсатор зависне до досягнення пухирцем внутрішньої окружності, то діапазон його роботи недостатній. Юстировка проводиться в умовах майстерні. Якщо відлік міняється більше, ніж на 2 – 3 мм для технічних і на 1 – 2 мм для точних нівелірів, що свідчить про наявність систематичної погрішності в роботі компенсатора, то необхідна юстировка компенсатора в майстерні.

У лабораторних умовах діапазон роботи компенсатора і його працездатність перевіряються спільно на екзаменаторі за допомогою коліматора. Для цього встановлюють нівелір на екзаменатор, приводять у робоче положення, фіксують положення візирної осі по коліматору, що знаходиться в створі за екзаменатором.

Після цього нахиляють рухливу плату екзаменатора до зависання компенсатора в одну й іншу сторони (подовжні нахили). Відліки по гвинту екзаменатора і визначають діапазон роботи компенсатора.

При зазначених нахилах відлік по шкалі коліматора не повинний мінятися. Якщо різниця перевищує 5", то необхідна юстировка компенсатора в майстерні.

Ті ж операції повторюють, розгорнувши візирну вісь нівеліра на  $90^\circ$  для визначення діапазону й працездатності компенсатора при бічних нахилах.

**8.4.** Середню квадратичну похибку виміру перевищення на станції рекомендується визначати такими способами.

Польовий метод полягає в наступному. На спеціально обладнаній станції (два репери з інтервалом 200 м і місце між ними, зручне для роботи з інструментом) зразковим засобом, наприклад, нівеліром НА1 чи Н2 шість раз визначають перевищення. Середнє значення приймають за істинне.

Потім 36 разів (3 серії з 12 визначень) знаходять величину перевищення між точками станції нівеліром, що перевіряється, з рейками з його комплекту. Серії повинні відрізнятися за часом чи їх, повинні виконувати різні спостерігачі. Середню квадратичну похибку виміру перевищення на станції знаходять із вираження:

$$m_{ct} = \sqrt{[\varepsilon\varepsilon]}/36$$

де  $\varepsilon$  – відхилення результату кожного виміру від прийнятого за істинне.

Перед кожним визначенням перевищення варто змінювати установку нівеліра (горизонт інструмента).

Лабораторний метод варто використовувати при повірках нівелірів у будь-який час року.

**Спосіб із штриховими шкалами** аналогічний польовому, але відстані до нівеліра значно менші. У просторому витягнутому по довжині приміщенні обладнається бетонна підстава, на якій може кріпитися прилад (зразковий і що перевіряється), а на стінах приблизно на одному рівні з передбачуваною візирною віссю приладу закріплюються шкали з міліметровими поділами (можна використовувати шкали звичайних металевих лінійок, або що мають емалеве покриття). Відстані між шкалами й приладом варто вибирати максимально можливими, але не менше ніж 20м. Шкали закріплюються так, щоб гарантувалася їхня нерухомість.

Порядок роботи наступний. Установлюють на підставі зразковий (атестований) нівелір типу Н05 чи НА-1, визначають їм величину перевищення між нулями шкал шість разів, із зміною горизонту інструмента. Середнє з шести вимірів приймається за істинне. Потім 36 разів (три серії з 12 вимірів) визначають те ж перевищення нівеліром, що перевіряється.

Середню квадратичну похибку виміру перевищення на станції знаходять по формулі:

$$m_{ct} = \pm\sqrt{[\varepsilon\varepsilon]}/36$$

де  $\varepsilon$  – відхилення кожного виміру від прийнятого за істинне. Потім приводять знайдену, величину до 100 м, множачи її на  $K = 100/l$ , де  $l$  - відстань від шкал до приладу.

Якщо високоточний нівелір не атестований, то варто зробити це, обробляючи результати вимірів, проведених нівеліром, що повіряють, відповідно описаній методиці, по внутрішній збіжності:

$$m_{обр} = \pm\sqrt{[\delta\delta]}/35$$

де  $\delta$  -відхилення кожного перевищення від середнього арифметичних з 36 вимірів. Кут  $i$  у високоточного нівеліра доводиться перед виміром до можливого мінімуму.

При відсутності зразкового нівеліра варто користатися полігоном із трьох пунктів, що складають приблизно рівносторонній трикутник із сторонами близько 200 м

Зазначений полігон нівелюють по програмі, що відповідає типу приладу, що повіряється. Нівелювання замкнутого полігона роблять 12 разів.

Середню квадратичну похибку визначення перевищення на станції знаходять по нев'язаннях у вимірах полігона:

$$m_h = \pm \sqrt{[\Delta\Delta]} / 3n$$

Зазначеним способом при необхідності можна атестувати і зразковий нівелір.

### 8.5. Повірка нівелірних рейок.

Зовнішній огляд включає визначення стану покриття й відцифровки, якість фарбування й відцифровки не повинне перешкоджати роботі. Кріплення ручок, рівнів, п'яток повинні бути надійними.

Повірка правильності установки рівня на рейці повинна вироблятися щораз перед роботою. Рейку встановлюють на відстані 30 – 50 м від нівеліра. Нівелір приводять у робоче положення. Потім встановлюють рейку у вертикальне положення по нитці сітки зорової труби нівеліра. Юстировочними гвинтами круглого рівня (на рейці) приводять пухирець на середину. Потім знову здійснюють юстировку, повернувши рейку на 90°. Це повторюється кілька разів, поки пухирець рівня буде зміщатися менш чим на 0,5 розподілу при обертанні рейки.

Стрілу прогину визначають за допомогою дроту, натягнутого між кінцями рейки. При цьому по лінійці з точністю до міліметрів відраховують відстань від рейки в точці максимального прогину (обумовленого «на око»). Прогин інварної рейки повинний бути не більш 5 мм, у триметрової суцільної – не більше 15 мм.

Відхилення довжин метрових інтервалів визначають за допомогою контрольної («жєневської») лінійки. Рейку укладають на спеціальні упори. Метрові інтервали інварної рейки визначають між поділами 10 і 30, 30 і 50, 70 і 90, 90 і 110; шашкової між цифрами 01 і 11, 10 і 20, 19 і 29. Виміри проводять у прямому й зворотному напрямках. Перед вимірами у зворотному ході контрольну лінійку повертають на 180°.

Для інварних рейок відліки беруть по двох краях штрихів два рази; для шашкових по прокресленим до країв відлікових шашок рискам. Перед повторними вимірами лінійку злегка зрушують. Різниці відліків по кінцях контрольної лінійки на кожному з інтервалів повинні відрізнятися не більше ніж на 0,10 мм, у противному випадку лінійку зрушують і проводять додаткові виміри. До і після вимірів фіксують температуру лінійки. Припустимі відхилення метрових інтервалів від номінального значення зазначені в ДСТ 11158—83.