

Лекція 8. Вимірювання швидкості течії в руслових потоках

Мета лекції: ознайомлення з методами вимірювання швидкості течії води, засвоєння особливостей застосування гідрометричних вертлюгів, засвоєння принципів розрахунку швидкості течії з урахуванням обладнання, що застосовується.

План

1. Методи вимірювання швидкості течії води.
2. Гідрометричні вертлюги.
3. Гідрометричні поплавки.

1. Методи вимірювання швидкості течії води. Існує багато методів вимірювання швидкості течії. Розглянемо методи, які використовують в гідрометрії.

Метод, заснований на реєстрації числа обертів лопатевого гвинта. При вимірюванні реєструється число обертів лопатевого гвинта та тривалість вимірювання. Для реєстрації числа обертів використовують перетворювач обертового руху в електричний сигнал, який надходить до реєструючого улаштування. Значення швидкості визначається за спеціальною таблицею або графіком.

Метод, заснований на реєстрації швидкості тіла, що пливе. Для вимірювання швидкості застосовують поплавки поверхневі або глибинні. Швидкість течії приймається рівній швидкості – руху поплавка.

Метод, заснований на реєстрації швидкісного напору. Використовуються гідрометричні трубки різних конструкцій. Швидкість визначається в залежності від швидкісного напору, трубка вводиться у потік отвором до течії. Значення швидкості визначається за висотою підйому рівня у трубці.

Метод, заснований на застосуванні ультразвуку. При розповсюдженні ультразвукових коливань у середовищі, що рухається, швидкість ультразвуку відносно нерухомої системи координат дорівнює векторній сумі швидкості звуку і самого середовища. Швидкість течії визначається за різницею часу розповсюдження ультразвукової хвилі за течією та проти течії.

Метод, заснований на принципі теплообміну застосовуються у приладах, в яких робочим органом служить нагрітий елемент, що вводиться у потік. Швидкість течії визначається в залежності від швидкості охолодження елемента.

Безконтактні методи. Особливістю таких методів є можливість вимірювання швидкості без уводу у потік вимірювальних приладів, які порушують швидкісне поле (застосування індукційних витратомірів, лазера, тощо).

2.Гідрометричні вертушки. Винахід гідрометричної вертушки належить німецькому гідротехніку Р.Вольтману. Вертушки класифікують наступним чином: по направленню вісі обертів ротора – з горизонтальною та вертикальною віссю (ГР-21М; вертушка Прайса (США); в залежності від улаштування лопатевого ротору: з лопатевим гвинтом, утвореним гвинтовою поверхнею; з ротором із конусних чашок.

Робота вертушки визначається взаємодією потоку і приладу. При вимірюванні швидкості використовують залежність між числом обертів лопатевого ротору в секундах та швидкістю течії. Якщо б не було тертя, ця залежність мала б вигляд:

$$u = R_r \cdot n , \quad (2.4)$$

де U – швидкість течії; R_y – геометричний шаг гвинта; n – число обертів, об.

В результаті дії гідравлічних та механічних опорів (гідравлічні пояснюються тертям води, порушенням швидкісного поля потоку; механічні - тертям в механізмі приладу) залежність має вигляд:

$$u = an + \sqrt{bn^2 + c} , \quad (2.5)$$

де a, b, c – параметри.

При вимірюванні швидкості течії гідрометрична вертушка опускається у воду за допомогою штанги або троса (штанга має діаметр $d=27\text{мм}$, довжину 1...3м, застосування штанги обмежується її швидкістю та глибиною: при швидкостях більше, ніж 1,5 м/с та глибині більшій за 2м

працювати важко). Для опускання на тросі (на канаті) використовують лебідки та гідрометричні вантажі. Вимірювання виконується двома способами – точечним та інтеграційним. Точений спосіб передбачає вимірювання швидкостей течії в окремих точках потоку, після чого будують епюри швидкостей на вертикалях та горизонтальних перетинах, а також ізотахи в поперечних перетинах потоку. Інтеграційний спосіб застосовують при визначенні витрат води. Інтеграцію швидкостей виконують по вертикалі, по горизонталі та по живому перетину потоку.

При вимірюванні швидкості по вертикалі вертушку рівномірним рухом опускають від поверхні до дна і потім підіймають без зупинки з тією ж швидкістю. Середня швидкість відповідає сумарному числу обертів гвинта, поділеного на час вимірювання – це число обертів за секунду. При опусканні вертушки лопатевий гвинт переходить із шарів води з більшими швидкостями в шари води з меншими швидкостями, при цьому отримують завищені значення швидкості. Під час підняття вертушки, навпаки, замірена швидкість буде заниженою.

3. Гідрометричні поплавки. Метод заснований на реєстрації швидкості тіла, що пливе. Поплавок, який пливе за течією, рухається швидше частин рідини, яка оточує його внаслідок існування неурівноваженої проекції ваги тіла на вісь руху G :

$$G_x = \rho \cdot g \cdot V \cdot \sin \alpha , \quad (1)$$

де ρ – густина тіла; V - об'єм; α - кут нахилу водної поверхні.

Швидкість тіла, яке занурюється у потік, спочатку збільшується від нуля до значення, рівного швидкості навколишніх часточок води. Потім тіло обганяє їх, поки сила опору не урівноваже силу, яка рухає тіло. Після цього рух тіла продовжується зі швидкістю, яка перевищує швидкість потоку. Значення цього завищення залежить від маси тіла, його форми та ухилу.

Поверхневі поплавки – виготовляють із шматків сухого дерева діаметром 15-30 см товщиною 3-5 см. Для вимірюванні швидкості на річках шириною 100-300 м, поплавки виготовляють у вигляді хрестовин з вантажем

Глибинні поплавки застосовують для вимірювання швидкостей на глибині, вони складаються із двох зв'язаних поплавків, верхній розташований на поверхні, нижній – на заданій глибині .

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Які види руху води розрізняють в русловому потоці?
2. Назвіть методи вимірювання швидкості течії.
3. За допомогою яких приладів та улаштувань вимірюють швидкість течії?
4. Як визначається швидкість течії за допомогою глибинних поплавків та поплавків-інтеграторів?
5. Як визначити швидкість течії за допомогою вертушки?