

Кір'янов В.М., д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне), **Керечан Д.М., пошуковець НУВГП, заступник начальника** (Виноградівське МУВГ Закарпатської області)

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТЕЙ ТА ВИТРАТ ПОТОКУ ДЛЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ КРІПЛЕННЯ БЕРЕГІВ РІЧОК

Наведені результати вимірів витрат і швидкостей води на річках Закарпатської області з метою обґрунтування вибору конструкції кріплення берегової лінії та захисту її від ерозійної діяльності потоку, від підтоплення паводковими та поверхневими водами; наданий аналіз отриманих результатів.

Ключові слова: швидкість, річка, кріплення, ерозія, підтоплення.

The article briefly describes the results of the measurement of velocities in some rivers in Transcarpathian region, conducted to study selected construction fasteners of shoreline and protect it from erosion of stream flooding and flooding from flood waters are preliminary observations and conclusions resulting observations.

Key words: velocity, river, erosion, fasteners, flooding.

Наведены результаты измерений расходов и скоростей воды на речках Закарпатской области с целью обоснования выбора конструкции укрепления береговой линии и защиты ее от эрозионной деятельности потока, от подтопления паводками и поверхностными водами; дан анализ полученных результатов.

Ключевые слова: скорость, река, укрепление, эрозия, подтопление.

При виконанні науково-дослідних робіт одним з найважливіших завдань є забезпечення точності вимірів спостережуваних величин, оскільки вони лягають в основу подальших розрахунків при отриманні наукових результатів і прийнятті інженерних рішень. Від того, наскільки точно і якісно виконано збір вихідних даних, залежить те, які конструкції та берегозахисні споруди будуть обрані для виконання робіт з протипаводкового захисту населених пунктів, сільськогосподарських угідь тощо. Далеко не завжди проектно-вишукувальні організації забезпечені сучасною вимірювальною апаратурою, яка б давала можливість оцінити з достатньою точністю швидкості і витрати руслового потоку. Навіть гідрометричні млиники є не у всіх організаціях. Найчастіше такі спостереження виконуються на замовлення за додатковими

угодами з представниками гідрометеорологічної служби. Автори безпосередньо зверталися до Закарпатського ЦГМ і щиро вдячні за надану допомогу в цьому питанні. Однак виконання цих робіт хоча і підвищує точність вимірів і надійність вибору типу берегозахисної конструкції, однак значно здорожує вартість проектно-вишукувальних робіт, які і так не дешеві. Нерідко з метою економії коштів проектні організації здійснюють проектування з урахуванням додаткових коефіцієнтів запасу, що підвищують надійність протипаводкової споруди. Однак це знову ж таки призводить до значного збільшення затрат на будівництво – споруди є більш капіталоемними. В сучасних економічних умовах це є суттєвою проблемою. Обмеженість бюджетного фінансування вимагає пошуку конструкцій, які б забезпечували надійний протипаводковий захист при зведенні витрат на будівництво і експлуатацію до мінімуму. Саме тому на перше місце виходить пошук простіших у виконанні конструкцій, а для визначення можливості їх використання необхідним є суттєве підвищення якості вихідних даних для проектування.

Важливість точного виміру витрат та швидкостей полягає у тому, що саме від нього залежить визначення енергії потоку та робота, яка виконується ним по деформуванню русла, тобто його здатністю до ерозії та перенесення твердих часточок або ж їх акумуляції. Ці дані лягають в основу обґрунтування вибору конструкції або ж типу берегоукріплення, а також прогнозу розвитку руслових процесів (змін форм річкового русла і руслових утворень під дією текучої води [6]).

Існує цілий ряд методів проведення вимірів швидкостей та витрат на річкових потоках. Всі вони є перевіреними часом, і однією з основних відмінностей є лише точність проведення вимірювань.

Серед основних приладів для проведення вимірів вирізняють мірки, лоти для виміру глибин (ручні та механічні), гідрометричні млинки, поплавки – поверхневі та глибинні.

Поверхневі поплавки використовують для вимірювання швидкостей на поверхні води. Глибинні – на глибині занурення нижнього поплавка. При цьому для заміру швидкості течії на глибині занурення нижнього поплавка необхідно спочатку визначити загальну швидкість зведеного (верхнього і нижнього) поплавків, а потім від отриманого значення відняти швидкість поверхневого поплавка. Недоліком їх є необхідність виконання замірів безпосередньо в руслі річки, з мостових переходів та з човнів, що є небезпечним для виконавця робіт, а також суттєве зниження точності вимірів. Похибка у точності вимірів становить при сприятливих умовах для проведення вимірів біля 10%.

Гідрометричні млинки охоплюють вимірами діапазон швидкостей від 0,04 до 5 м/с. Для млиноків необхідним є наявність тарувальної таблиці, за якою визначаються залежно від кількості обертів лопатевого гвинта значення швидкості потоку. Для визначення витрат необхідним є додаткове проведення

заміру поперечного перерізу потоку, що ускладнює та розтягує у часі процес визначення необхідних параметрів. Великий вплив на точність має спрацьованість підшипників, температурний режим, масло, яке використовується для змащування обертових частин. Суттєвим недоліком є те, що наявні в управліннях млиники виготовлені у 60-70-х роках минулого сторіччя, мають значний фізичний знос, відсутні й човни для проведення вимірювань, при цьому похибка у точності проведення вимірів становить близько 5%.

З урахуванням зазначених проблем найчастіше використовуються звичайні поплавки, які дають досить наближені значення швидкостей, які ускладнюють побудову достатньо точних кривих розподілу швидкостей по вертикалі.

Для надійного та безпечного виміру витрат та швидкостей, побудови поперечного перерізу потоку і обґрунтування вибору конструкцій берегоукріплювальних споруд авторами було виконано ряд науково-вишукувальних робіт на водогосподарських об'єктах Закарпатської області з використанням сучасного приладу для вимірів витрат і швидкостей – «Доплер»(OTT QLiner).

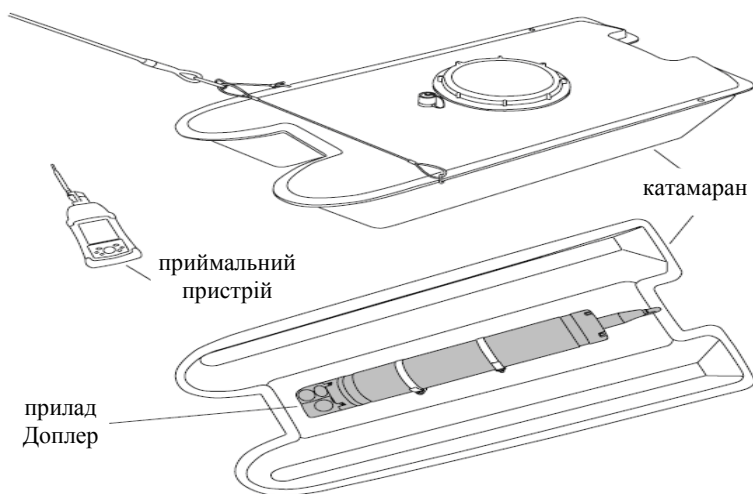


Рис. 1. Пристрій для вимірювання витрат і швидкостей русел «Доплер» (OTT QLiner)

Прилад (див.рис.1) є зручним і легким у використанні. Складається він з човника-катамарана, виконаного з посиленого пластику, що слугує корпусом для вимірювальної, передавальної апаратури та батареї живлення. Сенсорний пристрій має 4 сенсори, що працюють на ультракороткому хвильовому діапазоні з частотою 1 або 2 МГц і кріпляться на нижній частині катамарана. Розміри його 940x480x250 мм. Вага становить лише 10 кг. Максимальна гли-

бина вимірів становить 20 м для пристрою з частотою 2 МГц і 10 м – 1 МГц. Мінімальна глибина потоку, що необхідна для виконання вимірів складає 45 і 35 см відповідно. Вимоги до пристрою цілком прийнятні для умов Закарпатського регіону. Інформація за вимірами передається через передавальну систему Блютус на приймальний пристрій, а потім може бути перенесена на комп'ютер. До приладу додається також відповідне програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати обробіток отриманих в результаті замірів даних.

Працює пристрій наступним чином. На ділянці русла річки обирається поперечник, який розбивається за допомогою вимірювальної стрічки на так звані комірки, найчастіше з кроком 1 м. Через кожен метр за допомогою буксирного тросу проводиться замір глибини потоку і розподілу швидкостей по вертикалі. Заміри при наявності мостового переходу можна виконувати безпосередньо з мосту. Враховуючи те, що пристрій замірює і глибину потоку, можна отримати якісний поперечний переріз без використання човнів, інших плавзасобів, що значно збільшує безпеку вимірників при виконанні замірів. За виміряними швидкостями і поперечником легко отримується витрата потоку в даному перерізі.

Схема виконання замірів показана на рис. 2.

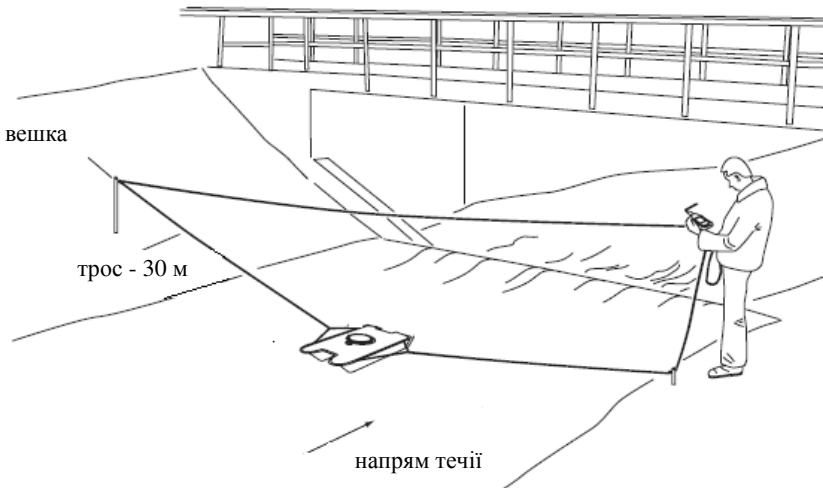


Рис. 2. Схема виконання вимірів приладом Доплер

На рис. 3 показано вікно з попередніми даними, отриманими приймаючим пристроєм, а саме: середня швидкість потоку, глибина, поперечний переріз та швидкості по чарункам потоку. Важливим також є те, що прилад здатен за допомогою системи Блютус передавати інформацію та отримувати команди

на відстані до 200 м у напрямі, перпендикулярному до напрямку течії та до 70 м вздовж потоку. Виміри швидкостей проводяться кожні 3 с. Для визначення обсягу стоку використовується усереднена швидкість.

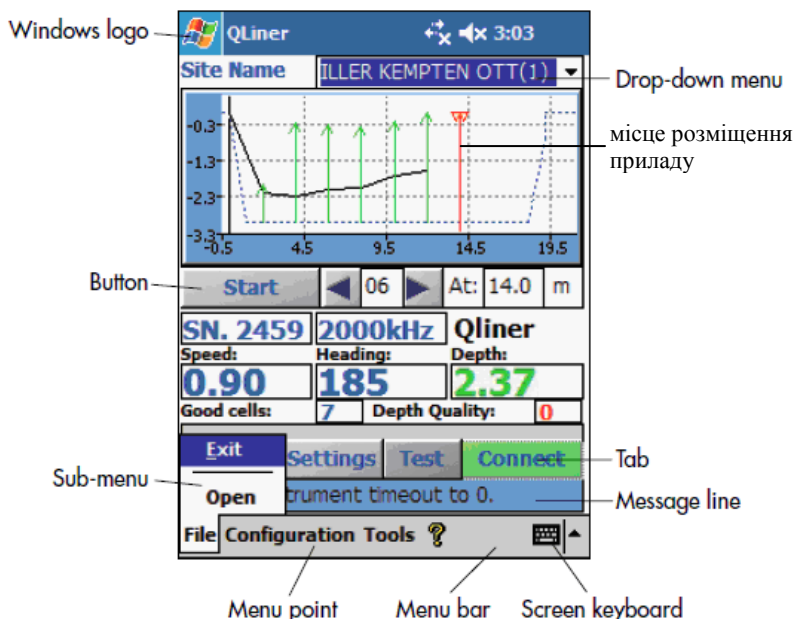


Рис. 3. Вікно на екрані комп'ютера з попередніми даними виконаних замірів

Заміри проводились на декількох спостережуваних об'єктах. При цьому бралось до уваги, що для отримання реальних даних по вимірюваним величинам необхідно вводити поправочні коефіцієнти: для бетонних поверхонь – 0,8...0,9; для кам'яного дна – 0,7; для дна з трав'яною рослинністю – 0,6...0,5. Час виконання замірів – від 30 с для високих швидкостей і біля 60 с – для малих значень швидкостей. Точність виконання замірів є високою: похибка становить лише 1% значення виміряної величини.

В ході виконання замірів було підтверджено високу ефективність використання цього пристрою для оцінки розподілу швидкостей потоку, отримання точного поперечного профілю та витрати потоку.

Станом на 02 березня 2009 року, як приклад, для досліджуваних потоків (період проходження паводків середньої інтенсивності) було отримано наступні дані: витрата від 13,606 м³/с до 15,071 м³/с; середня глибина від 1,102 до 2,798 м.; середня швидкість від 0,216 м/с на початку паводку до 1,543 м/с на підйомі. Єдине обмеження – пристрій може давати суттєві похибки при наявності трав'яної рослинності на дні потоку – він помилково оцінює його

глибину з врахуванням висоти рослинності, однак для гірської та передгірської частини досліджуваних річок це обмеження знімається – через високі швидкості рослинність на дні потоку не утримується. Для рівнинних ділянок необхідним є виконання повного обсягу експлуатаційних заходів (обкошування, очистка, регулювання).

Проведеною роботою було встановлено, що для отриманих умов протікання потоку цілком достатньо здійснювати будівництво берегоукріплень з використанням місцевих матеріалів – зрубових стінок полегшеної конструкції, які забезпечують при таких середніх витратах надійний захист берегової лінії потоку від ерозії. В ході проведення вимірів було зафіксовано миттєві швидкості 2,53-2,78 м/с, при цьому конструкції зруйновані або пошкоджені не були. Термін експлуатації також відповідає встановленим нормативам. Метод не потребує використання додаткових уточнюючих коефіцієнтів, тарувальних таблиць тощо для визначення досліджуваних параметрів.

Крім того, було проведено роботи з комплексних гідрохімічних вимірювань проб води з метою встановлення агресивності вод. Оцінка проводилась за 25 показниками (завислі речовини, водневий показник, перманганатна окислюваність, азот амонійний, нітрат- та нітрит-іони, лужність, сульфат-іони, хлорид-іони, залізо загальне тощо).

Результати проведеної роботи:

1. Отримано точні поперечні перерізи за досліджуваними річковими потоками.
2. Отримано дані за розподілом швидкостей на досліджуваних експериментальних об'єктах.
3. Отримано точні дані за витратами річкових потоків, на яких проводились заміри. Варто відмітити, що отримані дані в деяких випадках суттєво відрізняються від даних, отриманих з використанням традиційних методів проведення вимірів з використанням поплавків, гідрометричних млиноків тощо (в окремих випадках проводились паралельні заміри) в сторону збільшення реальних значень швидкостей, що є надзвичайно важливим при проведенні розрахунків.
4. Отримані дані дозволять провести математичне обґрунтування вибору досліджуваних авторами берегоукріплювальних споруд.
5. Найбільш точним серед проаналізованих пристроїв для виміру витрат і швидкостей потоку є прилад ОТТ QLiner (Допплер), у нього найменша похибка при вимірюванні – лише 1%, у гідрометричних млиноків вона становить біля 5% , у поплавків доходить до 10% і більше.

Проведено роботу з визначення класів водотоків за результатами гідрохімічних показників. За окремими показниками (перманганатна окислюваність, азот амонійний, фосфат іони, нітрат-іони) досліджувані водотоки належать до 3-4 класу, що свідчить про їх певну забрудненість побутовими стоками. Води в деяких випадках агресивні відносно бетонних та залізобетонних бере-

гоукріплювальних конструкцій (див. таблицю); у габіонних конструкціях (металеві сітки) також внаслідок агресивності середовища суттєво зменшується термін експлуатації.

Таблиця

Результати гідрохімічних вимірювань проб води

№ з/п	Показники	Одиниця виміру	Результати вимірювань	Клас
1	Температура води	градуси	-	-
2	Прозорість	см	8,0	-
3	Запах	бали	2	-
4	Кольоровість	градуси	80	-
5	Завислі речовини	мг/дм ³	4,6	-
6	Водневий показник	-	6,7	1
7	Перманганатна окислюваність	мг/дм ³	14,3	3
8	Розчинений кисень	мгО/дм ³	9,3	1
9	Азот амонійний	мг/дм ³	0,75	4
10	Нітрат-іони	мг/дм ³	7,8	2
11	Нітрит-іони	мг/дм ³	0,13	2
12	Фосфат-іони	мг/дм ³	0,07	2
13	Лужність	мг.екв./дм ³	0,7	-
14	Жорсткість загальна	мг.екв./дм ³	1,2	-
15	Кальцій	мг.екв./дм ³	0,9	-
16	Магній	мг.екв./дм ³	0,3	-
17	Сульфат-іони	мг/дм ³	23,7	-
18	Хлорид-іони	мг/дм ³	13,9	-
19	Залізо загальне	мг/дм ³	2,25	-
20	Марганець	мг/дм ³	0,068	-
21	Електропровідність	мкС/дм ³	200	-
22	Мідь	мг/дм ³	-	1
23	Цинк	мг/дм ³	0,0302	1
24	Свинець	мг/дм ³	-	1
25	Плаваючі домішки		відсутні	-

1. Алтунин С.Г., Бузунов І.А. Защитные сооружения на реках. – М: Сельхозгиз, 1953. – 232 с. 2. Бухин М.Н., Соловейко Л.Т., Войнаровский Л.М. Правила технічної експлуатації захисно-регуляційних споруд. – Київ, 1991. 3. Operating instructions Mobile River Discharge Measurement System OTT Qliner. 4. Протокол гідроморфологічної оцінки (Morten Lauge Pedersen etc.) – 2003. 5. Водна рамкова директива ЕС 2000/60/ЕС. 6. Яцик А.В. Водогосподарська екологія : у 4-х т., 7 кн. – К.: Генеза, 2003.

Рецензент: д.т.н., професор Ткачук М.М. (НУВГП)