

ЛЕКЦІЯ 9. ВИМІРЮВАННЯ ДОВЖИН ЛІНІЙ НА МІСЦЕВОСТІ

Вимірювання відстаней (лінійні вимірювання) є необхідною складовою будь-якого виду топографо-геодезичних робіт на місцевості. Їх виконують для визначення горизонтальних відстаней (закладень) між точками. Довжину лінії на місцевості визначають безпосереднім або посереднім способами. Безпосередній спосіб вимірювання відстані полягає у послідовному вкладанні мірного засобу у створі лінії. Під час посереднього способу довжину лінії визначають як функцію відомих геометричних або фізичних співвідношень. Геометричні співвідношення використовують для аналітичних обчислень шуканих відстаней за виміряними базисами і кутами, а також в оптичних віддалемірах. Фізичні співвідношення для вимірювання відстаней покладені в основу конструкцій електрофізичних приладів – світло-, радіо- та лазерних віддалемірів. Залежно від призначення і виду геодезичних робіт, вимог до їхньої точності, а також умов місцевості, застосовують той чи інший спосіб і прилад для вимірювання довжини ліній.

6.1. Засоби для вимірювання відстаней безпосереднім способом

Для безпосереднього вимірювання відстаней використовують механічні мірні засоби, якими є *мірні (землемірні) стрічки, рулетки, інварні дроти, польові циркулі*. Мірні стрічки – це сталеві смужки завдовжки 20, 24 або 50 м, завширшки 15–20 мм і завтовшки 0,4–0,6 мм з ручками на кінцях. Найпоширенішими є стрічки завдовжки 20 м. Мірні стрічки бувають двох типів: штрихові та шкалові. На краях штрихових стрічок зроблено прорізи, проти центрів яких нанесено штрихи (рис. 30, *a*). Відстань між штрихами відповідає номінальній довжині стрічки. На обох боках стрічки нанесено шкалу: від 0 до 20 м з одного боку та від 20 до 0 м – з іншого. Метри на стрічці позначено цифрами на прямокутних або овальних металевих пластинах, півметрові поділки – металевими заклепками, а дециметрові – круглими отворами. Сантиметри відлічують окомірно з точністю до 0,01 м. Шкалові стрічки мають на початку і в кінці шкали з сантиметровими та міліметровими поділками і відлік по них беруть від нульової позначки (рис. 30, *г*). Їх використовують для вимірювання відстаней з підвищеною

точністю. Для зручності у користуванні стрічки намотують на залізні кільця зі скобами (рис. 30, б).

Разом зі стрічками використовують комплект із 6 або 11 шпильок. Шпильки виготовляють зі сталюго дроту діаметром 5 мм і довжиною 30 см (рис. 30, в). Під час вимірювання шпильки вставляють у прорізи на кінцях стрічки і для фіксації встромляють у ґрунт. Щоб досягти під час вимірювань постійних натягів стрічки, в комплект до стрічки додають динамометр, а для врахування температури стрічки – термометр.

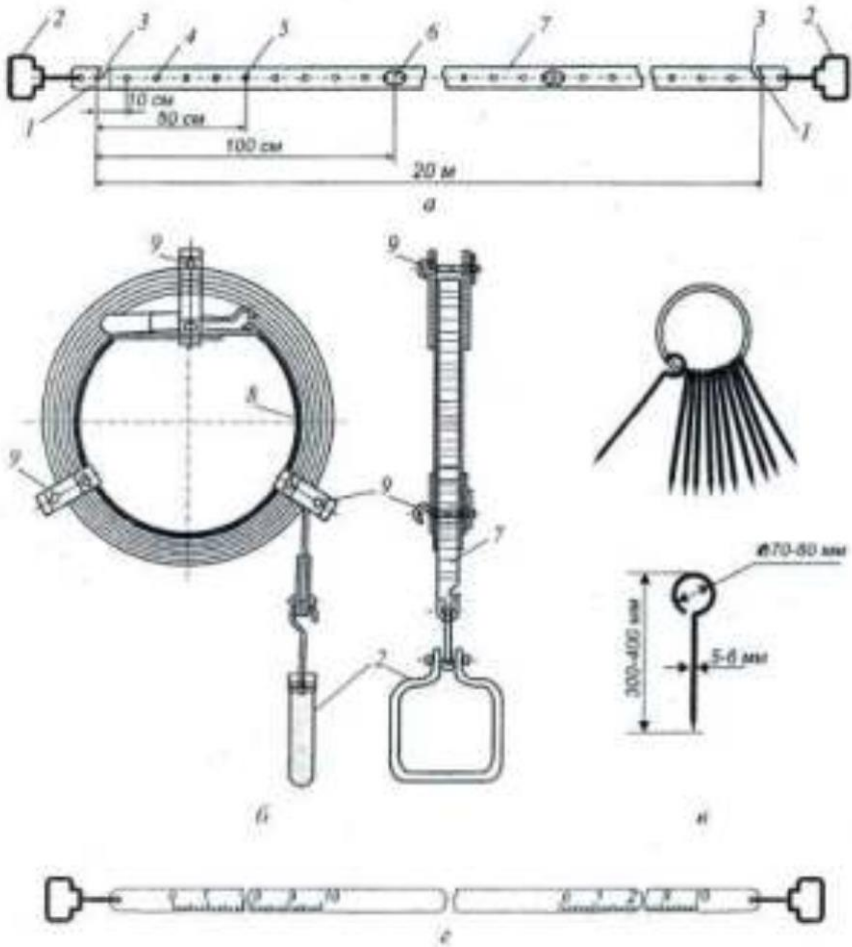


Рис. 30. Мірні стрічки:

- 1 – штрихи; 2 – ручки; 3 – вирізи-гачки; 4 – дециметрові отвори; 5 – мідні бляшки для позначення півметрових інтервалів; 6 – мідні пластини з порядковими номерами метрів; 7 – полотно стрічки; 8 – кільце для намотування стрічки; 9 – гвинти для кріплення під час транспортування і зберігання

Для вимірювання коротких (до 100 м) відстаней під час інженерно-геодезичних, маркшейдерських і будівельних робіт використовують *рулетки* (рис. 31). Рулетки можуть бути сталеві або фібергласові, з довжиною смуги 5, 10, 20, 30 і 50 м, яка у неробочому стані намотана на котушку. На рулетці міліметрові поділки нанесено по всій довжині або тільки на першому дециметрі. Сантиметрові поділки наносять по всій довжині.



Рис. 31. Рулетка

Для виконання особливо точних вимірювань застосовують *інварні дроти* завдовжки 24 і 48 м, які належать до підвісних мірних пристроїв. Інвар – сплав з 64 % сталі і 36 % нікелю, який має винятково малий температурний коефіцієнт лінійного розширення $\alpha = 0,5 \cdot 10^{-6}$ (для порівняння: сталь має $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$). Такий дріт послідовно натягують між сусідніми штативами, які рівномірно розставлені уздовж лінії. Робота з інварними дротами потребує великих затрат праці й часу, тому їх використовують для високоточного перенесення на місцевість проектних розмірів, компарування мірних приладів, вимірювання базисів у триангуляції та полігонометрії.

Виміряти відстань із невеликою точністю можна також *польовим циркулем* (рис. 32). Це дві жердини, міцно скріплені під кутом так, щоб між їхніми кінцями зберігалася постійна відстань 1 або 2 м. Тримавши циркуль за ручку, його переставляють (“крокують”) по лінії, яку треба виміряти.



Рис. 32. Польовий циркуль

Перед початком і періодично у процесі вимірювань відстаней на місцевості визначають фактичну довжину стрічки або рулетки, яка часто відрізняється від номінальної. Ця різниця у довжині виникає, як правило, під час виготовлення стрічки або у процесі експлуатації. Для зіставлення довжин мірний засіб (робочу міру) порівнюють із другим мірним засобом, довжина якого відома (нормальна, або еталонна міра). Нормальні міри дбайливо

зберігають і використовують лише для порівняння з ними робочих. Процес порівняння довжини робочої міри з нормальною називають **компаруванням**. Якщо робочий засіб для вимірювання відстаней має однакову довжину з еталоном, то на рівному майданчику безпосереднього визначають різницю їхніх довжин. Стрічку-еталон розмотують, вирівнюють і злегка натягують. Біля кінців стрічки забивають кілки так, щоб на них проектувалися кінцеві штрихи стрічки. Один кінець стрічки закріплюють, а на іншому фіксують динамометр і натягують її з силою 98,07 Н. На кілках олівцем маркують положення штрихів, які позначають початок і кінець стрічки. Контрольну стрічку забирають, а на її місце укладають робочу стрічку, яку теж натягують із силою 98,07 Н. Штрих початку стрічки суміщають зі штрихом на задньому кілку, а на передньому кілку відмічають положення кінця стрічки. Якщо відстань між штрихами не перевищує 2 мм, то робоча стрічка є правильною. Якщо ж ця відстань більша, то обчислюють поправку за компарування:

$$\Delta l_k = l - l_e, \quad (6.1)$$

де l, l_e – довжини відповідно робочої та еталонної стрічок, м.

Під час чисельних вимірювань на місцевості та у випадках, коли робоча міра за величиною неспівмірна з еталоном, для порівняння використовують *польовий компаратор*. Таким компаратором є лінія на рівній місцевості завдовжки 100–200 м, кінці якої закріплені вкопаними врівень із землею бетонними пірамідками. У верхні зрізи пірамідок вмуровані металеві марки з хрестовою насічкою. Довжину польового компаратора (відстань між марками) визначають за допомогою еталонної стрічки, обов'язково використовуючи для вимірювання залишку лінії міліметрову лінійку. За довжину компаратора приймають середнє арифметичне з кількох вимірювань. Аналогічні вимірювання компаратора виконують робочою стрічкою. Порівнявши довжини компаратора, визначають поправку робочої стрічки за компарування:

$$\Delta l_k = (D_k - D_R) / n, \quad (6.2)$$

де $n = D_R / l$ – кількість відкладень робочої міри довжиною l між крайніми точками компаратора.

Стрічки і рулетки змінюють свою довжину зі зміною температури відповідно до лінійного розширення матеріалу, з якого вони виготовлені. Тому визначена поправка дійсна за тієї температури, за якої виконували компарування. Якщо у процесі вимірювання температура суттєво відрізняється від температури

компарування, то у результат вимірювання вводять поправку за температуру

$$\Delta D_t = \alpha (t - t_k) D, \quad (6.3)$$

де α – коефіцієнт лінійного розширення матеріалу, з якого виготовлене полотно;

t, t_k – температура стрічки під час вимірювання і компарування;

D – виміряна довжина лінії.

Якщо різниця температур не перевищує 8° , то поправку за температуру можна не вводити.