

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

Д.В. Кулікова

**ПРИРОДООХОРОННІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**Методичні рекомендації до виконання практичної роботи  
«Проектування та розрахунок параметрів споруд механічного очищення  
стічних вод»**

для здобувачів ступеня магістра освітньо-наукової програми  
«Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі»  
зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2024

**Природоохоронні та ресурсозберігаючі технології [Електронний ресурс] :** методичні рекомендації до виконання практичної роботи «Проектування та розрахунок параметрів споруд механічного очищення стічних вод» для здобувачів ступеня магістра освітньо-наукової програми «Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі» зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища / уклад. Д.В. Кулікова ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 58 с.

Укладач

Д.В. Кулікова, канд. техн. наук, доц.

Затверджено науково-методичною комісією зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища (протокол №2 від 04.10.2024) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол №3 від 04.10.24).

Орієнтовано на активізацію навчальної діяльності здобувачів освітньо-наукової програми «Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі» другого (магістерського) рівня вищої освіти та закріплення практичних навичок у засвоєнні дисципліни «Природоохоронні та ресурсозберігаючі технології».

Відповідальний за випуск завідувач кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища О.О. Борисовська, канд. техн. наук, доц.

## ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ .....	4
МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ .....	5
ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА .....	5
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА .....	10
1. Порядок розрахунку первинних відстійників .....	10
1.1. Порядок розрахунку первинного горизонтального відстійника .....	10
1.2. Порядок розрахунку первинного вертикального відстійника з центральною системою пропуску стічних вод .....	17
1.3. Порядок розрахунку первинного вертикального відстійника з низхідно-висхідним рухом потоку рідини .....	22
1.4. Порядок розрахунку первинного радіального відстійника з центральною системою пропуску стічних вод .....	25
1.5. Порядок розрахунку первинного радіального відстійника з обертвовим збірно-розподільчим пристроєм .....	30
2. Порядок розрахунку тонкошарових відстійників.....	34
2.1. Порядок розрахунку тонкошарових відстійників з перехресною схемою видалення осаду.....	34
2.2. Порядок розрахунку тонкошарових відстійників з протиточною схемою видалення осаду (варіант 1).....	39
2.3. Порядок розрахунку тонкошарових відстійників з протиточною схемою видалення осаду (варіант 2).....	43
3. Порядок розрахунку існуючих відстійників, що реконструюються в тонкошарові при протиточній схемі видалення осаду.....	47
3.1. Порядок розрахунку горизонтальних відстійників, що реконструюються в тонкошарові при протиточній схемі видалення осаду.....	47
3.2. Порядок розрахунку вертикальних відстійників, що реконструюються в тонкошарові при протиточній схемі видалення осаду.....	48
3.3. Порядок розрахунку радіальних відстійників, що реконструюються в тонкошарові при протиточній схемі видалення осаду.....	50
КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ.....	51
ПИТАННЯ ДО САМОКОНТРОЛЮ.....	53
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ .....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	55
ДОДАТКИ .....	56

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Дисципліна «Природоохоронні та ресурсозберігаючі технології» – фахова освітня компонента за освітньо-науковою програмою «Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

**Метою дисципліни** є формування сучасного екологічного світогляду, розуміння необхідності запровадження екологічно спрямованої господарської діяльності, надання майбутнім фахівцям інженерно-технічних знань і практичних навичок для пошуку та впровадження новітніх природоохоронних технологій та інших заходів щодо забезпечення екологічної безпеки навколишнього природного середовища та ефективного природокористування.

В методичних рекомендаціях представлено *практичну роботу*, текст якої викладено за типовою структурною схемою: тема, мета роботи, завдання, сформовані результати навчання, подання теоретичних положень за темою, завдання для самостійного виконання та питання для самоконтролю. Практична робота виконується студентами згідно з поставленими завданнями за допомогою наведених в роботі таблиць і схем.

Результатом виконання практичної роботи є звіт, виконаний в письмовій формі в окремому зошиті або на аркушах формату А4, який підлягає захисту.

**Звіт з практичної роботи** може виконуватись у письмовому вигляді або в електронній формі та повинен включати:

- титульний аркуш;
- назву, мету та завдання на практичну роботу;
- вихідні дані, необхідні для технологічного розрахунку параметрів очисної споруди, призначеної для видалення зі стічних вод грубодисперсних домішок під дією сили тяжіння, відповідно до варіанта;
- методику технологічного розрахунку параметрів очисної споруди, призначеної для видалення зі стічних вод грубодисперсних домішок під дією сили тяжіння;
- результати технологічного розрахунку параметрів очисної споруди, призначеної для видалення зі стічних вод грубодисперсних домішок під дією сили тяжіння, відповідно до варіанта вихідних даних;
- висновки.

**В результаті виконання практичної роботи студенти повинні набути практичні навички з:**

- вибору очисної споруди, призначеної для видалення зі стічних вод грубодисперсних домішок під дією сили тяжіння;
- технологічного розрахунку параметрів очисної споруди, призначеної для видалення зі стічних вод грубодисперсних домішок під дією сили тяжіння.

## МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

**Мета:** набуття теоретичних знань у сфері природоохоронних та ресурсозберігаючих технологій та здобуття практичних навичок з технологічного розрахунку та вибору очисних споруд, призначених для механічного очищення стічних вод, а саме, видалення зі стічних вод грубодисперсних домішок під дією сили тяжіння.

### **Завдання:**

1. Ознайомитися з конструкціями та принципом роботи технологічного обладнання, призначеного для видалення зі стічних вод грубодисперсних домішок під дією сили тяжіння.

2. Ознайомитися з методиками технологічного розрахунку параметрів технологічного обладнання, призначеного для видалення зі стічних вод грубодисперсних домішок під дією сили тяжіння.

3. Виконати технологічний розрахунок параметрів споруди, призначеної для видалення зі стічних вод грубодисперсних домішок під дією сили тяжіння, відповідно до варіанта вихідних даних.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

- усвідомлювати загрози фізичного, хімічного та біологічного забруднення біосфери та його впливу на довкілля і людину, вміти аналізувати зміни, що відбуваються в навколишньому середовищі під впливом природних і техногенних факторів;

- здійснювати оцінку впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище, розуміти наслідки інженерної діяльності на довкілля і пов'язану з цим відповідальність за прийняті рішення;

- забезпечувати в процесі проектування відповідність конструкцій, що розробляються, технічним рішенням, стандартам, нормам охорони праці і навколишнього середовища;

- розробляти й обґрунтовувати вибір апаратів, споруд, технологічну схему очистки газопилових викидів, промислових стоків, переробки відходів;

- здійснювати розрахунок основних параметрів очисних споруд.

## ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

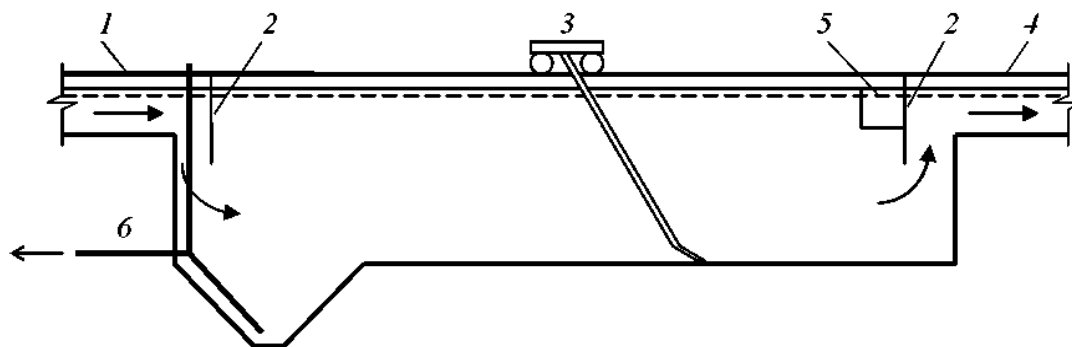
### *Характеристика відстійників*

Відстоювання є найпростішим, найменш трудомістким і дешевим методом видалення зі стічних вод грубодисперсних домішок, щільність яких відрізняється від щільності води. Під дією сили тяжіння забруднюючі речовини осідають на дно або спливають на поверхню.

За конструктивними ознаками відстійники підрозділяються на горизонтальні, вертикальні та радіальні.

*Первинні горизонтальні відстійники* (рис. 1) застосовуються на очисних спорудах продуктивністю 15-100 тис. м<sup>3</sup>/добу. Являють собою прямокутні в

плані резервуари, що розділені подовжніми перегородками на кілька відділень. Потік води в них рухається горизонтально.



**Рис. 1 – Первинний горизонтальний відстійник**

1 – лоток, що підводить до відстійника стічну воду на очищення;  
2 – напівзаглиблена дошка; 3 – скребковий візок; 4 – лоток, що відводить з відстійника освітлену воду; 5 – жирозбірний лоток; 6 – видалення осаду

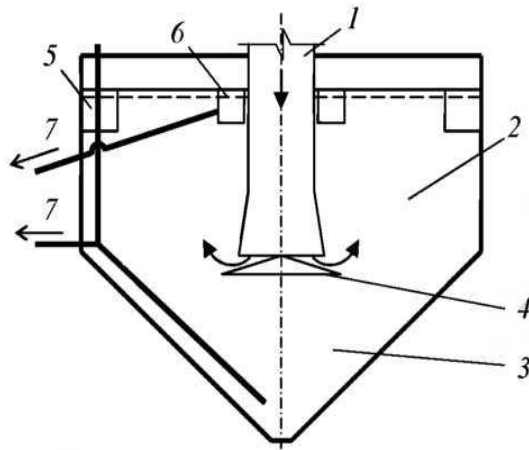
До переваг первинних горизонтальних відстійників відноситься високий ефект освітлення за завислими речовинами (50-60%). Недоліки – підвищені витрати залізобетону, в порівнянні з круглими відстійниками, та незадовільна робота механізмів для згрібання осаду, особливо в зимовий період.

*Первинні вертикальні відстійники* застосовуються на очисних спорудах продуктивністю 2-20 тис. м<sup>3</sup>/добу. Являють собою круглі в плані резервуари з конічним днищем, в яких потік освітлюваної води рухається у вертикальному напрямку. Первинні вертикальні відстійники бувають з центральним впуском води, з низхідно-висхідним рухом потоку рідини, з периферійним впуском води.

У *первинних вертикальних відстійниках з центральним впуском* (рис. 2) стічна вода рухається вниз по центральній розтрубній трубі, відбивається від конусного відбивного щита і надходить в зону освітлення. Відбувається флокуляція частинок, причому ті з них, гідравлічна крупність яких перевершує швидкість висхідного вертикального руху потоку рідини, випадають в осад.

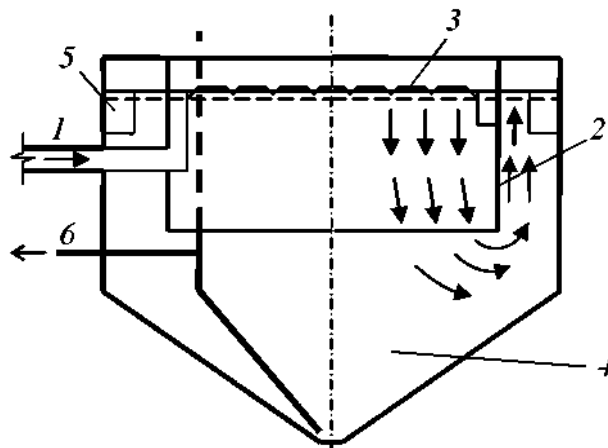
Освітлена вода збирається периферійним збірним лотком, спливаючі жирові речовини збираються кільцевим лотком. Ефект освітлення в таких відстійниках невисокий і становить не більше 40%.

Більш досконалішими є *вертикальні відстійники з низхідно-висхідним рухом потоку рідини* (рис. 3). Стічна вода надходить у центральну частину відстійника і через зубцюватий водозлив розподіляється за площею зони освітлення, де відбувається спадний рух потоку рідини. Основна маса завислих речовин встигає випасти на дно до надходження води в кільцеву зону, де відбувається доосвітлення води і збір її периферійним лотком. Ефект освітлення води в таких відстійниках складає 60-65%.



**Рис. 2 – Первинний вертикальний відстійник з центральним впуском потоку стічних вод**

1 – центральна труба; 2 – зона відстоювання; 3 – осадова частина;  
4 – відбивальний щит; 5 – периферійний збірний лоток; 6 – кільцевий лоток;  
7 – видалення осаду



**Рис. 3 – Вертикальний відстійник з низхідно-висхідним рухом потоку рідини**

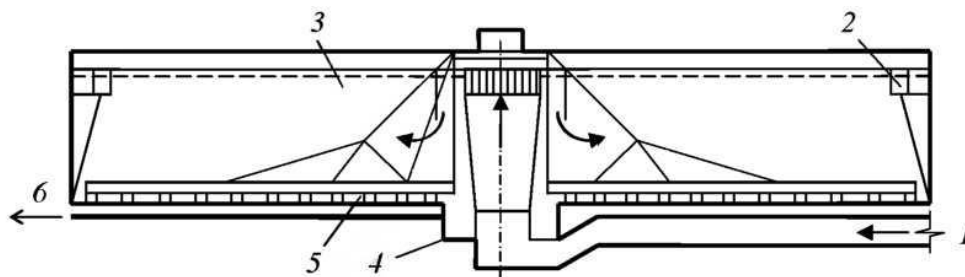
1 – трубопровід подачі стічної води на освітлення; 2 – кільцева перегородка; 3 – зубчастий водозлив; 4 – осадова частина; 5 – периферійний збірний лоток; 6 – видалення осаду

Перевагами первинних вертикальних відстійників є простота конструкції і зручність в експлуатації, недоліком – велика глибина споруди.

*Первинні радіальні відстійники* мають круглу в плані форму резервуарів, в яких стічна вода подається в центр відстійника і рухається радіально від центра до периферії (рис. 4). Швидкість змінюється від максимуму в центрі до мінімального значення на периферії. Осад, що випадає, переміщується в муловий приямок шкребками, які розташовані на обертовій фермі. Частота обертання ферми зі шкребками становить 2-3 години<sup>-1</sup>.

Діаметр типових первинних радіальних відстійників складає 18-50 м. Вони використовуються на очисних станціях продуктивністю понад 20 тис. м<sup>3</sup>/добу.

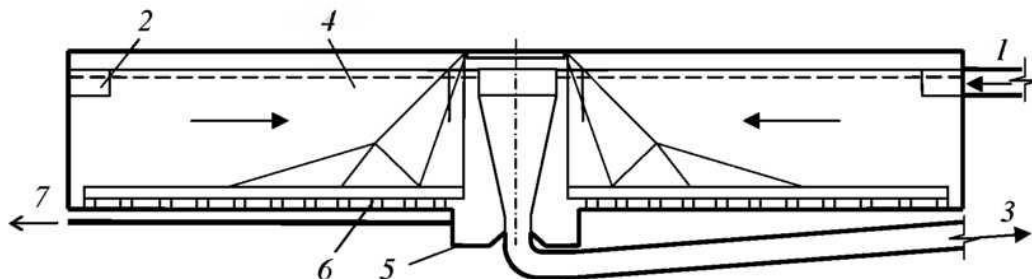
Ефективність освітлення досягає 50-55%. До переваг радіальних первинних відстійників відноситься простота експлуатації і низька питома матеріалоемність, до недоліків – зменшення коефіцієнта об'ємного використання через високі градієнти швидкості в центральній частині.



**Рис. 4 – Первинний радіальний відстійник з центральним впуском стічних вод**

1 – подача стічної води; 2 – збірний лоток; 3 – відстійна зона; 4 – муловий прямок; 5 – скребковий механізм; 6 – видалення осаду

Усунення такого недоліку можливо у відстійниках з периферійним впуском стічних вод (рис. 5). Стічна вода надходить до водорозподільчого жолобу, розташованого на периферії відстійника, потім прямує до центральної зони і далі до водовідвідного кільцевого жолобу. Рух води відбувається більш рівномірно по всьому живому перетину відстійника, при цьому місцеві завихрення практично відсутні.



**Рис. 5 – Первинний радіальний відстійник з периферійним впуском стічних вод**

1 – подача стічної води; 2 – водорозподільчий жолоб; 3 – відвідний трубопровід; 4 – відстійна зона; 5 – муловий прямок; 6 – скребковий механізм; 7 – видалення осаду

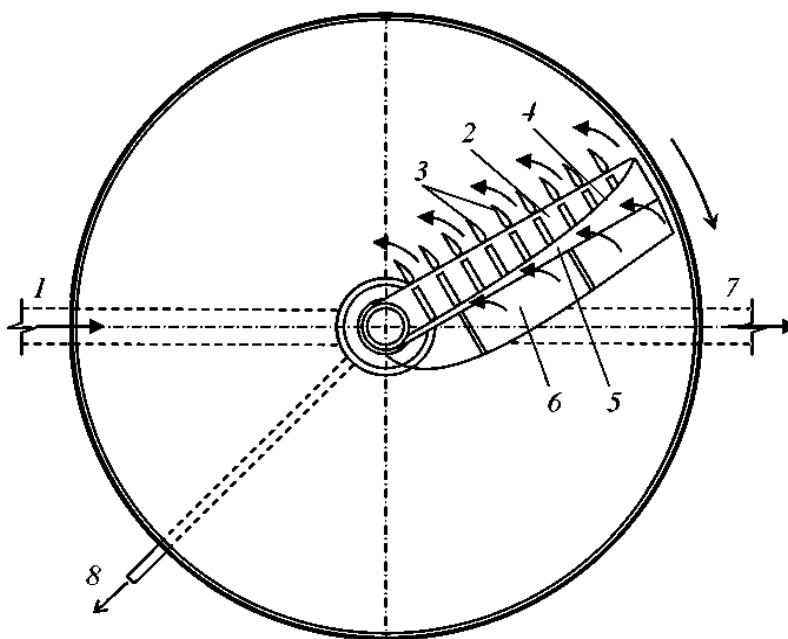
В виду затруднительности обеспечения равномерной гидравлической нагрузки эти сооружения применяются значительно реже, чем радиальные отстойники с центральным впуском сточных вод.

Більш досконалими є *радіальні відстійники з обертовим збірно-розподільчим пристроєм* (рис. 6).

У відстійниках з обертовими водорозподільчим та водозбірним пристроями основна маса води знаходиться в стані спокою. Подача вихідної води та відведення освітленої відбуваються за допомогою вільно-обертового



жолоба, який розділено перегородкою на дві частини. З внутрішньої сторони лоток обмежено перегородкою, знизу – щільним днищем, а зовні – розподільчими ґратами з вертикальними щілинами, що мають струминонапрямні лопатки.



**Рис. 6 – Радіальний відстійник з обертним збірно-розподільчим пристроєм**

1 – подача стічної води; 2 – щільне днище; 3 – струмененапрямні лопатки; 4 – подовжня перегородка; 5 – водозбірний лоток; 6 – направляючий козирок; 7 – відвід освітленої води; 8 – видалення осаду

Обертання жолоба відбувається під дією реактивної сили води, що витікає. Причому в багатьох випадках цієї сили достатньо не тільки для обертання власне лотка, але й скребкової ферми.

Діаметри типових відстійників з обертним збірно-розподільчим пристроєм становлять 18 і 24 м.

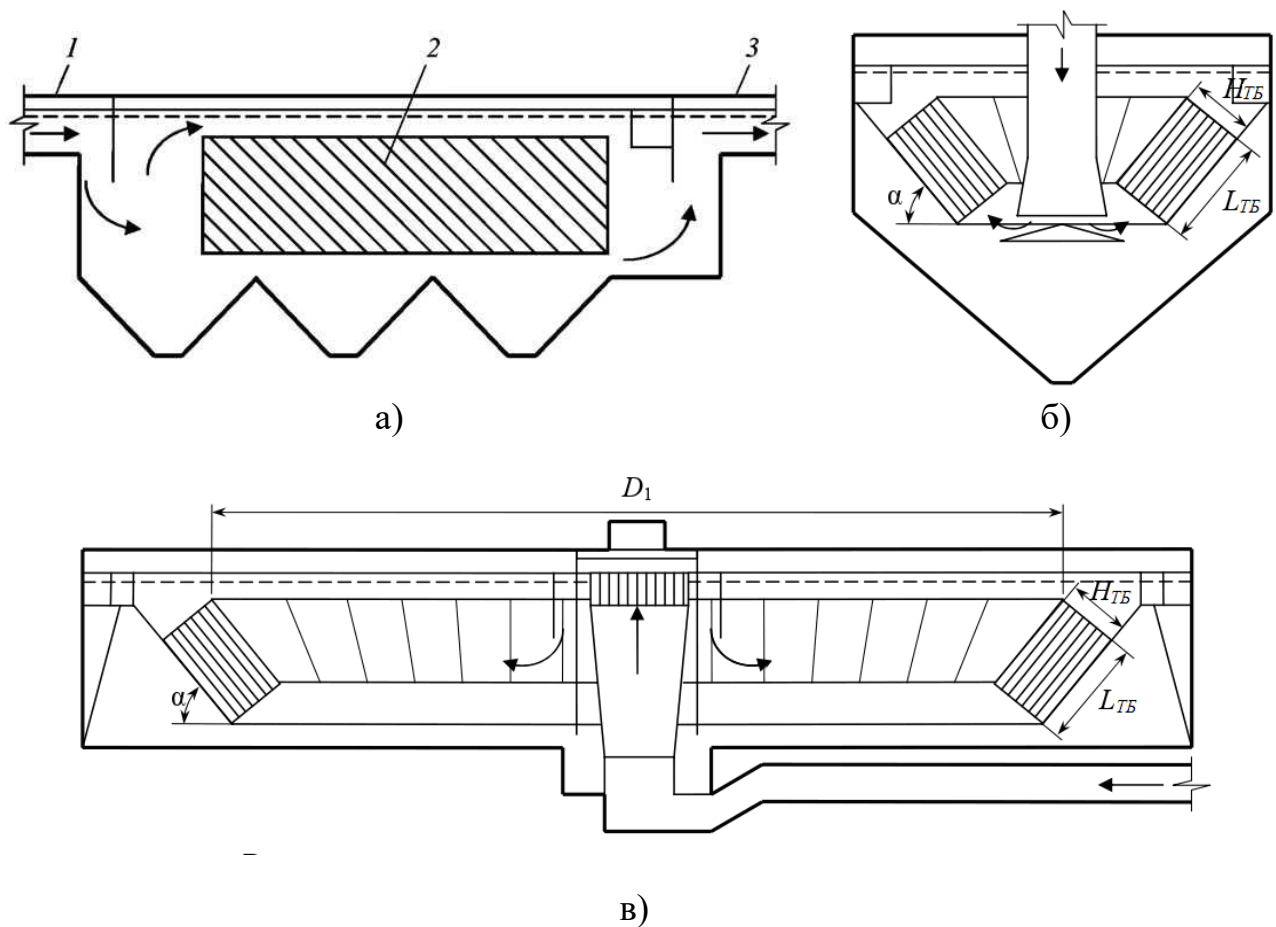
*Відстоювання в тонкому шарі.* Метод полягає у встановленні у відстійниках блоків з тонкошарових елементів (плоскі або рифлені пластини, трубчасті елементи). Підвищення ефекту освітлення досягається за рахунок зменшення часу осадження завислих речовин і поліпшення гідродинаміки осадження.

Існує три схеми розташування модулів у відстійнику. При перехресній схемі виділений осад рухається перпендикулярно руху стічної води, а при прямої і протитої – відповідно по ходу руху стічних вод або в зворотному напрямку.

Тонкошарове відстоювання застосовується при необхідності скорочення об'єму очисних споруд при незмінному ефекті освітлення, або, навпаки, при необхідності підвищення ефективності існуючих відстійників.

У першому випадку тонкошарові відстійники є самостійними спорудами, у другому – існуючі відстійники доповнюються тонкошаровими модулями, що розташовуються в модифікованому відстійнику.

Тонкошарові блоки можуть вбудовуватися в горизонтальні, вертикальні або радіальні відстійники (рис. 7).



**Рис. 7 – Схеми відстійників з тонкошаровими блоками**

а) горизонтального; б) вертикального; в) радіального;

1 – подача стічних вод; 2 – тонкошаровий блок; 3 – відведення освітленої води

Кут нахилу пластин блоків становить 45-60°, висота ярусу – 2,5-20 см. Пластини виконуються в основному з пластмаси.

Продуктивність і ефективність освітлення стічних вод у різних типах відстійників наведено в табл. 1. Розрахункові параметри первинних відстійників наведено в табл. А.1 додатка А.

## ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

### 1. Порядок розрахунку первинних відстійників

#### 1.1. Порядок розрахунку первинного горизонтального відстійника

Основні параметри типових первинних горизонтальних відстійників наведено в табл. А.2 Додатка А.

Розрахунок первинного горизонтального відстійника виконується відповідно до схеми, наведеної на рис. 8.

Таблиця 1 – Продуктивність і ефективність освітлення стічних вод у різних типах відстійників

Тип відстійника	Продуктивність відстійника, тис. м <sup>3</sup> /добу	Ефективність освітлення, %
Горизонтальний	15-100	50-60
Вертикальний з центральним впуском стічних вод	2-20	40
Вертикальний з низхідно-висхідним рухом потоку рідини		60-65
Радіальний з центральним впуском стічних вод	більш 20	50-55
Радіальний з обертовим збірно-розподільчим пристроєм		80
Тонкошарові	-	65

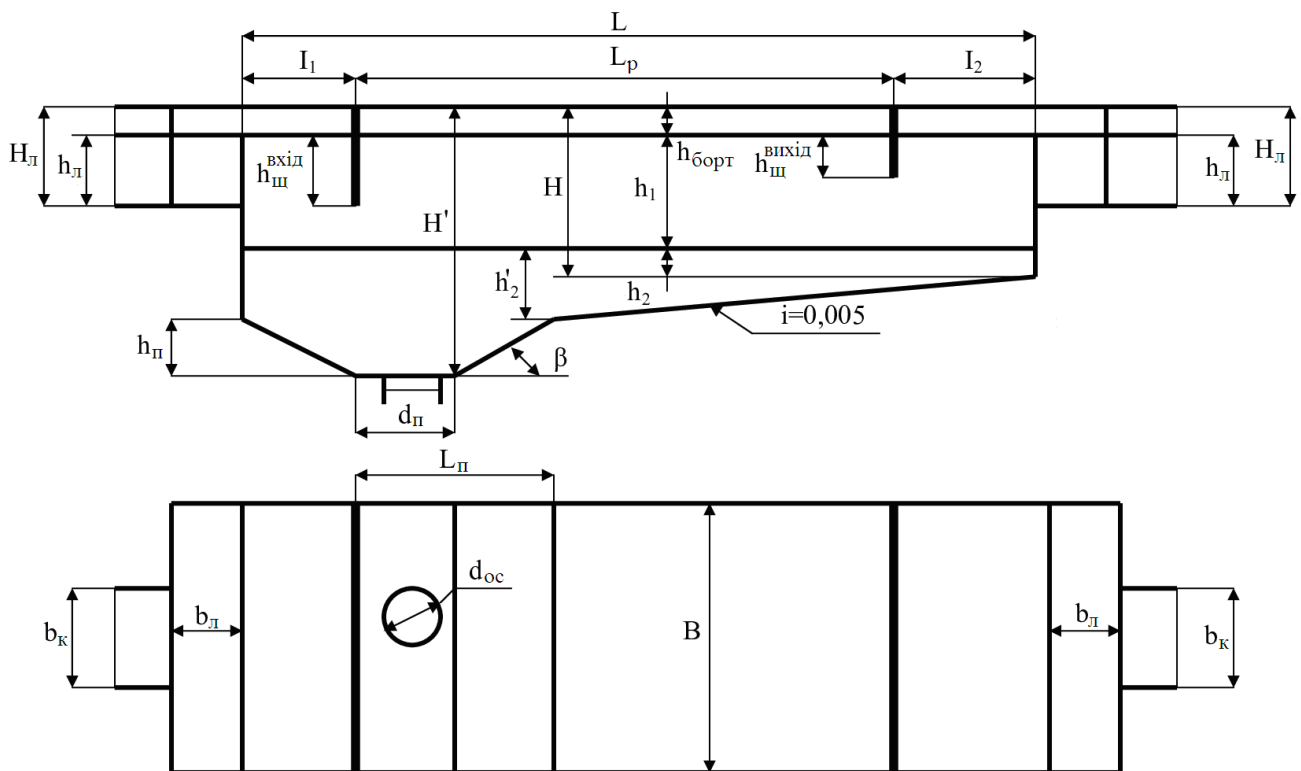


Рис. 8 – Розрахункова схема первинного горизонтального відстійника

Для даного типу відстійників рекомендуються наступні параметри:

- коефіцієнт використання об'єму  $K_{set}=0,5$ ;
- робоча глибина відстійної частини  $h_1=1,5-4$  м;
- швидкість робочого потоку  $v_w=5-10$  мм/с;
- ширина одного відділення відстійника  $B=2 \cdot h_1-5 \cdot h_1$ ;
- ефективність освітлення стічних вод  $E=50-60\%$ .

1. Приймається робоча глибина відстійної частини  $h_1$ , відповідно до рекомендованого діапазону значень ( $h_1=1,5-4$  м).

2. Гідравлічна крупність частинок завислих речовин, що відповідає ефективності відстоювання  $E=60\%$ , визначається за формулою:

$$u_0 = \frac{1000 \cdot h_1 \cdot K_{set}}{t_{відст} \cdot \left( \frac{h_1 \cdot K_{set}}{h_y} \right)^n}, \text{ мм/с}, \quad (1)$$

$t_{відст}$  – тривалість відстоювання, в секундах, що відповідає заданому ефекту очищення та початковій концентрації завислих речовин в стічних водах і отримана в лабораторному циліндрі в шарі  $h_y=0,5$  м. Величини  $t_{відст}$  в залежності від ефекту очищення при різних концентраціях завислих речовин в стічній воді наведено в табл. 2-4. Якщо задана величина ефективності освітлення стічних вод обраного типу відстійника відсутня в таблиці, значення тривалості відстоювання  $t_{відст}$  знаходять методом інтерполяції.

Таблиця 2 – Тривалість відстоювання дрібнодисперсних мінеральних частинок в циліндрі висотою  $h_y=0,5$  м в залежності від ефекту освітлення

Ефект освітлення $E, \%$	Тривалість відстоювання дрібнодисперсних мінеральних частинок, секунди, при їх початковій концентрації, мг/л:			
	500	1000	2000	3000
20	150	140	100	40
30	180	150	120	50
40	200	180	150	60
50	240	200	180	80
60	280	240	200	100
70	690	280	230	130
80	2230	690	570	370
90	-	2230	1470	1080

Таблиця 3 – Тривалість відстоювання завислих частинок, що піддаються коагулюванню, в циліндрі висотою  $h_y=0,5$  м в залежності від ефекту освітлення

Ефект освітлення $E, \%$	Тривалість відстоювання завислих частинок, що піддаються коагулюванню, секунди, при їх початковій концентрації, мг/л:			
	100	200	300	500
20	600	360	-	-
30	900	540	320	260
40	1320	650	450	390
50	1900	900	640	450
60	3800	1200	970	680
70	-	3600	2600	1830
80	-	-	-	5260

Таблиця 4 – Тривалість відстоювання важкої структурованої зависі в циліндрі висотою  $h_{\text{ц}}=0,5$  м в залежності від ефекту освітлення

Ефект освітлення $E, \%$	Тривалість відстоювання структурних важких завислих речовин, секунди, при їх початковій концентрації, мг/л:		
	200	300	400
40	75	60	45
50	120	90	60
60	180	120	75
70	390	180	130
80	3000	580	380

$n$  – показник ступеня, що залежить від агломерації зависі в процесі осадження: для завислих частинок, що піддаються коагулюванню,  $n=0,25$ ; для дрібнодисперсних мінеральних –  $n=0,4$ ; для структурних важких –  $n=0,6$ .

3. Якщо температура стічної води у виробничих умовах відрізняється від температури води, при якій проводилася кінетика відстоювання ( $t_{\text{св}}=20$  °С), розраховується поправка за формулою:

$$u_0^t = \frac{\mu_{20}}{\mu_t} \cdot u_0, \text{ мм/с}, \quad (2)$$

$\mu_{20}$  – коефіцієнт динамічної в'язкості води при температурі 20 °С, Н·с/м<sup>2</sup>;

$\mu_t$  – коефіцієнт динамічної в'язкості, величина якого залежить від значення температури стічних вод ( $t_{\text{св}}$ ) і приймається за допомогою табл. 5, Н·с/м<sup>2</sup>.

Таблиця 5 – Основні фізичні властивості стічних вод при різній температурі

$t_{\text{св}}, \text{ }^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$\mu_t \cdot 10^{-3}, \text{ Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$	1,787	1,307	1,002	0,798	0,653	0,547	0,467	0,404	0,355	0,315
$\nu_t \cdot 10^{-6}, \text{ м}^2/\text{с}$	1,787	1,307	1,004	0,801	0,658	0,658	0,475	0,413	0,365	0,326
$\rho_t, \text{ кг}/\text{м}^3$	999,9	999,7	998,2	995,7	992,2	988,1	983,2	977,8	971,8	965,3

Примітка: Проміжні значення температури стічних вод ( $t_{\text{св}}$ ), коефіцієнтів динамічної ( $\mu_t \cdot 10^{-3}$ ) і кінематичної ( $\nu_t \cdot 10^{-6}$ ) в'язкості та питома вага (щільність) води ( $\rho_t$ ) слід знаходити методом інтерполяції

4. Сумарна ширина всіх відділень відстійника визначається за формулою:

$$\sum B = \frac{1000 \cdot q_c}{\nu_w \cdot h_1}, \text{ м}, \quad (3)$$

$q_c$  – секундні витрати стічних вод, що надходять до відстійника на очищення, м<sup>3</sup>/с.

5. Приймається ширина одного відділення відстійника  $B$ , м, в межах  $2 \cdot h_1 - 5 \cdot h_1$ . Рекомендується приймати ширину відділення відстійника кратну 3, тобто  $B=6$  або  $9$  м.

При ширині одного відділення відстійника більше 6 м, кожний з них поділяють поздовжніми вертикальними перегородками, що утворюють паралельні коридори ( $n_k=2$  або  $3$ ) шириною  $b_k=3$  м кожний.

6. Кількість відділень горизонтального відстійника визначається за формулою:

$$N = \frac{\sum B}{B}, \text{ шт.} \quad (4)$$

Отримане значення  $N$  округляється до максимально цілого числа. Кількість відділень відстійника повинна бути не менше двох.

7. Перевіряється швидкість робочого потоку стічних вод в горизонтальному відстійнику за формулою:

$$v_w^* = \frac{1000 \cdot q_c}{h_1 \cdot B \cdot N}, \text{ мм/с.} \quad (5)$$

Отримане значення  $v_w^*$  не повинно перевищувати рекомендованого в табл. А.1 Додатка А діапазону. Якщо ця умова не виконується, то необхідно змінювати величину  $h_1$  та (або) швидкість робочого потоку стічних вод  $v_w$  та здійснювати перерахунок.

8. Довжина робочої частини горизонтального відстійника визначається за формулою:

$$L_p = \frac{v_w^* \cdot h_1}{K_{set} \cdot (u_0^t - v_0)}, \text{ м,} \quad (6)$$

$v_0$  – швидкість турбулентної складової, мм/с, що залежить від значення  $v_w^*$  та приймається за табл. 6.

Таблиця 6 – Значення вертикальної складової швидкості руху стічних вод у відстійнику

$v_w^*$ , мм/с	5	10	15
$v_0$ , мм/с	0	0,05	0,1

Отримане значення  $L_p$  округляється до максимально цілого числа.

9. Тривалість відстоювання стічних вод в горизонтальному відстійнику визначається за формулою:

$$t = \frac{L_p}{v_w^*}, \text{ секунди} \rightarrow \text{години.} \quad (7)$$

$L_p$ , м  $\rightarrow$  мм.

10. Повна довжина горизонтального відстійника визначається за формулою:

$$L = L_p + l_1 + l_2, \text{ м,} \quad (8)$$

$l_1$  – відстань від водорозподільчого лотка до напівзануреного щита на вході у горизонтальний відстійник, що дорівнює  $l_1=0,5-0,7$  м;

$l_2$  – відстань від напівзануреного щита до водозбірного лотка на виході з горизонтального відстійника, що дорівнює  $l_2=0,3-0,5$  м.

11. Глибини занурення щитів на вході в горизонтальний відстійник та на виході з нього визначаються за формулами:

$$h_{щ}^{вх\dot{д}} = K_{щ}^{вх\dot{д}} \cdot h_1, \text{ м}; \quad (9)$$

$$h_{щ}^{вих\dot{д}} = K_{щ}^{вих\dot{д}} \cdot h_1, \text{ м}; \quad (10)$$

$K_{щ}^{вх\dot{д}}$  – коефіцієнт, що дорівнює  $K_{щ}^{вх\dot{д}} = 0,2-0,4$ ;

$K_{щ}^{вих\dot{д}}$  – коефіцієнт, що дорівнює  $K_{щ}^{вих\dot{д}} = 0,1-0,2$ .

Отримані значення  $h_{щ}^{вх\dot{д}}$  та  $h_{щ}^{вих\dot{д}}$  округляються до першого знака після коми.

12. Добова маса осаду, що затримується у відстійниках, визначається за формулою:

$$M_{oc} = \frac{Q \cdot C_{завись} \cdot E \cdot K_3}{10^6}, \text{ тонни}, \quad (11)$$

$Q$  – добові витрати стічних вод, що надходять до відстійника, які визначаються за формулою:

$$Q = q_c \cdot 3600 \cdot 24, \text{ м}^3/\text{добу};$$

$C_{завись}$  – початковий вміст завислих речовин у стічній воді, мг/л;

$K_3$  – коефіцієнт запасу, що дорівнює  $K_3 = 1,2$ ;

$E$  – ефективність освітлення води в даному типі відстійника, % (для горизонтальних відстійників приймаємо  $E = 60\%$ ). При розрахунку  $E$ , %  $\rightarrow$  в частку.

13. Об'єм осаду, що затримується у відстійниках за добу, визначається за формулою:

$$V_{oc} = \frac{100 \cdot M_{oc}}{\rho_{oc} \cdot (100 - X_{oc})}, \text{ м}^3, \quad (12)$$

$\rho_{oc}$  – щільність сирого осаду, що приймається рівною  $\rho_{oc} = 1,0$  тonna/м<sup>3</sup>;

$X_{oc}$  – вологість осаду, що приймається рівною 94-96%.

14. Об'єм осаду, що затримується в одному відділенні відстійника за добу, визначається за формулою:

$$V_{oc}^I = \frac{V_{oc}}{N}, \text{ м}^3. \quad (13)$$

15. Глибина осадової частини відстійника визначається за формулою:

$$h_2 = \frac{V_{oc}^I}{n_{oc} \cdot L \cdot B}, \text{ м}, \quad (14)$$

$n_{oc}$  – кількість вивантажень осаду за добу. Період роботи відстійника між вивантаженнями осаду повинен складати: при видаленні осаду під гідростатичним тиском – не більше 48 годин, при видаленні осаду механічним способом – не більше 8 годин. Таким чином, якщо приймається механічний спосіб видалення осаду величина  $n_{oc}$  буде дорівнювати 2.

Отримане значення  $h_2$  округляється до першого знака після коми.

16. Повна глибина відстійника визначається за формулою:

$$H = h_1 + h_2 + h_{\text{борт}}, \text{ м}, \quad (15)$$

$h_{\text{борт}}$  – висота борта над рівнем води, що дорівнює  $h_{\text{борт}}=0,3-0,5$  м.

17. Діаметр трубопроводу для видалення осаду з горизонтального відстійника визначається за формулою:

$$d_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{oc}^I}{\pi \cdot v_{oc}}}, \text{ м}, \quad (16)$$

$v_{oc}$  – швидкість руху осаду в трубопроводі, що дорівнює  $v_{oc}=0,1$  м/с;

$q_{oc}^I$  – витрати осаду з одного відділення відстійника, що визначаються за формулою:

$$q_{oc}^I = \frac{V_{oc}^I}{n_{oc} \cdot t_{oc}}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (17)$$

$t_{oc}$  – тривалість вивантаження осаду, що приймається рівною  $t_{oc}=0,5-2$  години; години → секунди.

Отримане значення  $d_{oc}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

18. Довжина нижньої основи прямоку горизонтального відстійника визначається за формулою:

$$l_n = K_n \cdot d_{oc}, \text{ м}, \quad (18)$$

$K_n$  – коефіцієнт запасу, що дорівнює  $K_n=1,1-1,25$ .

Отримане значення  $l_n$  округляється до першого знака після коми.

19. Довжина верхньої основи прямоку горизонтального відстійника визначається за формулою:

$$L_n = 0,05 \cdot L, \text{ м}. \quad (19)$$

Отримане значення  $L_n$  округляється до першого знака після коми.

20. Глибина прямоку горизонтального відстійника визначається за формулою:

$$h_n = \left( \frac{L_n - l_n}{2} \right) \cdot \text{tg} \beta, \text{ м}, \quad (20)$$

$\beta$  – кут нахилу стінок прямоку горизонтального відстійника, що приймається рівним  $\beta=50-55^\circ$ .

Отримане значення  $h_n$  округляється до першого знака після коми.

21. Глибина осадової частини горизонтального відстійника біля прямоку визначається за формулою:

$$h_2' = h_2 + i \cdot (L - L_n), \text{ м}, \quad (21)$$

$i$  – ухил днища горизонтального відстійника, що приймається рівним  $i=0,005-0,05$ .

Отримане значення  $h_2'$  округляється до першого знака після коми.

22. Повна глибина горизонтального відстійника з врахуванням прямоку визначається за формулою:



$$H' = h_1 + h_2' + h_{\text{борт}} + h_n, \text{ м.} \quad (22)$$

23. Ширина водорозподільчого (водозбірною) лотка та глибина води в ньому визначається за формулою:

$$b_l = h_l = \sqrt{\frac{q_c}{N \cdot v_l}}, \text{ м,} \quad (23)$$

$v_l$  – швидкість руху води в лотку, що приймається рівною  $v_l=0,4-1,0$  м/с.

Отримане значення  $b_l$  ( $h_l$ ) округляється до першого знака після коми.

24. Глибина водорозподільчого (водозбірною) лотка визначається за формулою:

$$H_l = h_l + h_{\text{борт}}, \text{ м.} \quad (24)$$

25. Ширину та глибину каналу, що підводить стічну воду до відділення горизонтального відстійника, а також каналу, що відводить воду з нього, слід приймати рівними відповідним розмірам водорозподільчого (водозбірною) лотка, тобто  $b_l=h_l=b_k=h_k$ , м.

26. Ширина магістрального каналу, що підводить стічну воду до горизонтальних відстійників та відводить воду з них, визначається за формулою:

$$B_k = \frac{q_c}{h_k \cdot v_k}, \text{ м,} \quad (25)$$

$v_k$  – швидкість руху води в каналі, що приймається рівною  $v_k=0,4-1,0$  м/с.

Отримане значення  $B_k$  округляється до першого знака після коми.

### 1.2. Порядок розрахунку первинного вертикального відстійника з центральним впуском стічних вод

Основні параметри типових первинних вертикальних відстійників наведено в табл. А.3 Додатка А.

Розрахунок вертикального відстійника з центральним впуском стічних вод виконується відповідно до схеми, наведеної на рис. 9.

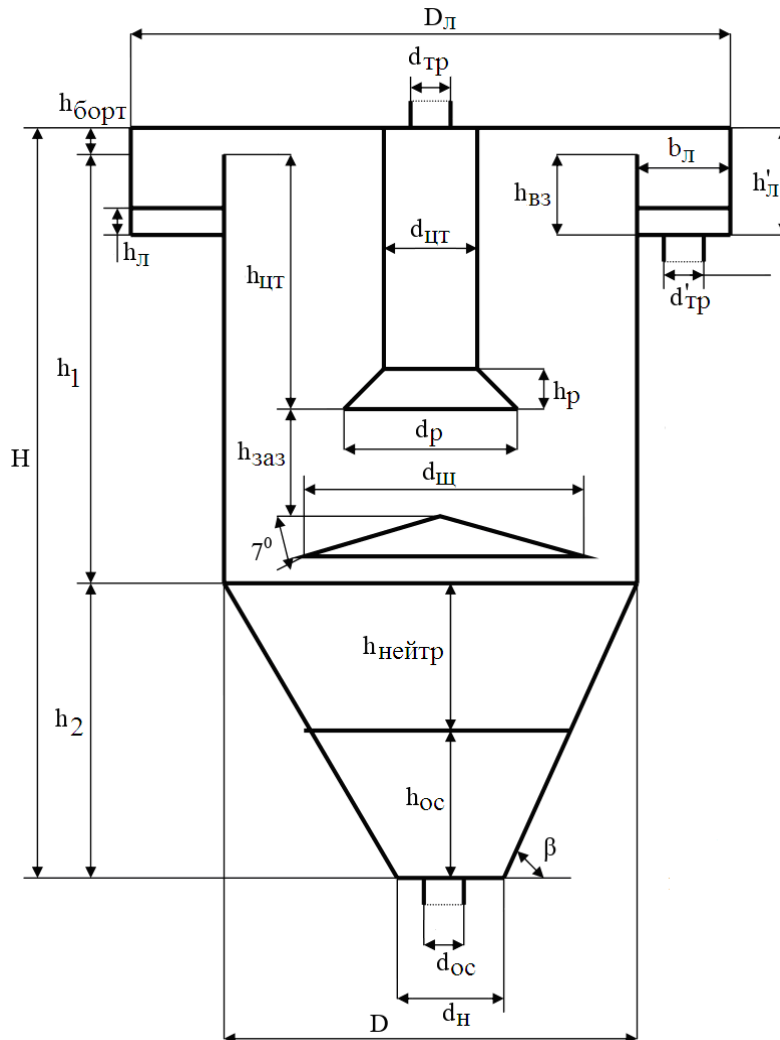
Для даного типу відстійників рекомендуються наступні параметри:

- коефіцієнт використання об'єму  $K_{\text{сет}}=0,45$ ;
- робоча глибина відстійної частини  $h_l=2,7-3,8$  м;
- стандартний діаметр відстійника  $D_{\text{сет}}=4,5, 6$  або  $9$  м;
- швидкість робочого потоку  $v_w=5-10$  мм/с;
- ефективність освітлення стічних вод  $E=40\%$ .

1. Приймається робоча глибина відстійної частини  $h_l$ , відповідно до рекомендованого діапазону значень ( $h_l=2,7-3,8$  м).

2. Гідравлічна крупність частинок завислих речовин, що відповідає ефективності відстоювання  $40\%$  визначається за формулою (1):

$$u_0 = \frac{1000 \cdot h_1 \cdot K_{set}}{t_{відсм} \cdot \left( \frac{h_1 \cdot K_{set}}{h_u} \right)^n}, \text{ мм/с.}$$



**Рис. 9 – Розрахункова схема первинного вертикального відстійника з центральним впуском стічних вод**

3. Якщо температура стічної води у виробничих умовах відрізняється від температури води, при якій проводилася кінетика відстоювання ( $t_{св}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), розраховується поправка за формулою (2):

$$u_0^t = \frac{\mu_{20}}{\mu_t} \cdot u_0, \text{ мм/с.}$$

4. Діаметр центральної впускної труби вертикального відстійника визначається за формулою:

$$d_{ум} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N \cdot v_{ум}}}, \text{ м,} \quad (26)$$

$v_{ум}$  – швидкість руху стічних вод в центральній впускній трубі, що приймається рівною не більше 30 мм/с, тобто  $v_{ум}=0,03$  м/с.

Отримане значення  $d_{ум}$  округляється до першого знака після коми.

5. Діаметр робочої частини первинного вертикального відстійника з центральним впуском стічних вод визначається за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4000 \cdot q_c}{\pi \cdot N \cdot K_{set} \cdot (u_0^t - v_0)} + (d_{ум})^2}, \text{ м.} \quad (27)$$

Значення вертикальної складової швидкості руху стічних вод у вертикальному відстійнику з центральним впуском приймається рівним  $v_0=0$  мм/с.

$N$  – кількість відстійників; рекомендується приймати не менше двох.

6. Приймається стандартний діаметр первинного вертикального відстійника  $D_{set}$ , м, який повинен максимально наближатися до розрахункового. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшити кількість відстійників  $N$ , перерахувати діаметр  $D$  та прийняти максимально наближений до нього стандартний діаметр  $D_{set}$ .

7. Діаметр розтрубу центральної впускної труби, що дорівнює висоті розтруба, визначається за формулою:

$$d_p = h_p = 1,35 \cdot d_{ум}, \text{ м.} \quad (28)$$

Отримане значення  $d_p$  ( $h_p$ ) округляється до першого знака після коми.

8. Глибина занурення центральної впускної труби визначається за формулою:

$$h_{ум} = 0,9 \cdot h_1, \text{ м.} \quad (29)$$

Отримане значення  $h_{ум}$  округляється до першого знака після коми.

9. Діаметр відбивального щита, що встановлюється з метою запобігання взмучуванню осаду під центральною впускною трубою, визначається за формулою:

$$d_{щ} = 1,3 \cdot d_p, \text{ м.} \quad (30)$$

Отримане значення  $d_{щ}$  округляється до першого знака після коми.

10. Висота зазору між відбивальним щитом і верхньою кромкою розтрубу центральної впускної труби визначається за формулою:

$$h_{заз} = \frac{q_c}{\pi \cdot N \cdot d_p \cdot v_{заз}}, \text{ м,} \quad (31)$$

$v_{заз}$  – швидкість руху води в зазорі, що приймається рівною не більше 20 мм/с; мм/с  $\rightarrow$  м/с.

Отримане значення  $h_{заз}$  округляється до першого знака після коми.

11. Добова маса осаду, що затримується у відстійниках, визначається за формулою (11):

$$M_{ос} = \frac{Q \cdot C_{завись} \cdot E \cdot K_3}{10^6}, \text{ тонни.}$$

Для первинних вертикальних відстійників з центральним впуском стічних вод приймаємо величину  $E=40\%$ . При розрахунку  $E, \% \rightarrow$  в частку.

12. Об'єм осаду, що затримується у відстійниках за добу, визначається за формулою (12):

$$V_{oc} = \frac{100 \cdot M_{oc}}{\rho_{oc} \cdot (100 - X_{oc})}, \text{ м}^3.$$

13. Об'єм осаду, що затримується в одному відстійнику за добу, визначається за формулою (13):

$$V_{oc}^I = \frac{V_{oc}}{N}, \text{ м}^3.$$

14. Витрати осаду при його видаленні з одного відстійника визначаються за формулою (17):

$$q_{oc}^I = \frac{V_{oc}^I}{n_{oc} \cdot t_{oc}}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

15. Діаметр трубопроводу для видалення осаду визначається за формулою (16):

$$d_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{oc}^I}{\pi \cdot v_{oc}}}, \text{ м}.$$

Отримане значення  $d_{oc}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

16. Діаметр нижньої основи днища відстійника визначається за формулою:

$$d_n = K_n \cdot d_{oc}, \text{ м}, \quad (32)$$

$K_n$  – коефіцієнт запасу, що дорівнює  $K_n=1,1-1,25$ .

Отримане значення  $d_n$  округляється до першого знака після коми.

17. Глибина осадової частини відстійника визначається за формулою:

$$h_2 = \left( \frac{D_{set} - d_n}{2} \right) \cdot \text{tg}\beta, \text{ м}, \quad (33)$$

$\beta$  – кут нахилу стінок днища відстійника до горизонталі, що приймається рівним  $\beta=50-60^\circ$ .

Отримане значення  $h_2$  округляється до першого знака після коми.

18. Повна глибина (висота) вертикального відстійника з центральним впуском стічних вод визначається за формулою (15):

$$H = h_1 + h_2 + h_{борн}, \text{ м}.$$

19. Висота шару осаду у відстійнику визначається за формулою:

$$h_{oc} = \left( \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_{oc}^I}{\pi \cdot n_{oc} \cdot \text{tg}\beta} + \left( \frac{d_n}{2} \right)^3} - \frac{d_n}{2} \right) \cdot \text{tg}\beta, \text{ м}. \quad (34)$$

Отримане значення  $h_{oc}$  округляється до першого знака після коми.

20. Висота нейтрального шару між низом відбивального щита й шаром осаду визначається за формулою:

$$h_{\text{нейтр}} = H - h_{oc} - h_{\text{зав}} - h_{\text{цт}} - h_{\text{борт}}, \text{ м.} \quad (35)$$

Отримане значення  $h_{\text{нейтр}}$  повинно бути не менше 0,3 м. Якщо ця умова не виконується, то слід збільшити кратність вивантаження осаду з відстійника  $n_{oc}$  та перерахувати всі величини, на які вона впливає.

21. Діаметр трубопроводу для подачі стічних вод у відстійник визначається за формулою:

$$d_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N \cdot v_{\text{тр}}}}, \text{ м,} \quad (36)$$

$v_{\text{тр}}$  – швидкість руху води в трубопроводі, що приймається рівною при безнапірному русі  $v_{\text{тр}}=0,8-1,0$  м/с, при напірному русі –  $v_{\text{тр}}=3$  м/с.

Отримане значення  $d_{\text{тр}}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

22. Діаметр трубопроводу для відведення освітленої води з відстійника  $d'_{\text{тр}}$  визначається за формулою (36) за умови безнапірного руху води в ньому.

23. Ширина лотка, що відводить освітлену воду з відстійника, визначається за формулою:

$$b_{\text{л}} = K_n \cdot d'_{\text{тр}}, \text{ м,} \quad (37)$$

$K_n$  – коефіцієнт запасу, що дорівнює  $K_n=1,1-1,25$ .

Отримане значення  $b_{\text{л}}$  округляється до першого знака після коми.

24. Глибина води у лотку, що відводить освітлену воду з відстійника, визначається за формулою:

$$h_{\text{л}} = \frac{q_c}{\pi \cdot N \cdot b_{\text{л}} \cdot v_{\text{л}}}, \text{ м,} \quad (38)$$

$v_{\text{л}}$  – швидкість руху води в лотку, що приймається рівною  $v_{\text{л}}=0,8-1,0$  м/с.

Отримане значення  $h_{\text{л}}$  округляється до першого знака після коми.

25. Висота водозливу у відстійнику визначається за формулою:

$$h_{\text{вз}} = h_{\text{л}} + 0,5, \text{ м.} \quad (39)$$

26. Висота зовнішнього оберту лотка, що відводить освітлену воду з відстійника, визначається за формулою:

$$h'_{\text{л}} = h_{\text{вз}} + h_{\text{борт}}, \text{ м.} \quad (40)$$

27. Зовнішній діаметр лотка, що відводить освітлену воду з відстійника, визначається за формулою:

$$D_{\text{л}} = D_{\text{сет}} + 2 \cdot b_{\text{л}}, \text{ м.} \quad (41)$$

Отримане значення  $D_{\text{л}}$  округляється до першого знака після коми.

28. Діаметр колектору, що підводить стічну воду до відстійників, визначається за формулою:

$$D_{\text{к}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot v_{\text{к}}}}, \text{ м,} \quad (42)$$

$v_k$  – швидкість руху води в колекторі, що приймається рівною при безнапірному русі  $v_k=0,8-1,0$  м/с, при напірному русі –  $v_k=3$  м/с.

Отримане значення  $D_k$  округляється до першого знака після коми.

29. Діаметр колектора для відведення стічних вод з відстійників  $D'_k$  визначається за формулою (42) за умови безнапірного руху води в них.

### 1.3. Порядок розрахунку первинного вертикального відстійника з низхідно-висхідним рухом потоку рідини

Для даного типу відстійників рекомендуються наступні параметри:

- коефіцієнт використання об'єму  $K_{set}=0,65$ ;
- робоча глибина відстійної частини  $h_1=2,7-3,8$  м;
- швидкість робочого потоку  $v_w=2u_0-3u_0$  мм/с;
- стандартний діаметр відстійника  $D_{set}=4,5, 6$  або  $9$  м;
- ефективність освітлення стічних вод  $E=60-65\%$ .

1. Приймається робоча глибина відстійної частини  $h_1$ , відповідно до рекомендованого діапазону значень ( $h_1=2,7-3,8$  м).

2. Гідравлічна крупність частинок завислих речовин, що відповідає ефективності відстоювання  $E=65\%$ , визначається за формулою (1):

$$u_0 = \frac{1000 \cdot h_1 \cdot K_{set}}{t_{відст} \cdot \left( \frac{h_1 \cdot K_{set}}{h_u} \right)^n}, \text{ мм/с.}$$

3. Якщо температура стічної води у виробничих умовах відрізняється від температури води, при якій проводилася кінетика відстоювання ( $t_{св}=20$  °С), розраховується поправка за формулою (2):

$$u_0^t = \frac{\mu_{20}}{\mu_t} \cdot u_0, \text{ мм/с.}$$

4. Діаметр вертикального відстійника з низхідно-висхідним рухом потоку рідини визначається за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4000 \cdot q_c}{\pi \cdot K_{set} \cdot (u_0^t - v_0) \cdot N}}, \text{ м.} \quad (43)$$

$N$  – кількість відстійників; рекомендується приймати не менше двох.

Значення вертикальної складової швидкості руху стічних вод у вертикальному відстійнику з низхідно-висхідним рухом потоку рідини приймається рівним  $v_0=0$  мм/с.

5. Приймається стандартний діаметр вертикального відстійника з низхідно-висхідним рухом потоку рідини  $D_{set}$ , який повинен максимально наближатися до розрахункового. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшити кількість відстійників  $N$ , перерахувати діаметр  $D$  та прийняти максимально наближений до нього стандартний діаметр  $D_{set}$ .

6. Діаметр кільцевої перегородки визначається за формулою:

$$D_n = D_{set} \cdot \sqrt{0,5}, \text{ м.} \quad (44)$$

7. Висота (глибина) кільцевої перегородки під рівнем стічних вод визначається за формулою:

$$H_n = \frac{2 \cdot h_1}{3}, \text{ м.} \quad (45)$$

8. Перевіряється фактична швидкість робочого потоку стічних вод в проточній частині відстійника за формулою:

$$v_w^* = \frac{2 \cdot q_c}{h_1 \cdot D_{set} \cdot N \cdot \pi}, \text{ м/с} \rightarrow \text{мм/с.} \quad (46)$$

Отримане значення  $v_w^*$  не повинно перевищувати рекомендованого в табл. А.1 Додатка А діапазону. Якщо ця умова не виконується, то необхідно змінювати величину  $h_1$  та (або) збільшувати кількість відстійників  $N$  та здійснювати перерахунок.

9. Тривалість відстоювання стічних вод у вертикальному відстійнику з низхідно-висхідним рухом потоку рідини визначається за формулою:

$$T = \frac{1000 \cdot h_1 \cdot K_{set}}{u_0^t}, \text{ секунди} \rightarrow \text{години.} \quad (47)$$

10. Добова маса осаду, що затримується у відстійниках, визначається за формулою (11):

$$M_{oc} = \frac{Q \cdot C_{завись} \cdot E \cdot K_3}{10^6}, \text{ тонни.}$$

Для вертикальних відстійників з низхідно-висхідним рухом потоку рідини приймаємо величину  $E=65\%$ . При розрахунку  $E, \% \rightarrow$  в частку.

11. Об'єм осаду, що затримується у відстійниках за добу, визначається за формулою (12):

$$V_{oc} = \frac{100 \cdot M_{oc}}{\rho_{oc} \cdot (100 - X_{oc})}, \text{ м}^3.$$

12. Об'єм осаду, що затримується в одному відстійнику за добу, визначається за формулою (13):

$$V_{oc}^I = \frac{V_{oc}}{N}, \text{ м}^3.$$

13. Витрати осаду при його видаленні з одного відстійника визначаються за формулою (17):

$$q_{oc}^I = \frac{V_{oc}^I}{n_{oc} \cdot t_{oc}}, \text{ м}^3/\text{с.}$$

14. Діаметр трубопроводу для видалення осаду визначається за формулою (16):

$$d_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{oc}^I}{\pi \cdot v_{oc}}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $d_{oc}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

15. Діаметр нижньої основи конічного днища відстійника визначається за формулою (32):

$$d_n = K_n \cdot d_{oc}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $d_n$  округляється до першого знака після коми.

16. Глибина осадової частини відстійника визначається за формулою (33):

$$h_2 = \left( \frac{D_{set} - d_n}{2} \right) \cdot \text{tg}\beta, \text{ м.}$$

Отримане значення  $h_2$  округляється до першого знака після коми.

17. Повна глибина (висота) вертикального відстійника з низхідно-висхідним рухом потоку рідини визначається за формулою (15):

$$H = h_1 + h_2 + h_{борм}, \text{ м.}$$

18. Висота шару осаду у відстійнику визначається за формулою (34):

$$h_{oc} = \left( \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_{oc}^I}{\pi \cdot n_{oc} \cdot \text{tg}\beta} + \left( \frac{d_n}{2} \right)^3} - \frac{d_n}{2} \right) \cdot \text{tg}\beta, \text{ м.}$$

Отримане значення  $h_{oc}$  округляється до першого знака після коми.

19. Висота нейтрального шару між низом відбивного щита й шаром осаду визначається за формулою:

$$h_{нейтр} = h_2 - h_{oc}, \text{ м.} \quad (48)$$

Отримане значення  $h_{нейтр}$  повинно бути не менше 0,3 м. Якщо ця умова не виконується, то слід збільшити кратність вивантаження осаду з відстійника  $n_{oc}$  та перерахувати всі величини, на які вона впливає.

20. Діаметр трубопроводу для подачі стічних вод у відстійник визначається за формулою (36):

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N \cdot v_{mp}}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $d_{mp}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

21. Діаметр трубопроводу для відведення освітленої води з відстійника  $d'_{mp}$  визначається за формулою (36) за умови безнапірного руху води в ньому.

22. Ширина лотка, що відводить освітлену воду з відстійника, визначається за формулою (37):

$$b_l = K_n \cdot d'_{mp}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $b_l$  округляється до першого знака після коми.

23. Глибина води у лотку, що відводить освітлену воду з відстійника, визначається за формулою (38):

$$h_l = \frac{q_c}{\pi \cdot N \cdot b_l \cdot v_l}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $h_l$  округляється до першого знака після коми.

24. Висота водозливу у відстійнику визначається за формулою (39):



$$h_{\text{вз}} = h_{\text{л}} + 0,5, \text{ м.}$$

25. Висота зовнішнього обертут лотка, що відводить освітлену воду з відстійника, визначається за формулою (40):

$$h'_{\text{л}} = h_{\text{вз}} + h_{\text{борт}}, \text{ м.}$$

26. Зовнішній діаметр лотка, що відводить освітлену воду з відстійника, визначається за формулою (41):

$$D_{\text{л}} = D_{\text{сет}} + 2 \cdot b_{\text{л}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $D_{\text{л}}$  округляється до першого знака після коми.

27. Діаметр колектору, що підводить стічну воду до відстійників, визначається за формулою (42):

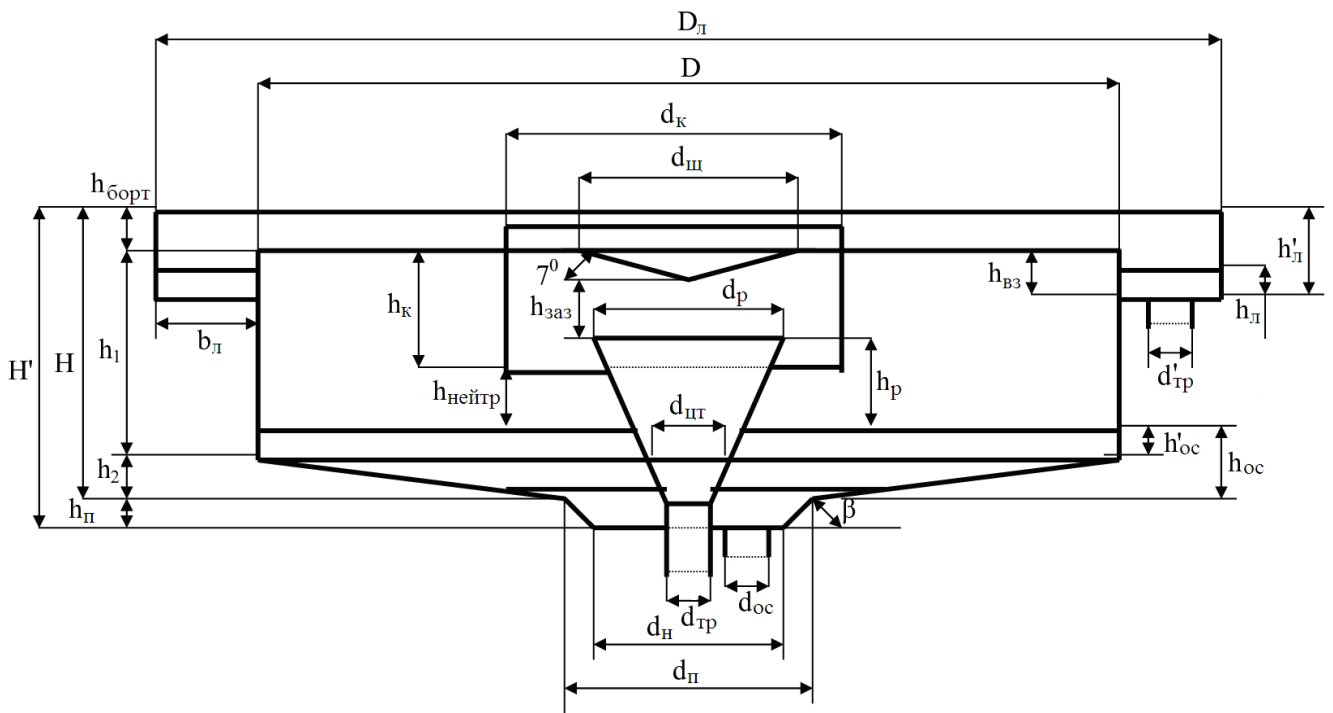
$$D_{\text{к}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{с}}}{\pi \cdot v_{\text{к}}}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $D_{\text{к}}$  округляється до першого знака після коми.

28. Діаметр колектора для відведення стічних вод з відстійників  $D'_{\text{к}}$  визначається за формулою (42) за умови безнапірного руху води в них.

#### 1.4. Порядок розрахунку первинного радіального відстійника з центральним впуском стічних вод

Основні параметри типових первинних радіальних відстійників наведено в табл. А.4 Додатка А. Розрахунок радіального відстійника з центральним впуском стічних вод виконується відповідно до схеми, наведеної на рис. 10.



**Рис. 10 – Розрахункова схема первинного радіального відстійника з центральним впуском стічних вод**

Для даного типу відстійників рекомендуються наступні параметри:

- коефіцієнт використання об'єму  $K_{set}=0,45$ ;
- робоча глибина відстійної частини  $h_I=1,5-5$  м;
- стандартний діаметр відстійника  $D_{set}=18, 24, 30$  або  $40$  м;
- швидкість робочого потоку  $v_w=5-10$  мм/с;
- ефективність освітлення стічних вод  $E=50-55\%$ .

1. Приймається робоча глибина відстійної частини  $h_I$ , відповідно до рекомендованого діапазону значень ( $h_I=1,5-5$  м).

2. Гідравлічна крупність частинок завислих речовин, що відповідає ефективності відстоювання  $55\%$  визначається за формулою (1):

$$u_0 = \frac{1000 \cdot h_1 \cdot K_{set}}{t_{відст} \cdot \left( \frac{h_1 \cdot K_{set}}{h_u} \right)^n}, \text{ мм/с.}$$

3. Якщо температура стічної води у виробничих умовах відрізняється від температури води, при якій проводилася кінетика відстоювання ( $t_{св}=20$  °С), розраховується поправка за формулою (2):

$$u_0^t = \frac{\mu_{20}}{\mu_t} \cdot u_0, \text{ мм/с.}$$

4. Діаметр центральної впускної труби радіального відстійника визначається за формулою (26):

$$d_{ум} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N \cdot v_{ум}}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $d_{ум}$  округляється до першого знака після коми.

5. Діаметр розтрубу центральної впускної труби, що дорівнює висоті розтруба, визначається за формулою (28):

$$d_p = h_p = 1,35 \cdot d_{ум}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $d_p$  ( $h_p$ ) округляється до першого знака після коми.

6. Діаметр напівзануреного кожуху радіального відстійника визначається за формулою:

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N \cdot v_c} + (d_p)^2}, \text{ м,} \quad (49)$$

$v_c$  – швидкість руху стічних вод в приймальній камері, що приймається рівною не більше  $30$  мм/с; мм/с  $\rightarrow$  м/с.

$N$  – кількість відстійників; рекомендується приймати не менше двох.

Отримане значення  $d_k$  округляється до першого знака після коми.

7. Діаметр робочої частини первинного радіального відстійника з центральним впуском стічних вод визначається за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4000 \cdot q_c}{\pi \cdot N \cdot K_{set} \cdot (u_0^t - v_0)} + (d_k)^2}, \text{ м.} \quad (50)$$

Значення вертикальної складової швидкості руху стічних вод у радіальному відстійнику з центральним впуском стічних вод приймається рівним  $v_0=0$  мм/с.

8. Приймається стандартний діаметр первинного радіального відстійника  $D_{set}$ , м, який повинен максимально наблизитися до розрахункового. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшити кількість відстійників  $N$ , перерахувати діаметр  $D$  та прийняти максимально наблизений до нього стандартний діаметр  $D_{set}$ .

9. Для радіальних відстійників обов'язково дотримання співвідношення  $D_{set}/h_1=6-12$ . Перевіряється це співвідношення. Якщо це співвідношення не виконується, необхідно прийняти інше значення робочої глибини відстійної частини  $h_1$  та здійснити перерахунок.

10. Перевіряється фактична швидкість робочого потоку стічних вод в проточній частині відстійника за формулою (46):

$$v_w^* = \frac{2 \cdot q_c}{h_1 \cdot D_{set} \cdot N \cdot \pi}, \text{ м/с} \rightarrow \text{мм/с.}$$

Отримане значення  $v_w^*$  повинно бути в межах, рекомендованих в табл. А.1 Додатка А. Якщо ця умова не виконується, то необхідно змінювати величину  $h_1$  та (або) збільшувати кількість відстійників  $N$  та здійснювати перерахунок.

11. Тривалість відстоювання стічних вод у радіальному відстійнику визначається за формулою (47):

$$T = \frac{1000 \cdot h_1 \cdot K_{set}}{u_0^t}, \text{ секунди} \rightarrow \text{години.}$$

12. Глибина занурення напівзануреного кожуху радіального відстійника визначається за формулою:

$$h_k = 0,9 \cdot h_1, \text{ м.} \quad (51)$$

Отримане значення  $h_k$  округляється до першого знака після коми.

13. Діаметр відбивального щита, що встановлюється з метою запобігання змучування осаду під центральною впускною трубою, визначається за формулою (30):

$$d_{щ} = 1,3 \cdot d_p, \text{ м.}$$

Отримане значення  $d_{щ}$  округляється до першого знака після коми.

14. Высота зазора между отражательным щитом и верхней кромкой раструба центральной впускной трубы визначається за формулою (31):

$$h_{заз} = \frac{q_c}{\pi \cdot N \cdot d_p \cdot v_{заз}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $h_{заз}$  округляється до першого знака після коми.

15. Добова маса осаду, що затримується у відстійниках, визначається за формулою (11):

$$M_{oc} = \frac{Q \cdot C_{завись} \cdot E \cdot K_3}{10^6}, \text{ тонни.}$$

Для первинних радіальних відстійників з центральним впуском стічних вод приймаємо величину  $E=55\%$ . При розрахунку  $E, \% \rightarrow$  в частку.

16. Об'єм осаду, що затримується у відстійниках за добу, визначається за формулою (12):

$$V_{oc} = \frac{100 \cdot M_{oc}}{\rho_{oc} \cdot (100 - X_{oc})}, \text{ м}^3.$$

17. Об'єм осаду, що затримується в одному відстійнику за добу, визначається за формулою (13):

$$V_{oc}^I = \frac{V_{oc}}{N}, \text{ м}^3.$$

18. Витрати осаду при його видаленні з одного відстійника визначаються за формулою (17):

$$q_{oc}^I = \frac{V_{oc}^I}{n_{oc} \cdot t_{oc}}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

19. Діаметр трубопроводу для видалення осаду визначається за формулою (16):

$$d_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{oc}^I}{\pi \cdot v_{oc}}}, \text{ м}.$$

Отримане значення  $d_{oc}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

20. Діаметр нижньої основи прямокутника відстійника визначається за формулою:

$$d_n = K_n \cdot (d_{mp} + 2 \cdot d_{oc}), \text{ м}, \quad (52)$$

$K_n$  – коефіцієнт запасу, що дорівнює  $K_n=1,1-1,25$ .

Отримане значення  $d_n$  округляється до першого знака після коми.

21. Діаметр верхньої основи прямокутника відстійника визначається за формулою:

$$d_n = d_n + \frac{2 \cdot h_n}{\text{tg}\beta}, \text{ м}, \quad (53)$$

$\beta$  – кут нахилу стінок прямокутника до горизонтальної площини, що приймається рівним  $\beta=50-55^\circ$ ;

$h_n$  – глибина (висота) прямокутника, що приймається рівною  $h_n=0,5-1,0$  м.

Отримане значення  $d_n$  округляється до першого знака після коми.

22. Глибина осадової частини відстійника визначається за формулою:

$$h_2 = \left( \frac{D_{set} - d_n}{2} \right) \cdot i, \text{ м}, \quad (54)$$

$i$  – ухил днища відстійника у бік прямокутника, що приймається рівним  $i=0,005-0,05$ .

Отримане значення  $h_2$  округляється до першого знака після коми.

23. Повна глибина (висота) радіального відстійника визначається за формулою (15):

$$H = h_1 + h_2 + h_{\text{борт}}, \text{ м.}$$

24. Повна глибина (висота) відстійника з врахуванням приямка визначається за формулою:

$$H' = H + h_n, \text{ м.} \quad (55)$$

25. Відстань від нижньої кромки напівзануреного кожуха до поверхні осаду (висота нейтральної зони) приймається рівною  $h_{\text{нейтр}}=0,3$  м.

26. Висота шару осаду у стінок відстійника визначається за формулою:

$$h'_{oc} = h_1 - h_k - h_{\text{нейтр}}, \text{ м.} \quad (56)$$

27. Висота шару осаду у відстійнику визначається за формулою:

$$h_{oc} = h'_{oc} - h_2, \text{ м.} \quad (57)$$

28. Діаметр трубопроводу для подачі стічних вод у відстійник визначається за формулою (36):

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N \cdot v_{mp}}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $d_{mp}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

29. Діаметр трубопроводу для відведення освітленої води з відстійника  $d'_{mp}$  визначається за формулою (36) за умови безнапірного руху води в ньому.

30. Діаметр колектору, що підводить стічну воду до відстійників, визначається за формулою (42):

$$D_k = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot v_k}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $D_k$  округляється до першого знака після коми.

31. Діаметр колектора для відведення стічних вод з відстійників  $D'_k$  визначається за формулою (42) за умови безнапірного руху води в них.

32. Ширина лотка, що відводить освітлену воду з відстійника, визначається за формулою (37):

$$b_l = K_n \cdot d'_{mp}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $b_l$  округляється до першого знака після коми.

33. Глибина води у лотку, що відводить освітлену воду з відстійника, визначається за формулою (38):

$$h_l = \frac{q_c}{\pi \cdot N \cdot b_l \cdot v_l}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $h_l$  округляється до першого знака після коми.

34. Висота водозливу у відстійнику визначається за формулою (39):

$$h_{\text{вз}} = h_l + 0,5, \text{ м.}$$

35. Висота зовнішнього оберту лотка, що відводить освітлену воду з відстійника, визначається за формулою (40):

$$h'_l = h_{\text{вз}} + h_{\text{борт}}, \text{ м.}$$

36. Зовнішній діаметр лотка, що відводить освітлену воду з відстійника, визначається за формулою (41):

$$D_l = D_{\text{set}} + 2 \cdot b_l, \text{ м.}$$

Отримане значення  $D_l$  округляється до першого знака після коми.

### 1.5. Порядок розрахунку первинного радіального відстійника з обертовим збірно-розподільчим пристроєм

Для даного типу відстійників рекомендуються наступні параметри:

- коефіцієнт використання об'єму  $K_{\text{set}}=0,85$ ;
- робоча глибина відстійної частини  $h_l=0,8-1,2$  м;
- стандартний діаметр відстійника  $D_{\text{set}}=18$  або  $24$  м;
- ефективність освітлення стічних вод  $E=80\%$ .

1. Приймається робоча глибина відстійної частини  $h_l$ , відповідно до рекомендованого діапазону значень ( $h_l=0,8-1,2$  м).

2. Гідравлічна крупність частинок завислих речовин, що відповідає ефективності відстоювання  $80\%$  визначається за формулою (1):

$$u_0 = \frac{1000 \cdot h_l \cdot K_{\text{set}}}{t_{\text{відст}} \cdot \left( \frac{h_l \cdot K_{\text{set}}}{h_u} \right)^n}, \text{ мм/с.}$$

3. Якщо температура стічної води у виробничих умовах відрізняється від температури води, при якій проводилася кінетика відстоювання ( $t_{\text{св}}=20$  °C), розраховується поправка за формулою (2):

$$u_0^t = \frac{\mu_{20}}{\mu_t} \cdot u_0, \text{ мм/с.}$$

4. Діаметр радіального відстійника з обертовим збірно-розподільчим пристроєм визначається за формулою (43):

$$D = \sqrt{\frac{4000 \cdot q_c}{\pi \cdot K_{\text{set}} \cdot (u_0^t - v_0) \cdot N}}, \text{ м.}$$

$N$  – кількість відстійників; рекомендується приймати не менше двох.

Значення вертикальної складової швидкості руху стічних вод у радіальному відстійнику з обертовим збірно-розподільчим пристроєм приймається рівним  $v_0=0$  мм/с.

5. Приймається стандартний діаметр радіального відстійника  $D_{\text{set}}$ , який повинен максимально наближатися до розрахункового. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшити кількість відстійників  $N$ , перерахувати діаметр  $D$  та прийняти максимально наближений до нього стандартний діаметр  $D_{\text{set}}$ .

6. Перевіряється фактична швидкість робочого потоку стічних вод в проточній частині відстійника за формулою (46):

$$v_w^* = \frac{2 \cdot q_c}{h_1 \cdot D_{set} \cdot N \cdot \pi}, \text{ м/с} \rightarrow \text{мм/с.}$$

Отримане значення  $v_w^*$  повинно бути в межах, рекомендованих в табл. А.1 Додатка А. Якщо ця умова не виконується, то необхідно змінювати величину  $h_1$  та (або) збільшувати кількість відстійників  $N$  та здійснювати перерахунок.

7. Період обертання збірно-розподільчого пристрою радіального відстійника, що залежить від необхідного ступеня очищення, визначається за формулою:

$$T = \frac{\pi \cdot (R_{set})^2 \cdot h_1 \cdot K_{set}}{q_c}, \text{ секунди.} \quad (58)$$

$R_{set}$  – стандартний радіус обраного відстійника що дорівнює  $\frac{D_{set}}{2}$ , м.

8. Швидкість обертання збірно-розподільчого пристрою радіального відстійника визначається за формулою:

$$v_{оберт} = \frac{1}{T}, \text{ обертів/хвилину.} \quad (59)$$

$T$ , секунди  $\rightarrow$  хвилини.

9. Для відстійника даного типу визначається форма перегородки, що розділяє водорозподільчий і водоприймальний лотки. Форма цієї перегородки може бути виражена через наступні параметри, що змінюються:

- ширина водорозподільчого лотка ( $b$ , м), яка визначається за формулою:

$$b = m \cdot \sqrt{(R_l)^2 - (l_l)^2}, \text{ м,} \quad (60)$$

$m$  – відношення ширини водорозподільчого жолоба на його початку до радіусу відстійника, що приймається рівним  $m=0,11-0,12$ ;

$R_l$  – радіус водорозподільчого лотка, що визначається за формулою:

$$R_l = \frac{D_{set}}{2} - b_3, \text{ м,} \quad (61)$$

$b_3$  – зазор між стінкою відстійника та фермою, що приймається рівним  $b_3=0,1-0,15$  м;

$l_l$  – віддалення розрахункового створу лотка від центра відстійника (величиною  $l_l$  задаються в межах від 0 до  $R_l$ );

- висота водозливу ( $h_{вз}$ , м) за довжиною водоприймального лотка, яка залежить від змін за радіусом витрат води, що видаляється з відстійника. Висота водозливу в міру віддалення від центра відстійника розраховується за формулою затопленого водозливу з тонкою стінкою:

$$h_{вз} = 1,24 \cdot \left( \frac{q_c}{N \cdot (R_{set})^2} \cdot l_l \right)^{2/3}, \text{ м,} \quad (62)$$

Результати розрахунку ширини водорозподільчого лотка ( $b$ , м) та висоти водозливу ( $h_{вз}$ , м), задаючись величиною віддалення розрахункового створу лотка  $l_l$  через 1 м, наводять в таблиці:

$l_l$ , м	0	1	2	3	4	5	...
$b$ , м							
$h_{вз}$ , м							

Примітки: Рядок  $l_l$  заповнюється величинами від 0 до  $R_l$ .

10. Кількість струмино-направляючих лопаток ( $N_l$ ) визначається при дотриманні наступного співвідношення:

$$2 \cdot r_l \cdot (2 \cdot N_l + 1) = R_l,$$

величина  $r_l$  приймається рівною 0,1-0,125 м.

$$\text{Звідси, } N_l = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{R_l}{2 \cdot r_l} - 1 \right), \text{ штуки.} \quad (63)$$

Число лопаток не слід приймати більшим 24 штук.

11. Діаметр трубопроводу для подачі стічних вод у відстійник визначається за формулою (36):

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N \cdot v_{mp}}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $d_{mp}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

12. Діаметр трубопроводу для відведення освітленої води з відстійника  $d'_{mp}$  визначається за формулою (36) за умови безнапірного руху води в ньому.

13. Добова маса осаду, що затримується у відстійниках, визначається за формулою (11):

$$M_{oc} = \frac{Q \cdot C_{завись} \cdot E \cdot K_3}{10^6}, \text{ тонни,}$$

Для радіальних відстійників з обертовим збірно-розподільчим пристроєм приймаємо величину  $E=80\%$ . При розрахунку  $E, \% \rightarrow$  в частку.

14. Об'єм осаду, що затримується у відстійниках за добу, визначається за формулою (12):

$$V_{oc} = \frac{100 \cdot M_{oc}}{\rho_{oc} \cdot (100 - X_{oc})}, \text{ м}^3.$$

15. Об'єм осаду, що затримується в одному відстійнику за добу, визначається за формулою (13):

$$V_{oc}^I = \frac{V_{oc}}{N}, \text{ м}^3.$$

16. Витрати осаду при його видаленні з одного відстійника визначаються за формулою (17):



$$q_{oc}^I = \frac{V_{oc}^I}{n_{oc} \cdot t_{oc}}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

17. Діаметр трубопроводу для видалення осаду визначається за формулою (16):

$$d_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{oc}^I}{\pi \cdot v_{oc}}}, \text{ м}.$$

Отримане значення  $d_{oc}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

18. Діаметр нижньої основи прямокутника відстійника визначається за формулою:

$$d_n = K_n \cdot (d_{mp} + d'_{mp} + d_{oc}), \text{ м}, \quad (64)$$

$K_n$  – коефіцієнт запасу, що дорівнює  $K_n=1,1-1,25$ .

Отримане значення  $d_n$  округляється до першого знака після коми.

19. Діаметр верхньої основи прямокутника відстійника визначається за формулою (53):

$$d_n = d_n + \frac{2 \cdot h_n}{\text{tg}\beta}, \text{ м}.$$

Отримане значення  $d_n$  округляється до першого знака після коми.

20. Глибина осадової частини відстійника визначається за формулою (54):

$$h_2 = \left( \frac{D_{set} - d_n}{2} \right) \cdot i, \text{ м}.$$

Ухил днища радіального відстійника з обертовим збірно-розподільчим пристроєм у бік прямокутника дорівнює  $i=0,05$ .

Отримане значення  $h_2$  округляється до першого знака після коми.

21. Висота шару осаду в радіальному відстійнику визначається за формулою:

$$h_{oc} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_{oc}^I \cdot (i)^2}{\pi \cdot n_{oc}}}, \text{ м}. \quad (65)$$

Отримане значення  $h_{oc}$  округляється до першого знака після коми.

Висота шару осаду повинна бути в межах не менше 0,3-0,4 м. Якщо при розрахунку величини  $h_{oc}$  ця умова не виконується, приймається рекомендована висота шару осаду, тобто  $h_{oc}=0,3-0,4$  м.

22. Повна глибина (висота) радіального відстійника з обертовим збірно-розподільчим пристроєм визначається за формулою:

$$H = h_1 + h_{нейтр} + h_{oc} + h_{обрт}, \text{ м}, \quad (66)$$

$h_{нейтр}$  – висота захисного (нейтрального) шару, що попереджає взмучування осаду, який випав на дно відстійника та приймається рівною  $h_{нейтр}=0,5-0,7$  м.

23. Повна глибина (висота) відстійника з врахуванням прямокутника визначається за формулою (55):

$$H' = H + h_n, \text{ м}.$$

24. Діаметр колектору, що підводить стічну воду до відстійників, визначається за формулою (42):

$$D_{\kappa} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot v_{\kappa}}}, \text{ м.}$$

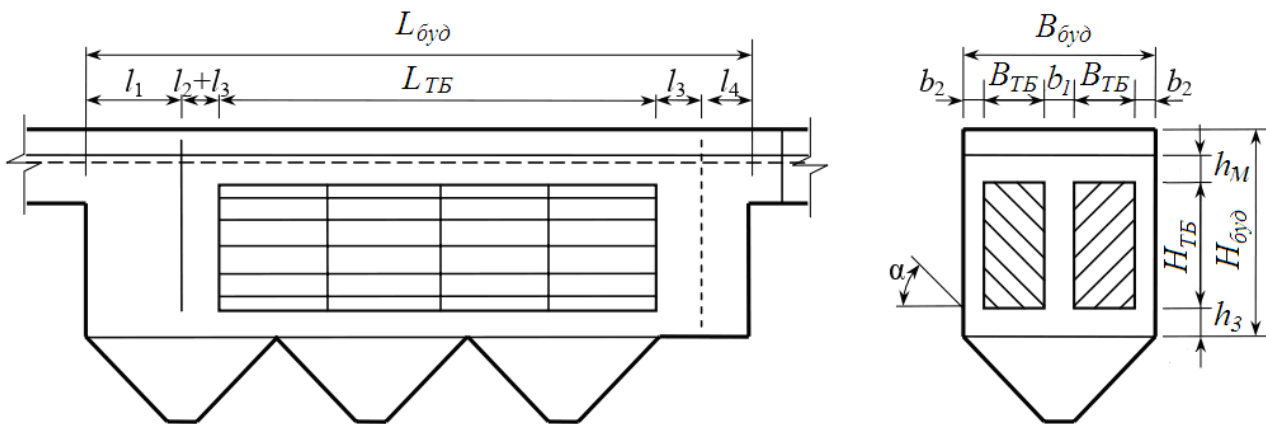
Отримане значення  $D_{\kappa}$  округляється до першого знака після коми.

25. Діаметр колектора для відведення стічних вод з відстійників  $D'_{\kappa}$  визначається за формулою (42) за умови безнапірного руху води в них.

## 2. Порядок розрахунку тонкошарових відстійників

2.1. Порядок розрахунку тонкошарових відстійників з перехресною схемою видалення осаду

Розрахункова схема тонкошарового відстійника з перехресною схемою видалення осаду наведена на рис. 11.



**Рис. 11 – Розрахункова схема тонкошарового відстійника з перехресною схемою видалення осаду**

Для даного типу відстійників рекомендуються наступні параметри:

- коефіцієнт використання об'єму  $K_{set}=0,8$ ;
- висота ярусу тонкошарового відстійника (глибина відстійної частини)  $h_{я}=0,025-0,2$  м. При високих концентраціях забруднень рекомендується приймати більші значення;
- ширина ярусу тонкошарового блоку  $B_{set}=1,5$  м;
- швидкість робочого потоку  $v_w=5-10$  мм/с;
- кут нахилу пластин  $\alpha=45-60^\circ$ . Більші значення кута нахилу приймаються для вод, що не оброблюються реагентами;
- ефективність освітлення стічних вод  $E=65\%$ .

1. Приймається висота ярусу тонкошарового відстійника (глибина відстійної частини)  $h_{я}$ , відповідно до рекомендованого діапазону значень ( $h_{я}=0,025-0,2$  м).

2. Гідравлічна крупність частинок завислих речовин, що відповідає ефективності відстоювання 65% визначається за формулою (1):

$$u_0 = \frac{1000 \cdot h_y \cdot K_{set}}{t_{eidcm} \cdot \left( \frac{h_y \cdot K_{set}}{h_y} \right)^n}, \text{ мм/с.}$$

3. Якщо температура стічної води у виробничих умовах відрізняється від температури води, при якій проводилася кінетика відстоювання ( $t_{c\sigma}=20^\circ\text{C}$ ), розраховується поправка за формулою (2):

$$u_0^t = \frac{\mu_{20}}{\mu_t} \cdot u_0, \text{ мм/с.}$$

4. Довжина ярусу тонкошарового блоку визначається за формулою:

$$L_{TB} = \frac{v_w \cdot h_y \cdot K_s}{u_0^t}, \text{ м,} \quad (67)$$

$K_s$  – коефіцієнт знесення виділених частинок, що приймається рівним при плоских пластинах  $K_s=1,2$ , при рифлених –  $K_s=1$ .

Отримане значення  $L_{TB}$  округляється до першого знака після коми.

5. Кількість тонкошарових блоків ( $n_\delta$ ) в одному ряду, виходячи з того, що довжина пластини в ярусі ( $l_\delta$ ) знаходиться в межах 0,5-2 м, знаходять методом підбора наступним чином:

- задається довжина блоку модуля  $l_\delta$  в діапазоні від 0,5 до 2 м;
- довжину ярусу тонкошарового блоку  $L_{TB}$  ділять на прийнятну довжину блоку модуля  $l_\delta$ ;
- знаходиться кількість блоків  $n_\delta$  (залишається тільки ціле число);
- уточнюється довжина ярусу тонкошарового блоку ( $L_{TB}^* = l_\delta \cdot n_\delta$ ), значення якої повинно максимально наближатися до розрахованої раніше величини  $L_{TB}$ .

Отримане значення  $L_{TB}^*$  округляється до першого знака після коми.

Якщо значення  $L_{TB}^*$  значно відрізняється від розрахункового  $L_{TB}$ , необхідно прийняти іншу довжину модуля  $l_\delta$  та провести перерахунок відповідно до вищезазначеного алгоритму.

6. Висота тонкошарового блоку визначається за формулою:

$$H_{TB} = \frac{q_z \cdot h_y \cdot K_s}{7,2 \cdot N \cdot K_{set} \cdot L_{TB}^* \cdot u_0^t}, \text{ м,} \quad (68)$$

$q_z$  – витрати стічних вод, які надходять до очисної споруди за годину, що визначаються за формулою:

$$q_z = q_c \cdot 3600, \text{ м}^3/\text{годину};$$

$N$  – кількість відділень відстійників; рекомендується приймати не менше двох.

Отримане значення  $H_{TB}$  округляється до першого знака після коми.

Висоту тонкошарового блоку рекомендується приймати в діапазоні  $H_{TB}=1-2$  м. Якщо отримане значення  $H_{TB}$  перевищує рекомендований діапазон,

необхідно збільшити кількість відділень відстійника  $N$  та провести перерахунок.

7. Будівельна висота тонкошарового відстійника визначається за формулою:

$$H_{\text{б\у\д}} = H_{\text{ТБ}} + h_3 + h_M + h_{\text{борт}}, \text{ м}, \quad (69)$$

$h_3$  – висота, необхідна для розташування рами, на яку кріпляться тонкошарові блоки, що приймається рівною  $h_3=0,2-0,3$  м;

$$h_M=0,1 \text{ м};$$

$$h_{\text{борт}}=0,3-0,5 \text{ м}.$$

8. Ширина ярусу тонкошарового блоку приймається рівною  $B_{\text{set}}=1,5$  м.

9. Виходячи з умови, що по одній прямій розташовуються два тонкошарові блоки, ширина пластини одного тонкошарового блоку в ряду визначається за формулою:

$$B_{\text{ТБ}} = \frac{B_{\text{set}}}{2}, \text{ м}. \quad (70)$$

10. Максимальна ширина пластини одного тонкошарового блоку в ряду визначається за формулою:

$$B_{\text{max}} = \frac{B_{\text{ТБ}}}{\cos \alpha}, \text{ м}. \quad (71)$$

Отримане значення  $B_{\text{max}}$  округляється до першого знака після коми.

11. Будівельна ширина секції тонкошарового відстійника визначається за формулою:

$$B_{\text{б\у\д}} = 2 \cdot B_{\text{ТБ}} + b_1 + 2 \cdot b_2, \text{ м}, \quad (72)$$

$b_1$  – відстань між тонкошаровими блоками, що приймається рівною  $b_1=0,25$  м;

$b_2$  – відстань від тонкошарового блоку до торцевої стінки відстійника, що приймається рівною  $b_2=0,05-0,1$  м.

Отримане значення  $B_{\text{б\у\д}}$  округляється до першого знака після коми.

12. Тривалість відстоювання стічних вод у тонкошаровому відстійнику визначається за формулою:

$$T = \frac{1000 \cdot h_{\text{я}}}{60 \cdot u_0^t}, \text{ хвилини}. \quad (73)$$

Отримане значення  $T$  округляється до максимально цілого числа.

Тривалість відстоювання стічних вод в тонкошарових відстійниках повинна складати  $T=4-10$  хвилин. Якщо ця умова не виконується, необхідно змінювати величину  $h_{\text{я}}$  та здійснювати перерахунок.

13. Перевіряється фактична швидкість робочого потоку стічних вод в тонкошаровому відстійнику за формулою:

$$v_w^* = \frac{q_c}{K_{\text{set}} \cdot H_{\text{ТБ}} \cdot 2 \cdot B_{\text{ТБ}}}, \text{ м/с} \rightarrow \text{мм/с}. \quad (74)$$

Отримане значення  $v_w^*$  повинно бути в межах, рекомендованих в табл. А.1 Додатка А, тобто  $v_w^* \leq 5-10$  мм/с. Якщо ця умова не виконується, то необхідно змінювати величину  $h_n$  та (або) швидкість робочого потоку стічних вод  $v_w$  та здійснювати перерахунок.

14. Будівельна довжина секції тонкошарового відстійника визначається за формулою:

$$L_{\text{б\ddot{y}д}} = L_{\text{ТБ}}^* + l_1 + l_2 + 2 \cdot l_3 + l_4, \text{ м}, \quad (75)$$

$l_1$  – довжина камери попереднього освітлення стічних вод для видалення крупних домішок, що визначається за формулою:

$$l_1 = \frac{q_z \cdot t}{60 \cdot N \cdot H_{\text{ТБ}} \cdot K_3 \cdot B_{\text{б\ddot{y}д}}}, \text{ м}, \quad (76)$$

$t$  – тривалість перебування потоку в зоні видалення (осідання), що приймається рівною  $t=2-3$  хвилини;

Отримане значення  $l_1$  округляється до першого знака після коми.

$l_2$  – довжина, що дорівнює  $l_2=0,2$  м – при використанні пропорційного пристрою для розподілення води;  $l_2=0$  м – при використанні дірчастої перегородки;

$K_3$  – коефіцієнт використання зони, що приймається рівним  $K_3=0,3$ ;

$l_3$  – відстань від тонкошарового блоку до напівзануреної перегородки, що приймається рівною  $l_3=0,2-0,25$  м;

$l_4$  – відстань від напівзануреної перегородки до торцевої стінки тонкошарового відстійника, що приймається рівною  $l_4=0,15-0,2$  м.

15. Добова маса осаду, що затримується у відстійниках, визначається за формулою (11):

$$M_{\text{ос}} = \frac{Q \cdot C_{\text{завись}} \cdot E \cdot K_3}{10^6}, \text{ тонни.}$$

Для тонкошарових відстійників приймаємо величину  $E=65\%$ . При розрахунку  $E, \% \rightarrow$  в частку.

16. Об'єм осаду, що затримується у відстійниках за добу, визначається за формулою (12):

$$V_{\text{ос}} = \frac{100 \cdot M_{\text{ос}}}{\rho_{\text{ос}} \cdot (100 - X_{\text{ос}})}, \text{ м}^3.$$

17. При видаленні осаду під гідростатичним тиском місткість приямка первинних відстійників приймається рівною об'єму осаду, що виділяється за період не більше двох діб, тобто  $T_{\text{ос}}=2$  доби.

Об'єм осаду, що затримується у відстійниках за дві доби, визначається за формулою:

$$W_{\text{ос}} = T_{\text{ос}} \cdot V_{\text{ос}}, \text{ м}^3, \quad (77)$$

18. Об'єм осаду, що затримується в одному відстійнику за дві доби, визначається за формулою:

$$W_{oc}^I = \frac{W_{oc}}{N}, \text{ м}^3. \quad (78)$$

19. Доцільно використовувати багатобункерну конструкцію відстійника з видаленням осаду під гідростатичним тиском. Приймаємо, що в одному відділенні тонкошарового відстійника передбачається три бункери для видалення осаду, тобто  $n_n=3$ .

20. Витрати осаду при його видаленні з одного бункера відділення відстійника визначаються за формулою:

$$q_{oc}^I = \frac{W_{oc}^I}{3600 \cdot n_n \cdot t_{oc}}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (79)$$

$t_{oc}$  – тривалість вивантаження осаду, що приймається рівною  $t_{oc}=0,5-2$  години; години  $\rightarrow$  секунди.

21. Діаметр трубопроводу для видалення осаду з одного бункера відділення тонкошарового відстійника визначається за формулою (16):

$$d_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{oc}^I}{\pi \cdot v_{oc}}}, \text{ м}.$$

Отримане значення  $d_{oc}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

22. Довжина нижньої основи прямоку тонкошарового відстійника визначається за формулою (18):

$$l_n = K_n \cdot d_{oc}, \text{ м}.$$

Отримане значення  $l_n$  округляється до першого знака після коми.

23. Довжина верхньої основи прямоку тонкошарового відстійника визначається за формулою:

$$L_n = \frac{(L_{ТБ}^* + l_1 + l_2 + 2 \cdot l_3)}{n_n}, \text{ м}. \quad (80)$$

Отримане значення  $L_n$  округляється до першого знака після коми.

24. Глибина прямоку тонкошарового відстійника визначається за формулою (20):

$$h_n = \left( \frac{L_n - l_n}{2} \right) \cdot \text{tg} \beta, \text{ м}.$$

Кут нахилу стінок прямоку тонкошарового відстійника до горизонтальної площини приймається рівним  $\beta=50-60^\circ$ .

Отримане значення  $h_n$  округляється до першого знака після коми.

25. Діаметр трубопроводу для подачі стічних вод у відстійник визначається за формулою (36):

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N \cdot v_{mp}}}, \text{ м}.$$

Отримане значення  $d_{mp}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

26. Діаметр трубопроводу для відведення освітленої води з відстійника  $d'_{тр}$  визначається за формулою (36) за умови безнапірного руху води в ньому.

27. Ширина водорозподільного (водозбірного) лотка та глибина води в ньому визначається за формулою (23):

$$b_l = h_l = \sqrt{\frac{q_c}{N \cdot v_l}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $b_l$  ( $h_l$ ) округляється до першого знака після коми.

28. Глибина водорозподільного (водозбірного) лотка визначається за формулою (24):

$$H_l = h_l + h_{борт}, \text{ м.}$$

29. Діаметр колектору, що підводить стічну воду до відстійників, визначається за формулою (42):

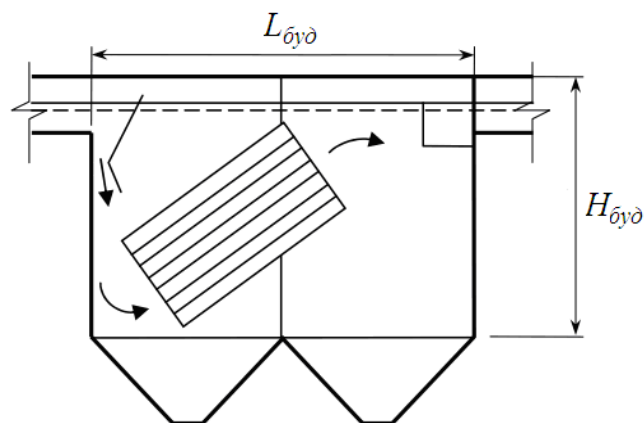
$$D_k = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot v_k}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $D_k$  округляється до першого знака після коми.

30. Діаметр колектора для відведення стічних вод з відстійників  $D'_k$  визначається за формулою (42) за умови безнапірного руху води в них.

## 2.2. Порядок розрахунку тонкошарових відстійників з протиточною схемою видалення осаду (варіант 1)

Розрахункова схема тонкошарового відстійника з протиточною схемою видалення осаду наведена на рис. 12.



**Рис. 12 – Розрахункова схема тонкошарового відстійника з протиточною схемою видалення осаду (варіант 1)**

Для даного типу відстійників рекомендуються наступні параметри:

- коефіцієнт використання об'єму  $K_{set}=0,5-0,7$ ;
- висота ярусу тонкошарового відстійника (глибина відстійної частини)  $h_я=0,025-0,2$  м. При високих концентраціях забруднень рекомендується приймати більші значення;

- ширина ярусу тонкошарового блоку  $B_{set}=2-6$  м;
- швидкість робочого потоку  $v_w=5-10$  мм/с;
- кут нахилу пластин  $\alpha=45-60^\circ$ . Більші значення кута нахилу приймаються для вод, що не оброблюються реагентами;
- ефективність освітлення стічних вод  $E=65\%$ .

1. Приймається висота ярусу тонкошарового відстійника (глибина відстійної частини)  $h_{я}$ , відповідно до рекомендованого діапазону значень ( $h_{я}=0,025-0,2$  м).

2. Гідравлічна крупність частинок завислих речовин, що відповідає ефективності відстоювання 65% визначається за формулою (1):

$$u_0 = \frac{1000 \cdot h_{я} \cdot K_{set}}{t_{відст} \cdot \left( \frac{h_{я} \cdot K_{set}}{h_{ц}} \right)^n}, \text{ мм/с.}$$

3. Якщо температура стічної води у виробничих умовах відрізняється від температури води, при якій проводилася кінетика відстоювання ( $t_{св}=20^\circ\text{C}$ ), розраховується поправка за формулою (2):

$$u_0^t = \frac{\mu_{20}}{\mu_t} \cdot u_0, \text{ мм/с.}$$

4. Довжина ярусу тонкошарового блоку визначається за формулою:

$$L_{ТБ} = \frac{v_w \cdot h_{я}}{u_0^t}, \text{ м.} \quad (81)$$

Отримане значення  $L_{ТБ}$  округляється до першого знака після коми.

5. Відстань між пластинами при заданому куті нахилу  $\alpha$  визначається за формулою:

$$b_{пл} = h_{я} \cdot \cos \alpha, \text{ м.} \quad (82)$$

Отримане значення  $b_{пл}$  округляється до першого знака після коми.

6. Кількість ярусів у тонкошаровому блоці визначається за формулою:

$$n_{я} = \frac{L_{ТБ}}{b_{пл} + \delta} \cdot \sin \alpha, \text{ штуки (залишається тільки ціле число),} \quad (83)$$

$\delta$  – товщина пластин у тонкошаровому відстійнику, що приймається рівною  $\delta=3$  мм; мм  $\rightarrow$  м.

7. Висота тонкошарового блоку визначається за формулою:

$$H_{ТБ} = b_{пл} \cdot n_{я}, \text{ м.} \quad (84)$$

Отримане значення  $H_{ТБ}$  округляється до першого знака після коми.

8. Ширина тонкошарового блоку визначається за формулою:

$$B_{ТБ} = \frac{q_z}{3,6 \cdot N \cdot H_{ТБ} \cdot K_{set} \cdot v_w}, \text{ м,} \quad (85)$$

$N$  – кількість відділень відстійників; рекомендується приймати не менше двох.



Отримане значення  $V_{TB}$  округляється до першого знака після коми.

Отримане значення  $V_{TB}$ , м, повинно знаходитися в межах, рекомендованих в табл. А.1 Додатка А ( $B_{set}=2-6$  м). Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшити кількість відділень відстійника  $N$  та провести перерахунок.

9. Тривалість відстоювання стічних вод у тонкошаровому відстійнику визначається за формулою (73):

$$T = \frac{1000 \cdot h_{я}}{60 \cdot u_0^t}, \text{ хвилини.}$$

Отримане значення  $T$  округляється до максимально цілого числа.

10. Перевіряється фактична швидкість робочого потоку стічних вод в тонкошаровому відстійнику за формулою:

$$v_w^* = \frac{q_c}{K_{set} \cdot H_{TB} \cdot B_{TB}}, \text{ м/с} \rightarrow \text{мм/с.} \quad (86)$$

Отримане значення  $v_w^*$  повинно бути в межах, рекомендованих в табл. А.1 Додатка А, тобто  $v_w^* \leq 5-10$  мм/с. Якщо ця умова не виконується, то необхідно змінювати величину  $h_{я}$  та (або) швидкість робочого потоку стічних вод  $v_w$  та здійснювати перерахунок.

11. Будівельна довжина тонкошарового відстійника визначається за формулою:

$$L_{б\gamma\delta} = L_{TB} \cdot \sin \alpha + \frac{H_{TB}}{\sin \alpha} + 0,5, \text{ м.} \quad (87)$$

Отримане значення  $L_{б\gamma\delta}$  округляється до першого знака після коми.

12. Будівельна висота тонкошарового відстійника визначається за формулою:

$$H_{б\gamma\delta} = h_1 + h_2 + h_3, \text{ м,} \quad (88)$$

$h_1=0,5$  м – за умови більш рівномірного скиду очищеної води;

$$h_2 = L_{TB} \cdot \sin \alpha + H_{TB} \cdot \cos \alpha, \text{ м.} \quad (89)$$

Отримане значення  $h_2$  округляється до першого знака після коми.

$h_3=0,5$  м – за умови рівномірності розподілу води між ярусами тонкошарового блоку.

13. Добова маса осаду, що затримується у відстійниках, визначається за формулою (11):

$$M_{oc} = \frac{Q \cdot C_{завись} \cdot E \cdot K_3}{10^6}, \text{ тонни.}$$

Для тонкошарових відстійників приймаємо величину  $E=65\%$ . При розрахунку  $E, \% \rightarrow$  в частку.

14. Об'єм осаду, що затримується у відстійниках за добу, визначається за формулою (12):

$$V_{oc} = \frac{100 \cdot M_{oc}}{\rho_{oc} \cdot (100 - X_{oc})}, \text{ м}^3.$$

15. При видаленні осаду під гідростатичним тиском місткість прямка первинних відстійників приймається рівною об'єму осаду, що виділяється за період не більше двох діб, тобто  $T_{oc}=2$  доби.

Об'єм осаду, що затримується у відстійниках за дві доби, визначається за формулою (77):

$$W_{oc} = T_{oc} \cdot V_{oc}, \text{ м}^3.$$

16. Об'єм осаду, що затримується в одному відстійнику за дві доби, визначається за формулою (78):

$$W_{oc}^I = \frac{W_{oc}}{N}, \text{ м}^3.$$

17. Доцільно використовувати багатобункерну конструкцію відстійника з видаленням осаду під гідростатичним тиском. Приймаємо, що в одному відділенні тонкошарового відстійника передбачається два бункери для видалення осаду, тобто  $n_n=2$ .

18. Витрати осаду при його видаленні з одного бункера відділення відстійника визначаються за формулою (79):

$$q_{oc}^I = \frac{W_{oc}^I}{3600 \cdot n_n \cdot t_{oc}}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

19. Діаметр трубопроводу для видалення осаду з одного бункера відділення тонкошарового відстійника визначається за формулою (16):

$$d_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{oc}^I}{\pi \cdot v_{oc}}}, \text{ м}.$$

Отримане значення  $d_{oc}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

20. Довжина нижньої основи прямку тонкошарового відстійника визначається за формулою (18):

$$l_n = K_n \cdot d_{oc}, \text{ м}.$$

Отримане значення  $l_n$  округляється до першого знака після коми.

21. Довжина верхньої основи прямку тонкошарового відстійника визначається за формулою:

$$L_n = \frac{(L_{TB}^* + l_1 + l_2 + 2 \cdot l_3)}{n_n}, \text{ м}. \quad (90)$$

Отримане значення  $L_n$  округляється до першого знака після коми.

22. Глибина прямку тонкошарового відстійника визначається за формулою (20):

$$h_n = \left( \frac{L_n - l_n}{2} \right) \cdot \text{tg} \beta, \text{ м}.$$

Кут нахилу стінок прямку тонкошарового відстійника до горизонтальної площини приймається рівним  $\beta=50-60^\circ$ .

Отримане значення  $h_n$  округляється до першого знака після коми.

23. Діаметр трубопроводу для подачі стічних вод у відстійник визначається за формулою (36):

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N \cdot v_{mp}}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $d_{mp}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

24. Діаметр трубопроводу для відведення освітленої води з відстійника  $d'_{mp}$  визначається за формулою (36) за умови безнапірного руху води в ньому.

25. Ширина водорозподільчого (водозбірного) лотка та глибина води в ньому визначається за формулою (23):

$$b_l = h_l = \sqrt{\frac{q_c}{N \cdot v_l}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $b_l$  ( $h_l$ ) округляється до першого знака після коми.

26. Глибина водорозподільчого (водозбірного) лотка визначається за формулою (24):

$$H_l = h_l + h_{\text{борт}}, \text{ м.}$$

27. Діаметр колектору, що підводить стічну воду до відстійників, визначається за формулою (42):

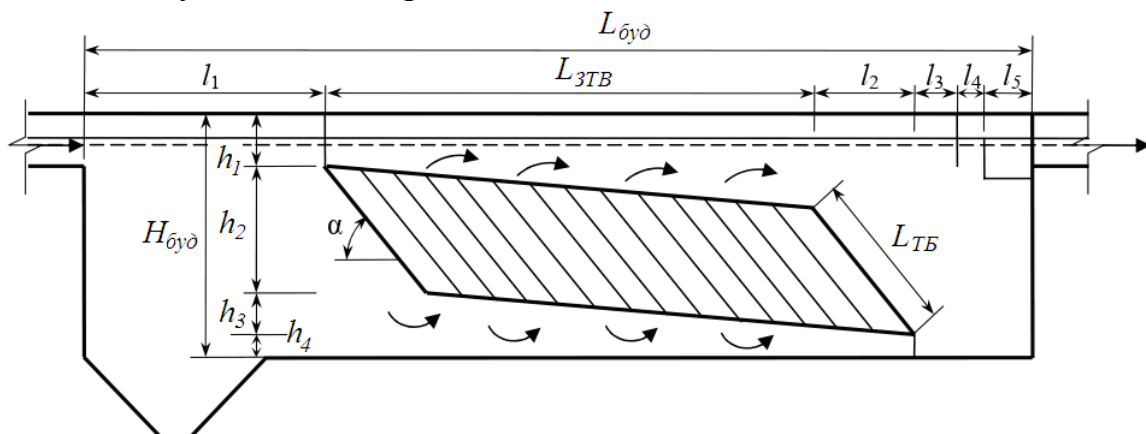
$$D_k = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot v_k}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $D_k$  округляється до першого знака після коми.

28. Діаметр колектора для відведення стічних вод з відстійників  $D'_k$  визначається за формулою (42) за умови безнапірного руху води в них.

2.3. Порядок розрахунку тонкошарових відстійників з протиточною схемою видалення осаду (варіант 2)

Розрахункова схема тонкошарового відстійника з протиточною схемою видалення осаду наведена на рис. 13.



**Рис. 13 – Розрахункова схема тонкошарового відстійника з протиточною схемою видалення осаду (варіант 2)**

Для даного типу відстійників рекомендуються наступні параметри:

- коефіцієнт використання об'єму  $K_{set}=0,5-0,7$ ;
- висота ярусу тонкошарового відстійника (глибина відстійної частини)  $h_{я}=0,025-0,2$  м. При високих концентраціях забруднень рекомендується приймати більші значення;
- ширина ярусу тонкошарового блоку  $B_{set}=2-6$  м;
- швидкість робочого потоку  $v_w=5-10$  мм/с;
- кут нахилу пластин  $\alpha=45-60^\circ$ . Більші значення кута нахилу приймаються для вод, що не оброблюються реагентами;
- ефективність освітлення стічних вод  $E=65\%$ .

1. Приймається висота ярусу тонкошарового відстійника (глибина відстійної частини)  $h_{я}$ , відповідно до рекомендованого діапазону значень ( $h_{я}=0,025-0,2$  м).

2. Гідравлічна крупність частинок завислих речовин, що відповідає ефективності відстоювання 65% визначається за формулою (1):

$$u_0 = \frac{1000 \cdot h_{я} \cdot K_{set}}{t_{відст} \cdot \left( \frac{h_{я} \cdot K_{set}}{h_{ц}} \right)^n}, \text{ мм/с.}$$

3. Якщо температура стічної води у виробничих умовах відрізняється від температури води, при якій проводилася кінетика відстоювання ( $t_{сб}=20^\circ\text{C}$ ), розраховується поправка за формулою (2):

$$u_0^t = \frac{\mu_{20}}{\mu_t} \cdot u_0, \text{ мм/с.}$$

4. Довжина ярусу тонкошарового блоку визначається за формулою (81):

$$L_{TB} = \frac{v_w \cdot h_{я}}{u_0^t}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $L_{TB}$  округляється до першого знака після коми.

5. Приймається ширина одного тонкошарового блоку (секції відстійника)  $B_{TB}$  в межах, рекомендованих в табл. А.1 Додатка А ( $B_{TB}=B_{set}=2-6$  м).

6. Довжина зони тонкошарового відстоювання визначається за формулою:

$$L_{ЗТВ} = \frac{q_2}{3,6 \cdot N \cdot B_{TB} \cdot K_{set} \cdot v_w}, \text{ м,} \quad (91)$$

$q_2$  – годинні витрати стічних вод, що надходять до очисної споруди та визначаються за формулою (59), м<sup>3</sup>/годину.

$N$  – кількість відділень відстійників; рекомендується приймати не менше двох.

Отримане значення  $L_{ЗТВ}$  округляється до першого знака після коми.

Отримане значення  $L_{ЗТВ}$  не повинно перевищувати 4-5 м. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшити кількість відділень тонкошарового відстійника  $N$  та здійснити перерахунок.

7. Будівельна довжина тонкошарового відстійника визначається за формулою:

$$L_{\text{буд}} = L_{\text{ЗТВ}} + l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5, \text{ м}, \quad (92)$$

$l_1$  – довжина зони видалення крупних домішок, що приймається рівною  $l_1=1-1,5$  м;

$$l_2 = L_{\text{ТБ}} \cdot \sin(90 - \alpha), \text{ м}; \quad (93)$$

Отримане значення  $l_2$  округляється до першого знака після коми.

$l_3$  – відстань від тонкошарового блоку до напівзануреної перегородки, що приймається рівною  $l_3=0,3$  м;

$l_4$  – відстань від напівзануреної перегородки до водозбірного лотка, що приймається рівною  $l_4=0,05-0,1$  м;

$l_5$  – довжина водозбірного лотка, що приймається рівною  $l_5=0,4-0,5$  м.

8. Будівельна висота тонкошарового відстійника визначається за формулою:

$$H_{\text{буд}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \text{ м}, \quad (94)$$

$h_1 \geq 0,6$  м;

$$h_2 = L_{\text{ТБ}} \cdot \sin \alpha, \text{ м}; \quad (95)$$

Отримане значення  $h_2$  округляється до першого знака після коми.

$h_3=0,2-0,5$  м;

$h_4=0,4-0,5$  м.

9. Тривалість відстоювання стічних вод у тонкошаровому відстійнику визначається за формулою (73):

$$T = \frac{1000 \cdot h_{\text{я}}}{60 \cdot u_0^t}, \text{ хвилини.}$$

Отримане значення  $T$  округляється до максимально цілого числа.

10. Добова маса осаду, що затримується у відстійниках, визначається за формулою (11):

$$M_{\text{ос}} = \frac{Q \cdot C_{\text{завись}} \cdot E \cdot K_3}{10^6}, \text{ тонни.}$$

Для тонкошарових відстійників приймаємо величину  $E=65\%$ . При розрахунку  $E, \% \rightarrow$  в частку.

11. Об'єм осаду, що затримується у відстійниках за добу, визначається за формулою (12):

$$V_{\text{ос}} = \frac{100 \cdot M_{\text{ос}}}{\rho_{\text{ос}} \cdot (100 - X_{\text{ос}})}, \text{ м}^3.$$

12. При видаленні осаду під гідростатичним тиском місткість приямка первинних відстійників приймається рівною об'єму осаду, що виділяється за період не більше двох діб, тобто  $T_{\text{ос}}=2$  доби.

Об'єм осаду, що затримується у відстійниках за дві доби, визначається за формулою (77):

$$W_{\text{ос}} = T_{\text{ос}} \cdot V_{\text{ос}}, \text{ м}^3.$$

13. Об'єм осаду, що затримується в одному відстійнику за дві доби, визначається за формулою (78):

$$W_{oc}^I = \frac{W_{oc}}{N}, \text{ м}^3.$$

14. Витрати осаду при його видаленні з одного бункера відділення відстійника визначаються за формулою:

$$q_{oc}^I = \frac{W_{oc}^I}{3600 \cdot t_{oc}}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (96)$$

$t_{oc}$  – тривалість вивантаження осаду, що приймається рівною  $t_{oc}=0,5-2$  години; години  $\rightarrow$  секунди.

15. Діаметр трубопроводу для видалення осаду з одного бункера відділення тонкошарового відстійника визначається за формулою (16):

$$d_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{oc}^I}{\pi \cdot v_{oc}}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $d_{oc}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

16. Довжина нижньої основи прямоку тонкошарового відстійника визначається за формулою (18):

$$l_n = K_n \cdot d_{oc}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $l_n$  округляється до першого знака після коми.

17. Довжина верхньої основи прямоку тонкошарового відстійника визначається за формулою (19):

$$L_n = 0,05 \cdot L_{б\text{уд}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $L_n$  округляється до першого знака після коми.

19. Глибина прямоку тонкошарового відстійника визначається за формулою (20):

$$h_n = \left( \frac{L_n - l_n}{2} \right) \cdot \text{tg}\beta, \text{ м.}$$

Кут нахилу стінок прямоку тонкошарового відстійника до горизонтальної площини приймається рівним  $\beta=50-60^\circ$ .

Отримане значення  $h_n$  округляється до першого знака після коми.

20. Діаметр трубопроводу для подачі стічних вод у відстійник визначається за формулою (36):

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N \cdot v_{mp}}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $d_{mp}$  округляється до стандартного розміру діаметра.

21. Діаметр трубопроводу для відведення освітленої води з відстійника  $d'_{mp}$  визначається за формулою (36) за умови безнапірного руху води в ньому.

22. Ширина водорозподільчого (водозбірною) лотка та глибина води в ньому визначається за формулою (23):

$$b_l = h_l = \sqrt{\frac{q_c}{N \cdot v_l}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $b_l$  ( $h_l$ ) округляється до першого знака після коми.

23. Глибина водорозподільного (водозбірною) лотка визначається за формулою (24):

$$H_l = h_l + h_{\text{борт}}, \text{ м.}$$

24. Діаметр колектору, що підводить стічну воду до відстійників, визначається за формулою (42):

$$D_k = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot v_k}}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $D_k$  округляється до першого знака після коми.

25. Діаметр колектора для відведення стічних вод з відстійників  $D'_k$  визначається за формулою (42) за умови безнапірного руху води в них.

### **3. Порядок розрахунку існуючих відстійників, що реконструюються в тонкошарові при протиточній схемі видалення осаду**

3.1. *Порядок розрахунку горизонтальних відстійників, що реконструюються в тонкошарові при протиточній схемі видалення осаду*

Розрахунок здійснюється за схемою, що наведена на рис. 7, а.

1. За необхідності підвищення ефективності відстоювання промислових стічних вод за формулою (1) визначається гідравлічна крупність завислих частинок, що відповідає ефективності відстоювання в тонкошарових відстійниках  $E=65\%$ .

За необхідності збільшення тільки пропускної здатності відстійників, розрахункова гідравлічна крупність  $u_0$  не змінюється.

2. Якщо температура стічної води у виробничих умовах відрізняється від температури води, при якій проводилася кінетика відстоювання ( $t_{ce}=20^\circ\text{C}$ ), розраховується поправка  $u_0^t$  за формулою (2).

3. Приймається ширина тонкошарового блоку, що дорівнює ширині секції горизонтального відстійника  $V_{TB}=V_{set}$ . Значення  $V_{set}$  обирається за допомогою табл. А.2 Додатка А з урахуванням розрахункової пропускної здатності горизонтального відстійника ( $q_z$ , м<sup>3</sup>/годину). При цьому, годинні витрати стічних вод, що надходять до очисної споруди визначаються за формулою:

$$q_z = q_c \cdot 3600, \text{ м}^3/\text{годину.}$$

4. Приймається кут нахилу пластин до горизонтальної площини  $\alpha$ , значення якого знаходяться в діапазоні  $\alpha=45-60^\circ$ . Більші значення кута нахилу приймаються для вод, що не оброблюються реагентами.

5. Приймається висота ярусу тонкошарового відстійника (глибина відстійної частини)  $h_{я}$ , відповідно до рекомендованого діапазону значень ( $h_{я}=0,025-0,2$  м).

6. Приймається швидкість робочого потоку  $v_w$ , значення якої знаходяться в діапазоні  $v_w=5-10$  мм/с.

7. Приймається коефіцієнт використання об'єму  $K_{set}$ , значення якого знаходяться в діапазоні  $K_{set}=0,5-0,7$ .

8. Довжина ярусу тонкошарового блоку визначається за формулою (81):

$$L_{TB} = \frac{v_w \cdot h_y}{u_0^t}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $L_{TB}$  округляється до першого знака після коми.

9. Довжина зони тонкошарового відстоювання визначається за формулою (91):

$$L_{ЗТВ} = \frac{q_z}{3,6 \cdot N \cdot B_{TB} \cdot K_{set} \cdot v_w}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $L_{ЗТВ}$  округляється до першого знака після коми.

10. Висота тонкошарового блоку визначається за формулою:

$$H_{TB} = \frac{q_z \cdot h_y}{3,6 \cdot N \cdot B_{TB} \cdot L_{ЗТВ} \cdot K_{set} \cdot u_0^t}, \text{ м.} \quad (97)$$

Отримане значення  $H_{TB}$  округляється до першого знака після коми.

11. Кількість ярусів в тонкошаровому блоці визначається за формулою:

$$n_y = \frac{H_{TB}}{h_y \cdot \cos \alpha}, \text{ штуки (залишається тільки ціле число).} \quad (98)$$

12. Добова маса осаду, що затримується у відстійниках, визначається за формулою (11):

$$M_{oc} = \frac{Q \cdot C_{завись} \cdot E \cdot K_z}{10^6}, \text{ тонни.}$$

Для тонкошарових відстійників приймаємо величину  $E=65\%$ . При розрахунку  $E, \% \rightarrow$  в частку.

Подальший розрахунок реконструйованого горизонтального відстійника з тонкошаровими блоками виконується аналогічно порядку розрахунку первинних горизонтальних відстійників (п.п. 12-25 підрозділу 1.1).

### 3.2. Порядок розрахунку вертикальних відстійників, що реконструюються в тонкошарові при протиточній схемі видалення осаду

Розрахунок здійснюється за схемою, що наведена на рис. 7, б.

1. За необхідності підвищення ефективності відстоювання промислових стічних вод за формулою (1) визначається гідравлічна крупність завислих частинок, що відповідає ефективності відстоювання в тонкошарових відстійниках  $E=65\%$ .

За необхідності збільшення тільки пропускної здатності відстійників, розрахункова гідравлічна крупність  $u_0$  не змінюється.



2. Якщо температура стічної води у виробничих умовах відрізняється від температури води, при якій проводилася кінетика відстоювання ( $t_{св}=20$  °С), розраховується поправка  $u_0^t$  за формулою (2).

3. Приймається висота ярусу тонкошарового відстійника (глибина відстійної частини)  $h_я$ , відповідно до рекомендованого діапазону значень ( $h_я=0,025-0,2$  м).

4. Приймається кут нахилу пластин до горизонтальної площини  $\alpha$ , значення якого знаходяться в діапазоні  $\alpha=45-60$ °. Більші значення кута нахилу приймаються для вод, що не оброблюються реагентами.

5. Приймається швидкість робочого потоку  $v_w$ , значення якої знаходяться в діапазоні  $v_w=5-10$  мм/с.

6. Приймається коефіцієнт використання об'єму  $K_{set}$ , значення якого знаходяться в діапазоні  $K_{set}=0,5-0,7$ .

7. Довжина ярусу тонкошарового блоку визначається за формулою (81):

$$L_{TB} = \frac{v_w \cdot h_я}{u_0^t}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $L_{TB}$  округляється до першого знака після коми.

8. Висота розміщення пластин в ярусі тонкошарового блоку визначається за формулою:

$$H_{nl} = L_{TB} \cdot \sin \alpha, \text{ м,} \quad (99)$$

яка повинна бути не більшою глибини відстійної частини  $h_1$  реконструйованого вертикального відстійника ( $h_1=2,7-3,8$  м). Якщо ця умова не виконується, змінюється величина  $h_я$  та (або) кут  $\alpha$ .

Отримане значення  $H_{nl}$  округляється до першого знака після коми.

9. Висота тонкошарового блока визначається за формулою:

$$H_{TB} = \frac{q_z \cdot h_я}{3,6 \cdot 0,875 \cdot N \cdot K_{set} \cdot (D_{set})^2 \cdot u_0^t}, \text{ м,} \quad (100)$$

$q_z$  – годинні витрати стічних вод, що надходять до очисної споруди та визначаються за формулою:

$$q_z = q_c \cdot 3600, \text{ м}^3/\text{годину.}$$

$N$  – кількість відділень відстійників (рекомендується приймати не менше двох).

$D_{set}$  – стандартний діаметр вертикального відстійника, м; обирається за допомогою табл. А.3 Додатка А з урахуванням розрахункової пропускної здатності вертикального відстійника ( $q_z$ , м<sup>3</sup>/годину).

Отримане значення  $H_{TB}$  округляється до першого знака після коми.

10. Кількість ярусів в тонкошаровому блоці визначається за формулою (98):

$$n_я = \frac{H_{TB}}{h_я \cdot \cos \alpha}, \text{ штуки (залишається тільки ціле число).}$$

11. Добова маса осаду, що затримується у відстійниках, визначається за формулою (11):

$$M_{oc} = \frac{Q \cdot C_{завись} \cdot E \cdot K_3}{10^6}, \text{ тонни.}$$

Для тонкошарових відстійників приймаємо величину  $E=65\%$ . При розрахунку  $E, \% \rightarrow$  в частку.

Подальший розрахунок реконструйованого вертикального відстійника з тонкошаровими блоками виконується аналогічно порядку розрахунку первинних вертикальних відстійників з центральним впуском стічних вод (п.п. 12-29 підрозділу 1.2).

*3.3. Порядок розрахунку радіальних відстійників, що реконструюються в тонкошарові при протиточній схемі видалення осаду*

Розрахунок здійснюється за схемою, що наведена на рис. 7, в.

1. За необхідності підвищення ефективності відстоювання промислових стічних вод за формулою (1) визначається гідравлічна крупність завислих частинок, що відповідає ефективності відстоювання в тонкошарових відстійниках  $E=65\%$ .

За необхідності збільшення тільки пропускної здатності відстійників, розрахункова гідравлічна крупність  $u_0$  не змінюється.

2. Якщо температура стічної води у виробничих умовах відрізняється від температури води, при якій проводилася кінетика відстоювання ( $t_{св}=20^\circ\text{C}$ ), розраховується поправка  $u_0^t$  за формулою (2).

3. Приймається висота ярусу тонкошарового відстійника (глибина відстійної частини)  $h_{я}$ , відповідно до рекомендованого діапазону значень ( $h_{я}=0,025-0,2$  м).

4. Приймається кут нахилу пластин до горизонтальної площини  $\alpha$ , значення якого знаходяться в діапазоні  $\alpha=45-60^\circ$ . Більші значення кута нахилу приймаються для вод, що не оброблюються реагентами.

5. Приймається швидкість робочого потоку  $v_w$ , значення якої знаходяться в діапазоні  $v_w=5-10$  мм/с.

6. Приймається коефіцієнт використання об'єму  $K_{set}$ , значення якого знаходяться в діапазоні  $K_{set}=0,5-0,7$ .

7. Довжина ярусу тонкошарового блока визначається за формулою (81):

$$L_{TB} = \frac{v_w \cdot h_{я}}{u_0^t}, \text{ м.}$$

Отримане значення  $L_{TB}$  округляється до першого знака після коми.

8. Приймається діаметр розташування тонкошарових блоків у радіальному відстійнику зі співвідношення  $\frac{D_1}{D_{set}} = 0,7$ . Звідси  $D_1 = 0,7 \cdot D_{set}$ , м.

$D_{set}$  – стандартний діаметр радіального відстійника, м; обирається за допомогою табл. А.4 Додатка А з урахуванням розрахункової пропускної

здатності радіального відстійника ( $q_z$ , м<sup>3</sup>/годину). При цьому, годинні витрати стічних вод, що надходять до очисної споруди визначаються за формулою:

$$q_z = q_c \cdot 3600, \text{ м}^3/\text{годину}.$$

9. Висота тонкошарового блока визначається за формулою:

$$H_{TB} = \frac{q_z \cdot h_y}{3,6 \cdot 0,875 \cdot N \cdot K_{set} \cdot (D_1)^2 \cdot u_0^t}, \text{ м}, \quad (101)$$

$N$  – кількість відділень відстійників (рекомендується приймати не менше двох). Кількість відділень відстійників можна прийняти за допомогою табл. А.4 Додатка А з урахуванням розрахункової пропускної здатності радіального відстійника ( $q_z$ , м<sup>3</sup>/годину).

Отримане значення  $H_{TB}$  округляється до першого знака після коми.

10. Висота тонкошарового блока за вертикаллю перевіряється за формулою:

$$H = L_{TB} \cdot \sin \alpha + H_{TB} \cdot \cos \alpha, \text{ м}, \quad (102)$$

яка повинна бути не більшою глибини відстійної частини  $h_l$  реконструйованого радіального відстійника ( $h_l=1,5-5$  м). Якщо ця умова не виконується, змінюється величина  $h_y$  та (або) кут  $\alpha$ .

Отримане значення  $H$  округляється до першого знака після коми.

10. Кількість ярусів в тонкошаровому блоці визначається за формулою (98):

$$n_y = \frac{H_{TB}}{h_y \cdot \cos \alpha}, \text{ штуки (залишається тільки ціле число)}.$$

11. Добова маса осаду, що затримується у відстійниках, визначається за формулою (11):

$$M_{oc} = \frac{Q \cdot C_{завись} \cdot E \cdot K_3}{10^6}, \text{ тонни}.$$

Для тонкошарових відстійників приймаємо величину  $E=65\%$ . При розрахунку  $E, \% \rightarrow$  в частку.

Подальший розрахунок реконструйованого радіального відстійника з тонкошаровими блоками виконується аналогічно порядку розрахунку первинних радіальних відстійників з центральним впуском стічних вод (п.п. 16-36 підрозділу 1.4).

## КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Виконати технологічний розрахунок параметрів очисної споруди, призначеної для видалення зі стічних вод від грубодисперсних домішок, відповідно до варіанта вихідних даних, наведеного в табл. 7.

Таблиця 7 – Варіанти вихідних даних для технологічного розрахунку параметрів очисної споруди, призначеної для видалення зі стічних вод грубодисперсних домішок

Варіант	$q_c$ , м <sup>3</sup> /с	$C_{завис}$ , мг/л	$t_{св}$ , °С	Відстійник, параметри якого потрібно розрахувати; тип зависі
1	0,193	170	25	горизонтальний; завислі частинки, що піддаються коагулюванню
2	0,237	570	27	горизонтальний; дрібнодисперсні мінеральні частинки
3	0,354	225	29	горизонтальний; важка структурована завись
4	0,038	250	31	вертикальний з центральним впуском стічних вод; завислі частинки, що піддаються коагулюванню
5	0,057	335	33	вертикальний з низхідно-висхідним рухом потоку рідини; важка структурована завись
6	0,346	860	35	радіальний з центральним впуском стічних вод; дрібнодисперсні мінеральні частинки
7	0,489	265	37	радіальний з обертовим збірно-розподільчим пристроєм; важка структурована завись
8	0,731	350	39	тонкошаровий з перехресною схемою видалення осаду; завислі частинки, що піддаються коагулюванню
9	0,827	1400	41	тонкошаровий з протиточною схемою видалення осаду (варіант 1); дрібнодисперсні мінеральні частинки
10	0,522	375	43	тонкошаровий з протиточною схемою видалення осаду (варіант 2); важка структурована завись
11	0,793	470	45	реконструкція горизонтального відстійника в тонкошаровий; завислі частинки, що піддаються коагулюванню
12	0,183	1900	47	реконструкція вертикального відстійника в тонкошаровий; дрібнодисперсні мінеральні частинки
13	0,416	315	49	реконструкція радіального відстійника в тонкошаровий; важка структурована завись
14	0,467	280	51	горизонтальний; завислі частинки, що піддаються коагулюванню
15	0,589	2400	53	горизонтальний; дрібнодисперсні мінеральні частинки
16	0,642	280	55	горизонтальний; важка структурована завись
17	0,074	130	57	вертикальний з центральним впуском стічних вод; завислі частинки, що піддаються коагулюванню

Варіант	$q_c$ , м <sup>3</sup> /с	$C_{завис}$ , мг/л	$t_{св}$ , °С	Відстійник, параметри якого потрібно розрахувати; тип зависі
18	0,088	2950	59	вертикальний з низхідно-висхідним рухом потоку рідини; дрібнодисперсні мінеральні частинки
19	0,623	250	26	радіальний з центральним впуском стічних вод; важка структурована завись
20	0,967	2700	28	радіальний з обертовим збірно-розподільчим пристроєм; дрібнодисперсні мінеральні частинки
21	0,439	380	30	тонкошаровий з перехресною схемою видалення осаду; завислі частинки, що піддаються коагулюванню
22	0,391	1650	32	тонкошаровий з протиточною схемою видалення осаду (варіант 1); дрібнодисперсні мінеральні частинки
23	0,648	350	34	тонкошаровий з протиточною схемою видалення осаду (варіант 2); важка структурована завись
24	1,075	720	36	реконструкція горизонтального відстійника в тонкошаровий; дрібнодисперсні мінеральні частинки
25	0,228	430	38	реконструкція вертикального відстійника в тонкошаровий; завислі частинки, що піддаються коагулюванню

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Надати класифікацію відстійників за конструктивними ознаками. За яким принципом працюють всі відстійні споруди?
2. Надати характеристику первинних горизонтальних відстійників.
3. Надати характеристику первинних вертикальних відстійників.
4. В чому полягає принцип роботи вертикальних відстійників з центральним впуском стічних вод?
5. В чому полягає принцип роботи вертикальних відстійників з низхідно-висхідним рухом потоку рідини?
6. Надати характеристику первинних радіальних відстійників.
7. В чому полягає принцип роботи радіальних відстійників з периферійним впуском стічних вод?
8. В чому полягає принцип роботи радіальних відстійників з обертовим збірно-розподільчим пристроєм?
9. В чому полягає принцип відстоювання в тонкому шарі?
10. Надати характеристику тонкошарових відстійників за розташуванням їхніх модулів всередині споруди.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90-100	відмінно / Excellent
74-89	добре / Good
60-73	задовільно / Satisfactory
0-59	незадовільно / Fail

Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Практична частина		Разом
	при своєчасному складанні	при несвоєчасному складанні	
60	40	30	<b>100</b>

Практичні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи. Оцінювання практичних робіт здійснюється шляхом підсумовування балів за кожну складену практичну роботу.

### Критерії оцінювання практичної роботи

За кожну практичну роботу здобувач вищої освіти може отримати наступну кількість балів:

**8 балів:** отримано правильну відповідь (згідно з еталоном), використано формулу з поясненням змісту окремих її складових, зазначено одиниці виміру.

**7 балів:** отримано правильну відповідь з незначними неточностями згідно з еталоном, відсутня формула або пояснення змісту окремих її складових, зазначено одиниці виміру.

**6 балів:** отримано правильну відповідь з незначними неточностями згідно з еталоном, відсутня формула та пояснення змісту окремих її складових, зазначено одиниці виміру.

**5 балів:** отримано правильну відповідь з незначними неточностями згідно з еталоном, відсутня формула та пояснення змісту окремих її складових, не зазначено одиниці виміру.

**4 бали:** отримано неправильну відповідь, проте використано формулу з поясненням змісту окремих її складових, зазначено одиниці виміру.

**3 бали:** отримано неправильну відповідь, не використано формулу з поясненням змісту окремих її складових, зазначено одиниці виміру.

**2 бали:** отримано неправильну відповідь, не використано формулу з поясненням змісту окремих її складових, не зазначено одиниці виміру.

**1 бал:** наведено неправильну відповідь, до якої не надано жодних пояснень.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Айрапетян Т.С. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія очистки промислових стічних вод» для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 – Гідротехніка (Водні ресурси), фахове спрямування «Раціональне використання і охорона водних ресурсів» / Т.С. Айрапетян; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. – 73 с.
2. Навчально-методичний посібник «Технології захисту водного середовища» для спеціальностей 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища» всіх форм навчання / Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Миколаїв: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2022. – 306 с.
3. Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Технології очистки та утилізації промислових стоків та викидів» (Частина II) для здобувачів спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія, 162 – Біотехнології та біоінженерія; укладач: Белянська О.Р. – Кам'янське: ДДТУ, 2022. – 43 с.
4. Караїм О.А. Промислова екологія: методичні вказівки до практичних робіт. – Луцьк: Вежа-Друк, 2022. – 80 с.
5. Гумницький Я.М., Петрушка І.М. Інженерна екологія. Загальний курс: Навчальний посібник. Ч. 2. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. 348 с.
6. Процеси та апарати природоохоронних технологій [Текст]: підручник в 2-х т. Т.2 / Л.Д. Пляцук, Р.А. Васькін, В.П. Шапорев [та ін.]. – Суми: СумДУ, 2017. – 521 с.
7. Зацерклянний М.М. Процеси захисту навколишнього середовища: підруч. / М.М. Зацерклянний, Т.Б. Столевич, О.М. Зацерклянний. – К.: Фенікс, 2017. 454 с.
8. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2 : Методи очищення стічних вод / [Петрук В.Г., Северин Л.І., Васильківський І.В., Безвозюк І.І.] – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 258 с.
9. ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування». – К.: Мінрегіон України, 2013. – 172 с.
10. ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування». – К.: Мінрегіон України, 2013. – 219 с.

## ДОДАТКИ

### Додаток А

#### Матеріали допоміжного характеру для розрахунку відстійників

Таблиця А.1 – Основні розрахункові параметри відстійників

Тип відстійника	$K_{set}$	$H_p$ , м	$B_{set}$ , м	$v_w$ , мм/с	Нахил днища до мулового напрямку
Горизонтальний	0,5	1,5-4	$2 \cdot H_{set} - 5 \cdot H_{set}$	5-10	0,005-0,005
Радіальний	0,45	1,5-5	-	5-10	0,005-0,005
Радіальний з обертовим збірно-розподільчим пристроєм	0,85	0,8-1,2	-	-	0,05
Вертикальний	0,35	2,7-3,8	-	-	-
Вертикальний з низхідно-висхідним потоком	0,65	2,7-3,8	-	$2 \cdot u_0 - 3 \cdot u_0$	-
З тонкошаровими блоками:					
- протиточна (прямоточна) схема видалення осаду	0,5-0,7	0,025-0,2	2-6	5-10	-
- перехресна схема видалення осаду	0,8	0,025-0,2	1,5	5-10	0,005

Таблиця А.2 – Технічні характеристики типових первинних горизонтальних відстійників

Розміри відділення, м			Кількість відділень у типовій компоновці	Розрахунковий об'єм відстійника, м <sup>3</sup>	Розрахункова пропускна здатність, м <sup>3</sup> /годину
ширина $B_{set}$ , м	довжина $L_{set}$ , м	глибина зони відстоювання			
6	24	3,15	4	1740	1160
6	24	3,15	6	2610	1740
9	30	3,1	4	3200	2130
9	30	3,1	6	4800	3200
9	30	3,1	8	6400	4260



Таблиця А.3 – Технічні характеристики типових первинних вертикальних відстійників з центральним впуском стічних вод

Діаметр, м	Глибина, м		Об'єм зони, м <sup>3</sup>		Розрахункова пропускна здатність, м <sup>3</sup> /годину
	циліндра	конуса	відстійної	осадової	
4,5	3,6	2,45	51,5	8	173,3
4,5	3,6	2,45	51,5	8	173,3
6	4,2	3,35	119	32	349,2
9	4,2	5,15	268	108	785,6

Таблиця А.4 – Технічні характеристики типових первинних радіальних відстійників з центральним впуском стічних вод

Показники	Пропускна здатність очисної станції, тис. м <sup>3</sup> /добу						
	25	35	50	70	100	140	200
Розрахункова пропускна здатність, м <sup>3</sup> /годину	1400	1900	2600	3500	4900	6700	9600
Діаметр, м	18	18	24	24	30	40	40
Кількість відстійників	3	4	3	4	4	3	4
Фактичний об'єм, м <sup>3</sup>	2360	3160	4200	5600	8760	13750	18300
Фактична тривалість відстоювання, години	1,7	1,7	1,6	1,6	1,8	2,1	1,9
Глибина, м	3,54	3,34		3,25	3,38		3,95

Начальне видання

**КУЛІКОВА** Дар'я Володимирівна

## **ПРИРОДООХОРОННІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**Методичні рекомендації до виконання практичної роботи  
«Проектування та розрахунок параметрів споруд механічного очищення  
стічних вод»**

для здобувачів ступеня магістра освітньо-наукової програми  
«Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі»  
зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища

Видано в авторській редакції.

Електронний ресурс  
Підписано до видання 12.11.2024. Авт. арк. 4,2.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка».  
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19