



О. М. Гриб

**ПРАКТИКУМ З ІНЖЕНЕРНОЇ
ГІДРОМЕТРІЇ ТА ТЕХНІКИ
БЕЗПЕКИ**

Навчальний посібник

Харків 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

О.М. Гриб

ПРАКТИКУМ З ІНЖЕНЕРНОЇ ГІДРОМЕТРІЇ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Навчальний посібник

*Затверджено вченою радою
Одеського державного екологічного
університету Міністерства освіти і
науки України як навчальний посібник
для здобувачів вищої освіти за
спеціальністю «Науки про Землю»
(протокол № 7 від 04.07.2016 р.)*

Харків 2017

УДК 556.5.08:331.45

ББК 26.22

Г 82

Друкується за рішенням вченої ради Одеського державного екологічного університету (протокол № 11 від 27.10.2016 р.).

Рецензенти:

– завідувач лабораторії гідрології та управління водними екосистемами Інституту гідробіології НАН України, д. геогр. н., проф. **Тімченко Володимир Михайлович;**

– доцент кафедри гідрології суші ОДЕКУ, к. геогр. н., доц. **Бояринцев Євген Львович.**

Гриб О.М.

Г 82 Практикум з інженерної гідрометрії та техніки безпеки:

навчальний посібник. Х.: ФОП Панов А.М., 2017. 68 с.

ISBN 978-617-7541-29-4

У навчальному посібнику викладені методичні підходи до сучасних посередніх інструментальних і розрахункових способів визначення витрат води у природних водних потоках і каналах, на гідровузлах та водозаборах, а також до обґрунтування заходів з техніки безпеки при виконанні гідрометричних робіт з використанням їздового тросу на човнах. Крім того, в посібнику наведені пояснення до вирішення практичних завдань, які передбачені робочою навчальною програмою даної дисципліни.

Навчальний посібник призначено для забезпечення самостійного поглибленого вивчення лекційних тем, самостійної роботи при виконанні практичних робіт та індивідуального завдання з дисципліни «Інженерна гідрометрія і техніка безпеки», для самоперевірки засвоєних знань, а також для підготовки відповідей на контрольні запитання, наведені в кожному розділі цього навчального видання.

Навчальний посібник рекомендується для студентів вищих навчальних закладів, які вивчають дисципліну «Інженерна гідрометрія і техніка безпеки», що належить до варіативної частини циклу професійної та практичної підготовки освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр за напрямом підготовки 6.040105 «Гідрометеорологія». Крім того, цей практикум рекомендується для всіх напрямів і форм навчання, де вивчаються питання гідрометричних вимірювань і техніки безпеки гідрометричних робіт.

УДК 556.5.08:331.45

ББК 26.22

ISBN 978-617-7541-29-4

© О.М. Гриб, 2017

© Одеський державний екологічний університет, 2017

ЗМІСТ

	<i>Стор.</i>
ПЕРЕДМОВА	5
1 ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЗНАЧОК РІВНІВ ВИСОКИХ ВОД (РВВ)	6
1.1 Загальні положення	6
1.2 Комплекс польових робіт і камеральної частини.....	8
1.2.1 Польові роботи	8
1.2.2 Графічна обробка матеріалів та виконання розрахунків.....	8
1.3 Практична частина.....	9
1.3.1 Склад завдання.....	9
1.3.2 Початкова інформація	9
1.3.3 Порядок виконання роботи	9
1.4 Контрольні запитання.....	12
1.5 Приклад розрахунку максимальної витрати води за допомогою позначок РВВ	13
2 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ ТИПОВОГО ЛОТКА ВЕНТУРИ ТА РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ВОДИ	19
2.1 Загальні відомості про гідрологічні витратоміри.....	19
2.2 Лотки Вентурі.....	20
2.2.1 Елементи конструкції лотка з бічним стисненням	22
2.2.2 Розміри лотка Вентурі.....	22
2.2.3 Гідравлічне визначення витрати води в лотках Вентурі з бічним стисненням	23
2.3 Контрольні запитання.....	24
2.4 Практична частина.....	24
2.4.1 Склад завдання.....	24
2.4.2 Дані, необхідні для визначення основних розмірів типового лотка Вентурі з бічним стисненням.....	24
2.4.3 Основні розміри типового лотка Вентурі з бічним стисненням	25
2.4.4 Пояснення до виконання розрахунків	25
2.5 Приклад визначення основних розмірів типового лотка Вентурі та розрахунку витрат води.....	25
2.6 Вихідні дані для виконання розрахунків.....	27
3 ВИВЧЕННЯ ТА ГРАДУЮВАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ВОДОМІРНИХ ПОСТІВ	28
3.1 Загальна характеристика дистанційних водомірних постів.....	28
3.2 Короткий опис дистанційного вимірювача рівня води (ДВРВ)	28
3.3 Порядок встановлення ДВРВ на водомірних постах.....	30
3.3.1 Порядок збирання і налагодження вимірювального блоку	30
3.3.2 Комплект приладів та обладнання ДВРВ	31
3.3.3 Пояснення до використання ДВРВ.....	32

3.4	Градування ДВРВ	32
3.5	Контрольні запитання.....	36
3.6	Завдання та рекомендації з обробки даних градування ДВРВ	36
3.6.1	Склад завдання.....	36
3.6.2	Рекомендації щодо виконання завдання.....	36
3.7	Варіанти вихідних даних для виконання розрахунків	37
4	ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ГІДРОМЕТРИЧНИХ РОБІТ	38
4.1	Загальні положення і розрахунки характеристик їздового тросу для його використання при гідрометричних роботах з човна	38
4.2	Контрольні запитання.....	39
4.3	Завдання та рекомендації щодо визначення характеристик їздового тросу для його використання при гідрометричних роботах з човна..	39
4.4	Вихідні дані для розрахунку характеристик їздового тросу	40
4.5	Приклад визначення характеристик їздового тросу	40
	РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	42
	ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК.....	43
	ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	44
	ДОДАТКИ.....	45
	Додаток А Довідникові дані для визначення максимальних витрат води за допомогою позначок рівнів високих вод.....	45
	Додаток Б Варіанти вихідних (початкових) даних для визначення максимальних витрат води за допомогою позначок рівнів високих вод	47
	Додаток В Довідникові і вихідні дані для визначення основних розмірів типового лотка Вентурі та розрахунку витрати води	63

ПЕРЕДМОВА

Дисципліна «Інженерна гідрометрія і техніка безпеки» належить до варіативної частини циклу професійної та практичної підготовки освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр за напрямом підготовки 6.040105 «Гідрометеорологія» і є базою для подальшої підготовки студентів.

Метою запропонованого навчального посібника є вивчення сучасних посередніх інструментальних і розрахункових способів визначення витрат води у природних водних потоках, каналах і закритих трубопроводах, на гідровузлах та водозаборах, а також вивчення питань техніки безпеки при виконанні гідрометричних робіт.

Перший розділ цього навчального посібника присвячений розгляду питань організації, проведення польових робіт і розрахунків максимальних витрат води за допомогою позначок рівня високих вод, що дає можливість отримати додаткову інформацію про максимальний стік на малих річках, особливо в умовах її дефіциту.

В розділі 2 цього практикуму пояснюється можливість досить точного і безперервного визначення стоку на малих річках з використанням гідрометричних витратомірів, для яких встановлені гідравлічні залежності витрати води від одного або декількох показників. В цьому випадку розглядається гідрометричний лоток Вентурі, його будова, визначення розмірів і розрахунки витрат води.

Питання градування одного з приладів, який фіксує рівні води на посту, розглядається у розділі 3 цього навчального видання.

Безпечність роботи на тросовій переправі пов'язана перш за все з обґрунтованим підбором тросу, чому присвячений розділ 4 практикуму.

Розділи навчального посібника призначені для виконання студентами трьох практичних робіт (розділи 1-3) і одного індивідуального завдання (розділ 4), тому містять теоретичну частину, склад завдання та послідовність його вирішення на конкретному прикладі. Завдання видаються кожному студенту індивідуально. Варіанти завдань для виконання практичних робіт подані в окремих розділах або в Додатках.

Після вивчення матеріалу цього навчального посібника та виконання практичних робіт, студенти оволодіють такими вміннями:

- обчислювати максимальні витрати води після проходження паводка (повені) за гідравлічними характеристиками русла (заплави);
- визначати основні розміри лотків Вентурі з горизонтальним дном і будувати криву витрат води;
- здійснювати градування дистанційного рівнеміра;
- обґрунтовувати конкретні заходи щодо забезпечення техніки безпеки гідрологічних робіт на річках шляхом визначення характеристик їздового тросу, який використовують при гідрометричних роботах з човна.

1 ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЗНАЧОК РІВНІВ ВИСОКИХ ВОД (РВВ)

1.1 Загальні положення

Важливість цього питання пов'язана з проблемою інформаційної обмеженості відомостей про максимальний стік на невивченій в гідрологічному відношенні гідрографічній мережі України.

Визначення максимальних витрат води з допомогою позначок рівнів високих вод (РВВ) виконується зазвичай після проходження особливо визначних паводків і водопіль не тільки в обладнаних гідростворах, але і на невивчених річках й тимчасових водотоках, де відсутні гідрологічні пости або будь-які гідрометричні пристрої [1].

Основним визначальним чинником є рівень води, який відповідає максимальній витраті. Для його визначення використовуються позначки рівня води, які залишилися на берегах і прибережних спорудах. Такими позначками можуть бути: відклади мулу на берегах, заплаві, на корі стовбурів товстих дерев, на стінах споруд, сліди підмиву берега, лінії відкладання дрібного плаваючого сміття деревного походження.

Як мітки неприйнятні пучки соломи або трави, залишені на гілках прируслових дерев і чагарнику. При проходженні паводка під натиском потоку рослинність, який затоплюється водою, пригинається, а після зниження рівнів (натиску) випрямляється і піднімає трав'янистий або солом'яний матеріал, що зачепився на її гілках. Ділянка для визначення витрат води за допомогою позначок РВВ повинна відповідати основним вимогам до ділянки стаціонарних гідрологічних спостережень (рівномірний і прямолінійний рух, безнапірний режим та ін.).

Сутність цього способу визначення витрати води полягає в реалізації методу «швидкість-площа» за формулою

$$Q = V\omega, \quad (1.1)$$

де V – швидкість течії потоку, м/с;

ω – площа живого перерізу потоку, м².

Компоненти цієї залежності визначаються розрахунковим шляхом за даними РВВ, встановленими за його позначками.

Середня швидкість течії води визначається за формулою Шезі

$$V = C\sqrt{RI}, \quad (1.2)$$

де C – коефіцієнт Шезі;

R – гідравлічний радіус, м;

I – уклон водної поверхні, безрозмірна величина.

Для визначення середньої швидкості течії необхідно виконати польові виміри уклону водної поверхні при максимальному рівні (з використанням позначок РВВ). Середня глибина в цій розрахунковій схемі з невеликою похибкою змінюється, при вказаних вище умовах, на гідравлічний радіус, який визначають аналітичним розрахунком за даними поперечних профілів.

Коефіцієнт Шезі обчислюється за формулою Маннінга

$$C = h^{1/6} / n, \quad (1.3)$$

де h – середня глибина, м;

n – коефіцієнт шорсткості, безрозмірна величина.

Застосування цього способу розрахунку до природних водотоків в більшості випадків має наближений характер.

Ближчий до рівномірного рух води спостерігається на прямолінійних ділянках з правильною формою поперечного перерізу русла, не зарослих водною рослинністю. Найчастіше це досягається при русі води в головному руслі.

На заплаві за наявності проток, чагарникової та деревної рослинності умови протікання води різко змінюються, і при суворому підході до застосування формули Шезі воно стає практично неприйнятним для розрахунків середньої швидкості потоку.

При рівній поверхні заплави, відсутності рослинності та паралельності осі заплави і головного русла можна зробити припущення про єдність рівномірного руху в руслі та на заплаві. Це дозволяє в методичному плані виконувати розрахунки за формулою Шезі.

Ділянка для визначення витрат води за позначками РВВ повинна бути типовою для даної річки. На такій ділянці призначаються три поперечники, де виконуються виміри глибин і нівелювання позначок дна по характерних (переламних) точках до висот, що перевищують позначки РВВ.

Уклон водної поверхні визначається як по робочому рівню води (під час польових робіт), так і по позначках РВВ.

Для визначення коефіцієнта шорсткості виконується докладне обстеження та опис ділянки річки, приділяючи увагу особливостям ґрунту русла, нерівностям дна та берегів, рослинності, засміченості русла тощо.

Умови течії води на ділянках із заплавами оцінюються таким же чином.

1.2 Комплекс польових робіт і камеральної частини

1.2.1 Польові роботи

Метод визначення максимальної витрати води за допомогою позначок РВВ базується на польових матеріалах, які збираються фахівцями-гідрологами після проходження визначних паводків і водопіль.

Польові роботи включають до свого складу [2, 4]:

- рекогносцирувальні обстеження з метою вибору репрезентативної ділянки річки;
- встановлення позначок РВВ;
- визначення трьох поперечників (нижнього, середнього, верхнього);
- нівелювання поздовжнього уклону водної поверхні на ділянці по позначках РВВ і по урізних точках робочого рівня;
- нівелювання поперечних профілів по поперечниках, розташованих вище від урізних точок до позначок, що перевищують РВВ на 0,5-1,0 м;
- встановлення за натурними спостереженнями величини коефіцієнта шорсткості згідно з рекомендаціями (Дод. А, табл. А.1) [1];
- складання схематичного плану ділянки річки.

Вимірювання глибин, нівелювання поздовжнього уклону і поперечників слід виконувати відповідно до рекомендацій із виконання геодезичних і гідрометричних робіт [4].

1.2.2 Графічна обробка матеріалів та виконання розрахунків

Спочатку будується поздовжній профіль ділянки річки за даними позначок робочого рівня і позначок РВВ [3, 8]. Обов'язково будуються три поперечні профілі до позначок, що перевищують РВВ [3, 8].

Розрахунки виконуються в такому порядку:

- визначаються уклони водної поверхні при РВВ і робочому рівні;
- визначаються площі поперечників при РВВ;
- визначається ширина водної поверхні потоку на поперечниках;
- обчислюються середні глибини на поперечниках;
- обчислюються середні для ділянки величини площі поперечного перерізу і глибини;
- обчислюється поздовжній уклон водної поверхні на ділянці;
- виконується корекція коефіцієнтів шорсткості з урахуванням параметрів форми русла тимчасових водотоків і балок;
- виконується корекція коефіцієнта шорсткості за рахунок впливу меандрування русла;
- корекція площі поперечного перерізу русла з урахуванням висоти найвищих хвиль;
- розрахунок максимальної витрати води.

1.3 Практична частина

1.3.1 Склад завдання

Виконання роботи здійснюється за такими завданнями:

1. Вивчити теоретичну частину роботи і дати відповіді на контрольні запитання.
2. Згідно п. 1.2.2 виконати графічну обробку даних (побудувати поздовжній і три поперечних перерізи).
3. Згідно п. 1.2.3 виконати обчислювальну обробку даних.
4. Зробити аналіз отриманих результатів і оцінити можливе завищення максимальної витрати води за рахунок великих хвиль.

1.3.2 Початкова інформація

Для виконання розрахунків необхідна така інформація:

1. Опис ділянки річки.
2. Схема ділянки річки.
3. Дані промірів глибин та нівелювання поперечників.
4. Дані нівелювання уклону водної поверхні.

1.3.3 Порядок виконання роботи

Для надійного визначення морфометричних характеристик обраної ділянки викреслюються три поперечні профілі за даними вимірів глибин та нівелювання.

Морфометричні характеристики (площа, ширина, середня глибина) визначаються для кожного створу, після чого визначаються осередненні величини цих характеристик для всієї ділянки (табл. 1.1).

Зміни уклону водної поверхні при проходженні паводків на різних річках мають свої особливості, тому для надійного визначення уклону доцільно побудувати профіль водної поверхні при робочому рівні та при РВВ.

Лінія нахилу водної поверхні проводиться осередненою по точках нівелювання окремо для робочого рівня та РВВ. Значення уклонів заносяться у табл. 1.2.

Коефіцієнт шорсткості визначається за табл. А.1 (Дод. А) і згідно рекомендацій чинних методичних вказівок в нього вносяться необхідні корективи.

В кінцевому вигляді його значення заноситься у табл. 1.2 і використовується у подальших розрахунках.

Таблиця 1.1 – Елементи поперечних перерізів при максимальному рівні (річка – пункт, дата проходження Q_{\max})

Створ	Морфологічні елементи поперечного перерізу	Площа живого перерізу, ω , м ²	Ширина потоку, B , м	Середня глибина, $h_{\text{сер}}$, м
Верхній	Русло Заплава			
Середній	Русло Заплава			
Нижній	Русло Заплава			

Таблиця 1.2 – Розрахунок максимальних витрат води з використанням формули Шезі (річка – пункт, дата проходження Q_{\max})

Площа водозбору F , км ²	Довжина ділянки, L , км	Уклон водної поверхні на ділянці		Морфологічні елементи поперечного перерізу (русло, заплава)	Середній коефіцієнт шорсткості, n
		при робочому рівні	по позначках РВВ		
1	2	3	4	5	6

Продовження табл. 1.2

Середня площа живого перерізу, ω , м ²	Середня ширина потоку, B , м	Середня глибина, $h_{\text{сер}}$, м	Коефіцієнт Шезі (за Маннінгом), C	Розрахункова максимальна витрата води, Q_{\max} , м ³ /с	Модуль максимальної витрати води, q_{\max} , дм ³ /(с·км ²)
7	8	9	10	11	12

Щодо тимчасових водотоків при відносній ширині русла $b < 30$ м та коефіцієнті шорсткості $n_0 > 0,025$, одержаного з табл. А.1, враховується вплив форми русла та берегів на гідравлічний опір. В таких випадках коефіцієнт шорсткості визначається за формулою [1]

$$n = n_0 \left(1 + \frac{0,0026h^{1/3}}{gbn_0^2} \right)^{1/2}, \quad (1.4)$$

де n_0 – значення, одержане з табл. А.1;

h – середня глибина, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

b – відносна ширина русла, м.

Вплив заворотів потоку та меандрування русла враховується коефіцієнтом K_m

$$n = K_m \cdot n_0. \quad (1.5)$$

При відчутному ступені меандрування K_m береться 1,15, а при значному меандруванні – 1,30.

Слід мати на увазі, що в бурхливих потоках позначки рівня відповідають гребням найбільш високих хвиль. Висота цих хвиль h_b (м) над спокійним рівнем може визначатись за такою формулою

$$h_b = 0,122hC\sqrt{I/g}, \quad (1.6)$$

де C – коефіцієнт Шезі (за Маннінгом).

Розрахункова площа водного перерізу ω_p (м²) в цьому випадку визначається за формулою

$$\omega_p = \omega - Bh_b, \quad (1.7)$$

де ω – площа водного перерізу, відповідна РВВ, м²;

h_b – висота хвилі, яка розраховується за формулою (1.6), м.

З врахуванням зазначених рекомендацій щодо обліку додаткових опорів та завищення площі водного перерізу розрахункова формула для визначення максимальної витрати набуває такого вигляду

$$Q = \frac{\omega}{K_m} (h_1 - h_b)^{2/3} \left[\frac{gbI}{gbh_b^2 + 0,0026(h - h_b)^{4/3}} \right]^{1/2}. \quad (1.8)$$

При відсутності додаткових опорів розрахунок виконується за формулою (1.1), у якій замість ω підставляється значення ω_p , розраховане за формулою (1.7).

Практична робота виконується кожним студентом за власним варіантом, згідно матеріалів у Додатку Б.

Визначення максимальних витрат містить такі розрахунки:

- 1) за формулою (1.1);
- 2) з врахуванням впливу форми русла на гідравлічний опір (якщо $b < 30$ м, $n_0 > 0,025$);
- 3) з врахуванням меандрування (для кожного варіанта брати $K_m = 1,15$);
- 4) з розрахунком площі водного перерізу за формулою (1.7);
- 5) оцінку похибок розрахунку максимальної витрати води за рахунок завищення позначок РВВ на висоту гребеня більш високих хвиль.

Графічні побудови необхідно виконувати на міліметровому папері (формат А4), а результати їх обробки навести за формою табл. 1.1 та 1.2. Розрахунок максимальної витрати виконувати за формулою (1.1), а результати розрахунків занести в табл. 1.2. Рекомендовані вище розрахунки, мають бути викладені в пояснювальній записці та зведені до табл. 1.2.

1.4 Контрольні запитання

1. Чим пояснюється важливість визначення максимальних витрат в інженерній, дослідницькій, водогосподарській практиці?
2. Яка гідрометрична модель закладена у визначенні максимальної витрати за допомогою позначок РВВ і шляхи визначення її компонентів?
3. Що є «гідрографічним вузлом» і як перевіряється надійність визначення максимальних витрат води?
4. Що таке позначки рівня високих вод і як вони виглядають в натурі?
5. Які вимоги ставляться до ділянки гідрометричних робіт при визначенні максимальних витрат за допомогою позначок РВВ?
6. Склад комплексу польових робіт для визначення максимальних витрат води розглянутим методом?
7. Графічна обробка польових матеріалів (вимоги до визначення масштабів).
8. Послідовність розрахункової частини визначення максимальних витрат води.
9. Як оцінюється похибка за рахунок завищення міток хвилями?
10. Які вимоги слід враховувати при використанні формули Шезі?

1.5 Приклад розрахунку максимальної витрати води за допомогою позначок РВВ

Початкові дані: р. Бистра – с. Яблониця, 18.08.1979 р.
РВВ 08-09.06.1973 р., $F = 198,0 \text{ км}^2$

Таблиця 1.3 – Поздовжній профіль, р. Бистра – с. Яблониця

Створ		Н/С		С/С				В/С	
Відстань від пост. поч.		5,0	15,0	34,0	53,0	75,0	85,0	102	110
Позначка, м, умов.	Робочий рівень	6,81	7,02	7,19	7,35	7,48	7,55	7,90	8,03
	РВВ	7,90		8,50				9,50	

Таблиця 1.4 – Поперечні перерізи, р. Бистра – с. Яблониця

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від пост. поч., м	відмітка, м, умов.	відстань від пост. поч., м	відмітка, м, умов.	відстань від пост. поч., м	відмітка, м, умов.
0,0	9,40	0,0	9,98	0,0	10,50
8,0	8,72	11,0	9,20	10,0	10,10
16,0	8,11	13,0	9,02	13,0	9,70
20,0	7,70	18,0	7,70	17,0	9,00
24,0	6,65	20,0	7,35	20,0	7,90
28,0	6,36	22,0	7,00	22,0	7,50
30,0	6,20	24,0	6,75	24,0	7,31
34,0	6,20	27,0	6,66	26,0	7,25
38,0	6,26	30,0	6,65	29,0	7,30
40,0	6,28	34,0	6,60	32,0	7,25
42,0	6,26	38,0	6,72	34,0	7,24
44,0	6,22	40,0	6,80	38,0	7,36
46,0	6,36	42,0	7,02	41,0	7,40
48,0	6,75	44,0	7,35	44,0	7,90
50,0	9,50	46,0	9,50	45,0	8,28
				47,0	10,05

Опис ділянки гідрологічних робіт,
р. Бистра – с. Яблониця

Ділянка р. Бистра розташовується біля с. Яблониця в 70 м нижче впадіння лівобережної притоки (струмка). Русло річки на ділянці прямолінійне, добре розроблено, довжиною 0,25 км. В місті впадіння струмка річка повертає праворуч на 60° .

Русло річки відносно стійке, складене галькою. Ширина русла на ділянці змінюється від 20 м до 30 м, глибини розподілені відносно рівномірно. Береги круті: висота лівого берега до 10 м, правий високий, переходить у схил долини.

Заплава лівобережна, суха, з лучною рослинністю, вздовж бровки берега ростуть окремі дерева.

Реалізація формули (1.1) виконується в такій послідовності.

1. Визначення площі живого перерізу ω і середньої глибини h .

Для визначення ω викреслюються три поперечні профілі за даними табл. 1.4 при постійних масштабах (відповідно горизонтальних і вертикальних). Вертикальний масштаб повинен бути більший за горизонтальний, приблизно, в 5-10 разів [3].

Креслення рекомендується виконувати на двох аркушах міліметрового паперу формату А4, орієнтуючись на наведені зразки (див. рис. 1.1-1.3). У цьому прикладі $M_{гор.}$ 1:200, $M_{верт.}$ 1:50. Нанесені точки сполучаються прямими лініями. На поперечні профілі наносяться відмітки РВВ (нижній рядок табл. 1.3). По цих відмітках проводяться горизонтальні лінії, на яких вказується відмітка РВВ і дата паводка. Характер зміни відміток дна на профілі є основою виявлення такого морфологічного елемента як заплава. Межа між руслом і заплавою зазвичай простежується по точці перелому профілю і помітному зниженню глибин на заплаві. Виділена на профілі площа живого перерізу визначається одним з відомих способів (механічним, аналітичним, графічним або графо-аналітичним). Одержані по трьох профілях площі живого перерізу заносяться в табл. 1.5.

Ширина потоку для кожного профілю визначається за різницею відстаней від постійного початку до точок урізів берегів.

Середня глибина живого перерізу цього морфологічного елемента відповідає частці від ділення його площі на ширину.

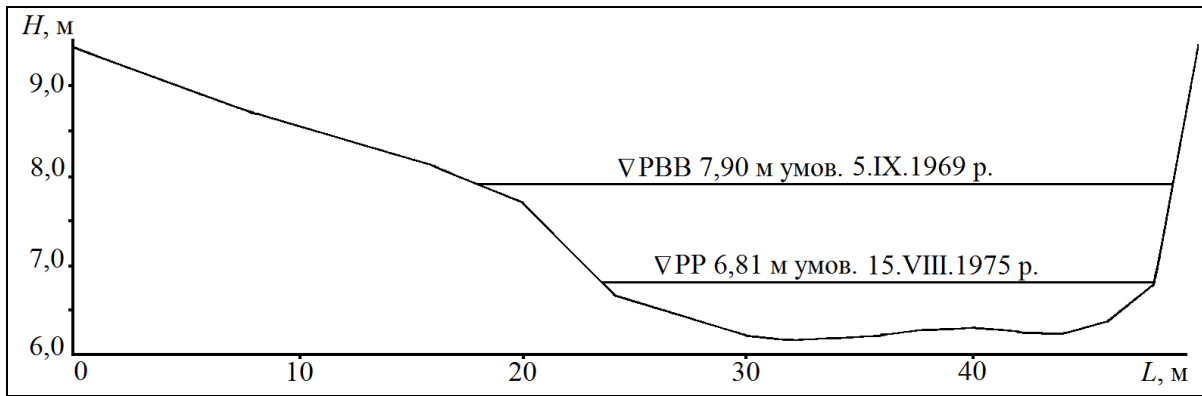


Рис. 1.1 – Поперечний переріз нижнього створу, $M_{гор.}$ 1:200, $M_{верт.}$ 1:50

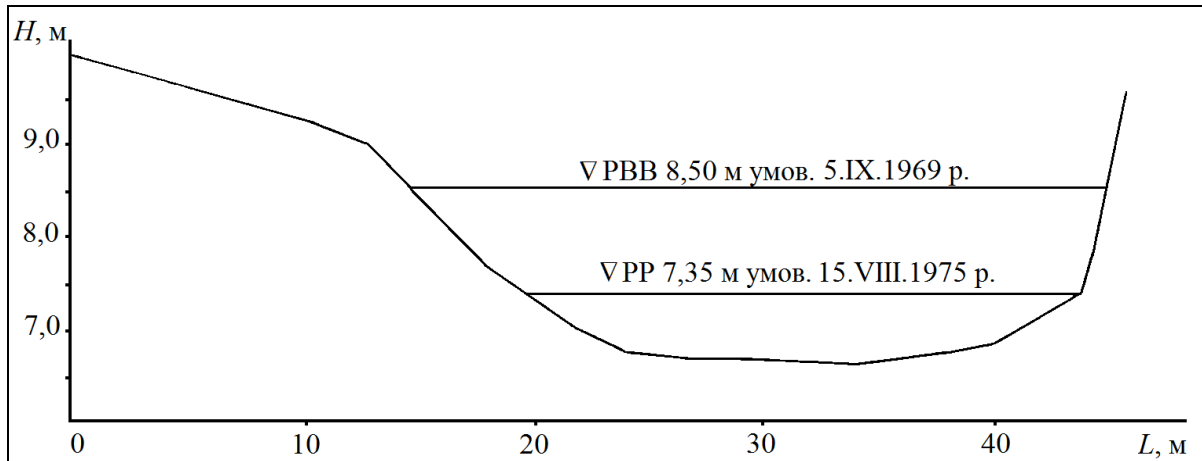


Рис. 1.2 – Поперечний переріз середнього створу, $M_{гор.}$ 1:200, $M_{верт.}$ 1:50

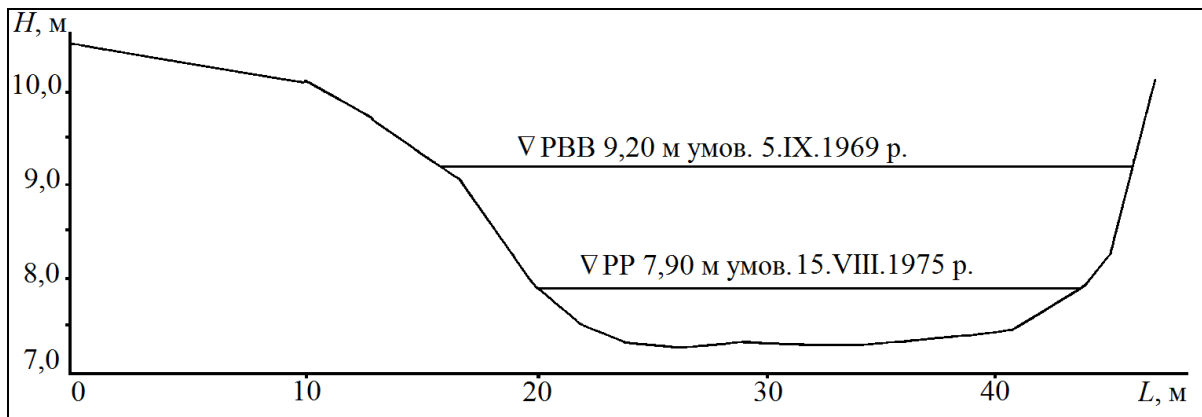


Рис. 1.3 – Поперечний переріз верхнього створу, $M_{гор.}$ 1:200, $M_{верт.}$ 1:50

Таблиця 1.5 – Елементи поперечних перерізів при максимальному рівні (р. Бистра – с. Яблониця, 05.09.1969 р.)

Створ	Морфологічні елементи поперечного перерізу	Площа живого перерізу, ω , м ²	Ширина потоку, B , м	Середня глибина, $h_{сер}$, м
Верхній	Русло	46,9	30,1	1,56
	Заплава	–	–	–
Середній	Русло	43,7	30,3	1,44
	Заплава	–	–	–
Нижній	Русло	45,9	30,8	1,49
	Заплава	–	–	–

2. Визначення уклону водної поверхні I .

Для русла і заплави уклони водної поверхні беруться однаковими. Визначення уклону здійснюється за допомогою поздовжніх профілів водної поверхні при РВВ і при РР. Для цього за даними нівелювання урізів і позначок РВВ (табл. 1.3) будуються поздовжні профілі (рис. 1.4).

При побудові поздовжніх профілів (при РВВ і РР) їх шкали, як правило, використовують з позначок не рівних нулю, а також вони можуть бути зміщені для зручності побудови на аркуші міліметрового паперу.

Значення уклону водної поверхні I розраховується за відношенням ΔH до L (рис. 1.4). Результати розрахунків $I_{PP} = 0,0109$ та $I_{PP} = 0,0133$ заносяться в табл. 1.5.

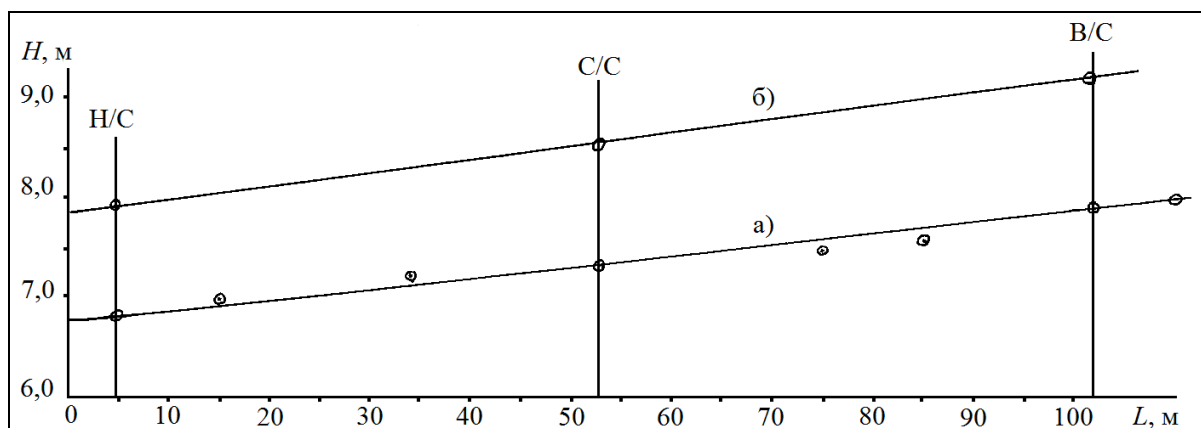


Рис. 1.4 – Поздовжні профілі: а) робочий рівень, б) рівень високих вод

3. Визначення коефіцієнта Шезі C .

Коефіцієнт Шезі в цій роботі пропонується визначати за формулою Маннінга (1.3).

Його величина визначається за табл. А.1 з урахуванням опису ділянки річки. У описуваному варіанті, враховуючи, що річка напівгірська з галечниковим руслом і сприятливими умовами течії, величина n береться рівною $n_0 = 0,040$. Індекс 0 указує на табличний варіант даних. Далі, враховуючи, що річка не є тимчасовою, формула (1.4) ігнорується. Величина меандрування при відчутному його ступені враховується величиною $K_m = 1,15$, а при значному – $K_m = 1,30$.

За умовами завдання $K_m = 1,15$, тому $n = K_m \cdot n_0 = 1,15 \cdot 0,040 = 0,046$. Значення коефіцієнта Шезі розраховується з величиною $n = 0,046$

$$C = 1,50^{0,17} / 0,046 = 23,3 \text{ м}^{0,5}.$$

4. Визначення $Q_{\text{макс}}$ по позначках РВВ.

Параметри, які входять до формули (1.1): ω , C , I – визначені. Величина R – значення гідравлічного радіуса з невеликим наближенням береться рівним величині середньої глибини h . Підставивши вказані значення у формулу (1.1) визначається $Q_{\text{макс}}$

$$Q_{\text{макс}} = 45,5 \cdot 23,3 \sqrt{1,50 \cdot 0,0133} = 150 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Далі розраховується величина максимального модуля стоку вод

$$q_{\text{макс}} = Q_{\text{макс}} \cdot 1000 / F = 150 \cdot 1000 / 198 = 758 \text{ дм}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2).$$

5. Уточнення розрахунку $Q_{\text{макс}}$.

Можливе завищення положення міток формується гребенями найбільш високих хвиль. Для того, щоб цього уникнути, виконується розрахунок за формулою (1.6) і таким чином визначається висота цих хвиль

$$h_b = 0,122 \cdot 1,50 \cdot 23,3 \sqrt{0,0133 / 9,8} = 0,16 \text{ м}.$$

Розрахункова площа, що виключає завищення, визначається за формулою

$$\omega_p = 45,5 - 30,3 \cdot 0,16 = 40,6 \text{ м}^2.$$

Підставляючи величину ω_p у формулу (1.1), можна визначити уточнену максимальну витрату води

$$Q_p = 40,6 \cdot 23,3 \sqrt{1,50 \cdot 0,0133} = 133 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Далі виконується обчислення уточненого значення максимального модуля стоку води

$$q_p = Q_p \cdot 1000 / F = 133 \cdot 1000 / 198 = 672 \text{ дм}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2).$$

Останні два значення записуються окремо нижче табл. 1.6.

Виконуючи п. 5 завдання, необхідно обчислити похибку розрахунку максимальної витрати води за рахунок можливого завищення позначок рівня на висоту гребеня найбільш високих хвиль за формулою

$$\Delta Q = (Q_{\text{макс}} - Q_p) / Q_p \cdot 100 = (150 - 133) / 133 \cdot 100 = 12,8\%.$$

Таблиця 1.6 – Розрахунок максимальної витрати води з використанням формули Шезі (р. Бистра – с. Яблониця, 05.09.1969 р.)

Площа водозбору, F , км ²	Довжина ділянки, L , км	Уклон водної поверхні на ділянці		Морфологічні елементи поперечного перерізу (русло, заплава)	Середній коефіцієнт шорсткості, n
		при робочому рівні	по позначках РВВ		
1	2	3	4	5	6
198,0	97,0	0,0109	0,0133	русло	0,046

Продовження табл. 1.6

Середня площа живого перерізу, ω , м ²	Середня ширина потоку, B , м	Середня глибина, $h_{\text{сер}}$, м	Коефіцієнт Шезі (за Маннінгом), C	Розрахункова максимальна витрата води, $Q_{\text{макс}}$, м ³ /с	Модуль максимальної витрати води, $q_{\text{макс}}$, дм ³ /(\text{с} \cdot \text{км}^2)
7	8	9	10	11	12
45,5	30,3	1,50	23,3	150	758

Уточнені значення максимальної витрати та модуля стоку води:
 $Q_p = 133 \text{ м}^3/\text{с}$, $q_p = 672 \text{ дм}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$.

2 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ ТИПОВОГО ЛОТКА ВЕНТУРИ ТА РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ВОДИ

2.1 Загальні відомості про гідрологічні витратоміри

Малі річки широко використовуються як джерело водопостачання в різних напрямках промисловості, сільського та комунального господарства, а також відіграють значну роль у вирішенні питань водовідведення стічних вод.

Для малих річок характерна велика мінливість гідрологічних характеристик (максимальних і мінімальних витрат води, багаторічних і внутрішньорічних коливань стоку та ін.) в залежності від фізико-географічних та кліматичних умов і антропогенного навантаження на їх басейни.

Гідрологічні характеристики цих річок дуже індивідуальні, і коли вони мало вивчені в природі, можливість застосування до них метода гідрологічної аналогії є обмеженою. Але розвиток мережі гідрологічних постів має деякі проблеми. Перш за все з боку методичного забезпечення та по-друге – з обладнанням гідростворів. Це стосується дискретності при використанні млинкових вимірювань і відсутності гарантії фіксації максимальної витрати. На гірських річках метод лінійної інтерполяції (метод «швидкість-площа») може стати зовсім незручним при визначенні площ та швидкостей.

В той же час в гідрологічній практиці існують засоби, які дозволяють виконувати безперервний автоматичний облік стоку води на малих річках і називаються вони гідрометричними витратомірами. До них належать лотки і водозливи, які використовуються на малих річках та каналах. Похибки вимірювання витрат води на таких гідрометричних пристроях становлять 2-5%.

Перевага гідрологічних витратомірів забезпечується простотою вимірювання і безперервністю обліку стоку води. Останній визначається за гідравлічними залежностями, вимірним елементом в яких є рівень верхнього б'єфа (напір), що безперервно фіксується за допомогою самописів (реєстраторів) рівня води. Вони є складовою частиною комплексу витратомірів і забезпечують можливість автоматизації вимірювального процесу в визначенні стоку води.

Водозливи – це споруди з перепорою у вигляді вертикальної стінки або порогу, через який переливається вода (рис. 2.1). За товщиною і формою поздовжнього профілю такої перепони – пристрої поділяють на водозливи з тонкою стінкою і водозливи з широким порогом практичного профілю. Класифікують водозливи і за формою водозливного отвору – прямокутні, трикутні, трапецієподібні, радіальні, параболічні та інші.

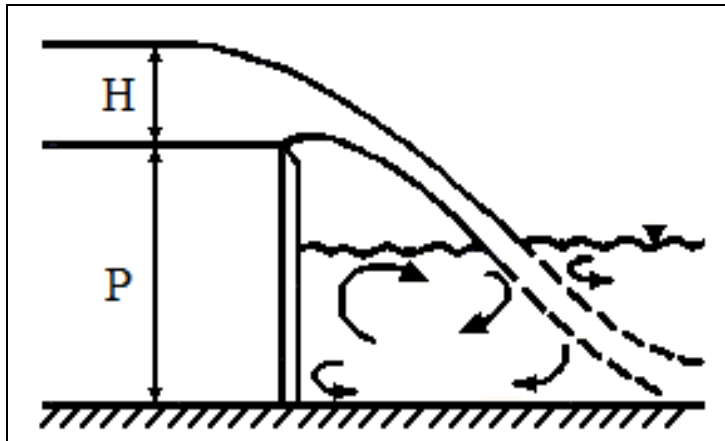


Рис. 2.1 – Водозлив з тонкою стінкою

Гідрометричний лоток – пристрій зі звуженням, в горловині якого встановлюється критичний режим течії. Ділянки потоку, розташовані нижче від водопропускного пристрою, називаються відповідно верхнім і нижнім б'єфами.

Мірою витрати через лоток або водозлив є напір води. Для лотків з боковим стисненням напором є рівень над горизонтальним дном лотка на підході до горловини. Для водозливів і лотків з донним і донно-бічним стисненням він дорівнює перевищенню рівня верхнього б'єфа над гребенем водозливної стінки або порогу (рис. 2.2).

Пропускна здатність витратомірів визначається при незатопленому режимі, який оцінюється за коефіцієнтом підтоплення

$$\eta = h / H, \quad (2.1)$$

де h – перевищення рівня нижнього б'єфа над гребенем порогу водозливу або дном горловини лотка;

H – напір води (рівень верхнього б'єфа).

Як гідрометричні пристрої водозливи і лотки обов'язково обладнуються голчатими або гачковими рейками.

Відомості про технічні характеристики та умови застосування вказаних витратомірів надаються у [1, 5].

2.2 Лотки Вентурі

Лотки Вентурі є досить зручними в експлуатації гідрологічними витратомірами на малих водотоках, особливо при великій кількості наносів у водному потоці. Їх характеризує простота конструкції і високий транзит наносів [1, 5, 6].

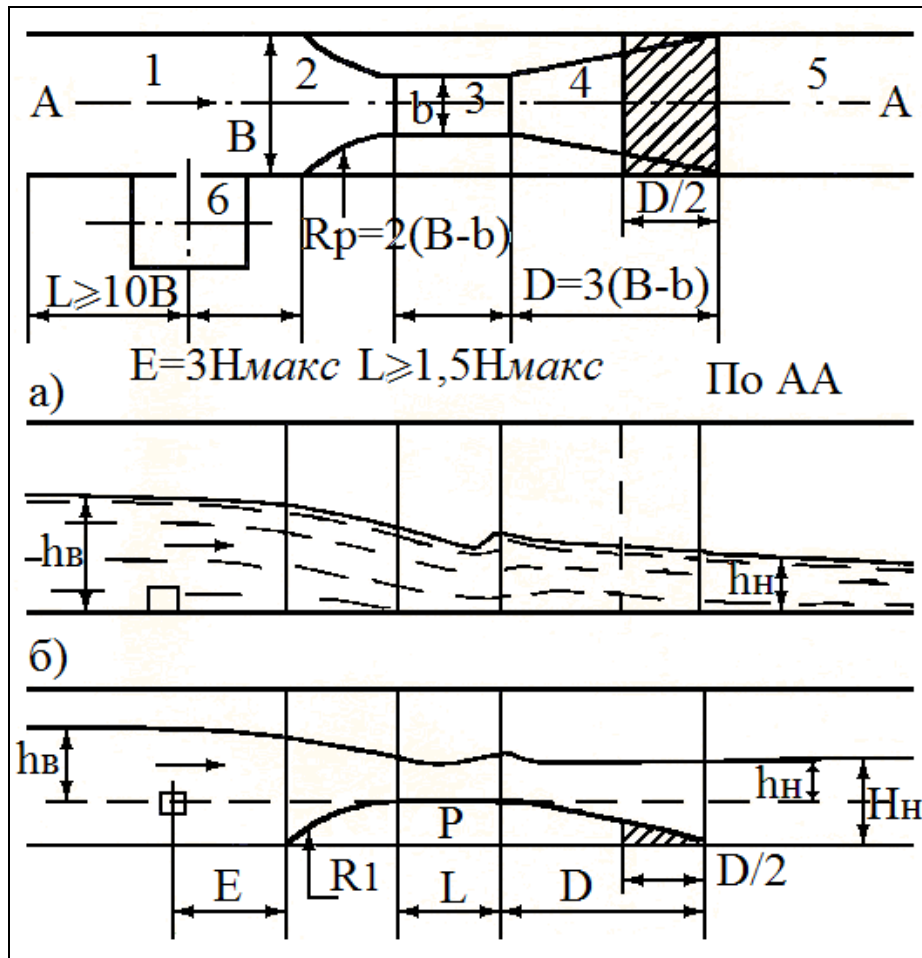


Рис. 2.2 – Лоток Вентурі: а) лоток без порогу; б) лоток з порогом;
 1 – канал підвідний; 2 – приймальний розтруб; 3 – горловина;
 4 – розтруб відвідний; 5 – канал відвідний; 6 – криниця самописа

Лотки Вентурі можуть будуватися з прямокутною або трапецієподібною горловиною. Перші, як найбільш прості у розрахунковому і конструктивному плані, застосовуються частіше.

Існують три типи лотків з горловиною прямокутного перерізу:

а) лотки, в яких стиснення водного потоку і утворення перерізу з критичною глибиною здійснюється за рахунок звуження бічних стінок при горизонтальному дні (рис. 2.2 а);

б) лотки, в яких стиснення водного потоку утворюється за рахунок підвищення дна (утворення «горба») при паралельних у плані бічних стінках (рис. 2.2 б);

в) лотки, у яких стиснення потоку води відбувається одночасно у вертикальній і горизонтальній площинах.

Найпростіші у виконанні лотки перших двох типів.

Нижче ми будемо розглядати перший тип лотка – з бічним стисненням.

2.2.1 Елементи конструкції лотка з бічним стисненням

Лотки Вентурі складаються з трьох основних частин:

- 1) приймального розтруба-конфузора зі стінками, що збігаються (рис. 2.2 а); дно потоку горизонтальне, бічні стінки приймального розтруба в плані окреслені по радіусу;
- 2) горловини з паралельними стінками і горизонтальним дном;
- 3) відвідного розтруба-диффузора зі стінками, які розходяться, та горизонтальним дном.

Для кращого сполучення лотка з потоком існують такі допоміжні елементи споруди:

1) підвідна частина споруди призначена для утворення рівномірного розподілу швидкостей на підході потоку до лотка. При бічному стисненні лотка ($B > b$) довжина прямолінійної частини підвідного каналу L повинна бути не менше, ніж $5B$; якщо $B = b$, то довжина прямолінійної частини підводного каналу становить – $10B$ (при стисненні потоку лише за рахунок підвищення дна «горба»);

2) відвідна частина повинна забезпечувати плавний перехід потоку з лотка в природне русло; дно його потрібно укріпити, щоб уникнути можливого розмиву.

2.2.2 Розміри лотка Вентурі

Розміри лотка Вентурі визначаються шириною горловини b , шириною підвідного каналу B і максимальним напором $H_{\text{макс}}$:

- 1) бічні стінки приймального розтруба окреслюються по радіусу R

$$R = 2(B - b), \quad (2.2)$$

- 2) довжина горловини лотка

$$l \geq 1,5 \cdot H_{\text{макс}}, \quad (2.3)$$

- 3) довжина відвідного розтруба

$$D = 3(B - b), \quad (2.4)$$

В окремих випадках довжина відвідного розтруба може скорочуватись вдвічі.

4) максимальний напір $H_{\text{макс}}$ не повинен перевищувати триразової ширини горловини b , але він не повинен бути більше ніж 1,8 м;

5) гранична ширина горловини обирається в залежності від ступеня стиснення лотком потоку b/B і максимальної ширини підвідного каналу B . Як граничну ширину B у цій роботі слід брати $B = 5,0$ м;

б) висота стінок лотка береться рівною $H_{\text{макс}} + 0,10$ м. Розміри типових лотків Вентурі з бічним стисненням і граничні витрати води для різних ступенів стиснення потоку (b/B) наведені в табл. В.1 (див. Дод. В), де представлені лотки з шириною горловини від 0,25 до 3,0 м через 0,25 м для $b/B = 0,2; 0,4; 0,6$.

2.2.3 Гідравлічне визначення витрати води в лотках Вентурі з бічним стисненням

В гідравлічному відношенні лоток Вентурі – це лоток з критичною глибиною в межах його горловини. При незатопленому витіканні (коефіцієнт підтоплення не більше за 0,8) частина лотка розташована нижче від горловини, не впливає на умови руху води на виході.

Рівняння витрати води для лотка Вентурі з бічним стисненням потоку (без порогу) має такий вигляд

$$Q = 1,705 C_e \cdot C_v \cdot b \cdot H^{3/2}, \quad (2.5)$$

де C_v – коефіцієнт, який враховує вплив швидкості підходу;

C_e – коефіцієнт витрати;

b – ширина горловини, м;

H – напір води в метрах над дном лотка, м.

Коефіцієнт швидкості підходу C_v залежить від ступеня стиснення потоку лотком і розраховується за допомогою такого рівняння

$$\left(\frac{b}{B} \cdot \frac{2}{3\sqrt{3}} \right)^2 \cdot C_v^2 - C_v^{2/3} + 1 = 0. \quad (2.6)$$

Визначається коефіцієнт C_v з рівняння (2.5) методом підбору. Для зручності визначення коефіцієнта є табл. Б.2, за допомогою якої в залежності від ступеня стиснення потоку визначається C_v [1, 5].

Коефіцієнт витрати C_e залежить від витрат на тертя та ступеня турбулентності потоку і розраховується за формулою

$$C_e = \left(\frac{b}{0,004 \cdot l + b} \right)^{3/2} \cdot \left(\frac{H - 0,003 \cdot l}{H} \right)^{3/2}. \quad (2.7)$$

Наведена табл. В.3 (див. Дод. В) дозволяє визначити значення C_e для різних напорів в залежності від ширини b і довжини l горловини лотка.

2.3 Контрольні запитання

1. Які основні конструктивні особливості лотків?
2. Які основні конструктивні особливості водозливів?
3. Які похибки визначення витрат води лотками і водозливами?
4. Якими водомірними пристроями оснащуються лотки і водозливи?
5. Де розташовуються водомірні пристрої у лотках Вентурі?
6. Яка періодичність нівелювання витратомірів?
7. В яких випадках довжина прямолінійної частини підвідного каналу повинна бути $> 10B$?
8. У чому полягає градування витратоміра?
9. За яких умов витікання води з лотка Вентурі визнається вільним?
10. Які негативні наслідки сполучання каналу з природним руслом можуть відбуватися?

2.4 Практична частина

2.4.1 Склад завдання

1. Вивчити відомі типи лотків Вентурі.
2. Визначити основні розміри типового лотка Вентурі з бічним стисненням і прямокутною горловиною.
3. Вивчити установочні та експлуатаційні вимоги до лотків Вентурі.
4. Виконати розрахунки витрат води за формулою (2.5) для напорів від 5 см до H_{\max} з інтервалом 5 см.
5. Побудувати криву витрат води для лотка Вентурі (з використанням 20 значень H і Q).
6. Відповісти на контрольні запитання.

2.4.2 Дані, необхідні для визначення основних розмірів типового лотка Вентурі з бічним стисненням

При визначенні основних розмірів типового лотка Вентурі з бічним стисненням ураховуються такі дані:

- ступінь стиснення горловини лотка, визначений відношенням b/B ;
- максимальний напір H_{\max} ;
- мінімальна витрата води Q_{\min} ;
- максимальна витрата води Q_{\max} .

2.4.3 Основні розміри типового лотка Вентурі з бічним стисненням

Основними розмірами типового лотка Вентурі вважаються:

- 1) ширина підвідного каналу, B , м;
- 2) ширина горловини, b , м;
- 3) висота стінок лотка, $H_{\text{макс}} + 0,10$ м;
- 4) радіус стінок приймального розтруба, $R = 2(B - b)$, м;
- 5) довжина горловини лотка, $l \geq 1,5 \cdot H_{\text{макс}}$, м;
- 6) довжина підвідного каналу, $L \geq 5 \cdot B$, м;
- 7) довжина відвідного розтруба, $D = 3(B - b)$, м.

2.4.4 Пояснення до виконання розрахунків

При виконанні даної роботи необхідно ознайомитися з методичними вказівками, а також вивчити літературу [1, 5, 6].

При визначенні окремих розмірів лотка і розрахунків витрат води можна використовувати табл. В.1, В.2, В.3 (див. Дод. В). Розрахунки витрат води виконати з інтервалом напору 5 см за формою табл. 2.1.

Криву витрат побудувати на аркуші міліметрового паперу формату А4 олівцем.

У пояснювальній записці до цієї роботи необхідно надати відповіді на контрольні питання (див. п. 2.3).

2.5 Приклад визначення основних розмірів типового лотка Вентурі та розрахунку витрат води

Із складу завдання (п. 2.4.1) нижче розглянуто приклади вирішення завдань 2, 4 та 5.

Завдання 2. Вирішення завдання здійснюється по показниках згідно п. 2.4.3 (розміри 1-7) за такими даними:

- максимальний напір ($H_{\text{макс}} = 1,00$ м);
- стиснення горловини ($b/B = 0,4$);
- мінімальна витрата води ($Q_{\text{мін}} = 0,028$ м³/с);
- максимальна витрата води ($Q_{\text{макс}} = 2,45$ м³/с).

Перш за все необхідно визначити основні розміри, вказані в п. 2.4.3.

1. Ширину підвідного каналу для лотка Вентурі з бічним стисненням ($B > b$) можна визначити з табл. В.1 (див. Дод. В) відповідно до значення $b/B = 0,4$ (середня частина таблиці) та $Q_{\text{мін}} = 0,028$ м³/с і $Q_{\text{макс}} = 2,45$ м³/с. З табл. В.1 необхідно обрати такий рядок, щоб табличне значення $Q_{\text{мін}}$ було меншим за вихідне, а табличне значення $Q_{\text{макс}}$ було більшим за вихідне. Це буде рядок в табл. В.1 з $B = 3,75$ м.

2. Ширину горловини лотка необхідно визначити, знаючи величину стиснення горловини (0,4) та значення ширини підвідного каналу (3,75 м), тобто $b = 3,75 \cdot 0,4 = 1,5$ м.

3. Висота стінок лотка береться згідно п. 2.2.2 (п. 6), що дорівнює $H_{\text{макс}} = 1,00 + 0,10 = 1,10$ м (за умови $H_{\text{макс}} = 1,00$ м).

4. Радіус стінок приймального розтруба згідно п. 2.2.2 (формула 2.2) визначається за виразом $R = 2(B - b) = 4,5$ м.

5. Довжина горловини лотка згідно п. 2.2.2 (формула 2.3) визначається за виразом $l = 1,5 \cdot H_{\text{макс}} = 1,5 \cdot 1,00 = 1,50$ м.

6. Згідно п. 2.2.1 довжина підвідного каналу при бічному стисненні має бути не менше за $5B$, тобто $5 \cdot 3,75 = 18,8$ м;

7. Довжина відвідного розтрубу згідно п. 2.2.2 та за формулою (2.4) визначається за виразом $D = 3(B - b) = 3 \cdot (3,75 - 1,5) = 3 \cdot 2,25 = 6,75$ м.

Завдання 4. Розрахунки витрат води для лотка Вентурі за формулою (2.5) потребують знання коефіцієнтів C_v і C_e . Перший враховує вплив швидкості підходу до горловини лотка і може визначатись за допомогою рівняння (2.6) або з табл. В.2. Використовуючи табл. В.2 і за значенням $b/B = 0,4$ одержуємо, що $C_v = 1,039$.

Коефіцієнт витрати C_e в залежності від відношення $l/b = 1,5/1,5 = 1$ та H/l для різних напорів за табл. В.3, використовуючи принцип лінійної інтерполяції. Результати розрахунків витрати води для лотка Вентурі за формулою (2.5) показані в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунки витрат води (типовий лоток Вентурі з бічним стисненням)

№ п/п	H , м	$H^{3/2}$	H/l	C_e	Q , м ³ /с	№ п/п	H , м	$H^{3/2}$	H/l	C_e	Q , м ³ /с
1	0,05	0,0112	0,033	0,875	0,026	11	0,55	0,4079	0,367	0,982	1,060
2	0,10	0,0316	0,067	0,921	0,077	12	0,60	0,4648	0,400	0,983	1,210
3	0,15	0,0581	0,100	0,950	0,147	13	0,65	0,5240	0,433	0,984	1,370
4	0,20	0,0894	0,133	0,959	0,228	14	0,70	0,5857	0,467	0,984	1,530
5	0,25	0,1250	0,167	0,967	0,321	15	0,75	0,6495	0,500	0,985	1,700
6	0,30	0,1643	0,200	0,972	0,424	16	0,80	0,7155	0,533	0,986	1,870
7	0,35	0,2071	0,233	0,975	0,536	17	0,85	0,7837	0,557	0,986	2,050
8	0,40	0,2530	0,267	0,977	0,687	18	0,90	0,8538	0,600	0,987	2,240
9	0,45	0,3019	0,300	0,979	0,785	19	0,95	0,9259	0,633	0,987	2,430
10	0,50	0,3536	0,333	0,980	0,921	20	1,00	1,000	0,667	0,987	2,620

Завдання 5. Згідно рекомендацій крива витрат води будується на міліметровому папері (формат А4) згідно наведеному на рис. 2.3 графіку.

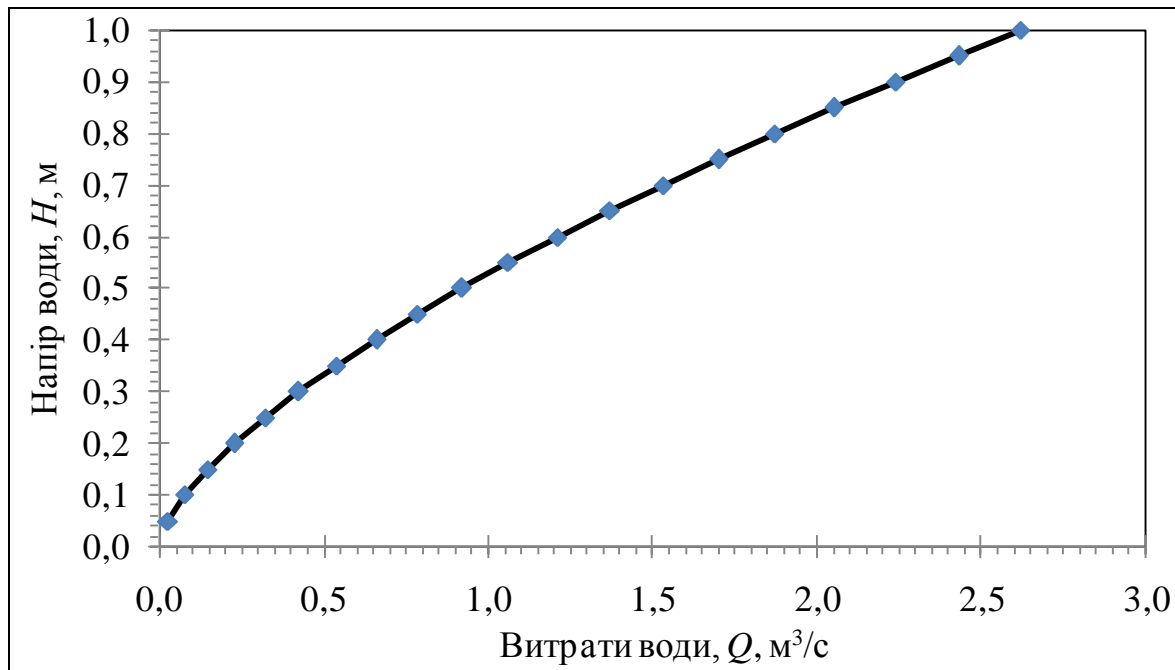


Рис. 2.3 – Крива витрати води

2.6 Вихідні дані для виконання розрахунків

Варіанти вихідних даних для визначення основних розмірів типового лотка Вентурі та розрахунку витрат води наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для виконання розрахунків за варіантами

Варіант	$H_{\text{макс}}$, м	b/B	$Q_{\text{мін}}$, $\text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{макс}}$, $\text{м}^3/\text{с}$
1	1	0,2	0,010	0,82
2	1	0,4	0,020	1,62
3	1	0,6	0,030	2,50
4	1	0,2	0,010	0,79
5	1	0,4	0,010	0,82
6	1	0,6	0,025	2,20
7	1	0,4	0,018	1,62
8	1	0,4	0,027	2,50
9	1	0,6	0,033	3,20
10	1	0,4	0,036	3,20
11	1	0,6	0,044	3,89
12	1	0,6	0,047	4,50

3 ВИВЧЕННЯ ТА ГРАДУЮВАННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ВОДОМІРНИХ ПОСТІВ

3.1 Загальна характеристика дистанційних водомірних постів

Пости призначені для забезпечення зацікавлених служб в оперативній інформації про режим рівнів водного об'єкта. Найчастіше така інформація буває потрібна і в режимному плані, для чого вона може подаватися на пункт обробки при вимірах або після попереднього накопичення за деякий період часу. Дистанційні водомірні пости складаються з датчика рівня, каналу зв'язку, реєструючого пристрою і джерела живлення. Датчик складається з чутливого елемента і перетворювача. Чутливий елемент, що сприймає зміни рівня, може бути гідростатичного, поплавкового, електричного або інших типів. Від типу чутливого елемента залежить характер інформації, яка може бути безперервною або дискретною. Найбільше поширення в гідрометрії мають датчики поплавкового і гідростатичного типів, які забезпечують безперервний характер передачі інформації про рівні води [1, 7].

Перетворювач в системі, що розглядається, переводить інформацію від чутливого елемента в форму сигналу, зручну для передачі на реєструючий пристрій, найчастіше – це дискретні або безперервні електричні перетворювачі. В залежності від віддаленості дистанційного поста використовується електропровідний або радіохвильовий спосіб передачі інформації. Реєструючим пристроєм може бути самопис рівня води, стрілковий, шкаловий або цифровий прилад.

3.2 Короткий опис дистанційного вимірювача рівня води (ДВРВ)

Дистанційний вимірювач рівня води (ДВРВ) є дистанційним водомірним пристроєм поплавкового типу, призначеним для вимірювання рівня води у відкритих водоймах, колодязях, меліоративних каналах та інших водних об'єктах [7].

Конструктивно ДВРВ являє собою дві металеві труби діаметром 10 см і довжиною 250 см, сполучені кріпильними хомутами і пластиною у верхній торцевій частині (рис. 3.1). На цій пластині під захисним кожухом встановлюється стояк, з багатообертвовим потенціометром. На вісь потенціометра кріпиться робочий шків – масштабний перетворювач інформації, яка надходить від поплавкового датчика за допомогою тросика, на протилежному кінці якого кріпиться противага. Сам потенціометр є перетворювачем механічних сигналів на опір електричного ланцюга, що фіксується на реєструючому пристрої. Поплавок і противага вміщуються відповідно в робочій трубі, перфорованій в нижній частині, і в трубі противаги.

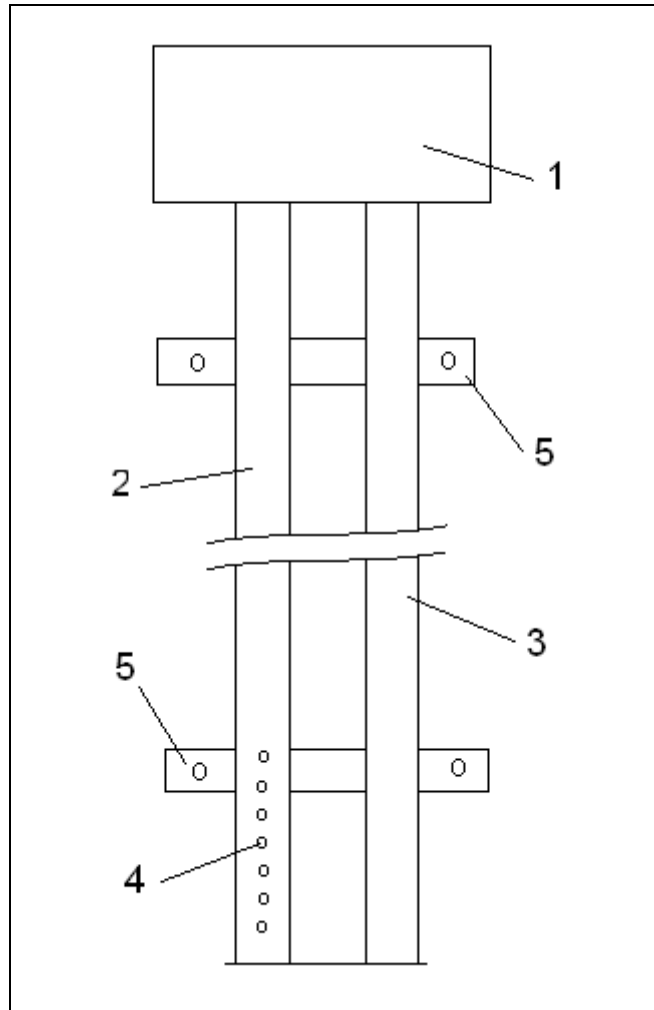


Рис. 3.1 – Загальний вигляд ДВРВ:

- 1 – захисний кожух;
- 2 – робоча труба;
- 3 – труба протитяги;
- 4 – отвір для входу води;
- 5 – хомути для закріплення.

Технічні характеристики ДВРВ:

- діапазон вимірювання рівнів води становить від 0 до 200 см,
- точність вимірювання рівня дорівнює +1-3 мм,
- максимальна похибка (при товщині троса до 1 мм) +2,1 мм,
- вага приладу не більше 50 кг,
- габаритні розміри дорівнюють 2800×300×280 мм,
- цілодобовий режим роботи,
- аналоговий вихід датчика,
- довжина лінії зв'язку може дорівнювати до 1000 м.

3.3 Порядок встановлення ДВРВ на водомірних постах

Дистанційний вимірювач рівня води може встановлюватись на опорі мосту, прямовисній стінці дамби, на вертикально встановленій palі та ін.

Після установки захисних труб ДВРВ в цілком вертикальному положенні на робочій підставці монтується вимірювальний пристрій, який складається з кріпильної стійки, багатообертового потенціометра і робочого шківів (рис. 3.2).

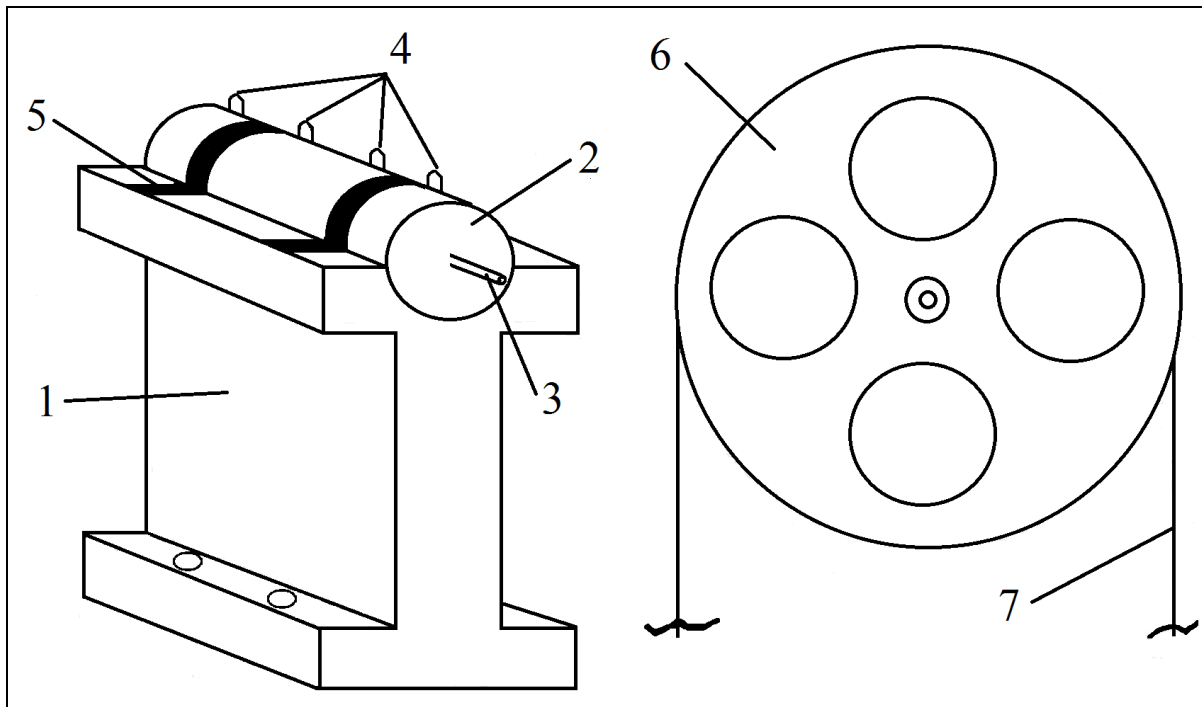


Рис. 3.2 – Вимірювальний пристрій:

- 1 – стояк;
- 2 – багатообертовий потенціометр;
- 3 – вісь потенціометра;
- 4 – контакти;
- 5 – хомути;
- 6 – робочий шків;
- 7 – робочий трос.

3.3.1 Порядок збирання і налагодження вимірювального блоку

1. Встановити шків (6) на вісь потенціометра (3) і закріпити гайкою.
До контактів (4) потенціометра (2) приєднати кабель, для з'єднання водомірного поста з цифровим реєструючим приладом вказаних нижче марок. При цій операції потрібно врахувати дві обставини:

а) покази цифрового приладу повинні змінюватися при обертанні осі потенціометра відповідно до зміни рівня. При збільшенні рівня покази повинні зростати, а при зменшенні – падати. Якщо спостерігається зворотна картина, необхідно поміняти контакти;

б) початкове, найнижче значення опору потенціометра, на рівні «0», коливається біля значень 1,3-1,4 Ом для того типу потенціометрів, що використовуються. В цьому разі, при обертанні осі потенціометрів від упора покази спочатку будуть зменшуватися від деякого більш високого значення до мінімуму і, тільки перейшовши через вказаний мінімум почнуть монотонно зростати.

2. Обережним обертанням шківів вивести покази приладу на значення, що відповідає дійсному рівню, вимірюваному по звичайних постових пристроях (палях, гачкових або стаціонарних водомірних рейках), якими повинен бути укомплектований пост. Потрібно мати на увазі, що конструкція дистанційного водомірного поста, що розглядається, не дозволяє вимірювати від'ємні рівні. Тому у випадку, якщо такі мають місце, повинен призначатись деякий умовний «0» поста, за допомогою якого виміряні значення рівня приводяться до додатних значень.

3. Одягнути на робочий шків тросик від поплавкового пристрою, притримуючи шків рукою у заданому положенні, стежачи, щоб при опусканні поплавка у воду не сталося перевертання шківів під дією противаги, яка врівноважує поплавок. Поплавок опускають в трубу, забезпечену перфорацією в нижній частині, а противагу – в трубу, захищену від попадання води. Подальше відстеження рівня здійснюється автоматично, однак, не можна допускати ковзання тросика з тих або інших причин, наприклад, при коливаннях рівня, які перевищують допустимі межі вимірювання. Один оберт шківів відповідає 50 см ходу рівня води у водоймі.

3.3.2 Комплект приладів та обладнання ДВРВ

Вимірювання спостережуваних рівнів може здійснюватися за допомогою цифрового універсального приладу типу: В7-27, В7-20, В7-21, В7-22, В7-35, який забезпечує вимірювання опорів з точністю до 0,1 Ом.

Для забезпечення точності вимірювання в межах +1 мм можна використати прилад В7-21 і аналогічні йому. При використанні приладів типу В7-27 і В7-22 похибка вимірювання рівня може досягати +2-3 мм.

Для з'єднання місця встановлення поста дистанційним пультом спостереження може використовуватись кабель з двома струмоведучими жилами. При малих відстанях вибір типу кабелю необмежений; при відстанях до 200 м кабель повинен бути мідним, діаметром не менше ніж 0,5 мм; при довжині лінії зв'язку більший за 200 м бажано застосувати багатожильний екранований кабель.

Марки кабелю:

- кабель контрольний ГОСТ 1608-78Е КПСВГ 14×0,75 мм²;
- кабель контрольний ГОСТ 1508-78Е КВВГ 7×0,75 мм²;
- провід МГТВ ГОСТ 1508-78Е 2×2,5 мм².

3.3.3 Пояснення до використання ДВРВ

Застосування тросу з діаметром більшим, ніж 0,2 мм, приводить до завищення показів (табл. 3.1) за рахунок збільшення робочого діаметра шківа.

Таблиця 3.1 – Значення поправок на товщину робочого троса

№ п/п	Діаметр троса, мм	Робочий хід шківа (1 оберт), мм	Величина рівня, мм	Максимальна відмітка рівня за шкалою, мм	Середня похибка, %
1	1,0	501,1	2000	2004,4	0,22
2	2,0	502,7	2000	2010,8	0,54
3	3,0	504,2	2000	2016,8	0,84

У разі вимірювання рівня з точністю до 1 см, як це прийнято в стандартних вимірюваннях на водомірних постах державної гідрологічної мережі, можна брати виміряні значення по показах приладу безпосередньо або після округлення як істинні значення рівня. У спеціальних же дослідженнях, коли необхідна більш висока точність, для уточнення виміряного значення рівня слід користуватися градуювальними даними у вигляді таблиці «координат», яка встановлює точну відповідність між показами приладу й істинним рівнем на кожен Ом опору потенціометра.

Дистанційний вимірювач рівня води може застосовуватися також і при відсутності порівняно дорогих цифрових приладів в комплексі з електронними стрілковими приладами, самописами, однак, точність в цьому випадку обмежена характеристиками цих приладів.

3.4 Градуювання ДВРВ

На рис. 3.3 показаний загальний вигляд градуювальної установки, основними елементами якої є:

- тарувальний бак з водорозбірним вентиляем;
- водомірна трубка з мікрОВимірювачем рівня води;
- стояк приладу;
- цифровий прилад;
- дистанційний вимірник рівнів води.

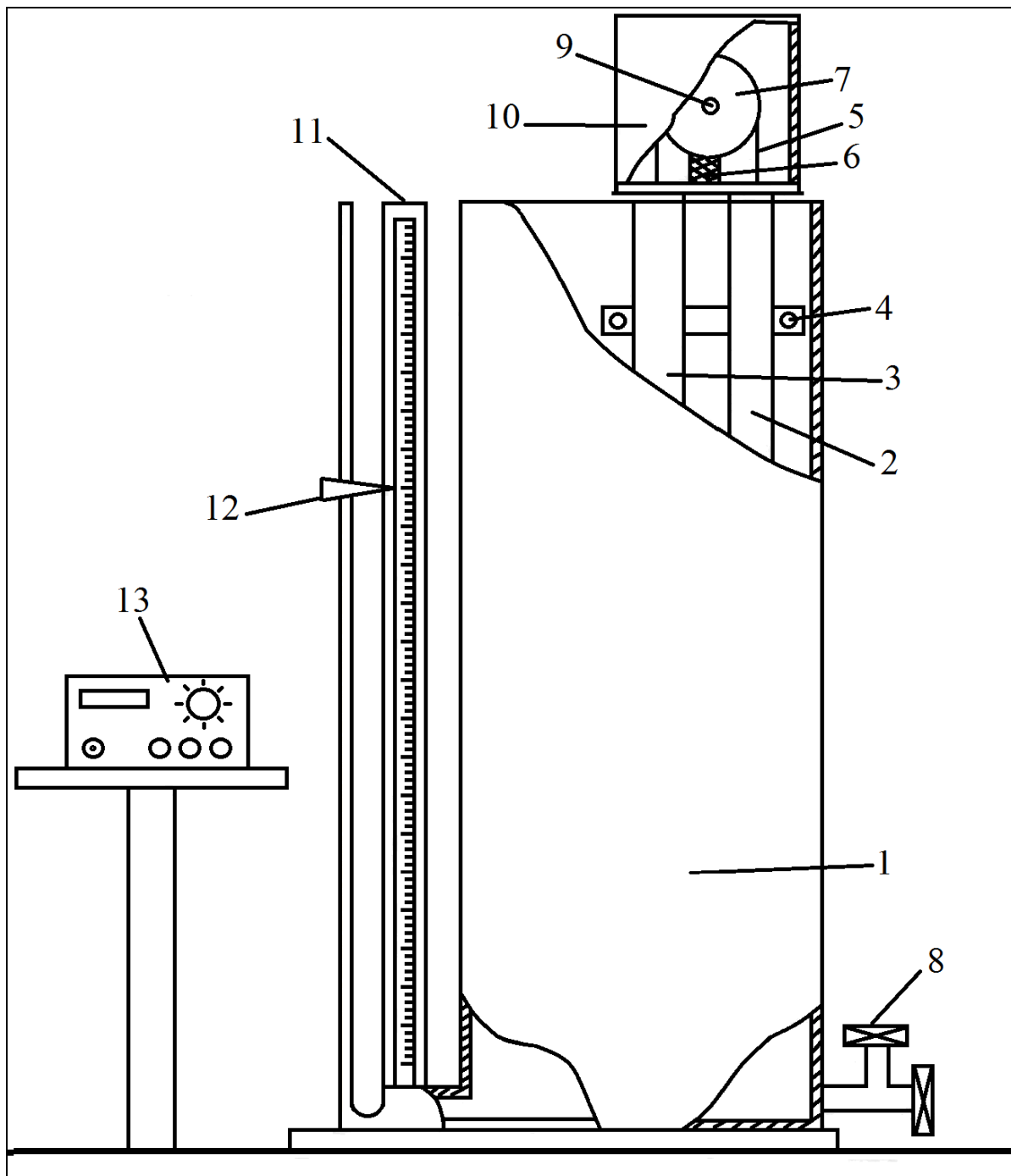


Рис. 3.3 – Пристрій для градуювання дистанційних рівномірів:

- 1 – корпус бака; 2 – труба протитяги; 3 – робоча труба; 4 – хомути для закріплення; 5 – робочий трос; 6 – стояк закріплення потенціометра; 7 – робочий шків; 8 – вентиль для наповнення бака; 9 – вісь потенціометра; 10 – кожух приладу; 11 – водомірна трубка; 12 – мікрвимірювач рівня води; 13 – цифровий прилад

Градування ДВРВ виконується в такому порядку:

1. Здійснюється збирання ДВРВ:

- закріплюється багатообертовий потенціометр на стояку з допомогою кріпильних хомутів;
- встановлюється шків на осі потенціометра і закріплюється кріпильною гайкою;
- поплавок і протывага закріплюються на кінцях тросика;
- стояк з потенціометром і шківом кріпляться гвинтами до робочої підставки-пластини на кінцях робочої труби і труби протываги;
- проводиться підключення потенціометра до універсального цифрового приладу В7-21 і джерела живлення згідно схеми (рис. 3.4), заздалегідь встановивши режим роботи цифрового приладу на вимірювання опору і його межі (200 Ом);
- встановлюється поплавковий датчик в робоче положення у відповідності з рекомендаціями п. 3.3.

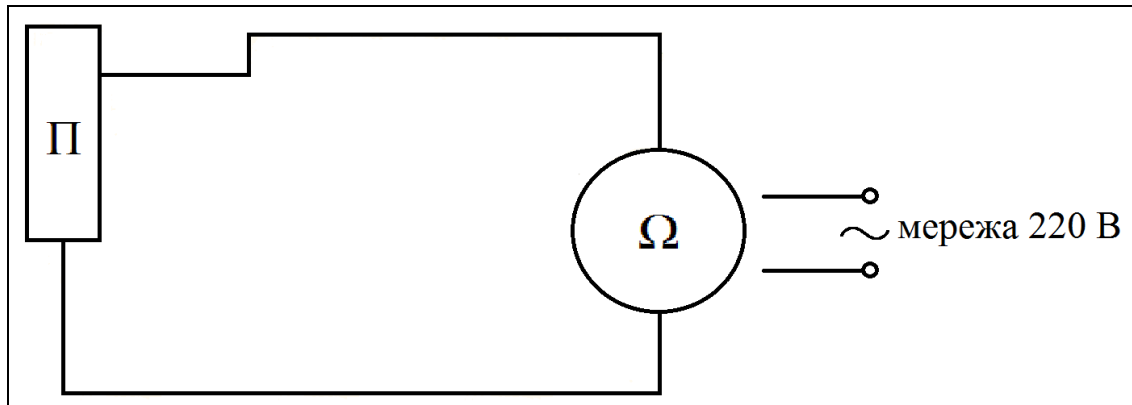


Рис. 3.4 – Електрична схема підключення потенціометра:
П – потенціометр, Ω – омметр цифровий

2. Встановлюється режим наповнення тарувального бака, за допомогою вентиля 8 (рис. 3.3). Рекомендований інтервал зміни рівня в баку від 10 см до 12,5 см. Контроль за положенням водної поверхні здійснюється по мікровимірювачу рівня 12 (рис. 3.3).

Градування починаються з нульової позначки рівня при збільшенні його в баку на 10-12,5 см. При кожній зміні рівня фіксується умовний рівень в см і відповідне значення опору в омах, а точність до десятих часток (табл. 3.2).

Після досягнення умовного рівня 200 см процедура повторюється при режимі випорожнення градувального бака.

3. На основі даних градування (табл. 3.2) будується градувальна крива (рис. 3.5), масштаби на графіку для рівнів і опорів беруться однаковими, що дає можливість контролювати кут нахилу градувальної залежності та інтерпретувати показники цифрового приладу.

Таблиця 3.2 – Дані градування дистанційного вимірника рівня води (потенціометр № 1287721)

№ п/п	Значення умовного рівня води, см	Значення опору потенціометра, Ом
1	2	3
1	0	1,3
2	12,5	13,5
3	25,0	26,1
...

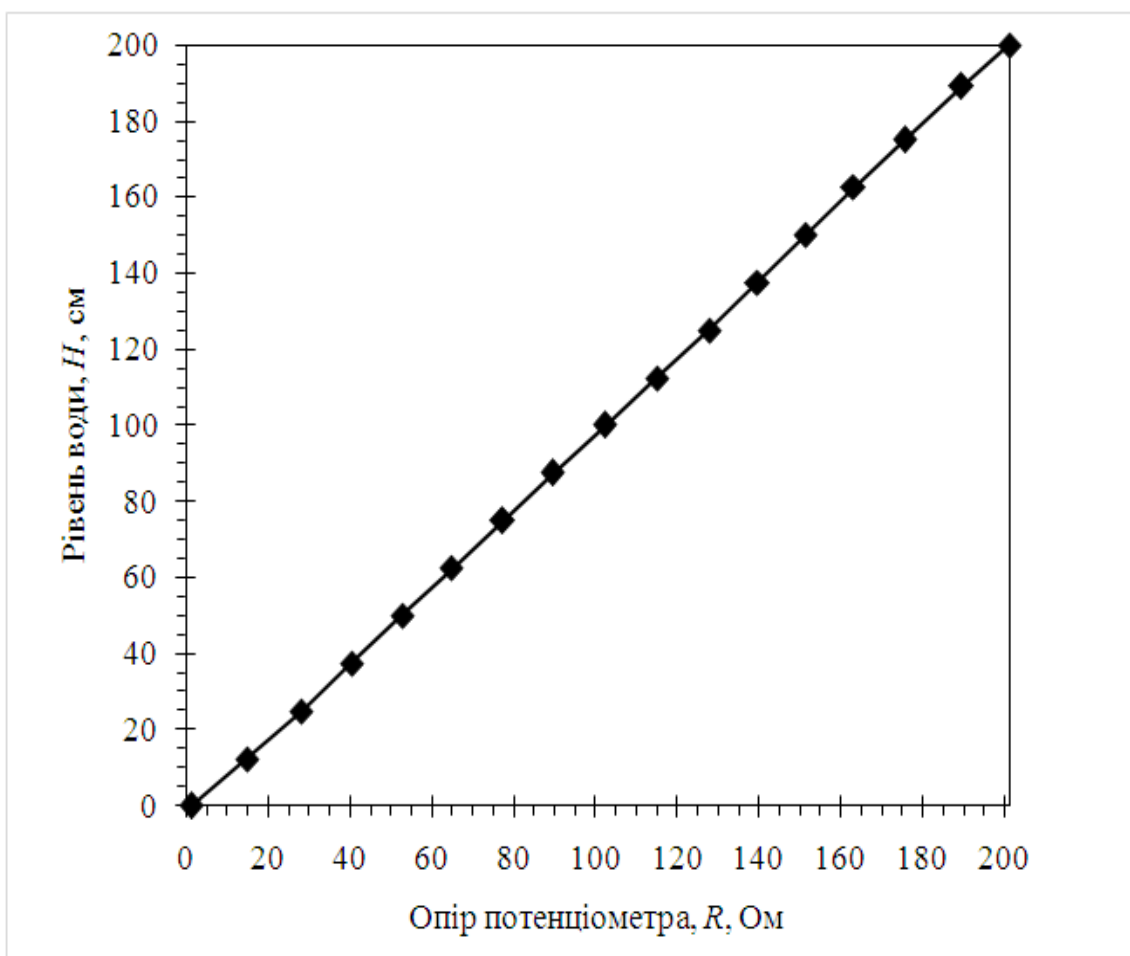


Рис. 3.5 – Градувальна крива

Градувальна таблиця має вигляд табл. 3.3. У першому стовпці наводяться значення R (Ом) з точністю до цілих значень, а десяті частки опору R вказуються в підзаголовку таблиці. Значення рівнів H з точністю до одного знака після коми виписуються в таблицю через кожен десятий Ом на відповідному перетині горизонтальних і вертикальних граф таблиці.

Таблиця 3.3 – Форма градуювальної таблиці

R, Ом	Рівні води, см									
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0
1
2
...
201	...	–	–	–	–	–	–	–	–	–

3.5 Контрольні запитання

1. Яке призначення дистанційних водомірних постів?
2. Якими комплектуючими частинами оснащується ДРВП?
3. Який чутливий елемент датчика рівня використано в ДРВП?
4. Які перетворювачі складають комплект ДРВП?
5. Діапазон рівня води, який може фіксуватися ДРВП.
6. Як забезпечити роботу ДРВП у зимових умовах?
7. Яка точність визначення рівня води за допомогою ДРВП і від чого вона залежить?
8. З чого складається пристрій для градуювання ДРВП?
9. У чому полягає технологічний цикл градуювання ДРВП?
10. Які дані отримують в процесі градуювання ДРВП і у якій формі вони подаються?

3.6 Завдання та рекомендації з обробки даних градуювання ДРВП

3.6.1 Склад завдання

Практична частина цього завдання складається з таких задач:

- 1 – вивчення інструкції з використання ДРВП;
- 2 – дати відповіді на контрольні питання;
- 3 – зібрати ДРВП (описати послідовність процесу);
- 4 – виконати градуювання ДРВП (описати послідовність процесу);
- 5 – виконати обробку даних градуювання (у тому числі, побудувати градуювальний графік і розрахувати градуювальну таблицю).

3.6.2 Рекомендації щодо виконання завдання

1. Уважно вивчити матеріал про призначення дистанційного пристрою, його устрою, експлуатації і градуюванню.
2. Відповісти на контрольні запитання.

3. Скласти план збирання ДВРВ (опишіть його) і за цим планом здійснити його складання (опишіть процес збирання).

4. Скласти план градуювання ДВРВ (опишіть його) і за цим планом виконати градуювання (опишіть процес градуювання).

3.7 Варіанти вихідних даних для виконання розрахунків

Дані градуювання (середні значення з показань при заповненні та спорожненні градуювального баку) наведені за варіантами в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Дані градуювання ДВРВ за варіантами

№ п/п	Рівень води, H , см	Номер варіанта							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Опір потенціометра, R , Ом							
1	0	1,2	1,2	1,3	1,1	1,3	1,3	1,2	1,3
2	12,5	14,7	14,5	13,5	12,8	15,0	12,4	12,9	12,8
3	25,0	25,7	27,3	26,1	25,0	28,3	24,9	26,0	26,7
4	37,5	39,1	39,4	38,8	38,3	40,4	37,6	38,4	39,1
5	50,0	51,2	52,1	51,9	50,9	52,8	50,2	54,0	52,9
6	62,5	63,9	64,6	64,3	63,5	64,9	62,6	63,1	63,4
7	75,0	76,3	77,0	76,6	75,9	77,3	75,2	77,2	76,9
8	87,5	88,9	89,1	89,0	88,5	89,6	87,8	88,4	89,1
9	100,0	101,4	101,9	101,6	101,0	102,4	100,5	102,3	102,4
10	112,5	114,2	114,3	113,9	113,5	114,9	113,0	114,9	115,0
11	125,0	126,9	127,2	126,5	126,1	127,7	125,5	127,3	126,5
12	137,5	138,8	139,1	139,0	138,3	139,5	137,7	139,1	138,7
13	150,0	152,0	151,4	151,9	151,1	151,3	150,3	152,2	153,0
14	162,5	163,7	162,9	164,1	163,4	163,0	162,8	164,1	163,8
15	175,0	176,3	175,7	176,4	176,1	175,5	175,7	176,3	176,5
16	187,5	188,5	189,1	188,7	188,3	189,4	187,7	188,5	188,7
17	200,0	200,4	201,0	201,0	200,6	201,0	200,2	202,7	201,7

За даними табл. 3.4 будується тарувальна крива на міліметровому папері формату А4 (рис. 3.5). Лінія на графіку наводиться осередненою.

За матеріалами, одержаними з тарувальної кривої (аналогічно градуювальній таблиці гідрометричного млінка) складається таблиця за рекомендованою формою (табл. 3.3). Порядок складання градуювальної таблиці розглядався вище. Побудована таблиця дає можливість за даними про опір (Ом), одержаними з цифрового приладу, здійснити вхід в систему рівнів з точністю до 0,1 см.

4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ГІДРОМЕТРИЧНИХ РОБІТ

4.1 Загальні положення і розрахунки характеристик їздового тросу для його використання при гідрометричних роботах з човна

Розрахунок характеристик їздового тросу, який використовується для гідрометричних робіт, здійснюють для визначення обставин, які виключають небезпечні умови праці на гідрометричному створі.

В якості характеристик їздового тросу, який використовується для промірних робіт та вимірів витрат води, розглядаються міцність тросу, його маса та натяг.

1. Міцність металевого тросу (синтетичного канату) – це здатність його витримувати певне навантаження. Розрізняють два види міцності тросу (канату): робочу та розривну [3,9].

Робоча міцність визначається натягом, який трос або канат витримують протягом тривалого періоду часу.

Розривна міцність (натуга) визначається натягом, при якому трос або канат розривається. На практиці робоча міцність береться рівною 1/6 розривної.

Робочу міцність тросу (канату) можна розрахувати за такою формулою в кг

$$\rho = kc^2, \quad (4.1)$$

де k – коефіцієнт, що залежить від матеріалу;

c – довжина кола тросу ($c = 2\pi r$), мм.

Значення k для троса сталевого жорсткого береться 0,8, а для гнучкого – 0,65.

Для оцінки розривної міцності значення k у формулі (4.1) відповідно береться рівним 4,8 та 4,0. Значення коефіцієнта для рослинних і нейлонових канатів надані в §16 [9].

2. Маса троса – це маса 1 м троса в кг. Вона розраховується при заданих умовах за формулою

$$q = 0.03c^2, \quad (4.2)$$

де $c = 2\pi r$, мм.

3. Розрахунки натягу їздового троса для роботи з човна, що закріплений на ньому, можна виконати за допомогою такої формули [3, 9]

$$z = \frac{QL}{4f} + \frac{qL^2}{8f}, \quad (4.3)$$

де L – відстань між опорами, м;
 q – вага 1 п. м. троса, кг;
 f – стріла провису троса в м, що дорівнює 1,10 м;
 Q – вага скупченого вантажу (навантаження від човна), м;
Опір, якого зазнає човен, що передається у вигляді навантаження на трос, визначається за формулою

$$Q = kSv^2, \quad (4.4)$$

де k – коефіцієнт, що дорівнює 0,35;
 S – змочена поверхня човна, м²;
 v – швидкість течії, м/с.
Величина змоченої поверхні човна визначається за формулою

$$S = T(2H + aB), \quad (4.5)$$

де T – довжина човна, м;
 H – осадка човна, м;
 B – ширина човна, м;
 a – коефіцієнт форми човна, що дорівнює 0,83.

4.2 Контрольні запитання

1. Що розуміється під поняттям «міцність троса»?
2. Що таке «робоча міцність троса»?
3. Що таке «розривна міцність троса»?
4. Яке співвідношення між робочою та розривною міцністю троса існує на практиці?
5. Від чого залежить навантаження на трос (опір) під дією човна?
6. Якими параметрами визначається змочена поверхня човна?
7. З якими значеннями показників троса пов'язують утворювання небезпечних умов праці на тросовій переправі?

4.3 Завдання та рекомендації щодо визначення характеристик їздового тросу для його використання при гідрометричних роботах з човна

До того, як розпочати розрахункову частину роботи, необхідно вивчити теоретичну частину цього завдання, а також відповісти на контрольні запитання.

Склад завдання:

1. Відповісти на контрольні питання.
2. Виконати розрахунки міцності металевого троса (робочу та розривну).
3. Виконати розрахунки маси троса.
4. Виконати розрахунки натягу їздового троса.
5. Зробити висновки за результатами отриманих даних.

4.4 Вихідні дані для розрахунку характеристик їздового тросу

Вихідні дані по варіантах наведені у табл. 4.1, а нижчим рядком (б/н) наведені дані прикладу, що розглядається в п. 4.5.

Таблиця 4.1 – Варіанти вихідних даних для визначення характеристик їздового тросу

Номера варіантів	Вид сталевого троса	Діаметр троса, мм	Довжина човна, м	Ширина човна, м	Осадка човна, м	Відстань між опорами, м	Швидкість течії, м/с
1, 7, 13	жорсткий	6	3,8	1,3	0,30	150	0,60
2, 8, 14	жорсткий	8	4,0	1,2	0,35	160	0,65
3, 9, 15	жорсткий	10	4,2	1,4	0,25	170	0,70
4, 10, 16	гнучкий	6	3,9	1,3	0,30	180	0,75
5, 11, 17	гнучкий	8	4,1	1,4	0,25	185	0,80
6, 12, 18	гнучкий	10	4,3	1,5	0,35	190	0,85
б/н	жорсткий	6	3,80	1,20	0,25	185	0,85

4.5 Приклад визначення характеристик їздового тросу

Порядок розрахунків у цьому прикладі наведено згідно з пунктами завдання.

Завдання 2. Міцність троса поділяється на робочу та розривну і розраховується за формулою (4.1), в якій коефіцієнт k береться відповідно до виду троса і типу міцності (в нашому випадку – це 0,8 та 4,8).

$$\text{Робоча міцність } \rho = kc^2 = 0.8 \cdot (2 \cdot 3.14 \cdot 3)^2 = 284 \text{ кг.}$$

$$\text{Розривна міцність } \rho = kc^2 = 4.8 \cdot (2 \cdot 3.14 \cdot 3)^2 = 1704 \text{ кг.}$$

Завдання 3. Маса троса визначається за формулою (4.2), де параметр c має те ж саме значення, що і в попередньому пункті:

$$q = 0.03 \cdot c = 0.03 \cdot (2 \cdot 3.14 \cdot 3)^2 = 0.11 \text{ кг.}$$

Завдання 4. Розрахунок натягу їздового тросу для роботи з човна виконується у такій послідовності:

а) визначається змочена поверхня човна за формулою (4.5)

$$S = T(2H + aB) = 3.8 \cdot (2 \cdot 0.25 + 0.83 \cdot 1.2) = 5.70 \text{ м}^2;$$

б) навантаження на трос за рахунок дії на нього човна розраховується за формулою (4.4)

$$Q = kSv^2 = 0.35 \cdot 5.70 \cdot 0.85^2 = 1.44 \text{ кг};$$

в) натяг тросу z розраховується за формулою (4.3)

$$z = \frac{QL}{4f} + \frac{qL^2}{8f} = \frac{1.44 \cdot 185}{4.40} + \frac{0.11 \cdot 185^2}{8.80} = 60.5 + 427.8 = 488 \text{ кг}.$$

Завдання 5. Висновки:

1. Порівнюючи одержані результати розрахунків при заданих умовах, слід відзначити, що робоче навантаження на трос (488 кг) перевищує робочу міцність тросу (284 кг) в 1,72 раза та в 3,5 раза нижче за розривну міцність (1704 кг).

2. Такий стан можна використати при не довгостроковій експлуатації тросової переправи і доброму стані троса, але при екстремальних умовах у водному режимі обставини на переправі стануть небезпечні.

3. Необхідно на цьому створі встановити міцніший трос, характеристики якого визначаються за допомогою розрахункових рівнянь, наведених вище.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. *Карасев И. Ф., Васильев А. В., Субботина Е. С.* Гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 376 с.
2. *Васильев А. В., Шмидт С. В.* Водно-технические изыскания. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 347 с.
3. *Лучшева А. А.* Практическая гидрометрия. Учебное пособие. Издание второе. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 424 с.
4. *Наставление* гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6, ч. I. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 384 с.
5. *Наставление* гидрологическим станциям и постам. Вып. 6, ч. 2 – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 268 с.
6. *Правила* измерения расхода жидкости при помощи стандартных водосливов и лотков. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 51 с.
7. *Описание* дистанционного водомерного поста. – Л.: Гидрометеиздат, 1989.
8. *Колодєєв Є. І., Чернов М. І., Швєбс О. Г.* Лабораторний практикум з гідрометрії: Навчальний посібник. – Одеса: ТЕС, 2004. – 105 с.
9. *Шмидт С. В.* Техника безопасности при гидрологических работах. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 176 с.
10. *Колодєєв Є. І.* Інженерна гідрометрія: Конспект лекцій. – Одеса: ТЕС, 2007. – 76 с.
11. *Колодєєв Є. І.* Інженерна гідрометрія та техніка безпеки: Збірник методичних вказівок до виконання практичних робіт. – Одеса: ОДЕКУ, 2011. – 68 с.
12. *Колодєєв Є. І., Гриб О. М.* Методи гідрометеорологічних вимірювань (гідрологічні вимірювання). Навчальна польова практика: Навчальний посібник. – Одеса: ТЕС, 2009. – 75 с.
13. *Субботин А. С.* Гидрометрические сооружения: Учебник. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 256 с.
14. *Пикуш Н. В.* Методы и приборы гидрометрии (исследование и разработка). – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 208 с.
15. *Правила* по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 317 с.
16. *Інструкція* про порядок і процедуру виконання промірних робіт при визначенні глибин на морських і річкових акваторіях для будівельно-експлуатаційних цілей (№ 186 від 10.05.2005 р.). – К.: Міністерство транспорту та зв'язку України, 2005. – 193 с.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Б

Бояринцев, Євген Львович – 2

В

Васильєв, Андрій Васильович – 42

Вентурі, Джованні Баттиста – 3-5, 20-27

Г

Гриб, Олег Миколайович – 1, 2, 42

К

Карасьов, Йосиф Пилипович – 42

Колодєєв, Євген Іванович – 42

Л

Лучшева, Олександра Анатоліївна – 42

М

Маннінг, Роберт – 7, 10, 11, 16, 18

П

Пікуш, Микола Васильович – 42

С

Субботін, Олександр Сергійович – 42

Субботіна, Олена Сергіївна – 42

Т

Тімченко, Володимир Михайлович – 2

Ч

Чернов, Микола Іванович – 42

Ш

Шезі, Антуан – 6, 7, 10-12, 16-18

Шмідт, Сергій Вікторович – 42

Швебс, Олександр Генріхович – 42

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

В

Водозлив – 19

Водомірний пост дистанційний – 28

Визначення: величини змоченої поверхні човна – 39

коефіцієнта: витрати – 23, 26, 62, 63

підтоплення – 20

швидкості підходу – 23, 26, 62

Шезі за формулою Маннінга – 7, 16

шорсткості – 7, 9, 11

максимального модуля стоку води – 17

максимальної витрати води – 7, 11, 17

маси троса – 38

натягу троса – 38

середньої швидкості течії води – 7

уклону водної поверхні – 16

Витратомір гідрологічний – 19

Г

Гідравлічне визначення витрати води в лотках Вентурі – 23

Градування дистанційного вимірювача рівня води – 32-36

Д

Дистанційний вимірювач рівня води – 28-30

Л

Лоток: Вентурі – 20, 21

гідрометричний – 20

М

Маса троса (каната) – 38

Міцність троса (каната): робоча – 38, 40

розривна (натуга) – 38, 40

Н

Навантаження на трос (канат) від човна (опір човна) – 39, 41

Напір води – 20

Натуга (розривна міцність) троса (каната) – 38

О

Опір човна (навантаження на трос від човна) – 39, 41

П

Позначки рівнів високих вод – 6

ДОДАТКИ

Додаток А

Довідникові дані для визначення максимальних витрат води за допомогою позначок рівнів високих вод

Таблиця А.1 – Коефіцієнти шорсткості n_0 річкових русел і заплав

n_0	Рівнинні річки
0,020	Прямолінійні русла каналізованих річок в твердих ґрунтах з тонким шаром мулистих донних відкладів
0,025	Природні земляні русла в сприятливих умовах, чисті, прямі, зі спокійною течією води
0,030	Гравійно-галечникові русла в тих же умовах
0,040	Відносно чисті русла постійних водотоків з невеликими відхиленнями від напряму струменів, нерівностями дна і берегів та переміщенням донних наносів
0,050	Значно засмічені великі та середні річки, частково вкриті рослинністю або кам'янисті з неспокійною течією. Чисті русла тимчасових водотоків
0,065	Скелясті русла великих і середніх річок. Русла тимчасових водотоків, засмічені та з водною рослинністю
0,080	Річкові русла зі значними заростями, вимоїнами та нерівностями дна і берегів
0,100	Русла річок дуже зарослі, засмічені стовбурами дерев і валунами
0,140	Річки болотного типу (зарості, купини, в значних місцях майже стояча вода)

Продовження табл. А.1

n_0	Напівгірські та гірські річки
0,025	Штучні відводи русел, висічені у скелі
0,030	Гравійно-галечникові русла зі сприятливими умовами (чисті, прямі). $I=0,8-1,0\text{‰}$
0,040	Земляні русла тимчасових водотоків (сухих балок) зі сприятливими умовами. Правильні, добре розроблені галечникові русла в їх нижній частині (ділянці). $I=3,0-7,0\text{‰}$
0,050	Значно засмічені кам'яні з бурхливою течією. Тимчасові водотоки з руслом з великого галечника. $I=7,0-15,0\text{‰}$
0,065	Галечниково-валунні русла з бурхливою течією. Засмічені тимчасові водотоки. $I=15,0-20,0\text{‰}$
0,080	Валунні русла у середній та верхній частинах басейну і тимчасові водотоки з бурхливою течією та збуреною водною поверхнею. $I=50,0-90,0\text{‰}$
0,100	Русла водоспадного типу переважно у верхів'ях з коритом із великих валунів і з бурхливою течією. $I=90,0-200\text{‰}$
0,200	Русла із завалами з валунів та уламків скель.

Продовження табл. А.1

n_0	Заплава
0,025	Рівна чиста заплава з низькою травою, яка не має сільськогосподарського використання
0,030	Рівна заплава з полем без посівів та пасовищем з низькою травою
0,040	Рівна заплава, зайнята стиглими польовими культурами, пасовищем з високою травою та зрубами без пагінців, невелика кількість старорічищ і мілких проток
0,050	Заплава з рідкими чагарниками і деревами (навесні без листя), перерізана старорічищами
0,065	Заплава з рідкими чагарниками з листям або зрубами із заростями
0,080	Заплави, вкриті чагарником середньої та великої гущини (навесні без листя)
0,100	Заплавини з лісом при рівнях, нижчих від гілок, і з чагарниками середньої та великої гущини з листям
0,140	Заплавини з лісом при затопленні гілок та з густим вербняком
0,200	Дуже зарослі, важко прохідні заплавини тайгового типу.

Додаток Б

Варіанти вихідних (початкових) даних для визначення максимальних витрат води за допомогою позначок рівнів високих вод

Варіант № 1

р. Завадка – с. Міжгір'я, 13.08.1975 р.,

РВВ 08-09.06.1969 р., $F = 92,0 \text{ км}^2$

Таблиця Б.1 – Поздовжній профіль, р. Завадка – с. Міжгір'я

Створ		Н/С				С/С			В/С
Відстань від пост. поч., м		0,0	28,0	52,0	92,0	115	191	227	252
Позначка, м умов.	робочий рівень	6,79	7,02	7,14	7,33	7,43	7,76	7,93	8,08
	РВВ	8,10				8,78			9,52

Таблиця Б.2 – Поперечні перерізи, р. Завадка – с. Міжгір'я

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від пост. поч., м	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м	позначка, м умов.
0,0	10,71	0,0	10,54	0,0	9,64
12,0	9,84	4,3	9,74	8,0	9,08
20,0	9,69	8,0	8,78	16,0	8,49
33,5	8,42	12,0	8,72	20,0	8,10
37,0	7,87	18,0	8,17	22,7	6,64
38,0	7,80	19,0	7,32	24,0	6,56
40,0	7,76	21,0	7,14	26,0	6,57
41,0	7,71	27,0	7,12	28,0	6,55
42,0	7,68	29,0	7,02	30,0	6,60
44,0	7,74	31,0	7,06	32,0	6,55
45,0	7,80	35,0	6,56	34,0	6,60
47,0	7,83	37,0	6,98	36,0	6,60
48,0	7,78	40,0	7,04	38,0	6,61
49,0	7,82	41,0	7,32	40,0	6,58
51,0	7,90	42,5	8,78	42,0	6,64
52,1	8,08	46,5	10,04	44,0	6,68
53,3	8,55/9,85			45,5	6,80
				53,0	9,91

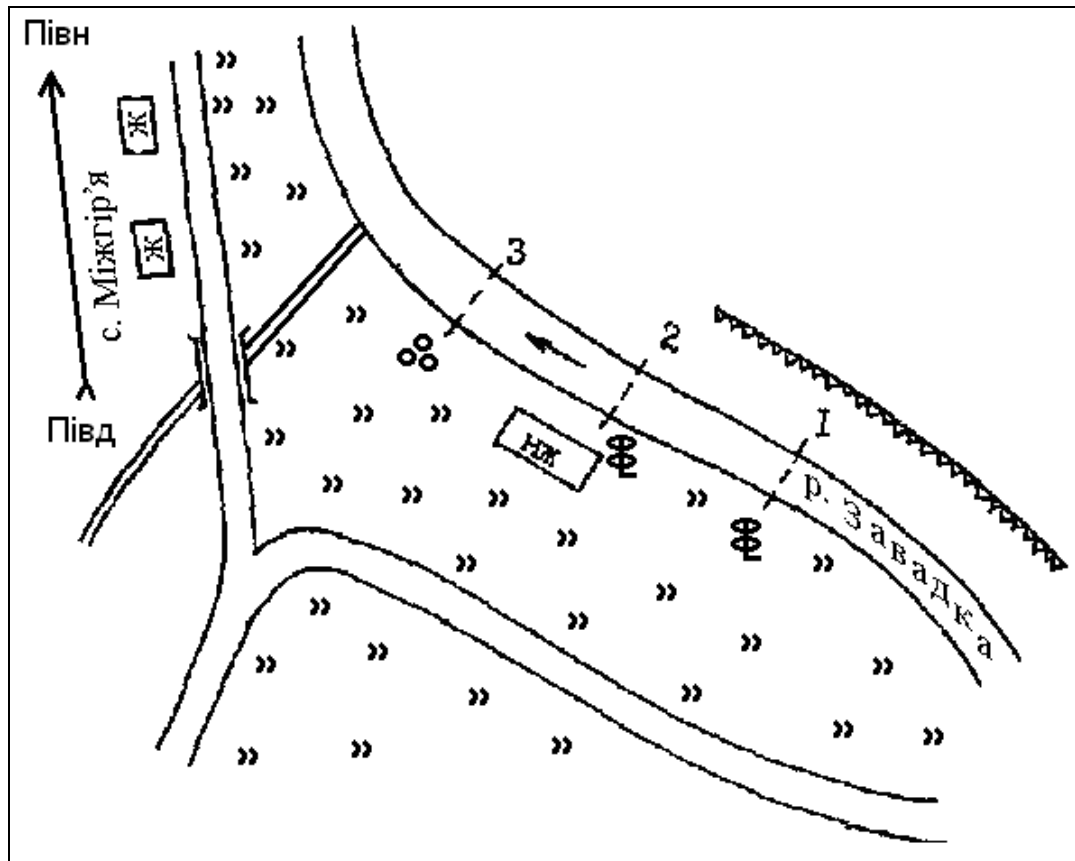


Рис. Б.1 – Схема ділянки гідрологічних робіт, р. Завадка – с. Міжгір'я

Опис ділянки гідрологічних робіт,
р. Завадка – с. Міжгір'я

Ділянка на р. Завадка розташовується поблизу с. Міжгір'я в 50 м вище від впадіння лівобережної притоки (струмка). Русло річки на ділянці прямолінійне, довжиною 0,25 км. В місті впадіння струмка річка повертає праворуч на 90°.

Русло річки відносно стійке, складене великою галькою та камінням середньої величини. Ширина русла на ділянці змінюється від 22 м до 30 м, глибини розподілені відносно рівномірно. Береги круті: висота лівого берега до 15 м, правий високий, переходить в схил долини.

Заплава лівобережна, суха, з лучною рослинністю, вздовж бровки берега ростуть окремі дерева.

Варіант № 2

р. Стрий – с. Н. Кропивник, 17.08.1975 р.,
РВВ 07.08.1975 р., $F = 1070 \text{ км}^2$

Таблиця Б.3 – Поздовжній профіль, р. Стрий – с. Н. Кропивник

Створ		В/С				С/С				Н/С	
Відстань від пост. поч., м		0,0	69,0	175	224	246	349	363	432	512	600
Позначка, м умов.	робочий рівень	4,15	3,89	3,82	3,74	3,68	3,62	3,60	3,58	3,57	3,56
	РВВ	6,54				5,75				5,68	

Таблиця Б.4 – Поперечні перерізи, р. Стрий – с. Н. Кропивник

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від пост. поч., м	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м	позначка, м умов.
0,0	6,99	0,0	7,92	0,0	7,06
9,8	6,42	10,0	7,02	17,8	6,61
11,8	6,06	24,0	6,46	22,8	6,53
19,6	4,99	30,5	5,69	31,8	5,54
22,0	5,00	55,0	6,87	33,8	4,69
29,4	4,07	66,0	6,31	46,2	3,63
38,2	3,97	68,0	4,68	48,9	3,47
41,8	4,07	76,0	4,05	52,9	3,51
47,4	3,88	79,0	3,54	58,9	3,28
54,4	3,94	85,0	3,21	64,8	2,98
56,2	3,81	90,0	3,34	70,9	2,50
65,4	3,78	96,0	3,43	76,9	2,01
71,4	3,58	98,0	3,09	82,9	2,45
85,4	3,66	100	3,19	88,9	2,52
86,0	4,05	106	4,51	94,9	2,92
91,6	4,77	110	5,99	97,6	3,57
94,2	6,04	112	6,85	99,3	5,26
95,2	6,94			102	6,76
				105	8,26

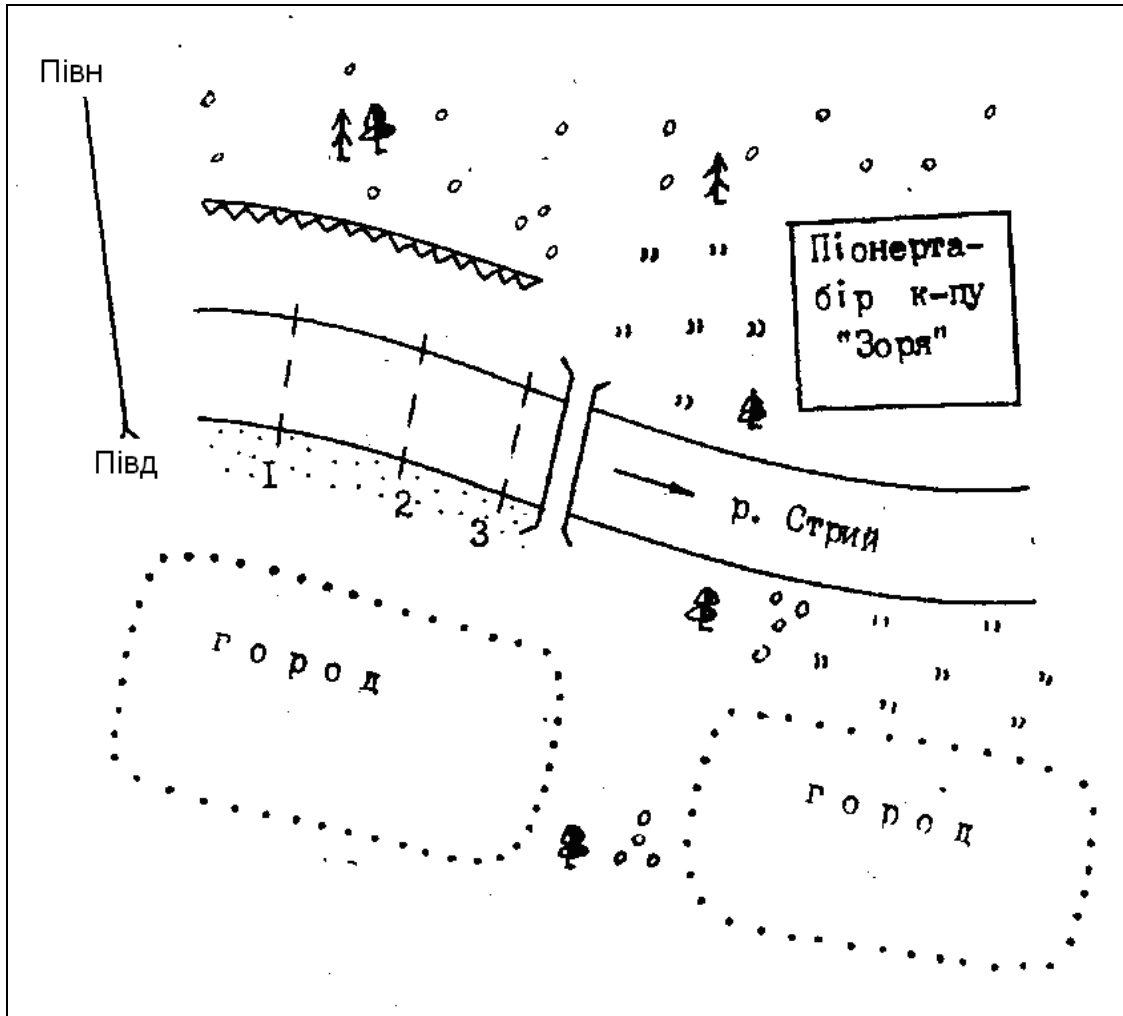


Рис. Б.2 – Схема ділянки гідрологічних робіт, р. Стрий – с. Н. Кропивник

Опис ділянки гідрологічних робіт,
р. Стрий – с. Новий Кропивник

Ділянка р. Стрий розташовується в 1,0 км вище від села Новий Кропивник. Ділянка русла довжиною 1,5 км пряма, на кінцях її є завороти.

Лівий берег – корінний, крутий, місцями стрімкий. Правий – має заплаву шириною до 20 м, над якою підіймається надзаплавна тераса.

Корито річки складено галькою та камінням середньої величини. Інколи в кориті зустрічаються валуни. Лівий берег складений великим камінням, галькою та піском, місцями порослий чагарником.

У верхній частині ділянки глибини 30-50 см, течія бурхлива, в нижньому створі – біля містка, на плесі, глибини збільшуються до 1,0 м, течія стає спокійною.

Варіант № 3

р. Головчанка – с. Плавє, 08.08.1975 р.,
РВВ 08-09.06.1969 р., $F = 82,0 \text{ км}^2$

Таблиця Б.5 – Поздовжній профіль, р. Головчанка – с. Плавє

Створ		В/С				С/С				Н/С			
Відстань від пост. поч.		0,0	20,0	40,0	60,0	80,0	100	120	140	160	180	200	
Позначка, м умов.	робочий рівень	9,81	9,67	9,56	9,38	9,27	9,08	9,06	9,02	8,98	8,87	8,75	
	РВВ	10,43				10,04				9,72			

Таблиця Б.6 – Поперечні перерізи, р. Головчанка – с. Плавє

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від пост. поч., м	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м	позначка, м умов.
0,0	11,54	0,0	11,49	7,6	10,22
16,0	10,89	18,0	10,33	9,6	9,47
25,0	9,82	21,0	9,95	11,5	8,87
27,0	10,09	25,0	9,27	12,0	8,49
28,0	9,56	25,2	9,06	13,0	8,62
30,0	9,24	26,0	8,68	14,0	8,59
31,0	9,11	28,0	8,67	15,0	8,57
32,0	9,22	29,0	8,86	17,0	8,55
33,0	9,21	30,0	8,58	19,0	8,57
34,0	9,16	31,0	8,61	22,0	8,57
35,0	9,14	32,0	8,60	23,0	8,59
36,0	9,21	33,0	8,58	24,0	8,63
37,0	9,18	34,0	8,69	25,0	8,64
39,0	9,36	35,0	8,70	26,0	8,87
39,5	9,89	36,0	8,76	27,0	9,17
39,8	10,82	36,9	10,51	30,5	9,74
				34,5	11,2

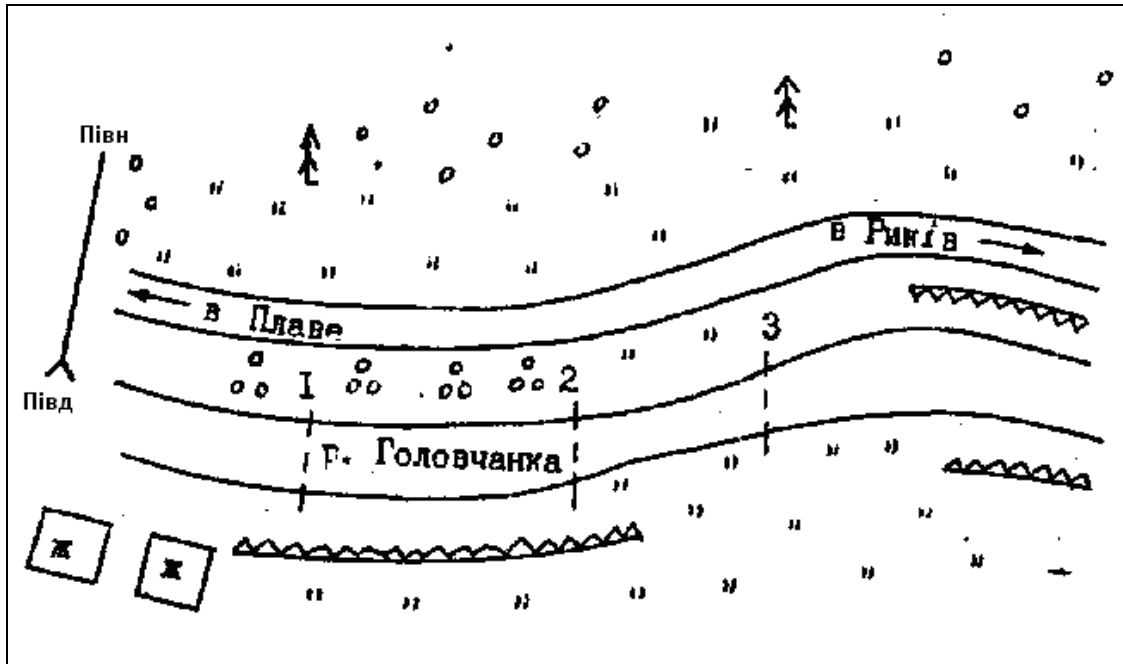


Рис. Б.3 – Схема ділянки гідрологічних робіт, р. Головчанка – с. Плаве

Опис ділянки гідрологічних робіт,
р. Головчанка – с. Плаве

Ділянка розташована між селами Плаве і Риків у 0,31 км нижче від злиття річок Бринівка і Вадрувка. Має довжину 0,2 км, пряма з чергуванням слабо виявлених плесів і перекатів.

Русло річки складено галькою та камінням середньої величини, стійке. Берегова деформація на ділянці відсутня. Ширина русла на ділянці змінюється від 10 до 15 м. Дно рівне, глибини по ширині корита змінюються незначно і в період обстеження не перевищували 0,5 м.

Береги річки невисокі. Лівий берег має лучну рослинність, поверхня заплави рівна, шириною до 15 м. Правий берег зарослий чагарником та деревною рослинністю майже на протязу усієї ділянки.

Варіант № 4

р. Опор – с. Тухля, 07.08.1975 р.,
РВВ 08-09.06.1969 р., $F = 397 \text{ км}^2$

Таблиця Б.7 – Поздовжній профіль, р. Опор – с. Тухля

Створ		В/С											С/С											Н/С											
Відстань від пост. поч.		0,0	40,0	80,0	120	160	200	240	281	329	373	395	0,0	40,0	80,0	120	160	200	240	281	329	373	395	0,0	40,0	80,0	120	160	200	240	281	329	373	395	
Позначка, м умов.	робочий рівень	5,07	4,35	4,06	3,79	3,66	3,61	3,58	3,12	3,02	2,90	2,84	5,07	4,35	4,06	3,79	3,66	3,61	3,58	3,12	3,02	2,90	2,84	5,07	4,35	4,06	3,79	3,66	3,61	3,58	3,12	3,02	2,90	2,84	
	РВВ	6,32											6,32												6,32										

Таблиця Б.8 – Поперечні перерізи, р. Опор – с. Тухля

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від пост. поч., м (на лів. б.)	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м (на лів. б.)	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м (на лів. б.)	позначка, м умов.
0,0	8,10	0,0	9,09	0,0	8,22
14	5,08	12,0	7,41	6,0	6,42
18	5,25	23,9	5,71	11,0	4,82
34	4,44	36,5	5,42	13,0	4,87
95	4,28	44,0	5,16	18,0	4,67
111	4,37	55,5	5,19	25,0	4,68
119	4,21	64,0	5,19	29,0	4,27
127	3,77	72,6	4,78	43,0	4,27
139	3,59	106	3,46	47,0	4,71
143	3,92	136	4,42	61,4	5,83
160	4,11	142	6,68	73,4	6,34
165	5,24	150	6,80	85,4	6,83
187	4,45	158	6,84	105	6,52
202	2,25	169	6,90	125	6,70
258	2,72	180	8,06	145	5,60
264	5,53			163	6,50
				174	7,59
				177	8,57

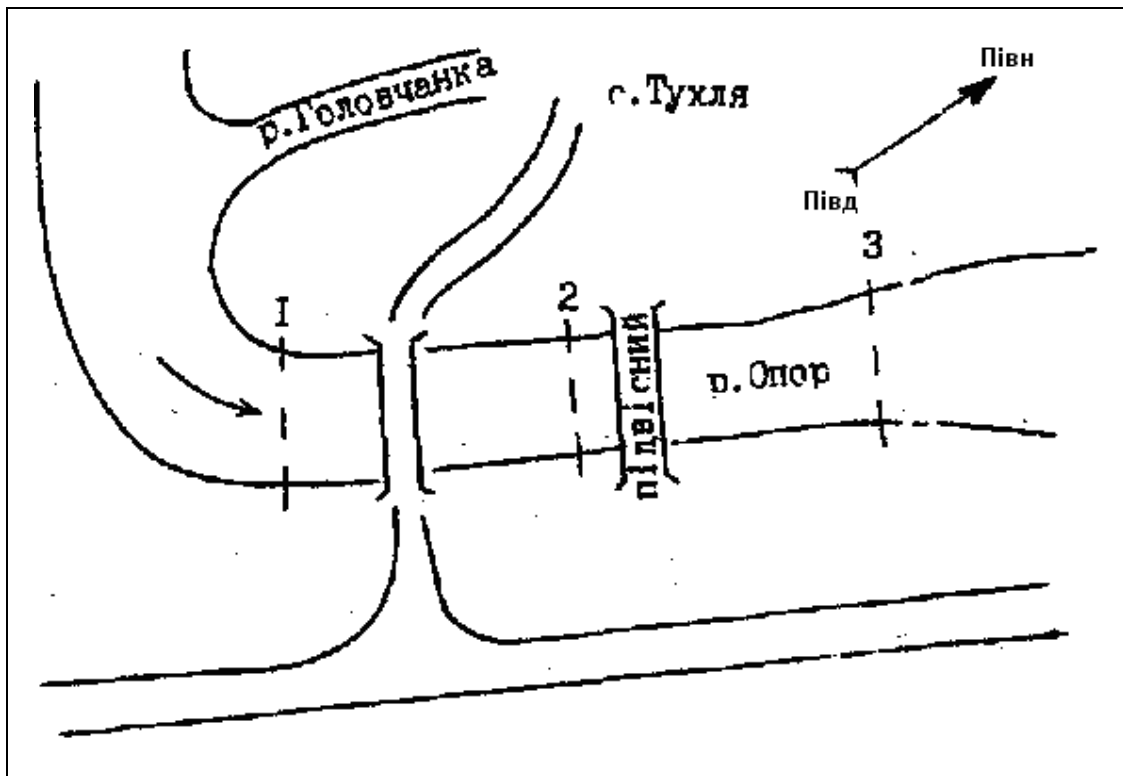


Рис. Б.4 – Схема ділянки гідрологічних робіт, р. Опор – с. Тухля

Опис ділянки гідрологічних робіт,
р. Опор – с. Тухля

Ділянка розташована на південній околиці с. Тухля в 0,4 км вище від впадіння правої притоки р. Либохора. Ділянка пряма, має довжину 0,4 км. Ширина русла змінюється від 30 до 40 м. Правий берег крутий, заввишки 1,5-2,0 м над меженним рівнем води, має розливи на протягу усєї ділянки. Ділянка розташована на плесі. Максимальна глибина русла в період обстеження 1,1-1,2 м, середня – 0,7 м.

Дно русла складають велике каміння та галька. Заплава річки двобічна, вузька, забудована будинками, зайнята містами, шосейним шляхом. Поверхня заплави нерівна, горбиста, частково з луком.

Варіант № 5

р. Опор – с. Славське, 08.08.1975 р.,
РВВ 08-09.06.1969 р., $F = 160 \text{ км}^2$

Таблиця Б.9 – Поздовжній профіль, р. Опор – с. Славське

Створ		Н/С			С/С			В/С
Відстань від пост. поч.		0,0	12,7	27,8	39,8	62,5	80,7	96,8
Позначка, м умов.	робочий рівень	6,39	6,43	6,56	6,67	6,78	6,88	6,95
	РВВ	8,20			8,41			8,76

Таблиця Б.10 – Поперечні перерізи, р. Опор – с. Славське

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від пост. поч., м (на прав. б.)	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м (на прав. б.)	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м (на прав. б.)	позначка, м умов.
0,0	8,50/8,13	0,0	8,82	0,0	9,00/8,42
55,0	7,45	1,0	8,22	49,0	7,76
101	8,18	74,0	7,43	139	7,02
116	6,78	94,8	9,72	145	6,94
123	6,32	142	8,29	152	6,74
129	6,02	150	8,04	159	6,80
133	5,92	158	6,38	165	6,72
138	6,39	167	6,35	168	6,40
143	9,61	172	6,36	172	6,95
		182	6,67	185	9,10
		209	8,88		

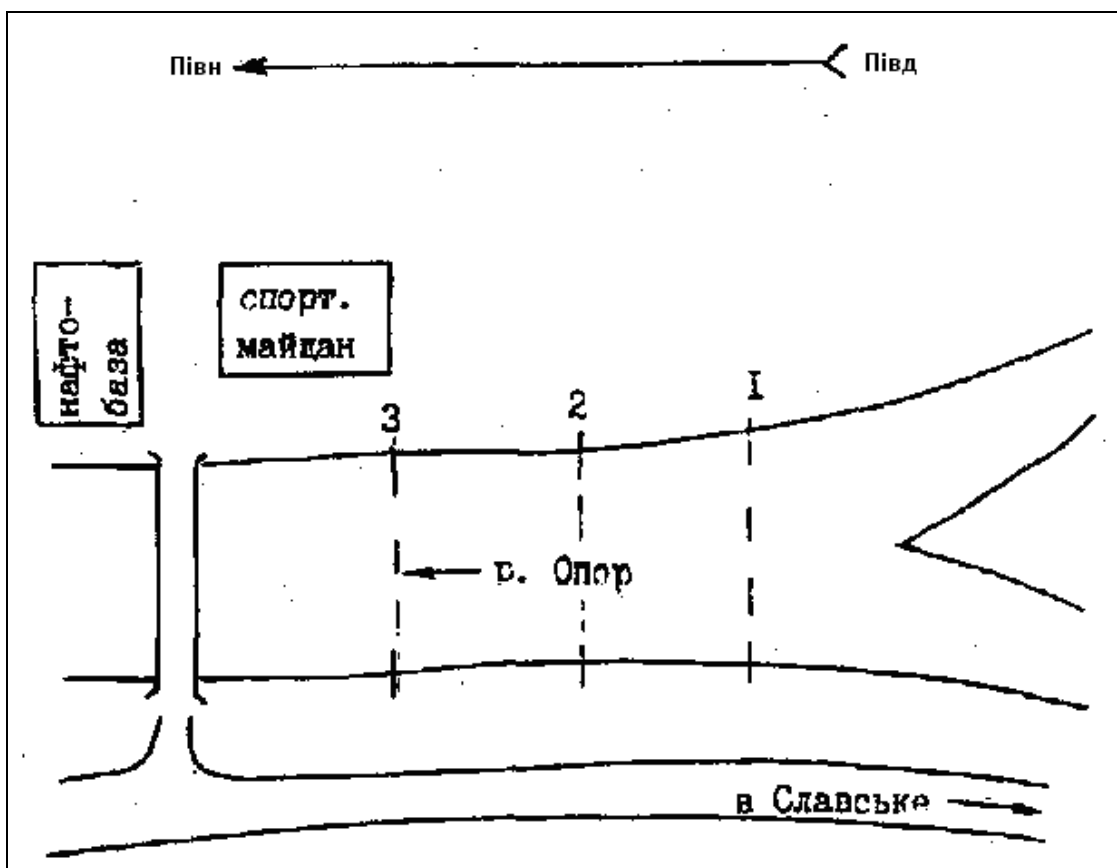


Рис. Б.5 – Схема ділянки гідрологічних робіт, р. Опор – с. Славське

Опис ділянки гідрологічних робіт,
р. Опор – с. Славське

Ділянка розташована на північній околиці с. Славське на 0,2 км нижче від гирла р. Славка. Впродовж 0,3 км рівна, шириною головного русла 20 м. Лівий берег крутий, порослий негустим чагарником і деревами. Бровка правого берега нерівна, є позначки вигортання гальки з русла. Корито річки складає галька та каміння середнього розміру. Валуні зустрічаються рідко. На лівому березі русло річки переходить в крутий схил долини.

Заплава на ділянці правобережна, поверхня її відносно рівна, суха, використовується під городи.

Варіант № 6

р. Гнила – с. Н. Висоцьке, 17.08.1975 р.,
РВВ 07.06.1975 р., $F = 132 \text{ км}^2$

Таблиця Б.11 – Поздовжній профіль, р. Гнила – с. Н. Висоцьке

Створ		В/С			С/С				Н/С	
Відстань від пост. поч.		0,0	10,0	27,0	41,0	55,4	69,2	82,8	94,3	110
Позначка, м умов.	робочий рівень	4,91	4,87	4,82	4,61	4,50	4,45	4,38	4,22	4,14
	РВВ	6,92			6,37				6,24	

Таблиця Б.12 – Поперечні перерізи, р. Гнила – с. Н. Висоцьке

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від пост. поч., м	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м	позначка, м умов.
0,0	7,25	0,0	6,50/5,10	0,0	6,60/5,89
8,0	5,41	13,0	4,45	8,0	5,80
12,0	4,97	14,0	4,32	10,9	4,69
16,0	5,16	15,0	4,32	13,0	4,45
17,4	4,92	16,0	3,86	15,0	3,98
24,0	4,91	17,0	4,15	16,0	4,04
25,0	4,87	18,0	4,32	18,0	3,98
26,0	4,63	19,5	4,28	19,0	3,85
27,0	4,44	21,4	4,48	20,0	3,89
28,0	4,35	34,4	4,99/6,80	21,0	3,87
29,0	4,50			22,0	4,07
30,0	4,69			23,0	3,88
31,0	4,67			24,0	4,04
32,0	5,52			28,0	4,14
33,0	6,45			31,0	4,34/5,72
35,8	7,17			35,0	6,10
				36,5	5,80
				42,4	6,60

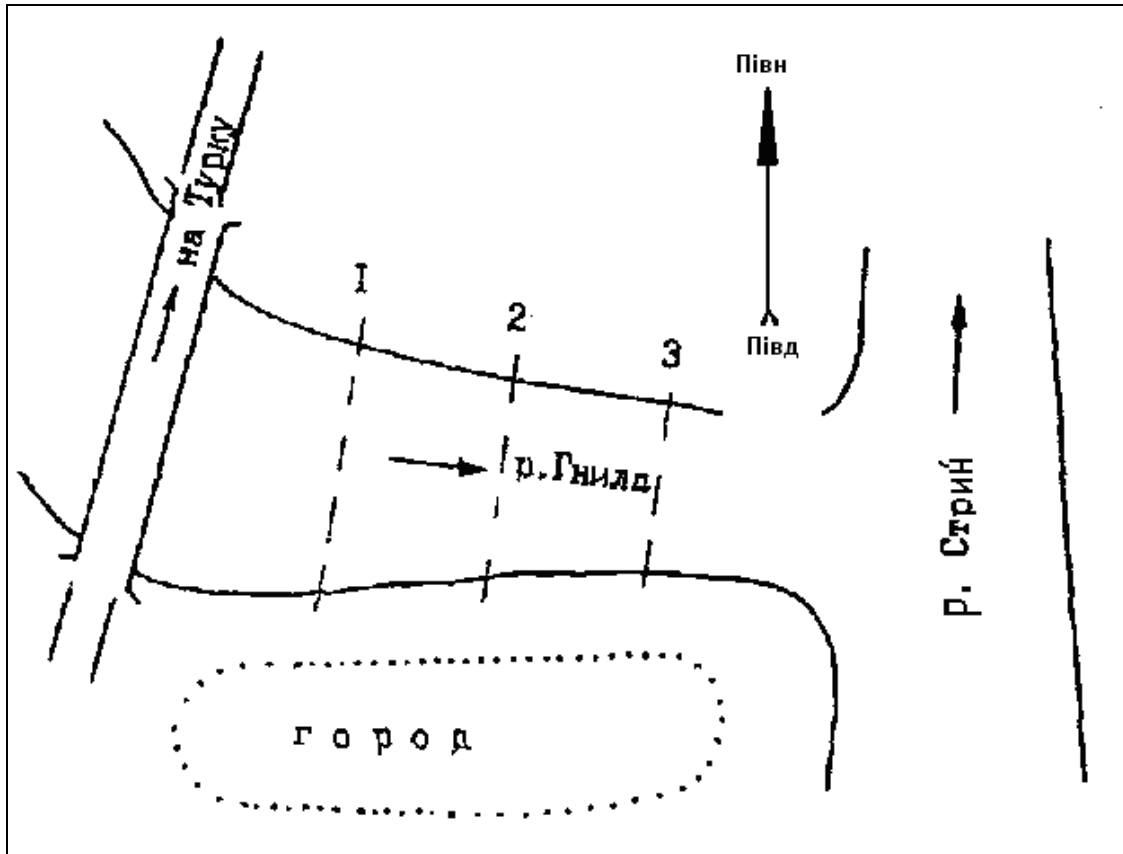


Рис. Б.6 – Схема ділянки гідрологічних робіт, р. Гниля – с. Н. Висоцьке

Опис ділянки гідрологічних робіт,
р. Гниля – с. Н. Висоцьке

Ділянка довжиною 0,4 км розташована на північній околиці с. Н. Висоцьке, нижче від автошляхового мосту. Лівий берег крутий. Він поступово трансформується у корінний берег долини. Правий – пологий, частково являє собою вал височиною до 4 м. Шари сланців лівого берегу складають своєрідне кам'янисте корито лівої частини головного русла. Права частина русла галечникова з включенням каміння середнього розміру. Корито русла нерівне. Заплава правобережна шириною до 10 м зайнятагородами та луком.

Варіант № 7

р. Бутівля – с. Коростів, 09.08.1975 р.,
РВВ 08-09.06.1969 р., $F = 79,4 \text{ км}^2$

Таблиця Б.13 – Поздовжній профіль, р. Бутівля – с. Коростів

Створ		В/С		С/С				Н/С	
Відстань від пост. поч.		0,0	19,5	36,0	47,0	64,0	83,0	100	126
Позначка, м умов.	робочий рівень	3,15	2,81	2,73	2,57	2,49	2,44	2,37	2,30
	РВВ	5,92		5,62				4,73	

Таблиця Б.14 – Поперечні перерізи, р. Бутівля – с. Коростів

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від пост. поч., м (на прав. б.)	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м (на прав. б.)	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м (на прав. б.)	позначка, м умов.
0,0	6,25	0,0	5,74/5,03	0,0	4,79
29,4	5,36	53,6	5,00	37,0	4,04
61,8	4,84	56,8	2,57	81,0	3,56
80,0	3,23	60,0	2,15	82,0	3,90
82,0	3,15	62,0	2,03	85,5	2,30
86,0	2,93	66,0	2,05	91,0	2,12
90,0	2,64	68,5	2,58	92,8	2,30
94,0	2,62	73,0	4,81	95,0	2,22
98,0	3,15/4,76	117	4,23	99,0	2,14
114	4,53	164	5,39/6,10	103	2,00
198	6,11			105	2,30
				109	2,88
				111	4,02
				134	3,67/5,10

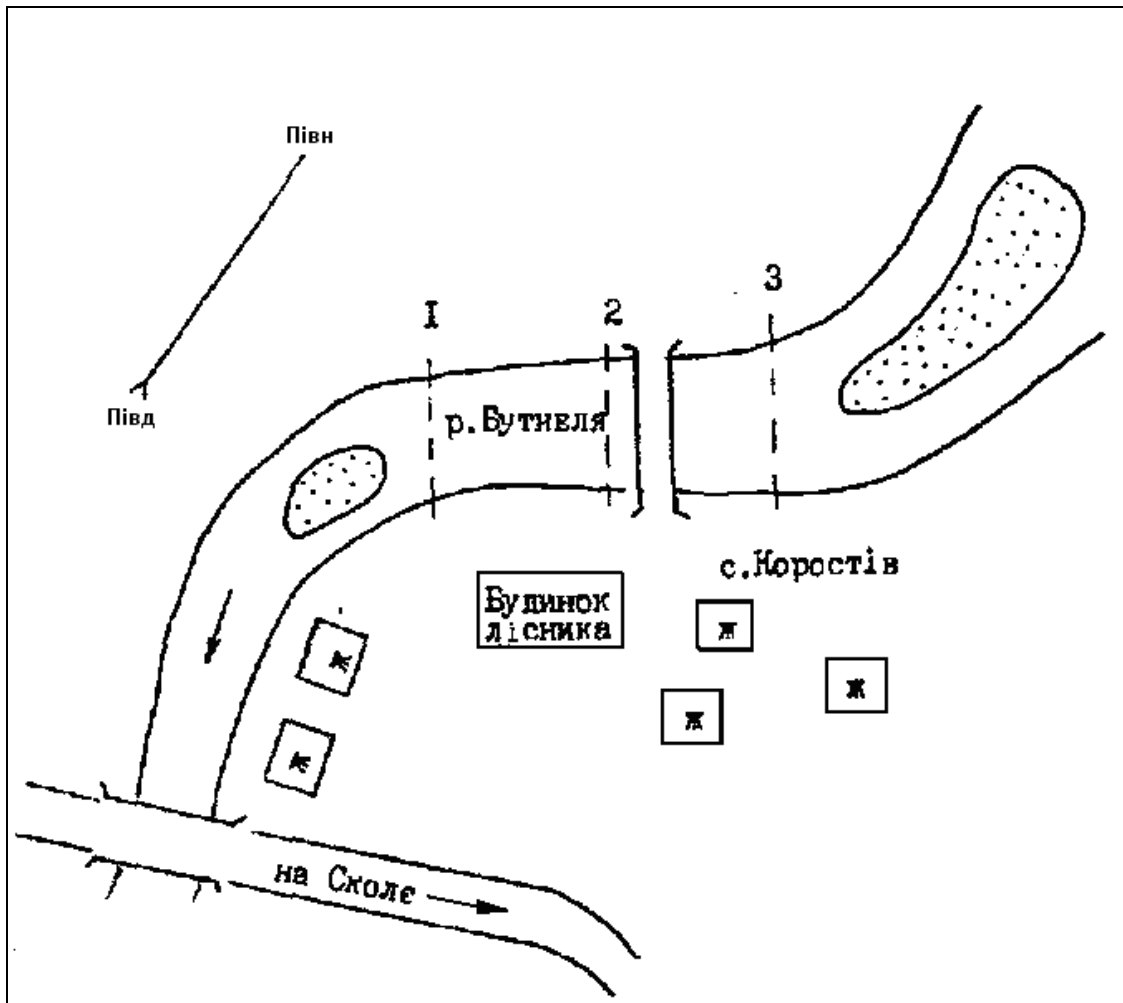


Рис. Б.7 – Схема ділянки гідрологічних робіт, р. Бутівля – с. Коростів

Опис ділянки гідрологічних робіт,
р. Бутівля – р. Коростів

Ділянка, що розглядається, розташовується в 1,0 км вище від гирла і на довжині 150 м має рівне русло, складене валунами середнього розміру та галькою. Вище і нижче від ділянки є осередки-острови, які затоплюються при невеликих паводках.

Ширина русла 15-20 м. Течія бурхлива, простежуються ознаки підмиву лівого берега.

Заплава двостороння, шириною до 0,2 км, має рівну лучну поверхню з негустим чагарником і деревами. На заплаві є будівлі – хати та господарські споруди. Схили долини круті, порослі буком і хвойними породами дерев.

Варіант № 8

р. Рибник – с. Майдан, 16.08.1975 р.,
РВВ 07.08.1975 р., $F = 152 \text{ км}^2$

Таблиця Б.15 – Поздовжній профіль, р. Рибник – с. Майдан

Створ		В/С									С/С			Н/С	
Відстань від пост. поч.		0,0	40,9	75,4	117	152	172	218	230	244	264				
Позначка, м умов.	робочий рівень	11,92	10,80	9,83	8,80	8,58	8,56	8,49	8,46	8,42	8,24				
	РВВ	12,77					11,47					10,22			

Таблиця Б.16 – Поперечні перерізи, р. Рибник – с. Майдан

Нижній створ		Середній створ		Верхній створ	
відстань від пост. поч., м (на лів. б.)	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м (на лів. б.)	позначка, м умов.	відстань від пост. поч., м (на лів. б.)	позначка, м умов.
0,0	14,15	0,0	11,89	0,0	11,89
1,80	18,16	0,8	11,55	1,4	9,44
5,0	12,58	5,6	8,66	3,0	8,51/8,45
12,0	12,73	7,6	8,56	11,2	8,16
15,6	12,13	9,6	8,56	15,4	8,09
17,4	11,92	11,6	8,57	20,0	8,16
22,2	11,82	13,6	8,58	23,0	7,92
25,4	11,58	15,6	8,58	26,4	8,15
27,2	11,62	17,6	8,58	28,8	8,46
34,2	11,50	19,1	8,60	32,4	9,42
43,2	10,83	22,4	9,03	34,0	10,85
46,2	11,38	22,6	10,36		
47,4	11,71/13,75	24,6	14,36		

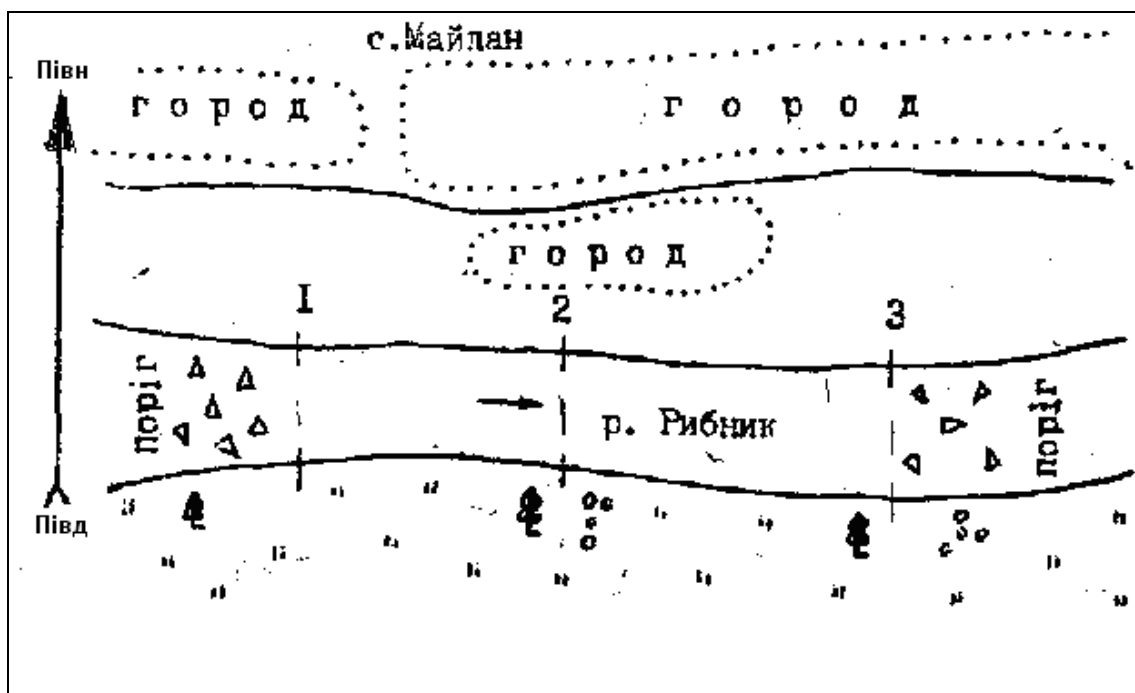


Рис. Б.8 – Схема ділянки гідрологічних робіт, р. Рибник – с. Майдан

Опис ділянки гідрологічних робіт.
р. Рибник – с. Майдан

Ділянка розташовується біля с. Майдану, 3 км вище від гирла.

Річка Рибник є типовою гірською річкою з порогами, скельним коритом та високими обривистими берегами, порослими лісом.

Ділянка довжиною 0,3 км є плесом між двома порогами.

Корито русла складено з крупних валунів, каміння та гальки. З обох берегів є виходи корінних кришталевих порід, розмитих річкою.

На правому березі оголення кришталевих порід складають смужку, майже вертикальну стінку.

У плані ділянка рівна, шириною до 15 м.

Додаток В

Довідникові і вихідні дані для визначення основних розмірів типового лотка Вентурі та розрахунку витрати води

Таблиця В.1 – Розміри та основні характеристики лотків Вентурі

b , м	B , м	R , м	D , м	$Q_{\text{мін}}$, м ³ /с	$Q_{\text{макс}}$, м ³ /с
$b/B = 0,2; P = 0$					
0,25	1,25	2,00	3,00	0,004	0,270
0,50	2,50	4,00	6,00	0,009	0,840
0,75	3,75	6,00	9,00	0,012	1,270
1,00	5,00	8,00	12,0	0,016	1,700
$b/B = 0,4; P = 0$					
0,25	0,62	0,75	1,12	0,004	0,278
0,50	1,25	1,50	2,25	0,008	0,865
0,75	1,87	2,25	3,37	0,013	1,300
1,00	2,50	3,00	4,50	0,015	1,750
1,25	3,12	3,75	5,62	0,021	2,180
1,50	3,75	4,50	6,75	0,025	2,620
1,75	4,37	5,25	7,87	0,029	3,060
2,00	5,00	6,00	9,00	0,034	3,500
$b/B = 0,6; P = 0$					
0,25	0,42	0,33	0,50	0,005	0,294
0,50	0,83	0,67	1,00	0,009	0,914
0,75	1,25	1,00	1,50	0,013	1,380
1,00	1,67	1,33	2,00	0,018	1,850
1,25	2,08	1,67	2,50	0,022	2,310
1,50	2,50	2,00	3,00	0,027	2,770
1,75	2,92	2,33	3,50	0,031	3,240
2,00	3,33	2,67	4,00	0,036	3,700
2,25	3,75	3,00	4,50	0,040	4,180
2,50	4,17	3,33	5,00	0,044	4,690
2,75	4,58	3,67	5,50	0,049	5,100
3,00	5,00	4,00	6,00	0,054	5,570

Таблиця В.2 – Значення коефіцієнта C_v в залежності від b/B

b/B	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
C_v	1,002	1,005	1,009	1,014	1,021	1,029	1,039

Продовження табл. В.2

b/B	0,450	0,500	0,550	0,600	0,650	0,700
C_v	1,050	1,064	1,079	1,098	1,120	1,147

Таблиця В.3 – Значення коефіцієнта C_e в залежності від l/b і H/l

l/b	H/l						
	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
0,2	0,992	0,992	0,995	0,991	0,990	0,989	0,988
0,4	0,991	0,991	0,990	0,990	0,989	0,988	0,986
0,6	0,990	0,990	0,989	0,988	0,988	0,987	0,970
0,8	0,989	0,988	0,988	0,987	0,986	0,985	0,984
1,0	0,988	0,987	0,987	0,986	0,985	0,984	0,983
1,2	0,987	0,986	0,985	0,985	0,984	0,982	0,980
1,4	0,985	0,984	0,984	0,984	0,983	0,982	0,981
1,6	0,984	0,984	0,983	0,982	0,982	0,981	0,979
1,8	0,983	0,982	0,982	0,981	0,980	0,979	0,978
2,0	0,982	0,981	0,981	0,980	0,979	0,978	0,977
2,2	0,981	0,980	0,980	0,979	0,978	0,977	0,976
2,4	0,979	0,979	0,978	0,978	0,977	0,976	0,975
2,6	0,978	0,978	0,977	0,977	0,976	0,975	0,974
2,8	0,977	0,977	0,976	0,975	0,975	0,974	0,973
3,0	0,976	0,976	0,975	0,974	0,972	0,972	0,971
3,2	0,975	0,974	0,973	0,973	0,972	0,971	0,970
3,4	0,974	0,973	0,973	0,972	0,971	0,970	0,969
3,6	0,973	0,972	0,971	0,971	0,970	0,969	0,968
3,8	0,971	0,971	0,970	0,970	0,969	0,968	0,967
4,0	0,970	0,970	0,970	0,969	0,968	0,967	0,966
4,2	0,969	0,969	0,968	0,967	0,967	0,967	0,964
4,4	0,968	0,967	0,967	0,966	0,965	0,964	0,963
4,6	0,967	0,966	0,966	0,965	0,964	0,963	0,962
4,8	0,966	0,965	0,965	0,964	0,963	0,962	0,961
5,0	0,965	0,964	0,963	0,963	0,962	0,961	0,960

Продовження табл. В.3

l/b	H/l						
	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
0,2	0,986	0,984	0,981	0,976	0,969	0,954	0,910
0,4	0,985	0,983	0,980	0,975	0,968	0,953	0,909
0,6	0,984	0,982	0,979	0,974	0,967	0,952	0,908
0,8	0,983	0,980	0,977	0,973	0,966	0,951	0,907
1,0	0,981	0,979	0,976	0,972	0,964	0,950	0,906
1,2	0,980	0,978	0,975	0,971	0,963	0,949	0,905
1,4	0,979	0,977	0,974	0,970	0,962	0,947	0,904
1,6	0,978	0,976	0,973	0,968	0,961	0,946	0,903
1,8	0,977	0,975	0,972	0,967	0,960	0,945	0,902
2,0	0,975	0,973	0,970	0,966	0,959	0,944	0,901
2,2	0,974	0,972	0,970	0,965	0,958	0,943	0,900
2,4	0,973	0,971	0,968	0,964	0,956	0,942	0,898
2,6	0,972	0,970	0,967	0,963	0,955	0,941	0,897
2,8	0,971	0,969	0,966	0,961	0,954	0,940	0,896
3,0	0,970	0,968	0,965	0,960	0,953	0,938	0,895
3,2	0,969	0,966	0,964	0,959	0,952	0,937	0,894
3,4	0,967	0,965	0,962	0,958	0,951	0,936	0,893
3,6	0,966	0,964	0,961	0,957	0,950	0,935	0,892
3,8	0,965	0,963	0,960	0,956	0,948	0,934	0,891
4,0	0,964	0,962	0,959	0,955	0,947	0,933	0,890
4,2	0,963	0,961	0,958	0,953	0,946	0,932	0,889
4,4	0,962	0,960	0,957	0,952	0,945	0,931	0,888
4,6	0,961	0,958	0,956	0,951	0,944	0,930	0,887
4,8	0,959	0,957	0,954	0,950	0,943	0,928	0,886
5,0	0,958	0,956	0,953	0,949	0,942	0,927	0,885

Нотатки

Нотатки

Навчальне видання

Гриб Олег Миколайович

ПРАКТИКУМ З ІНЖЕНЕРНОЇ ГІДРОМЕТРІЇ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Навчальний посібник

Надруковано з готового оригінал-макета

Підп. до друку 30.08.2017. Формат 60×84/16.
Гарнітура Таймс. Друк цифровий. Папір офсетний.
Обсяг: 3,95 ум.-друк. арк. Наклад 50 прим. Замовлення №9\09

Видавець: ФОП Панов А.М.

Свідоцтво серії ДК №4847 від 06.02.2015 р.
м. Харків, вул. Жон Мироносиць 10, оф. 6,
core@vlavke.com.ua

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул. Львівська, 15

