



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи

03-05-58

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи
**“Розрахунок параметрів сітчастого
струменереактивного фільтра
за енергоощадною методикою”**
з дисципліни **“Інтенсифікація і реконструкція
систем водопостачання”**
для студентів спеціальності **7.06010108, 8.06010108**
“Водопостачання і водовідведення”
всіх форм навчання

Рекомендовано методичною
комісією за спеціальністю
7.06010108, 8.06010108
“Водопостачання і водовідведення”
Протокол № 7 від 11.03.2014 р.

Рівне – 2014



до виконання розрахунково-графічної роботи “Розрахунок параметрів сітчастого струменереактивного фільтра за енергоощадною методикою” з дисципліни “Інтенсифікація і реконструкція систем водопостачання” для студентів спеціальності 7.06010108, 8.06010108 “Водопостачання і водовідведення” всіх форм навчання /С.М.Назаров. – Рівне: НУВГП, 2014 - 24 с.

Упорядник : **С.М.Назаров**, канд. техн. наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Відповідальний за випуск : **В.О.Орлов**, доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.



ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	3
1.ВИХІДНІ ДАНІ.....	4
2.ПОНЯТТЯ ПРО ПАРАМЕТРИ ССФ ТА ВІДНОСНІ УМОВИ РОБОТИ ССФ НА ВОДОЗАБОРІ.....	6
3.РОЗРАХУНОК ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ССФ ПРИ ВАРІОВАННІ ЙОГО КОНСТРУКТИВНИХ ТА ШВИДКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ.....	9
4.ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ І ШВИДКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ССФ НА ВОДОЗАБОРІ.....	12
5.РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ССФ.....	17
6.ВИСНОВКИ.....	19
ДОДАТОК А. Журнал розрахунку параметрів ССФ на ПЕОМ.....	20
ДОДАТОК Б. Структура пояснювальної записки РГР.....	22
ЛІТЕРАТУРА	24



ВСТУП

Важливими моментами експлуатації поверхневих водозаборів є попереднє очищення води (сміттєзатримування) та рибозахист, від якості проведення яких залежить санітарний стан та техніко-економічні показники роботи гідротехнічних і водопровідних споруд а також екологічна рівновага у водних джерелах рибогосподарського значення. При цьому, в певних умовах, можливо та доцільно використовувати комплексні пристрої для рибозахисту та сміттєзатримування [1]. Для умов водотоків одним з найрозповсюдженіших пристроїв такого типу є сітчасті барабанні забірно-очисні оголовки, зокрема, сітчасті струменереактивні фільтри (ССФ). Конструкція ССФ та принцип їх роботи [8,9] обумовлюють ефективність їх встановлення в складі руслових водозаборів у вузьких водотоках при малій відносній витраті водозабору. Впроваджена інститутом “Укрдїпроводгосп” енергоощадна методика розрахунків ССФ при їх проектуванні [8] дозволяє вирішувати проблему зниження енерговитрат при роботі водозаборів.

Метою розрахунково-графічної роботи є:

- 1.Визначення енергоощадних умов роботи ССФ при зміні заданого конструктивного або швидкісного його параметра;
- 2.Визначення області застосування ССФ та розробка його конструктивної схеми для проектних умов.

Для досягнення цієї мети в РГР вирішуються наступні **завдання**:

проводиться розрахунок енергетичних та конструктивних параметрів ССФ на ПЕОМ з варіюванням заданого конструктивного або швидкісного параметра; обирається такий за найменшими витратами енергії при роботі ССФ; порівнюють розрахункові енергетичні параметри із критеріальними для оцінки області застосування ССФ.



1. ВИХІДНІ ДАНІ

Таблиця 1.1. Вихідні дані (варіант РГР №)

№ з/п	Параметр	Символ	Одиниця виміру	Значення
У М О В И В О Д О З А Б О Р У				
1	Ширина водотоку	L	м	
2	Витрата у водотоці	$Q_{p,min}$	м ³ /с	
3	Об'ємна концентрація забруднень у воді	ξ		
4	Витрата ССФ	Q	м ³ /с	
Б А З О В І П А Р А М Е Т Р И				
5	Розмір вічка сітки	a	м	0,001
6	Діаметр дроту сітки	b	м	0,00035
7	Швидкість на сітці	V_c	м/с	0,1
8	Діаметр отворів на флейті	d_o	м	0,005
9	Крок отворів на флейті	t	м	0,03
10	Кількість плеч флейти	z		2
11	Частота обертання флейти	ω	с ⁻¹	0,2
12	Швидкість у флейті	V_ϕ	м/с	5
13	Варіант виготовлення флейти	VAR		1
П А Р А М Е Т Р , Щ О В А Р І Ю Є Т Ь С Я				
14				

Таблиця 1.2. Значення вихідних даних

№ варіанту	У М О В И В О Д О З А Б О Р У				Параметр, що варіюється
	L , м	$Q_{p,min}$, м ³ /с	ξ	Q , м ³ /с	
1	10	2	0,0001	0,2	c
2	6	10	- " -	0,2	V_c
3	12	3	- " -	0,05	d_o
4	19	8	- " -	0,05	t



Продовження таблиці 1.2.

5	8	2	- “ -	0,1	<i>z</i>
6	14	4,5	- “ -	0,1	<i>ω</i>
7	18	7,5	- “ -	0,2	<i>c</i>
8	4	4	- “ -	0,2	<i>V_c</i>
9	15	13	- “ -	0,5	<i>d_o</i>
10	11	14	- “ -	0,5	<i>t</i>
11	8	2,5	0,0003	0,1	<i>z</i>
12	9	13	- “ -	0,1	<i>ω</i>
13	13	6	- “ -	0,05	<i>c</i>
14	22	9	- “ -	0,05	<i>V_c</i>
15	7	3,5	- “ -	0,1	<i>d_o</i>
16	14	5,5	- “ -	0,1	<i>t</i>
17	16	7	- “ -	0,2	<i>z</i>
18	20	11	- “ -	0,2	<i>ω</i>
19	9	19	- “ -	0,5	<i>c</i>
20	8	18	- “ -	0,5	<i>V_c</i>
21	5	20	0,0005	0,05	<i>d_o</i>
22	6	24	- “ -	0,05	<i>t</i>
23	12	12	- “ -	0,1	<i>z</i>
24	9	14	- “ -	0,1	<i>ω</i>
25	14	4	- “ -	0,2	<i>c</i>
26	8	3	- “ -	0,2	<i>V_c</i>
27	10	11	- “ -	0,5	<i>d_o</i>
28	11	10	- “ -	0,5	<i>t</i>
29	16	13	- “ -	0,05	<i>z</i>
30	13	16	- “ -	0,05	<i>ω</i>
31	15	6	0,0001	0,5	<i>c</i>
32	5	5	- “ -	0,5	<i>V_c</i>
33	18	5,5	- “ -	0,1	<i>d_o</i>
34	13	6	- “ -	0,1	<i>t</i>
35	12	8	- “ -	0,2	<i>z</i>
36	15	8	- “ -	0,2	<i>ω</i>

Таблиця 1.3. Варіаційні значення параметрів

№ з/п	Параметр	Символ	Одиниця виміру	Варіаційні значення
1	Коефіцієнт живого перерізу сітки	c^*		0,48; 0,55; 0,64
2	Швидкість на сітці	V_c	м/с	0,1; 0,2; 0,3
3	Діаметр отворів на флейті	d_o	м	0,003; 0,004; 0,005; 0,006; 0,007
4	Крок отворів на флейті	t	м	0,03; 0,04; 0,05
5	Кількість плеч флейти	z		2; 3; 4
6	Частота обертання флейти	ω	c^{-1}	0,2; 0,3; 0,4

* - Для стандартних сіток квадратного плетіння при коефіцієнті живого перерізу $c = 0,48$ розмір вічка $a = 0,0005$ м та діаметр дроту $b = 0,00022$ м; при $c = 0,55$ $a = 0,001$ м, $b = 0,00035$ м; при $c = 0,64$ $a = 0,002$ м, $b = 0,0005$ м.

2. ПОНЯТТЯ ПРО ПАРАМЕТРИ ССФ ТА ВІДНОСНІ УМОВИ РОБОТИ ССФ НА ВОДОЗАБОРІ

Параметри ССФ умовно поділяють на конструктивні, швидкісні та енергетичні.

Конструктивні параметри визначають розміри конструктивних елементів ССФ. До вихідних конструктивних параметрів ССФ відносять: параметри сітки (р-р вічка сітки a , діаметр дроту сітки b , коефіцієнт живого перерізу сітки c); діаметр отворів на флейті d_o ; крок отворів на флейті t ; кількість плеч флейти z ; варіант виготовлення флейти (**VAR 1** – збірний варіант; **VAR 2** – зварний варіант). До розрахункових конструктивних параметрів ССФ відносять: діаметр ССФ D_c ($D_c = 2R_c$); висоту ССФ h_c ; діаметр трубу флейти d_ϕ ; конструктивний радіус флейти R_ϕ ; кут повороту отворів на флейті δ . Конструктивна схема ССФ із зазначенням



цих параметрів наведена на рис.5.1 даних методичних вказівок.

До вихідних швидкісних параметрів ССФ відносять прийнятну швидкість втікання води у сітку V_c та частоту обертання флейти ω . Базові конструктивні та швидкісні параметри ССФ наведені в таблиці 1.1.

До основних розрахункових енергетичних параметрів відносять напір H та витрату q в його промивній системі та загальну витрачену при його роботі потужність N .

Діаметр і висота ССФ виходячи з досвіду проектування приймаються однаковими і визначаються за формулою, м

$$D_c = h_c = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot V_c \cdot c}}, \quad (2.1)$$

де Q та V_c приймаються як вихідні дані за таблицями 1.1...1.3, а коефіцієнт живого перерізу сітки визначається за формулою

$$c = \left(\frac{a}{a+b} \right)^2, \quad (2.2)$$

де a та b приймаються за таблицями 1.1, 1.3.

Зв'язок між конструктивними, швидкісними та енергетичними параметрами встановлює формула, м

$$S = 0,25 K_c K_\Delta K_i \frac{A}{\omega R_c}, \quad (2.3)$$

де S – дальність відкидання забруднень від сітки ССФ затопленими струменями флейти, м; A – параметр затопленого струменю, м²/с;

ω - частота обертання флейти, с⁻¹; R_c – радіус ССФ, м; K_c, K_Δ, K_i – коефіцієнти, що враховують вплив відповідно густини сітки ССФ, відстані від флейти до сітки, повноти епюри промивних струменів та які визначаються за формулами

$$K_c = 1,33c, \quad (2.4)$$

$$K_\Delta = 1 - 3,1\Delta, \quad (2.5)$$



$$K_n = 1,05 \exp \left(\frac{0,55}{0,55 - \frac{\Delta + 2,5d_0}{t}} \right), \quad (2.6)$$

де d_0, t приймають з таблиць 1.1, 1.3; Δ - відстань від флейти до сітки ($\Delta = 2,5 t$).

Розрахунок параметрів ССФ, що забезпечують його ефективне очищення затопленими струменями, залежить від структури течії у водотоці [8,9], яка визначається відносними умовами водозабору – відносною шириною водотоку LI та відносною витратою водозабору QI . Ці відносні умови визначаються за формулами

$$LI = \frac{L}{D_c}, \quad (2.7)$$

$$QI = \frac{Q}{Q_{p,\min} - Q}, \quad (2.8)$$

де L – ширина водотоку на рівні середини твірної ССФ, встановленої на оголовку (при проектуванні ССФ на водозабір приймається за проектним поперечним профілем водотоку у створі водозабірних споруд); Q та $Q_{p,\min}$ – відповідно витрата ССФ та витрата водотоку.

У енергоощадній методиці розрахунку параметрів ССФ використовуються дані про структуру течії у водотоці біля ССФ для характерних фіксованих значень LI та QI ($LI = 5; 10; 20; 40$; $QI = 0,025; 0,05; 0,1; 0,2$). У цій методиці також враховується об'ємна концентрація забруднень у воді ξ (відношення об'єму забруднень, що затримуються на сітці, до об'єму води, що пройшла через сітку).

Значення ξ при проектуванні ССФ орієнтовно визначається для умов водотоку за літературними джерелами або за даними спеціальних досліджень.



3. РОЗРАХУНОК ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ССФ ПРИ ВАРІОВАННІ ЙОГО КОНСТРУКТИВНИХ І ШВИДКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ

За вищеназваною методикою розрахунку параметрів ССФ залежно від структури течії біля фільтрів призначається деяка мінімальна дальність відкидання забруднень від сітки S_{\min} , при якій забезпечується надійне очищення сітки, та встановлюється кількість циклів взаємодії затоплених струменів з часткою забруднень χ , необхідних для видалення цієї частки поза межі зони впливу водоприймача. Також визначається деяка оптимальна дальність відкидання забруднень S_{opt} , при якій забезпечуються найменші витрати енергії під час роботи фільтрів.

Енергетичні параметри ССФ, що наведені в таблиці 3.1, визначаються за формулами

$$f = 7,54 \frac{\chi \xi Q}{\omega \alpha c F_c} \left[1 - 0,75 \frac{\omega \alpha h_c S (D_c + S)}{Q} \right], \quad (3.1)$$

$$\Delta H = 0,102 \cdot 10^{-6} \frac{[46 - 36c(1-f)]V_c}{a(1-f)} + [0,037 - 0,036(1-f)] \frac{V_c^2}{(1-f)^2}, \quad (3.2)$$

$$N_c = 9,81 Q \Delta H, \quad (3.3)$$

$$A = 2 \frac{S \cdot \omega D_c}{K_c K_\Delta K_n}, \quad (3.4)$$

$$H = 0,0022 \left(\frac{A}{d_0} \right)^2, \quad (3.5)$$

$$q = 2,365 \frac{d_0^2 z h_c}{t} \sqrt{H}, \quad (3.6)$$

$$N_i = 9,81 q H, \quad (3.7)$$



$$N = N_c + N_i, \quad (3.8)$$

де F_c – площа сітки ССФ (при забиранні води тільки через циліндричну частину ССФ $F_c = 3,14 D_c h_c$), m^2 ; решта величин відомі з попереднього матеріалу.

Енергоощадні умови роботи ССФ знаходяться при варіюванні одного із заданих вихідних конструктивних або швидкісних параметрів (див. табл.1.3).

Розрахунки параметрів ССФ в РГР проводяться на ПЕОМ (програма “SSF-2”). Для проведення розрахунків готується спеціальний журнал (див. ДОДАТОК А), вихідні дані в який заносяться до проведення розрахунків, а результати – під час розрахунків. Під час роботи з програмою студент крім введення вихідних даних та виписування результатів розрахунків енергетичних та конструктивних параметрів фіксує проміжні дані, що висвітлюються на моніторі комп’ютера: значення LI та QI а також умову розрахунків (USLOVIE) та варіант визначення величини S_{\min} (VARIANT). Перша умова розрахунків (USLOVIE 1) відповідає сприятливим умовам роботи ССФ ($LI \leq 40$; $QI \leq 0,2$), для яких розрахунки параметрів фільтрів проводяться з врахуванням економії енергії. Друга умова розрахунків (USLOVIE 2) відповідає менш сприятливим умовам роботи ССФ ($LI > 40$ або $QI > 0,2$), для яких розрахунки параметрів фільтрів проводяться без врахування економії енергії. Третя умова (USLOVIE 3) відповідає несприятливим умовам роботи ССФ ($LI > 40$; $QI > 0,2$), в яких встановлення цих фільтрів на водозаборах не рекомендується.

За першим варіантом визначення величини мінімальної дальності відкидання забруднень від сітки (VARIANT 1) ця величина визначається залежно як від структури течії у водотоці біля ССФ, так і від значення ξ . За другим варіантом (VARIANT 2) величина S_{\min} визначається залежно від суто структури течії у водотоці біля ССФ.

За необхідності, також проводяться контрольні дії з визначення величин S_{\min} і S_{onm} .



Результати розрахунків при оформленні РГР наводять в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Результати розрахунків

№ з/п	Параметр	Символ	Одиниця виміру	* Значення
ВІДНОСНІ УМОВИ ВОДОЗАБОРУ				
1	Відносна ширина водотоку	<i>LI</i>		
2	Відносна витрата водозабору	<i>QI</i>		
ЕНЕРГЕТИЧНІ ПАРАМЕТРИ ССФ				
3	Мінім. дальність відкидання забруд. від сітки	<i>S_{min}</i>	м	
4	Оптим. дальність відкидання забруд. від сітки	<i>S_{opt}</i>	м	
5	Кількість циклів взаємодії струменів з часткою	<i>χ</i>		
6	Коефіцієнт забруднення сітки	<i>f</i>		
7	Втрати напору на сітці	<i>ΔH</i>	м	
8	Потужність, витрачена на сітці	<i>N_c</i>	кВт	
9	Параметр затопл. струменю	<i>A</i>	м ² /с	
10	Напір в промивній системі	<i>H</i>	м	
11	Витрата в промив. системі	<i>q</i>	м ³ /с	
12	Потужність, витрачена на	<i>N_n</i>	кВт	

	створен. струменів			
13	Загальна витрачена потужність	N	кВт	
КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ ССФ				
14	Радіус ССФ	R_c	м	
15	Висота ССФ	h_c	м	
16	Внутрішній діаметр труб флейти	$d_{ф.в}$	м	
17	Зовнішній діаметр труб флейти	$d_{ф.з}$	м	
18	Конструктивний радіус флейти	R_{ϕ}	м	
19	Кут повороту отворів на флейті	δ	градуси	
ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ССФ				**

* Кількість значень розрахункових параметрів може відповідати кількості варіаційних значень одного з вихідних параметрів.

** Підставляється значення області застосування ССФ (РК, УП або Н).

4. ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ І ШВИДКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ССФ НА ВОДОЗАБОРІ

За даними розрахунків будують графіки залежностей основних енергетичних параметрів ССФ (H , q , N) від конструктивного або швидкісного параметра, що варіюється. На рис. 4.1 наведені осі координат для всіх шістьох варіантів варійованих параметрів. Масштаб шкал вертикальних осей цих графіків обирають залежно від значень енергетичних параметрів.



Основним критерієм вибору оптимального значення параметру, що варіюється, є найменші витрати енергії при роботі ССФ (найменші значення функції $N = f(\text{параметр})$).

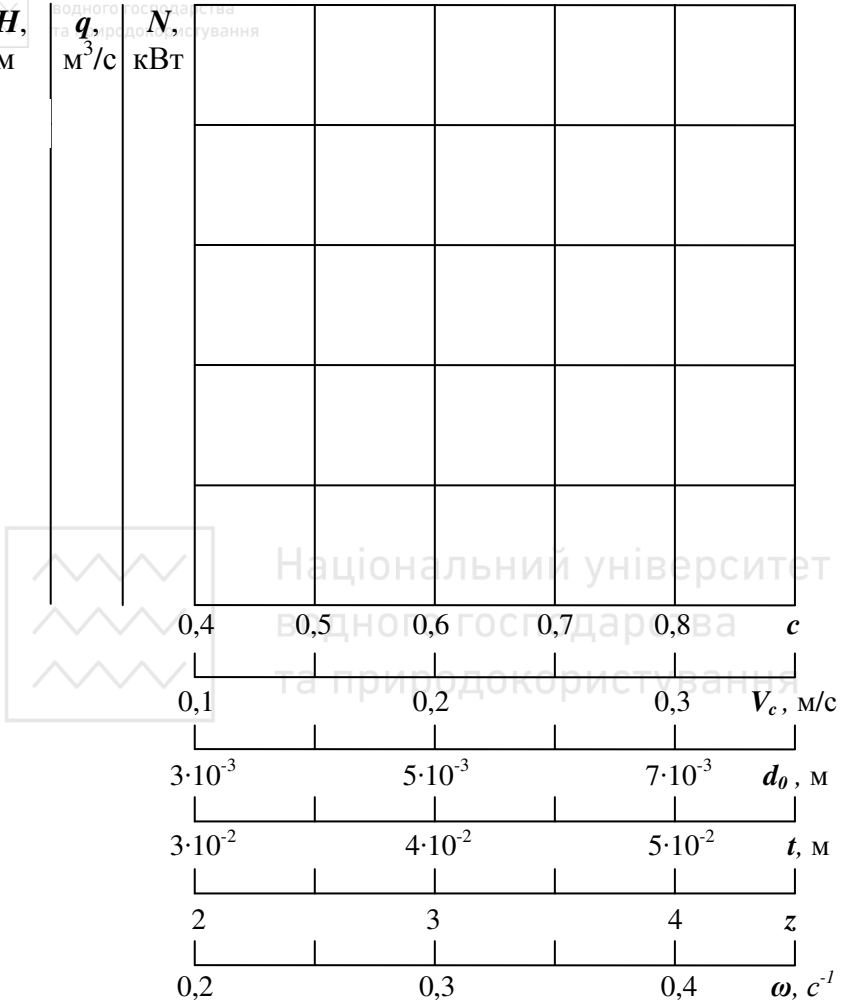
Якщо значення N при зміні параметру змінюється несуттєво ($\Delta N / N \leq 0,05 \dots 0,1$), то критерієм вибору оптимального значення параметру, що варіюється, може бути відповідність значення функції $q = f(\text{параметр})$ або функції $H = f(\text{параметр})$ умовам більш сприятливої області застосування ССФ. Те ж саме стосується відповідності значення функції $H = f(\text{параметр})$, умовам забезпечення екологічного аспекту рибозахисту.

Нарешті оптимальні значення параметрів c , V_c , z можуть бути визначені студентом за поставленими керівником РГР спеціальними умовами по варіанту розрахунків (забезпечення захисту рибних мальків із заданою довжиною тіла; врахування при проектуванні ССФ розрахункової швидкості течії у водотоці або ступеню забруднення води у ньому). При цьому слід приймати до уваги наступне:

1. Задана довжина тіла малька, захист якого має бути забезпечений при забиранні води, визначає необхідний розмір вічка сітки [2,6] (на сітці з $a > 2$ мм затримуються мальки з довжиною тіла більше 30 мм; на сітці з $a = 2$ мм затримуються мальки з довжиною тіла 15...30 мм; на сітці з $a = 1$ мм затримуються мальки довжиною менше за 15 мм; на сітці з $a = 0,5$ мм затримуються найдрібніші ікринки;
2. Швидкість втікання води у сітку при проектуванні ССФ приймається залежно швидкості течії у водотоці [7] та групи природних умов забирання води з джерела (при швидкості в джерелі $V_{p,\min} \leq 0,4$ м/с швидкість втікання води у сітку $V_c \leq 0,1$ м/с; при $V_{p,\min} > 0,4$ м/с $V_c \leq 0,25$ мм; в легких природних умовах забирання води при $V_{p,\min} > 0,4$ м/с швидкість втікання води у сітку може бути збільшена до $V_c = 0,3$ м/с);

 H , м
 q , м³/с
 N , кВт

Національний університет
 водного господарства та природокористування



- $H = f(\text{параметр})$
- $q = f(\text{параметр})$
- $N = f(\text{параметр})$

Рис. 4.1. Графіки залежностей $H, q, N = f(\text{параметр})$



3. В умовах великого вмісту забруднень у воді джерела ($\xi \geq 0,0005$) кількість плеч флейти може збільшуватись до 3 або 4.

При декількох значеннях розрахункового параметра в колонці “значення” таблиці 3.1 підкреслюється обране (проектне).

В РГР також визначається область застосування ССФ при його вибраних проектних параметрах. Дослідженнями [3,4] були встановлені три області застосування ССФ.

Область раціонального комплексного застосування ССФ (РК) характеризується: можливістю живлення промивної системи фільтрів низьконапірним насосом, встановленим на НС-1 водозабору; обов’язковим забезпеченням екологічного аспекту рибозахисту; знаходженням витрати в промивній системі ССФ в межах 3% продуктивності фільтра. Тобто критерії цієї області визначаються формулами

$$H \leq H_{max\text{ рк}} , \quad (4.1)$$

$$H \leq H_{pz} , \quad (4.2)$$

$$q \leq 0,03 Q , \quad (4.3)$$

де H , q – напір та витрата в промивній системі ССФ (м; м³/с); Q – продуктивність ССФ, м³/с; $H_{max\text{ рк}}$ – максимальний можливий напір в промивній системі ССФ (на виході з отворів флейти), який може бути створений низьконапірним насосом, встановленим на НС-1 водозабору, м; H_{pz} – максимальний можливий напір в промивній системі ССФ, при якому забезпечується екологічний аспект рибозахисту (не відбувається травмування мальків, затриманих сіткою при їх контакті із затопленими струменями), м.

Область умовно-припустимого застосування ССФ (УП) характеризується можливістю живлення промивної системи ССФ високонапірним насосом, встановленим на НС-1 водозабору, та знаходженням витрати в промивній системі ССФ в межах 5% продуктивності фільтра. Критерії цієї області визначаються формулами

$$H_{max\text{ рк}} < H \leq H_{max\text{ уп}} , \quad (4.4)$$



$$0,03 Q < q \leq 0,05 Q, \quad (4.5)$$

де $H_{max\ ун}$ – максимальний можливий напір в промивній системі ССФ, який може бути створений високонапірним насосом, встановленим на НС-1 водозаборі, м.

В області недоцільного застосування ССФ (**Н**) для живлення промивної системи фільтрів необхідно встановлювати спеціальний промивний насос. Критерії цієї області визначаються формулами

$$H > H_{max\ ун}, \quad (4.6)$$

$$q > 0,05 Q. \quad (4.7)$$

Оцінка області застосування ССФ при його визначених проектних параметрах H та q проводиться шляхом їх співставлення із даними, наведеними в таблиці 4.1. Така оцінка проводиться по обох енергетичних параметрах, значення яких не можуть виходити за межі максимальних граничних для області. Значення одного з параметрів для області **УП** може бути меншим за мінімальне граничне для цієї області. Також значення одного з параметрів для області **Н** може не відповідати умові (4.6) або (4.7). В областях **УП** та **Н** величина напору в промивній системі фільтрів може забезпечувати екологічний аспект рибозахисту на ССФ. Якщо $H > H_{pz}$, то для забезпечення цього аспекту рибозахисту на водозаборі необхідно вжити додаткових заходів (наприклад встановити запані).

Таблиця 4.1. Критеріальні параметри областей застосування ССФ

Q , м ³ /с	Марка насоса		H_{pz} , м	$H_{max\ рк}$, м	$H_{max\ ун}$, м
	Низьконапір.	Високонапір.			
0,05	Д 200-36	Д 200-95	33	12	70
0,1	Д 630-90	Д 500-65	35	25	60
0,2	Д 800-57	Д 630-90	37	25	70
0,5	Д 2500-62	Д 2000-100	38	25	90



5. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ССФ

Крім прийнятих вихідних та розрахункових конструктивних параметрів ССФ для розробки його конструкції необхідно знати деякі конструктивні розміри флейти, зокрема, діаметр труб флейти d_ϕ , конструктивний радіус флейти R_ϕ , кут повороту отворів на плечах флейти відносно радіального напрямку δ

Діаметр труби флейти визначається за формулою, м

$$d_\phi = 1,13 \sqrt{\frac{q}{V_\phi}}, \quad (5.1)$$

де q – витрата в промивній системі ССФ, м³/с; V_ϕ – швидкість руху води всередині флейти (приймається в межах 3...5 м/с).

При проектуванні збірного варіанту флейти (**VAR I**) для її виготовлення приймаються сталеві водогазопровідні труби, а при проектуванні зварного варіанту флейти – сталеві електрозварні труби. В обох випадках уточнюються зовнішній $d_{\phi.з}$ та внутрішній $d_{\phi.в}$ діаметри флейти.

Конструктивний радіус флейти визначається за формулою, м

$$R_\phi = 0,5 D_c - \Delta - 0,5 d_{\phi.з}, \quad (5.2)$$

де D_c – діаметр ССФ, м; Δ – відстань від флейти до сітки, м; $d_{\phi.з}$ – зовнішній діаметр труби флейти, м.

Кут повороту отворів на плечах флейти відносно радіального напрямку, який відповідає проектним значенням H та ω , орієнтовно визначається за формулою, град

$$\delta = \arcsin \left\{ 0,000628 \frac{d_0^2 z h c}{t q^2 R_\phi} \left[1920 d_{\phi.з} \cdot h_c R_\phi^3 \omega^2 \sqrt{1 + \left(\frac{0,16 Q \omega}{h_c} \right)^2} + 9,43 (d_{\phi.з}^2 - d_{\phi.в}^2) (3 h_c + 4 R_\phi) + 10,65 H \cdot d_{\phi.в}^2 \right] + \frac{d_0^2 Z h_c \omega R_\phi}{1,273 q} \right\}, \quad (5.3)$$

де всі складові частини відомі з попереднього матеріалу.

Конструктивна схема ССФ, що проектується, наведена на рис. 5.1.

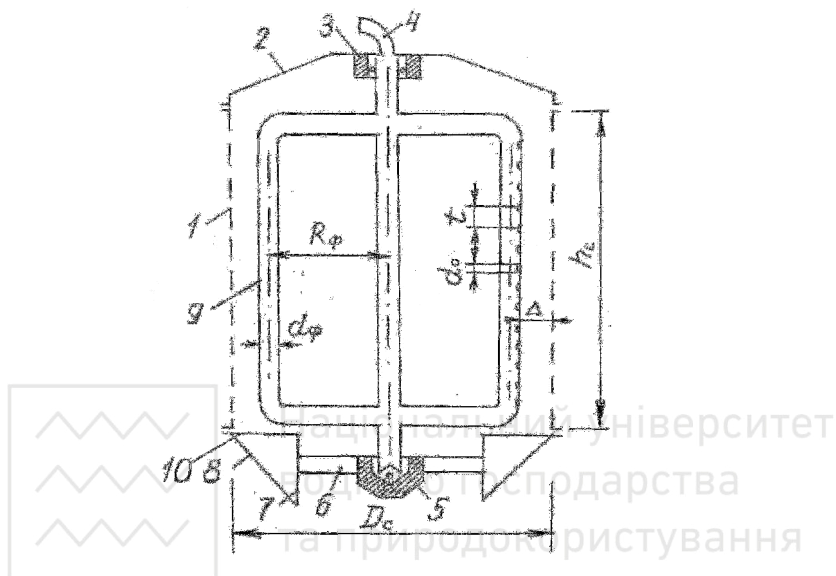


Рис. 5.1. Конструктивна схема ССФ:

1 – сітчастий корпус; 2 – кришка; 3 – верхній (напрямний) підшипник; 4 – відвід для підключення промивного рукава; 5 – нижній (опорний) підшипник; 6 – хрестовина; 7 – опорний патрубок; 8 – напрямні конструкції; 9 – флейта; 10 – піддон

На руслових водозаборах ССФ встановлюються, як правило, на двохсекційні залізобетонні оголовки з верхнім прийманням води [9]. Діаметр опорного патрубку залежить від конструктивних розмірів оголовка і приблизно дорівнює діаметру самопливної лінії водозабору, що обслуговує секцію оголовка. При проектуванні оголовка з можливістю автономного промивання самопливних ліній в опорному



патрубка встановлюють зворотний клапан, що пропускає воду зверху вниз. Напрямні конструкції являють собою приварені сталеві косинки, які дозволяють опускати та жорстко встановлювати ССФ в кінчному розтрубі оголовка.

При розробці конструкції ССФ в проектах водозаборів можна використовувати типові проекти інституту “Укрдипроводгосп”.

6. ВИСНОВКИ

За результатами проведених розрахунків в РГР роблять наступні висновки:

1. Про критерій вибору оптимального значення параметра ССФ, що варіюється в роботі.

Як правило, значення параметра, що варіюється, обирається за умовами енергоощадження (тобто за мінімальним значенням величини N). При малій зміні витрат енергії при зміні параметру, що варіюється, критерієм для вибору значення цього параметра може бути його відповідність умовам більш сприятливої області застосування ССФ або його відповідність умовам забезпечення екологічного аспекту рибозахисту. Параметр, що варіюється, може бути обраний також за спеціальними умовами, введеними керівником РГР по варіанту розрахунків.

2. Про можливість проведення ефективного рибозахисту із зазначенням розміру малька, що затримується на сітці.

Ефективний рибозахист має екологічний та технічний аспект. Екологічний аспект рибозахисту на ССФ (не травмування активних та пасивних мальків при їх відведенні від сітки в транзитну течію затопленими струменями флейти) забезпечується при виконанні умови $H < H_{pz}$. Цей аспект автоматично забезпечується при роботі фільтра в області РК, а в області УП або Н може бути забезпечений здійсненням додаткових заходів (див. розділ 4). Технічний аспект



рибозахисту, мальків заданого розміру забезпечується встановленням сіток з відповідним розміром вічок.

3. Про можливий тип (низьконапірний або високонапірний) основного насоса на НС-1 водозабору, де встановлюється ССФ.

Тип основного насоса, що живить промивну систему ССФ, визначається областю застосування фільтрів. У висновках наводиться марка основного насоса.

4. Про варіанти можливого зниження будь-якого енергетичного показника (H , q , N) проти проектного, наведеного в таблиці 4.1.

Такі варіанти можуть бути запропоновані при аналізі формул, наведених в розділі 3 даних методичних вказівок.

5. Про можливі особливості розрахунку за даним варіантом (наприклад про USLOVIE та VARIANT розрахунку).

ДОДАТОК А

Журнал розрахунку параметрів ССФ на ПЕОМ

Дата розрахунку _____

Програма розрахунку _____

ІІІ студента _____

Варіант № _____

№ з/п	Вихідні дані	Базовий параметр	Варіювання параметра			
1	l , м	•				
2	$Q_{p.min}$, м ³ /с	•				
3	ξ	•				
4	Q , м ³ /с	•				
5	a , м	0,001	•	•		
6	b , м	0,00035	•	•		
7	V_c , м/с	0,1	•	•		
8	d_0 , м	0,005	•	•	•	•

9	$t, \text{ м}$	0,03	•	•		
10	z	2	•	•		
11	$\omega, \text{ с}^{-1}$	0,2	•	•		
12	$V_{\phi}, \text{ м/с}$	5				
13	VAR	1				
№ з/п	Результати	При базовому парам.	При варіюванні параметра			
1	LI					
2	QI					
3	USLOVIE / VARIANTE					
4	$S_{min}, \text{ м}$					
5	$S_{onm}, \text{ м}$					
6	χ					
7	f					
8	$\Delta H, \text{ м}$					
9	$N_c, \text{ кВт}$					
10	$A, \text{ м}^2/\text{с}$					
11	$H, \text{ м}$					
12	$q, \text{ м}^3/\text{с}$					
13	$N_n, \text{ кВт}$					
14	$N, \text{ кВт}$					
15	$R_c, \text{ м}$					
16	$h_c, \text{ м}$					
17	$d_{\phi.6}, \text{ м}$					
18	$d_{\phi.3}, \text{ м}$					
19	$R_{\phi}, \text{ м}$					
20	$\delta, \text{ град}$					



Структура пояснювальної записки РГР (обсяг 8...10 с.)

ВСТУП

(призначення та умови застосування ССФ на водозаборі; мета і завдання РГР)

1.ВИХІДНІ ДАНІ

(наводиться таблиця 1.1, заповнена відповідно до варіанта виконання РГР)

2.ПОНЯТТЯ ПРО ПАРАМЕТРИ ССФ ТА ВІДНОСНІ УМОВИ РОБОТИ ССФ НА ВОДОЗАБОРІ

(даються поняття про конструктивні і швидкісні параметри ССФ; наводяться базові конструктивні і швидкісні параметри ССФ при його проектуванні; наводяться формули для визначення основних розмірів (D_c , h_c , Δ) та розрахункових коефіцієнтів (K_c , K_Δ , K_n); даються поняття про відносні умови роботи ССФ та наводяться їх значення для варіанта проектування при базових конструктивних параметрах ССФ (з табл. 3.1.)

3.РОЗРАХУНОК ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ССФ ПРИ ВАРІЮВАННІ ЙОГО КОНСТРУКТИВНИХ І ШВИДКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ

(наводяться формули для визначення енергетичних параметрів ССФ; зазначається конструктивний або швидкісний параметр, що варіюється в роботі, та його варіаційні значення; наводиться таблиця 3.1 із результатами розрахунків параметрів ССФ)

4.ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ І ШВИДКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ССФ НА ВОДОЗАБОРІ

(на рис. 4.1 наводяться графіки залежностей енергетичних параметрів ССФ від конструктивного або швидкісного параметра, що варіюється; зазначається критерій вибору конструктивного або швидкісного параметра, що варіюється;



наводяться критеріальні параметри областей застосування ССФ заданої продуктивності та оцінюється область застосування ССФ за варіантом розрахунку (вона записується в табл. 3.1)

5. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ССФ

(наводяться формули для визначення основних розмірів флейти; на рис.5.1 наводиться конструктивна схема ССФ з числовими значеннями конструктивних параметрів)

6. ВИСНОВКИ

(роблять наступні висновки по роботі:

1. Про критерії вибору оптимального параметру, що варіюється в роботі;
2. Про можливість проведення ефективного рибозахисту із зазначенням розміру малька, що затримується на сітці ССФ;
3. Про можливий тип (низьконапірний або високонапірний) основного насоса на НС-1 водозабору, який живить промивну систему ССФ;
4. Про варіанти можливого зниження енергетичних показників (напору і витрати в промивній системі ССФ, витраченої при його роботі потужності) проти визначених в РГР;
5. Про можливі особливості розрахунку параметрів ССФ за заданим варіантом)

ДОДАТОК А. ЖУРНАЛ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ССФ НА ПЕОМ

(наводиться заповнений журнал розрахунку на ПЕОМ)

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ



ЛІТЕРАТУРА

1. **Кузьмин Ю.М.** Сетчатые установки систем водоснабжения. Справочное пособие. – Л.: Стройиздат (Ленинградское отделение), 1976. – 160 с.
2. **Мусяенко Б.А., Подласов А.В., Фильчагов Л.П.** Водозаборы оросительных систем и охрана природы. – Киев, Будівельник, 1982. – 116 с.
3. **Назаров С.М., Пугачов Є.В.** Визначення області раціонального застосування сітчастих струменереактивних фільтрів за параметрами їх промивної системи // Гідромеліорація і гідротехнічне буд-во, 2005, вип.30, с.199-206.
4. **Назаров С.М.** Вплив параметрів сітки на енергетичні показники роботи сітчастих струменереактивних фільтрів // Гідромеліорація і гідротехнічне буд-во, 2009, вип. 34, с.160-168.
5. **Насосы**, применяемые в мелиорации. – М., 1988 – (Респ. проектно-технол. трест Росоргтехводстрой).- 229 с.
6. **Орлов В.О., Назаров С.М., Шадура В.О.** Проектування водозабірних споруд: Навчальний посібник, - Рівне: УДУВГП, 2002. – 128 с.
7. **СНиП 2-04.02-84.** Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. – 134 с.
8. **Методические** указания по гидравлическим расчётам при проектировании сетчатых струереактивных фильтров. – Киев: Ротапринт Укркипководхоза, 1985. – 30 с.
9. **Методичні** вказівки по розрахунках при проектуванні сітчастих струменереактивних фільтрів на водозаборах з поверхневих джерел для студентів спеціальностей 29.08 та 31-10 всіх форм навчання, виконуючих курсове та дипломне проектування і НДРС, - Рівне: УПВГ, 1991. – 48 с.