

## Лекція 6. Гідрометрія – спостереження за рівнем води та криготермічним режимом річок

**Мета лекції:** вивчення показників точності вимірювань, засвоєння принципів організації та обладнання гідрологічних постів, отримання теоретичних знань для проведення спостереження за рівнем та поздовжнім похилом річок, ознайомлення із принципами спостереження за температурним та криготермічним режимами річок.

### План

1. Предмет гідрометрії. Система гідрологічних спостережень. Показники точності вимірювань.
2. Організація та обладнання гідрологічних постів.
3. Спостереження за рівнем та поздовжнім похилом річок.
4. Спостереження за температурним та криготермічним режимами річок.

**1. Предмет гідрометрії. Система гідрологічних спостережень. Показники точності вимірювань.** Сучасна гідрометрія визначається як вимірююча частина гідрології, яка вивчає методи спостережень за водними об'єктами, рухом води і наносів, прилади та пристрої для вимірювання, способи обробки результатів спостережень. Вивчення та розрахунки повинні виконуватись при урахуванні динамічних умов гідрологічних процесів.

Система гідрологічних спостережень (СГС) забезпечує отримання, збір, обробку гідрологічної інформації про склад, режим, та характеристики водних об'єктів. СГС утворюють гідрологічні станції (ГС) та гідрологічні пости (ГП), а їх сукупність - гідрологічну мережу спостереження.

Основні гідрологічні пости розділяються на **реперні**, призначені для вивчення багаторічних коливань гідрологічного режиму; **періодичні**, які складають основну масу постів і забезпечують територіальну деталізацію характеристик гідрологічного режиму, мають обмежений термін дії; **режимні**, отримані на них дані публікуються у виданнях Державного водного кадастру; **інформаційні**, які поставляють свідчення про стан водних об'єктів та елементів їх режиму.

Розрізняють наступні похибки вимірювань: інструментальні, що зумовлені похибками приладів, які використовуються; похибки методу, що відбуваються від недосконаленості методів, що використовуються. За своїми статистичними властивостями похибки проявляються як випадкові або

систематичні. Випадкова похибка – це складаюча похибки вимірювань, які змінюються випадково при повторних вимірюваннях однієї та тієї ж величини. Систематична похибка – залишається постійною або змінюється закономірно при повторних вимірюваннях однієї й тієї ж величини.

**2. Організація та обладнання гідрологічних постів.** Гідрологічний пост – пункт по водному об'єкті, який обладнаний улаштуваннями та приладами для проведення систематичних гідрологічних спостережень. Ділянка спостережень повинна бути характерною для достатньо великої протяжності ріки, на ній повинні бути відсутніми фактори, які порушують плавність течії (або деформації русла, або наявність значної рослинності, затори криги, перемінний підпір, тощо).

Рекогносцировка – це експедиційне дослідження ділянки ріки для вибору сприятливого для спостережень місця та оцінки діапазону змін характеристик гідрологічного режиму: рівнів води, глибини, швидкості течії, мутності, умов утворення криги. Ці дослідження проводяться при найнижчому та найвищому рівня x води у річці.

Найбільш трудомісткий етап рекогносцировки – топографічна зйомка ділянки та висотне обґрунтування гідрологічного поста.

Топографічна зйомка – сукупність геодезичних вимірювань, які виконують для складання плану місцевості.

Після закінчення зйомки оформлюється топографічний план ділянки та поперечні профілі русла. Після нанесення всіх елементів ситуації (шляхів, мостів, берегових споруд) на плані та профілі позначають розташування постових споруд і улаштувань. Потім виконують горизонтальну прив'язку, нівеліровку знаків та реперів.

Як знаки закріплення зйомочних мереж довготривалого типу застосовують:

- бетонні пілони (ставки) розміром 12×12×90 см (рис. 2.1 а);
- залізобетонні труби діаметром 35...60 мм, шматки рельсу (рис. 2.1 б);
- дерев'яні стовпи діаметром 15 см з хрестовиною, яка опирається на бетонний моноліт (рис. 2.1 в).

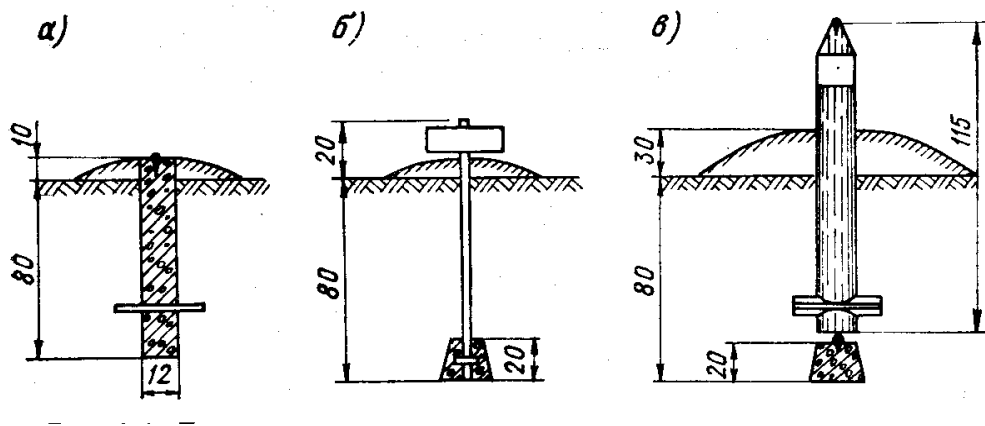


Рисунок 1 – Довготривалі знаки закріплення зйомочних мереж

а) бетонний пілон; б) шматок залізної труби, рельса або кутового заліза з бетонним монолітом; в) дерев'яний стовп з хрестовиною на бетонному моноліті

Особливе значення має контроль дійсності висотного розташування “нуля спостережень”. Одночасно з нівелюванням постових улаштувань нівелюється рівень води у створі поста. Для цього забивають кіп врівень з поверхнею води.

**3. Спостереження за рівнем та поздовжнім похилом річок.** В багатьох випадках рівень заміряють двічі на добу: вранці о 8.00 та ввечері о 20.00 як в зимовий, так і в літній періоди. При незначних і плавних коливаннях припустимо заміряти рівні 1 раз на добу – о 8.00. Під час водопіль, паводків, випусків із водосховищ, заторів рівні заміряють через кожні 2-4 години, або виконується безперервна реєстрація. Висота рівнів на неавтоматизованих постах заміряється з похибкою в 1 см. Якщо рівні води виміряють для визначення ухилів водної поверхні, напору на гідрологічних витратомірах, об'ємів акумуляції води у водосховищах похибка вимірювань не повинна перевищувати 2-3 см. Найпростіше висоту рівня визначати при використанні реєчних улаштувань. Для цього відраховується позначка рейки, найближча до поверхні води. На свайному улаштуванні висота рівня води виміряється за допомогою переносної рейки, яка ставиться вертикально на затоплену сваю, яка найближча до берега.

Середній добовий рівень визначається за формулою:

$$H = a_1 H_{8.00} + a_2 H_{20.00} , \quad (1)$$

де  $H_{8.00}$ ,  $H_{20.00}$  – значення рівнів води, які вимірені о 8.00 та о 20.00 відповідно, м;  $a_1 = a_2 = 0,5$

В залежності від конструкції улаштування для спостереження за рівнем води розділяють на прості (реєчні, свайні, реєчно-свайні та передаточні) і автоматизовані. Реєчні улаштування складаються з однієї або декількох дерев'яних або металевих рейок, які закріплюють на стінках набережних, устоях гребель та мостів (рис. 2.2 а). Якщо пост влаштовується в зоні неукріпленого берега, рейка встановлюється на вбитих окремих сваях (рис. 2.2 б), або на декількох, скріплених між собою сваях (рис. 2.2 в). Свайне улаштування складається із свай, що забиваються в одному створі. Свай виготовляють із різних матеріалів: дерева, метала, залізобетона. В ґрунт свая завинчується за допомогою спеціального ключа, так, щоб над поверхнею води залишалась лише її головка. Висота рівня на спайних улаштуваннях заміряється переносними реї

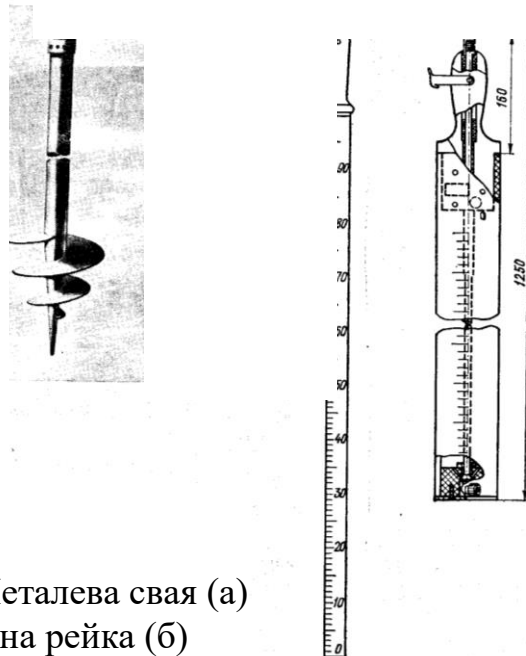


Рисунок 2 – Металева свая (а)  
та переносна рейка (б)

Змішані реєчно-свайні улаштування встановлюють на різких переломах у профілі берега до найближчого окремого створу.

Ухили водної поверхні виміряють геодезичними методами за різницею позначок рівня на сумісних постах; верхньому за течією ( $Z_B$ ) та нижньому ( $Z_H$ ):

$$J = (Z_B - Z_H) / L , \quad (2)$$

де  $L$  – відстань між гідрологічними постами, м.

Ділянка для визначення місцевого ухилу повинна бути такою, щоб в її межах зберігалась призматичність русла або однозначне та повільне змінення площі живого перетину. Базис L для визначення місцевого ухилу повинен знаходитись в межах морфологічно однорідної ділянки, для якої характерна однотиповість руслових утворень.

#### **4.Спостереження за температурним та криготермічним режимами річок.**

Коливання температури води у водоймах виникають в результаті теплообміну між її масою та навколишнім середовищем – повітрям та дном. Ділянка для вимірювання температури води вибирається поблизу поста в прибережній частині у проточному місці з глибиною 0,3...0,5 м. До місця заміру температури не повинні підходити струмини підземних джерел, стічні води.

Якщо ширина ріки менша 10м, температура води заміряється на стрижні, при невеликих глибинах – в самому глибокому місці ріки.

Водяним термометром замірюють температуру з похибкою  $\sigma=0,1^{\circ}\text{C}$ . Мікротермометр дозволяє відряховувати значення температури з похибкою до  $0,01^{\circ}\text{C}$  в діапазоні від  $-0,8^{\circ}$  до  $+1,2^{\circ}\text{C}$ . Використовується на шугоносних ріках восени та навесні при температурі, близькій до нуля. Електротермометри дозволяють виконувати дистанційний замір температури. Температура води заміряється з похибкою  $\sigma=0,1^{\circ}\text{C}$  в діапазоні від  $-1$  до  $+20^{\circ}\text{C}$  та  $\sigma=0,2^{\circ}\text{C}$  в діапазоні  $+20...+40^{\circ}\text{C}$ .

Спостереження проводяться на протязі всього зимового періоду. Довжина ділянки спостережень на малих ріках приймається не менше 200-500 м, на середніх та великих ріках – від 0,5 до 5 км. При проведенні спостережень за товщиною криги та снігу на ній виконують заміри товщини снігу на кризі, загальної товщини криги, глибини занурення криги, глибини занурення шуги, товщини шару води на кризі. Для заміру товщини криги застосовують криговий бур та криговимірювальну рейку.

Криговий бур ГР-113 – призначається для ручного буріння отворів у криговому покриві. Бур складається із ріжучої головки, шнеку та рукоятки, утворює лунки глибиною до 120 см, діаметром – до 7,5 см. Застосовується також механічний криговий бур ГР-114.

Криговимірювальна рейка виготовляється із сталеві смуги, яка розділяється на сантиметри.

Радіолокаційний вимірювач “Метелиця”, розміщений на снігоході, – ефективний агрегат для виконання великої кількості замірів. Дія агрегату заснована на принципі радіолокації з визначенням різниці часу затримки електромагнітних хвиль, які випромінюються від верхньої та нижньої поверхні кригового покриву. Діапазон вимірювань 15...30 см, похибка 8...10%.

Шуга – це рихлі скопичення в внутрішній криги, дрібно шматкової криги заберегів. Кількість шуги можна визначити стандартним шугобатометром ГР-3М. Він представляє собою трубу з квадратним перетином площею 100 см<sup>2</sup>, довжиною 50 см. Нижній кінець виконується у вигляді сталевих башмака з гострими кінцями. Для утримання шуги низ шугобатометра має дверцята, які відкриваються всередину приладу. Для вимивання води стінки та дверцята приладу мають отвори. Батометр вертикально занурюють в шар пливучої шуги, в ній вирізається стовпчик площею 100 см<sup>2</sup> з висотою, яка дорівнює товщині шару шуги. Шугу висипають у відро та зважують з точністю до 50 г.

#### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.Що вивчає наука гідрометрія?
- 2.Які похибки вимірювань існують та чим вони зумовлені?
- 3.Які види вимірювань застосовують в гідрометрії?
- 4.Як правильно вибрати місце для улаштування гідрологічного поста?
- 5.Які прилади застосовують для вимірювання температури води?