



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра експлуатації гідромеліоративних систем

081-107

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни
“Облік води на водогосподарських об’єктах” на тему:
“Розрахунок та складання паспорта водомірного поста”
студентами напрямку 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)»
денної форми навчання

Рекомендовано методичною
комісією за напрямом
підготовки 6.060103
«Гідротехніка (водні ресурси)»
Протокол № 3 від 22.11.2011.

Рівне 2011



Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи на тему: “Розрахунок та складання паспорта водомірного поста» студентами напряму підготовки 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)» денної форми навчання / Є.Г. Герасімов, І.В. Романюк, О.Л. Пінчук. - Рівне: НУВГП, 2011. - 24 с.

Упорядники: Є.Г. Герасімов, к.т.н., доцент
І.В. Романюк, к.т.н., доцент
О.Л. Пінчук, асистент

Відповідальний за випуск В.А. Гурин, д.т.н., професор, завідувач кафедри експлуатації гідромеліоративних систем

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. Розрахунково-графічна робота “Розрахунок та складання паспорта водомірного поста”.....	3
1.1 Вихідні дані.....	3
1.2 Склад, оформлення і захист розрахунково-графічної роботи.....	5
1.3. Вимоги до оформлення паспорта водомірного поста.....	6
1.3.1 Форма паспорта водомірного поста.....	6
1.3.2 Вказівки по заповненню технічного паспорта гідрометричного (водомірного) поста.....	9
1.4 Методичні поради до виконання розрахунків водомірних споруд....	11
1.4.1 Розрахунок водомірного порога САНДПРІ.....	11
1.4.2 Розрахунок водомірного лотка Паршалла.....	14
1.4.3 Розрахунок водомірного лотка САНДПРІ.....	18
ЛІТЕРАТУРА.....	21
Додаток 1.....	22
Додаток 2.....	23
Додаток 3.....	24
Додаток 4.....	24

© Герасімов Є.Г, 2011
© Романюк І.В, 2011
© Пінчук О.Л, 2011
© НУВГП, 2011



ВСТУП

Сучасний стан розвитку економіки України вимагає від водогосподарських організацій докорінної зміни управління водними ресурсами. Це безпосередньо пов'язано із основним питанням у взаємовідносинах між державними управліннями з водного господарства та водокористувачами – обліком, відповідно, поданої та використаної води.

Вирішити проблему можна за рахунок використання сучасних методів, приладів та пристроїв водообліку на відкритих та закритих водотоках. Прилади водообліку повинні відповідати таким вимогам: точність проведення вимірювань, надійність, автоматизація водообліку.

Методичні вказівки відповідають робочій програмі дисципліни “Облік води на водогосподарських об’єктах”, призначені для студентів заочної форми навчання напряму підготовки 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)», мають за мету надати їм допомогу в набутті практичних навичок при розрахунку параметрів водомірної споруди та складанні паспорта водомірного поста відповідно до вимог Державного агентства водних ресурсів України. Вони можуть також бути використані для курсового та дипломного проектування за спеціальністю 7.06010301 «Гідромеліорація».

1. Розрахунково-графічна робота “Розрахунок та складання паспорта водомірного поста”

1.1 Вихідні дані

Методичні вказівки можна взяти у методичному кабінеті університету. Розрахунково-графічна робота виконується згідно вихідних даних, що вибираються студентом відповідно до двох останніх цифр шифру залікової книжки (табл. 1.1).

Вихідними даними до виконання розрахунково-графічної роботи є:

1. Тип водомірної споруди.
2. Відмітка поверхні землі в місці влаштування водомірного поста \downarrow ПЗ.
3. Геометричні розміри каналу в місці встановлення водомірної споруди:
 - ширина каналу по дну b_k ;
 - коефіцієнт закладання укосів каналу m .
4. Гідравлічні характеристики каналу:
 - максимальна витрата Q_{max} та, відповідно, максимальна глибина води в каналі H_{max} ;
 - мінімальна витрата Q_{min} та, відповідно, мінімальна глибина води в каналі H_{min} .



Таблиця 1.1

Вихідні дані до виконання розрахунково-графічної роботи

Останні цифри залікової книжки	Тип водомірної споруди	Відмітка поверхні землі, м	Ширина каналу по дну, м	Коефіцієнт закладання відкосів, м	Глибина води, м		Витрата води, м ³ /с	
					max	min	max	min
00,50	Водомірний поріг САНДІРІ	100,0	2,0	1,5	0,9	0,3	3,67	0,42
01,51		100,5	2,0	1,5	1,0	0,4	4,63	0,71
02,52		101,0	2,0	1,5	1,1	0,5	5,75	1,09
03,53		101,5	2,0	1,5	1,2	0,6	7,03	1,56
04,54		102,0	2,0	1,5	1,3	0,7	8,48	2,14
05,55		102,5	1,0	1,5	1,0	0,5	3,13	0,65
06,56		103,0	1,0	1,5	1,1	0,6	3,95	0,97
07,57		103,5	1,0	1,5	1,2	0,7	4,90	1,36
08,58		104,0	1,0	2,0	1,0	0,5	3,67	0,73
09,59		104,5	1,0	2,0	1,1	0,6	4,67	1,09
10,60		105,0	1,0	2,0	1,2	0,7	5,84	1,55
11,61		105,5	1,5	1,5	1,1	0,4	4,84	0,56
12,62		106,0	1,5	1,5	1,2	0,5	5,96	0,87
13,63		106,5	1,5	1,5	1,3	0,6	7,24	1,26
14,64		107,0	1,5	2,0	1,1	0,4	5,56	0,60
15,65		107,5	1,5	2,0	1,2	0,5	6,89	0,94
16,66		108,0	1,5	2,0	1,3	0,6	8,42	1,39
17,67	Водомірний лоток Паршалла	108,5	0,5	1,5	1,3	0,4	4,80	0,27
18,68		109,0	0,5	1,5	1,4	0,5	5,88	0,44
19,69		109,5	0,5	1,5	1,5	0,6	7,11	0,67
20,70		110,0	0,5	1,5	1,6	0,7	8,51	0,98
21,71		110,5	0,5	1,5	1,7	0,8	10,10	1,35
22,72		111,0	0,5	2,0	1,5	0,8	8,95	1,65
23,73		111,5	0,5	2,0	1,6	0,9	10,75	2,23
24,74		112,0	0,5	2,0	1,7	1,0	12,79	2,95
25,75		112,5	1,0	1,5	1,5	0,6	8,71	0,97
26,76		113,0	1,0	1,5	1,6	0,7	10,33	1,36
27,77		113,5	1,0	1,5	1,7	0,8	12,15	1,84
28,78		114,0	1,0	2,0	1,4	0,6	8,76	1,09
29,79		114,5	1,0	2,0	1,5	0,7	10,54	1,55
30,80		115,0	1,0	2,0	1,6	0,8	12,56	2,13
31,81		115,5	2,0	1,5	1,5	0,8	11,98	2,84
32,82		116,0	2,0	1,5	1,6	0,9	14,04	3,67
33,83		116,5	2,0	1,5	1,7	1,0	16,34	4,63



продовження таблиці 1.1

34,84	Водомірний лоток САНДПРІ	117,0	0,5	1,0	0,6	0,3	0,55	0,13
35,85		117,5	0,5	1,0	0,7	0,4	0,78	0,23
36,86		118,0	0,5	1,0	0,8	0,5	1,06	0,37
37,87		118,5	0,5	1,0	0,9	0,6	1,42	0,55
38,88		119,0	0,5	1,0	1,0	0,7	1,84	0,78
39,89		119,5	1,0	1,5	0,6	0,2	0,97	0,11
40,90		120,0	1,0	1,5	0,7	0,3	1,36	0,24
41,91		120,5	1,0	1,5	0,8	0,4	1,84	0,41
42,92		121,0	1,0	1,5	0,5	0,2	0,73	0,12
43,93		121,5	1,0	1,5	0,6	0,3	1,09	0,26
44,94		122,0	1,0	1,5	0,7	0,4	1,55	0,46
45,95		122,5	1,0	1,0	0,5	0,1	0,37	0,02
46,96		123,0	1,0	1,0	0,6	0,2	0,55	0,06
47,97		123,5	1,0	1,0	0,7	0,3	0,78	0,13
48,98		124,0	1,0	1,0	0,8	0,4	1,06	0,23
49,99		124,5	1,0	1,0	0,9	0,5	1,42	0,37

1.2 Склад, оформлення і захист розрахунково-графічної роботи

Робота виконується у стандартному зошиті (18 стор.) або на персональному комп'ютері з роздруком на стандартних аркушах паперу формату А5 (148x210 мм) у вигляді буклета. Всі сторінки роботи повинні бути пронумеровані. Необхідні креслення та розрахункові графіки виконуються на міліметровому папері в масштабі 1:50 або 1:100. Дозволяється виконання текстової частини, розрахунків та графічної частини за допомогою прикладних комп'ютерних програм. При цьому студент дотримується наступних вимог: шрифт – Times New Roman, розмір шрифту – 10 або 11, інтервал між рядками – одинарний, абзац – 10 мм, поля – по 15 мм, нумерація сторінок – по центру нижнього поля, формат сторінки – А5.

При виконанні роботи у електронному вигляді за допомогою комп'ютера студент додає *обов'язково електронний варіант роботи на дискеті, диску або іншому носії*.

На титульному листі необхідно вказати назву навчального закладу; назву факультету; назву кафедри, що веде дисципліну. Студент також має вказати дані про себе: прізвище, ім'я та по батькові, курс, номер академічної групи, номер залікової книжки, рік виконання роботи та прізвище й ініціали викладача, що перевіряє роботу. Зразок оформлення титульної сторінки розрахунково-графічної роботи наведений в додатку 1.

Текстова частина роботи виконується у вигляді «Технічного паспорта водомірного поста» відповідно до форми затвердженої Державним агентством водних ресурсів України.

Останнім структурним елементом розрахунково-графічної роботи є список використаної літератури.



Відповідно до кредитно-трансферної системи організації навчального процесу максимальна кількість балів за розрахунково-графічну роботу складає – 20. При цьому оцінюються такі критерії: термін виконання роботи, якість, правильність, точність виконання розрахунків та графічних креслень. Виконана робота здається на перевірку викладачу. Після перевірки роботи та виправлення зауважень відбувається захист роботи. Під час захисту оцінюється самостійність виконання роботи та рівень знань студента.

1.3 Вимоги до оформлення паспорта водомірного поста

Титульна сторінка паспорта водомірного поста є другою сторінкою розрахунково-графічної роботи, зразок оформлення якої наведений у додатку 2 методичних вказівок. *Кожний розділ паспорта починається із нової сторінки.* Графічні матеріали подаються на окремих сторінках та виконуються на міліметровому папері. В кінці паспорта у вигляді додатку 1 наводяться вказівки щодо його оформлення та у додатку 2 приводяться відповідні розрахунки параметрів водомірної споруди.

1.3.1 Форма паспорта водомірного поста

 <p>ДЕРЖАВНЕ АГЕНСТВО ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ Національний університет водного господарства та природокористування</p> <p>ТЕХНІЧНИЙ ПАСПОРТ № _____</p> <p>гідрометричного (водомірного) поста № _____</p>	
Назва об'єкта _____	(назва меліоративної системи, водосховища, річки, каналу, споруди, пікетажне положення поста)
Тип поста _____	
Експлуатацію здійснює _____	(назва водогосподарської організації)
Дата введення в експлуатацію _____	
Балансова вартість _____	тис. грн.



I. Технічна характеристика гідрометричного поста

1. Вид гідрометричного поста * _____
 2. Призначення _____
 3. Тип, конструкція _____
 4. Оснащення _____
 5. Способи вимірювання:
 - рівнів води (м) _____
 - швидкості потоку (м/с) _____
 - витрат ($\text{м}^3/\text{с}$) _____
- *Примітка: Гідрометричні пости на річках-водоприймачах і меліоративних каналах поділяються на:
- 1) гідрометричні пости з фіксованим руслом;
 - 2) гідрометричні пости з тарированим руслом;
 - 3) гідрометричні пости, що обладнані водомірними пристроями.
6. Періодичність вимірів _____
 7. Похибка виміру _____
 8. Дата і максимальні гідрологічні характеристики спостережень _____
 9. Спостереження ведуться з _____

II. Місце розміщення гідрометричного (водомірного) поста, репера

(схема розміщення)

III. Коротка характеристика ділянки річки, водоприймача, осушуваної площі, де розміщено пост



IV. Поперечний переріз поста

(зазначаються основні розміри фіксованого русла, гідрометричного створу та споруди, місця встановлення вимірювальних пристроїв, водомірних приладів, умовні позначення інших складових поста)

V. Відомість нівелювання (закріплених точок)

№ з/п	Опис індексу (нуль рейки, поріг споруди та інші характерні відмітки)	Дата нівелювання	Абсолютна відмітка, м	Хто проводив нівелювання
1	2	3	4	5
1				
2				

VI. Відмітки про пошкодження і ремонт

№ запису	Дата	Опис пошкоджень і робіт з ремонту	Прізвище, ім'я, по батькові відповідального працівника
1	2	3	4
1			
2			

VII. Відмітки про інспекції (перевірки)*

№ з/п	Дата (число, місяць, рік)	Відмітки інспектора	Посада, прізвище, ім'я, по батькові інспектора	Підпис інспектора
1	2	3	4	5
1				

*вимоги щодо проведення перевірок приладів та обладнання.

До паспорта додаються тарировочні таблиці, графіки.

Паспорт склав _____
(посада, прізвище, підпис)

Паспорт перевірів _____
(посада, прізвище, підпис)

Дата складання паспорта „____” _____ 201__р.



1.3.2 Вказівки до заповнення технічного паспорта гідрометричного (водомірного) поста

1. Паспортизації підлягають постійно діючі гідрометричні (водомірні) пости, які розміщуються на річках-водоприймачах, магістральних каналах, водоймах і на яких регулярно ведуться спостереження.

Для проведення систематичних гідрологічних спостережень за режимом потоку, об'ємних вимірів витрат води, які здійснюються на гідрометричних постах, *водомірні пости влаштовуються безпосередньо на закріпленому на місцевості через водоток гідрометричному створі.*

Матеріали річних спостережень на гідрометричних постах використовуються, як правило, при розробці проектів реконструкції, регулюванні водного режиму на меліорованих землях, для охорони водних ресурсів і т.ін.

2. У розділі I вказується:

а) Призначення – для проведення періодичних (контрольних) або систематичних спостережень вимірів витрат води у відкритих каналах, водотоках на головних, транзитних, скидних постах; напірних трубопроводах насосних станцій, розподільчих трубопроводах закритої мережі; відкритих колекторах, скидних каналах, відвідних трубопроводах, свердловинах вертикального дренажу; вимірювання глибини і ширини потоку при дистанційному управлінні з берега і т.ін.

б) Тип, конструкція – водозливи, водомірні пороги, лотки, споруди з фіксованим руслом, діафрагми, регулятори з водомірними пристроями, градуйовані підпірно-регулюючі споруди, звужуючі пристрої, фіксовані русла, водомірні насадки, гідрометричні установки і т.ін.; відповідно конструкція – для водозливу: ширина порога, висота вирізу, ширина поверху; переріз отвору у перегороджуючій стінці, рівномірна або витратомірна рейка; для водомірного лотка відстань між вхідними і вихідними відкритками; розміри водомірного та звужуючого пристрою для каналів трапецеїдального перерізу; фіксована ділянка водотоку (бетон, плити) і т.ін.

в) Оснащення – вказуються спеціальні пристрої для проведення гідрометричних робіт і підвищення точності вимірів. До них відносяться гідрометричні переправи у формі мостів і тросових люльок, гідрометричні вимірювальні пристрої (споруди), а також різне обладнання гідрометричних створів.

г) Способи вимірювання: 1) рівнів води – рейки, самописці, рівнеміри; 2) швидкості – гідрометричні вертушки, поплавки; 3) витрат води – витратоміри, русловий метод, метод гідравлічного розрахунку.

д) Періодичність вимірів визначається експлуатаційною службою управління водних ресурсів залежно від функціонального призначення гідрометричного поста: організація раціонального водокористування на



зрошувальних системах; управління водним режимом на осушуваних землях, поліпшення меліоративного стану зрошуваних, осушуваних земель; визначення водного балансу для розробки планів регулювання водного режиму і т. ін.

е) Похибка вимірів визначається в кожному окремому випадку згідно з вказівками по експлуатації відповідного типу та конструкції гідрометричного пристрою. В середньому гранична похибка складає $\pm 5\%$.

3. У розділі II наводиться стислий опис місця розміщення гідрометричного (водомірного) поста, репера: річка, водосховище, канал, гідрометрична споруда і пікетажне положення, а також розташування населених пунктів (адміністративних районів).

Приводиться схема розміщення гідрометричного (водомірного) поста (на річці, водосховищі, меліоративній системі) з нанесенням каналів, гідротехнічних споруд, постійних будівель, а також місце знаходження репера, його номер і відмітка.

4. У розділі III вказується місце розташування гідрометричного (водомірного) поста: пряма ділянка річки-водоприймача, що не затоплюється, відсутність підпору і т.ін.

Примітка: на меліоративних системах вибирається ділянка, що прилягає до каналу, на якому встановлено пост, з характерними гідрологічними і ґрунтовими умовами, з різними відстанями між закритою і відкритою регулюючою мережею та ін.

5. У розділі IV приводиться поперечний переріз поста із зазначенням основних розмірів фіксованого або гідрометричного створу (споруди), місця встановлення вимірювальних пристроїв, водомірних приладів, умовні позначення інших складових поста.

6. У таблиці в розділі V приводяться відмітки індексу (нуль рейки, відмітки оголовків паль, верху водомірного порогу та ін.).

7. В розділі VI наводяться дані про дати виявлення пошкоджень водомірного поста із зазначенням робіт з ремонту та виконців.

8. У таблиці в розділі VII наводиться інформація про проведені інспекції відповідних організацій з метою аналізу технічного стану водомірного поста.



1.4 Методичні поради до виконання розрахунків водомірних споруд

1.4.1 Розрахунок водомірного порога САНДПІРІ

Водомірний поріг САНДПІРІ (ВПС) – призначений для обліку води у відкритих каналах з витратою до $60 \text{ м}^3/\text{с}$ та застосовується при нестійкому руслі, при підпірно-змінному режимі руху потоку в нижньому б'єфі, а також при вільному та підтопленому режимі витікання, при цьому залежність для визначення витрати є постійною $Q=f(H_n)$. Підпір, який утворюється внаслідок встановлення водоміра, становить 10-20 % від побутової максимальної глибини води в каналі. При організації водообліку за допомогою водомірного порогу можлива автоматизація водообліку за допомогою самописців, датчиків рівнів або автоматизованих систем контролю.

Водомірний поріг пропускає наноси, що зберігає гребінь порогу у чистому стані.

ВПС доцільно застосовувати в каналах з невеликою глибиною наповнення русла потоком:

$$h_{\kappa} \leq \frac{b_{\kappa}}{4} \quad (1.1)$$

де b_{κ} – ширина каналу по дну.

Відносна похибка вимірювань ВПС не перевищує $\pm 3-4\%$.

Конструкція водомірного поста, на якому встановлений водомірний поріг САНДПІРІ наведена на рис. 1.1. Гідрометричний пост, що обладнаний ВПС, складається із бетонованої частини каналу; водозливу практичного профілю; рівнемірної рейки, яка встановлена у верхньому б'єфі (вертикальної або похилої по укосу каналу); виносного рівнемірного колодязя для приладів; контрольної рейки для контролю глибини затоплення нижнього б'єфа над порогом (h_n).

Для випорожнення води із верхнього б'єфа у випадку припинення роботи каналу (ремонту та ін.) в тілі порогу закладають одну-дві труби діаметром 100-250 мм, які під час роботи ВПС закривають з боку нижнього б'єфа.

Розміри кріплення верхнього та нижнього б'єфів ВПС визначають із умови:

$$l_{\kappa} \geq 10 \div 15 d_{\kappa}, \quad l_{\text{в.б.}} \geq H_{\kappa} + l_{\kappa} \geq b_{\kappa} \quad (1.2)$$

де l_{κ} - відстань від напірної грані порога до місця встановлення рівнемірного колодязя; d_{κ} - діаметр виносного рівнемірного колодязя; $l_{\text{в.б.}}$ - довжина кріплення у верхньому б'єфі; H_{κ} - максимальна підперта глибина потоку в каналі.

$$l_n = (3,8 \div 4,8) \cdot P_n \quad (1.3)$$



де l_n - довжина порога; P_n - висота порога.

$$l_{n.б.} \geq 5 \div 7 H_K \text{ при } h_n \geq 0 \quad (1.4)$$

або за результатами гідравлічного розрахунку при $h_n < 0$

де $l_{n.б.}$ - довжина ділянки кріплення порога з боку нижнього б'єфа; h_n - глибина підтоплення нижнього б'єфа над порогом.

Розрахункова формула за якою визначаються параметри ВПС, має вигляд:

$$Q = \left(0,37 + 0,04 \frac{H_n}{P_n} \right) \cdot (b_n + m_K \cdot H_n) H_n \sqrt{2gH_n} \quad (1.5)$$

де $\left(0,37 + 0,04 \frac{H_n}{P_n} \right)$ - коефіцієнт витрати з урахуванням швидкості підходу

потоку до ВПС; b_n - ширина порога;

$$b_n = b_K + 2m_K P_n \quad (1.6)$$

b_K та m_K - ширина та коефіцієнт закладання укосів бетонованої ділянки каналу.

Розрахунок та проектування ВПС необхідно проводити таким чином:

1. Приймають висоту порога залежно від максимальної глибини води в каналі:

$$P_n = 0,6 H_{max} \quad (1.7)$$

2. За формулою (1.6) визначають ширину порога b_n .

3. В табличній формі при відомих значеннях P_n , b_n приймають значення H_n та обчислюють значення витрати Q за формулою (1.5).

4. За результатами розрахунку будують графік залежності $Q=f(H_n)$, з якого визначають значення H_n , що відповідають мінімальній та максимальній витраті води в каналі.

5. Обчислюють значення співвідношення $\frac{h_n - P_n}{H_n}$ при максимальній та

мінімальній витраті води. Якщо його величина при максимальній та мінімальній витратах менша 0,5, розрахунок вважається закінченим. Якщо

$\frac{h_n - P_n}{H_n} > 0,5$, розрахунок повторюють при іншій висоті порога (більшій).

Після визначення конструктивних розмірів ВПС виконують висотну прив'язку водомірної споруди та креслять план, поздовжній та поперечний перерізи водомірної споруди в масштабі М 1:50. Креслення споруди наводяться в розділі IV паспорта водомірного поста. Конструктивна глибина каналу приймається 2 м. Визначаються відмітки дна каналу, порога водоміра, максимальної та мінімальної глибини води в каналі. Результати розрахунків зводяться в таблицю розділу V паспорта водомірного поста.

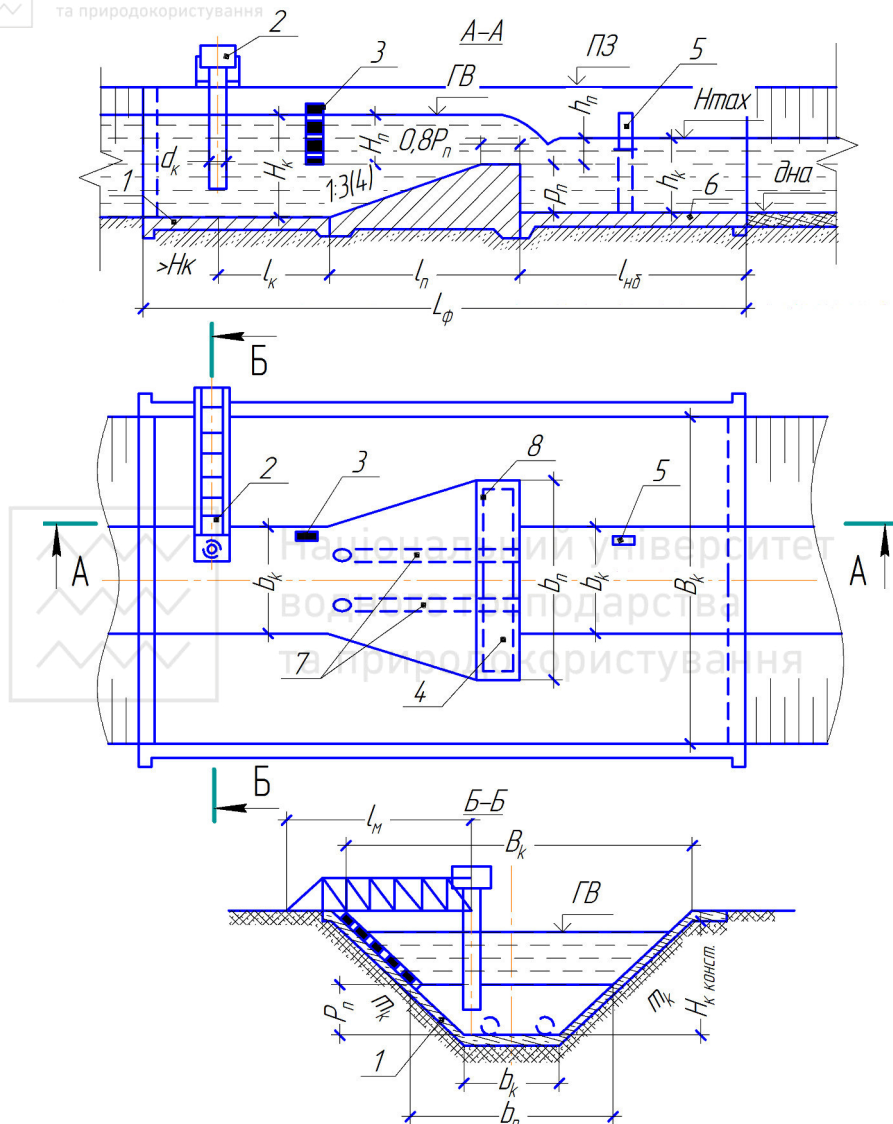


Рис. 1.1. Водомірний поріг САНДПІ

1 – бетонована ділянка русла каналу з верхнього б'єфу; 2 – виносний рівнемірний колодязь; 3 – рейка; 4 – водомірний поріг; 5 – контрольна рейка; 6 – кріплення нижнього б'єфу; 7 – труби для випорожнення води верхнього б'єфу; 8 – окантовка граней металічними кутниками.



1.4.2 Розрахунок водомірного лотка Паршалла

Водомірні лотки Паршалла (ВЛП), що застосовуються на водогосподарських об'єктах, поділяються на стандартні з точними типорозмірами та формами, які дозволяють визначити витрату води, яка проходить через лоток за розрахунковими формулами та нестандартні - різних форм та розмірів, які вимагають попереднього тарування водомірної споруди для визначення витрати.

Водомірний лоток Паршалла призначений для обліку води у відкритих каналах з максимальною витратою від 0,25 до 47 м³/с.

Перевагами ВЛП є:

1. Велика швидкість течії води у звуженій частині та горловині, що не дозволяє накопичуватися мулу в лотку.
2. Невеликий підпір при вільному витіканні води.
3. Можливість вимірювання витрат води при підтопленому режимі руху води.

Недоліком ВЛП є складність конструкції, більша вартість в порівнянні з іншими стандартними водомірними спорудами та можливість замулення нижньої ділянки каналу, що призводить до повного підтоплення ВЛП, при цьому лоток стає не водомірним.

Лоток Паршалла складається із:

- вхідних розтрубних вертикальних стінок, які сходяться з похилом 1:5 до прокольної осі лотка, та горизонтального дна. В передній частині розтруб спрягається зворотними стінками з укосами каналу під кутом 45° до осі потоку, а ззаду з горловиною. На відстані дві третини довжини вхідного розтрубу влаштовують отвір для рівномірного бокового колодязя або рейки для вимірювання глибини води у верхньому б'єфі;
- основної горловини, яка знаходиться між паралельними стінками. Дно горловини має похил 3:8 в бік руху води. В горловині влаштовують отвір для рівномірного бокового колодязя або встановлюють рейку для вимірювання глибини потоку в нижньому б'єфі (на порогом вхідної частини);
- вихідних розтрубних вертикальних стінок, які розходяться в плані з похилом 1:6 до поздовжньої осі лотка. Кінцева частина розтрубу спрягається з укосами каналу. Дно вихідного розтрубу має зворотній похил 1:6.

Конструкція водомірного лотка Паршалла наведена на рис. 1.2.

Основним розміром лотка Паршалла є ширина горловини b_n , залежно від якої визначають решту розмірів:

- довжину вхідної частини розтрубу по осі

$$L_1 = 0,5 b_n + 1,2 \quad (1.8)$$

- довжину вхідної частини розтрубу по стінці

$$L = 1,02L_1 \quad (1.9)$$

- ширину входу прийомного розтрубу



$$B_{ex} = 1,2 b_l + 0,48 \quad (1.10)$$

- ширину входу вихідного розтрубу

$$B_{eux} = b_l + 0,3 \quad (1.11)$$

- відстань від точки спостереження H_e до горловини

$$L_k = \frac{2}{3} L \quad (1.12)$$

Витрата води, яка проходить через водомірний лоток Паршалла при непідтопленому режимі витікання води ($h_n < 0,7H_e$), визначається за формулою

$$Q_{eil} = 0,372 \cdot b_l \cdot \left(\frac{H_e}{0,305} \right)^{1,569 \cdot b_l^{0,026}} \quad (1.13)$$

При відносному підтопленні нижнього б'єфу лотка $K = \frac{h_n}{H_e} > 0,7$ вплив

підтоплення на витрату води, яка проходить через лоток Q_{nio} , враховується за допомогою поправки q . При цьому витрата вільного витікання Q_{eil} зменшується на значення поправки q .

$$Q_{nio} = Q_{eil} - q \quad (1.14)$$

Значення поправки визначається за формулою

$$q = 0,075 \cdot \left[\frac{H_n}{\left(\frac{0,928}{K} \right)^{1,8}} - 0,75 \right]^{4,57 - 3,14 \cdot K} + 0,093 \cdot K \cdot b_l^{0,815} \quad (1.15)$$

У випадку коли $K > 0,9$ для забезпечення точності вимірювань витрати доцільно змінити умови витікання води.

В додатку 2 приведені розміри стандартних лотків Паршалла.

Розрахунок та проектування ВЛП необхідно проводити таким чином:

1. Відповідно до максимальної витрати з додатку 2 приймаються розміри найближчого більшого стандартного лотка Паршалла при вільному витіканні води.
2. В табличній формі при відомому значенні b_l приймають значення H_e та обчислюють значення витрат Q_{eil} за формулою (1.13) та поправочної витрати q за формулою (1.15). Для визначення поправочної витрати задаються значення коефіцієнту підтоплення $K = 0,8$.
3. За результатами розрахунку будують графік залежності $Q_{eil} = f(H_e)$ з якого визначають значення H_e , які відповідають мінімальній та максимальній витраті води в каналі. На цьому ж графіку наводять графік поправочної витрати $q = f(H_e, K)$.



Після визначення конструктивних розмірів ВЛП виконують висотну прив'язку водомірної споруди. Конструктивна глибина каналу приймається 2 м. Визначаються відмітки дна каналу, максимальної та мінімальної глибини води в каналі. Результати розрахунків зводяться в таблицю розділу V паспорту водомірного поста.

Відмітка порога лотка (дна вхідного розтрубу) або перевищення його над дном каналу обчислюється за формулою

$$\Delta h = h_{к\ max} - 0,7 H_{в\ max} \quad (1.16)$$

де $h_{к\ max}$ – максимальна глибина води в каналі, м; $H_{в\ max}$ – максимальна глибина води в лотку при проходженні максимальної витрати.

За отриманими результатами визначають конструктивні розміри споруди та креслять план, поздовжній та поперечний перерізи водомірної споруди в масштабі М 1:50. Креслення споруди наводяться в розділі IV паспорту водомірного поста.

Для забезпечення водообліку на ВЛП влаштовуються водомірні рейки або вимірювальні прилади. «Нуль» рейки або вимірювального приладу повинен співпадати з відміткою порога входу лотка.

З метою автоматизації водообліку влаштовується русловий або береговий водомірний колодезь. У випадку влаштування берегового водомірного колодезя діаметр з'єднувальної труби повинен бути не менше 150 мм для забезпечення швидкої зміни рівня води в колодезі відповідно до зміни рівня води на водомірі. Дно водомірного колодезя повинно бути на 0,5 м нижче мінімального рівня води в руслі.

Влаштування водомірного колодезя дозволяє встановити додаткові прилади для фіксації зміни рівня води. Можливе використання поплавкових приладів типу «Валдай», УкрНДІГІМ, що здійснюють фіксацію зміни рівня води на паперовому носії. У подальшому, під час експлуатації водоміра при відомій залежності між рівнем та витратою води, з побудованого графіка визначають відповідне значення витрати. При забезпеченні відповідного захисту від стороннього впливу можливе застосування сучасних автоматизованих приладів спостережень – акустичного витратоміра «Ехо», електронного рівнеміра або датчиків рівня води. Використання сучасних приладів дозволяє фіксувати інформацію про зміну рівня та витрати води в автоматичному режимі протягом тривалого періоду (до 30 діб) з подальшою передачею накопиченої бази даних за допомогою стільникового, радіозв'язку або при безпосередньому підключенні приладу до комп'ютера.

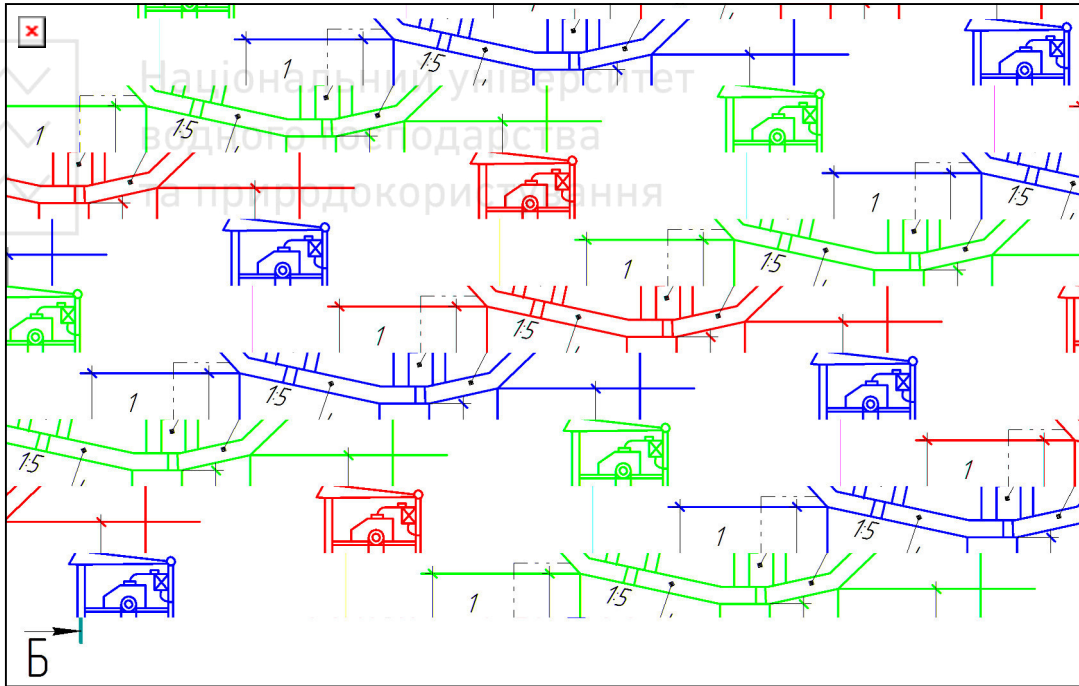


Рис. 1.2. Водомірний лоток Паршалла

a – варіант рівнемірного колодязя з приладом-датчиком; *1* – канал; *2,9* – стінки спряження входу та виходу лотка з укосами каналу; *3,6* – рівнемірні колодязі верхнього та нижнього б'єфів; *4,8* – стінки вхідного та вихідного розтруба лотка; *5* – розпірки; *7* – горловина лотка; *10,11* – рейки.



1.4.3 Розрахунок водомірного лотка САНДПІ

Водомірний лоток конструкції САНДПІ (ВЛС) найбільш простий за конструкцією та отримав широке застосування на зрошувальних системах. Застосовується на відкритій мережі з витратами води до $2 \text{ м}^3/\text{с}$.

Конструкція ВЛС наведена на рис. 1.3.

Донний поріг лотка має висоту в нижньому б'єфі $p \geq 0,5H_{\text{max}}$. Лоток використовується в якості водомірної споруди при вільному та підтопленому режимах витікання. Підтоплення впливає на залежність $Q = f(H)$ при $h > 0$, що обмежує застосування лотка у випадках недопущення створення значних підпорів.

Основний розмір лотка – ширина виходу b_d , за значенням якої визначаються конструктивні розміри лотка: ширина вхідної частини B_d , довжина по осі вхідної частини l_n , висота вертикальних стінок лотка від дна порога до його верху H_c .

Водомірний лоток виготовляється із монолітного бетону, збірно-блочного, металічної опалубки, яка заповнюється бетонною сумішшю, або пластмасовими матеріалами з ребрами жорсткості з зовнішнього боку засипки ґрунтом.

Витрата води, яка проходить через лоток при вільному витіканні, визначається за формулою

$$Q_{\text{віль.}} = \left(0,5 - \frac{0,109}{6,26 \cdot H + 1} \right) \cdot b_d \cdot H \cdot \sqrt{2gH} \quad (1.17)$$

де H – напір над порогом, м.

При підтопленому режимі витікання ($h > 0$) витрата води обчислюється за формулою (1.18) із введенням поправочного коефіцієнта підтоплення:

$$Q_{\text{відт.}} = \sigma \cdot Q_{\text{віль.}} \quad (1.18)$$

$$\sigma = 1,085 \cdot \left(1 - \frac{1}{11,7 \cdot (1 - K) + 1} \right) \quad (1.19)$$

де $K = \frac{h}{H}$.

В додатку 3 приведені розміри стандартних лотків САНДПІ.

Розрахунок та проектування ВЛС необхідно проводити таким чином:

1. Відповідно до максимальної витрати з додатку 3 приймаються розміри найближчого більшого стандартного лотка САНДПІ при вільному витіканні води.
2. В табличній формі при відомому значенні b_d приймають значення H та обчислюють значення витрати $Q_{\text{віль.}}$ за формулою (1.17).



3. За результатами розрахунку будують графік залежності $Q_{вил.} = f(H)$ з якого визначають значення H , які відповідають мінімальній та максимальній витраті води в каналі.
4. При відомому значенні максимальної глибини води в каналі обчислюють значення $K = \frac{h}{H}$ та визначають величину поправочного коефіцієнта.
5. Задаючись значеннями глибини підтоплення h від максимального до нуля обчислюють значення поправочного коефіцієнта σ та будують залежність $\sigma = f(K)$.

Після визначення конструктивних розмірів ВЛП виконують висотну прив'язку водомірної споруди. Визначаються відмітки дна каналу, максимальної та мінімальної глибини води в каналі. Результати розрахунків зводяться в таблицю розділу V паспорта водомірного поста.



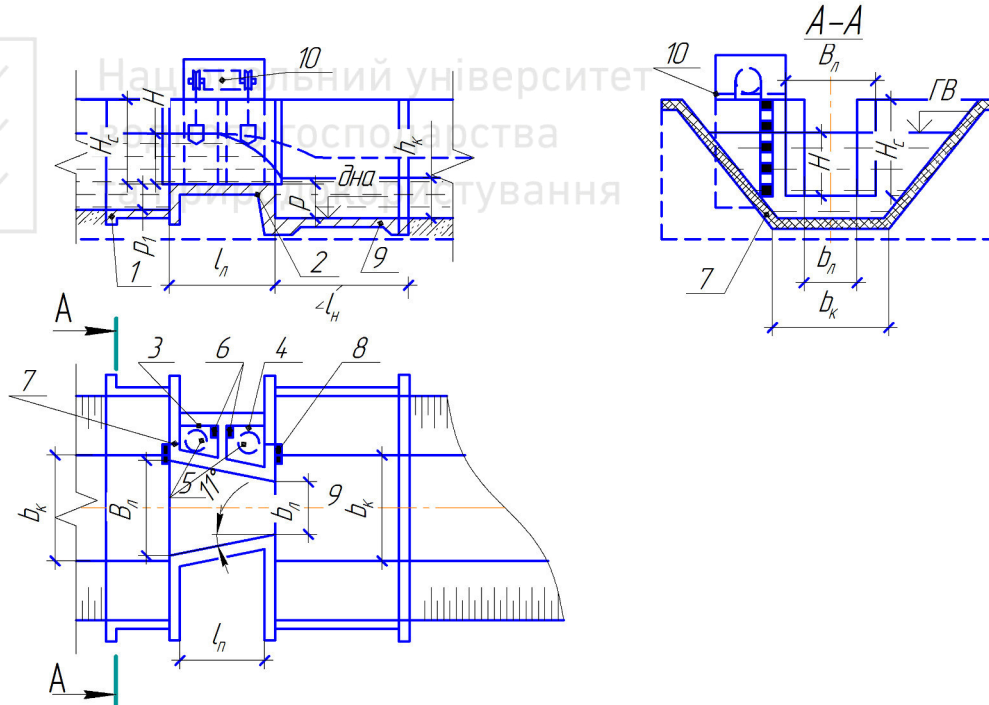


Рис. 1.3. Водомірний лоток САНДПІ

1 – канал; 2 – лоток; 3,4 – рівнемірні колодязі верхнього та нижнього б'єфів з отворами 7,8 та рейками 6;
5 – поплавки приладу; 9 – водобійна частина; 10 – прилад або датчик рівня води (або перепаду рівнів).



ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Кіенчук О.Ф. Методи і засоби обліку води на відкритих каналах зрошувальних систем. - Київ: Урожай, 1971.
2. Хамадов И.Б., Бутырин М.В. Эксплуатационная гидрометрия в ирригации. - М.: Колос, 1975.
3. Облік води на водогосподарських об'єктах. Лабораторні роботи. Навчальний посібник. - Рівне: РДТУ, 2001. - 103 с.
4. МВУ 03-010-04 "Витрати води у відкритих водотоках. Методика виконання вимірювань при водообліку із застосуванням транзитних ділянок каналів з підпором" Рекомендація. Метрологія. ІГіМ УААН, Наказ ДКВГ №219 від 16.08.2004 р.
5. МВУ 03-011-04 "Витрати води у відкритих водотоках. Методика виконання вимірювань при водообліку за допомогою споруд із плоскими та сегментними затворами" Рекомендація. Метрологія. ІГіМ УААН, Наказ ДКВГ №219 від 16.08.2004 р.
6. МВУ 03-003-04 "Витрати води у відкритих водотоках. Методика виконання вимірювань при водообліку із застосуванням водомірних властивостей споруд перемінного напору (рівня) води". Рекомендація. Метрологія. ІГіМ УААН, Наказ ДКВГ №219 від 16.08.2004 р.
7. МВУ 03-012-04 "Витрати води у відкритих водотоках. Методика виконання вимірювань при водообліку із застосуванням фіксованих русел". Рекомендація. Метрологія. ІГіМ УААН, Наказ ДКВГ №219 від 16.08.2004 р.

Допоміжна:

8. Железняков Г.В. Гидрометрия. - М.: Колос, 1972.
9. Коваленко П.И. Автоматизация мелиоративных систем. - М.: Колос, 1982.
10. Овчаров Е.Е., Плотников В.М. Автоматизация учета воды на оросительных системах. - М.: Колос, 1972.
11. Орлова В.В. Гидрометрия. - Л.: Гидрометиониздат, 1974.
12. Орлова Н.А. Эксплуатация гидромелиоративных систем. - Киев: Вища школа, 1985. - 360 с.
13. Пособие для инженеров-гидрометристов оросительных систем. - Симферополь, 1996.
14. Киенчук А.Ф. Водомерные устройства для гидромелиоративных систем. - М.: Колос, 1982.
15. Бурдун Г.Д. и др. Основы метрологии. - М.: Стандарты, 1975.
16. ДБН В 2.4.1-99 "Меліоративні системи та споруди".



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Національний університет водного господарства
та природокористування
Факультет водного господарства
Кафедра експлуатації гідромеліоративних систем

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА
з дисципліни «Облік води на водогосподарських об'єктах»
на тему:



«Розрахунок та складання паспорта водомірного поста»

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Виконав(ла):
студент(ка) IV к. __ гр.
напряму підготовки
6.060103 «Гідротехніка
(водні ресурси)»
Шифр 123456

_____(ПІБ)

Перевірив(ла):
_____(ПІБ)



ДЕРЖАВНЕ АГЕНСТВО ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

ТЕХНІЧНИЙ ПАСПОРТ № 25

гідрометричного (водомірного) поста № 3



Назва об'єкта

Осушувально-зволожувальна система «Стубла»
(назва мелоративної системи, водосховища, річки, каналу, споруди,

ПК5+20

пкітажне положення поста)

Тип поста _____ **водомірний лоток Паршалла**

Експлуатацію здійснює _____ **Костопільське міжрайонне УВГ**
(назва водогосподарської організації)

Дата введення в експлуатацію _____ **15.06.1987 р.**

Балансова вартість _____ **876 (вісімсот сімдесят шість)** _____ **тис.грн.**



Додаток 3

Розміри стандартних лотків Паршалла та значення витрат
(при вільному режимі витікання)

b_d , м	$B_{вх}$, м	$B_{вих}$, м	L_1 , м	L , м	L_c , м	$H_{e, min}$, м	$H_{e, max}$, м	Q_{min} , м ³ /с	Q_{max} , м ³ /с
0,25	0,78	0,56	1,32	1,35	0,90	0,05	0,60	0,006	0,25
0,50	1,08	0,81	1,45	1,48	0,99	0,05	0,70	0,012	0,70
0,75	1,38	1,06	1,58	1,60	1,07	0,10	0,75	0,050	1,13
1,00	1,68	1,31	1,70	1,73	1,15	0,10	0,80	0,063	1,62
1,25	1,98	1,56	1,82	1,86	1,29	0,12	0,80	0,107	2,03
1,50	2,28	1,80	1,95	1,98	1,32	0,15	1,00	0,180	3,67
1,75	2,58	2,06	2,06	2,12	1,40	0,17	1,00	0,250	4,30
2,00	2,88	2,30	2,22	2,24	1,48	0,20	1,00	0,380	4,96
2,25	3,18	2,56	2,32	2,36	1,58	0,22	1,00	0,500	5,60
2,75	3,78	3,05	2,57	2,62	1,75	0,27	1,00	0,840	6,93
3,00	4,08	3,30	2,70	2,75	1,83	0,28	1,00	1,000	7,80
4,50	7,50	5,50	3,10	3,45	2,30		1,70		25,40
6,00	9,00	7,20	3,92	4,20	2,80		1,85		38,20
7,50	10,50	8,80	4,71	4,95	3,30		1,85		47,50

Примітка: довжина горловини $L_e=0,61$; довжина розтрубної частини $L_p=0,92$ м; висота падіння дна горловини $\Delta h=0,23$ м; різниця відміток порогу та дна виходу $\Delta h_l=0,08$ м; висота стінок збіжної частини $H_{cm}=H_{max}+0,1\dots 0,2$ м однакова на протязі всього водоміра.

Додаток 4

Розміри лотків САНДІРІ та їх пропускна здатність
залежно від прийнятої ширини лотка

Розміри	Ширина лотка b_d , м							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
B_d , м	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02	1,19	1,36	1,76
l_p , м	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	2,00
H_c , м	0,40	0,65	0,70	0,80	1,00	1,00	1,00	1,30
p , м	0,16	0,26	0,28	0,32	0,40	0,40	0,50	0,50
Q , м ³ /с	0,051	0,157	0,286	0,555	0,916	1,064	1,217	2,140
H_{max} , м	0,25	0,40	0,50	0,65	0,80	0,80	0,80	1,00