

Завдання для самостійного виконання до ЗМ 8

на тему «Розрахунок тонкошарового відстійника»

Мета занять: закріпити навички роботи з нормативною літературою, пошуку розрахункових параметрів для проєктування та реконструкції відстійників з тонкошаровими модулями.

Завдання 1. Виконати розрахунок тонкошарового відстійника, що працює за перехресною схемою видалення осаду (див. рис. 4). Початкові дані: витрата стічних вод заводу виробництва залізобетонних виробів складає Q , м³/доб; коефіцієнт годинної нерівномірності $K = 1,1$. Завод працює у дві зміни. Початкова концентрація важких механічних домішок - $C_{\text{зав}}$, мг/л; нафтопродуктів $C_{\text{нафт}}$, мг/л. Допустима концентрація механічних домішок в очищеній воді - 50 мг/л, нафтопродуктів - 25 мг/л (таблиця А1 додатку А).

Приклад розв'язування завдань

Завдання 1.

Вихідні дані: $Q = 1200$ м³/доб; коефіцієнт годинної нерівномірності $K = 1,1$ $C_{\text{зав}} = 700$ мг/л, $C_{\text{нафт}} = 100-300$ мг/л.

За кривими кінетики відстоювання в шарі води, рівному висоті ярусу $h_i = 0,1$ м, знаходимо, що гідравлічна крупність важких механічних суспензій, які треба виділити, складає:

$$U_0 = 1000 \times h_i / t = (0,1 \times 1000) / 500 = 0,2 \text{ мм/с.}$$

Гідравлічна крупність нафтопродуктів :

$$U_0 = (0,1 \times 1000) / 330 = 0,3 \text{ мм/с.}$$

Отже, розрахунок відстійника треба вести з урахуванням затримання часток крупністю 0,2 мм/с. З умови кількості забруднень в стічних водах (700 мг/л) приймаємо висоту ярусу у відстійнику $h_i = 0,1$ м . Для забезпечення умов сповзання осаду по пластинах, кут нахилу пластин α приймається рівним 45°. В якості матеріалу пластин буде використана листова сталь δ - 3мм. Задавшись швидкістю потоку в ярусі відстійника $[7, 12] V_w = 7$ мм/с, визначається довжина ярусу по формулі :

$$L = \frac{V_w \cdot h_{\text{яп}}}{u_0 \cdot K} \quad (1)$$

де V_w - швидкість потоку в ярусі відстійника, м/с;

$h_{\text{яп}}$ - висота ярусу, м;

u_0 - гідравлічна крупність часток, мм/с;

K - коефіцієнт зносу яруса.

З умови допустимого прогину ($\Delta\delta = 3-5$ мм) нахиленої під кутом 45° пластини приймається ширина блоку $B_{\text{бл}} = 0,75$ м. Таким чином, максимальна ширина пластини

у блоці буде $V_{\text{бл}} \times \cos \alpha = 0,75 \times 1,41 = 1,060$ м. Задаємося висотою блоку з паралельними пластинами $H_{\text{бл}} = 1,5$ м. Визначається продуктивність однієї секції тонкошарового відстійника з двома рядами блоків (див. рис. 4).

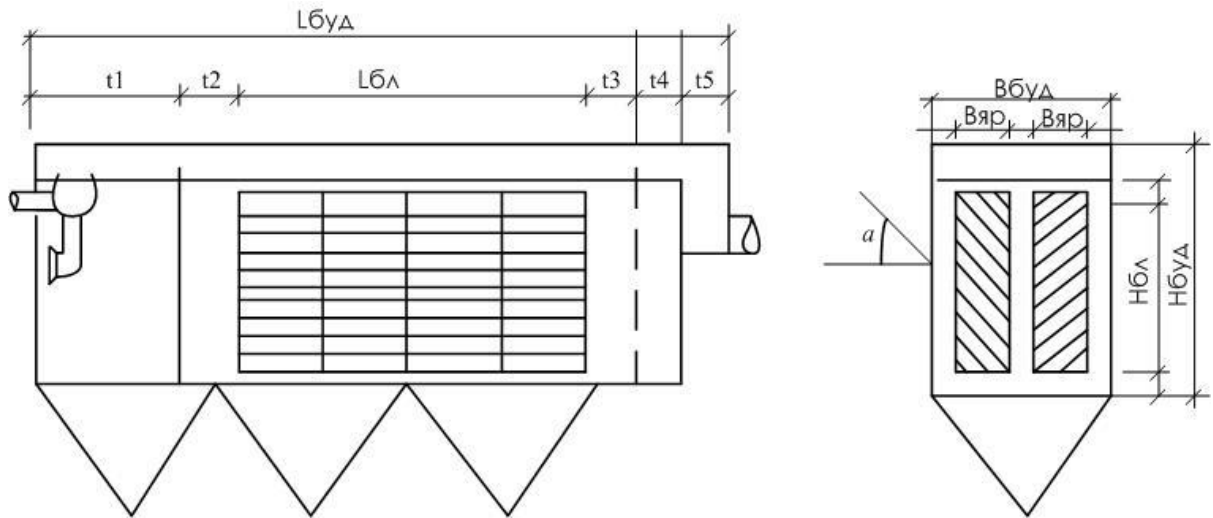


Рис.1- Схема тонкошарового відстійника, що працює за перехресною схемою видалення осаду.

$$q_{\text{set}} = 7.2 \times 0.75 \times 1.5 \times 0.75 \times 4.2 \times \frac{0.2}{1.2 \times 0.1} = 42.5 \text{ м.}$$

Перевіряється швидкість потоку в ярусі відстійника при використанні поперечного перерізу на 75%, $K_{\text{set}} = 0,75$ [6]:

$$V_w = \frac{q_{\text{set}}}{3.6 \times K_{\text{set}} \times H_i \times 2 \times B_i} \quad (25)$$

$$v_w = \frac{42.5}{3.6 \times 0.75 \times 1.5 \times 2 \times 0.75} = 7 \text{ мм/с}$$

Приведений розрахунок показує, що початкові величини вибрані, вірно. Будівельна ширина секції відстійника розраховується по формулі, м :

$$B_{\text{буд}} = 2B_{\text{бі}} + b_1 + 2b_2,$$

$$\text{де } b_1 = 0,25; b_2 = 0,05-0,1 \text{ м.}$$

$$H_{\text{буд}} = 1,5 + 0,3 + 0,1 + 0,3 = 2,2 \text{ м.}$$

Довжина зони грубого очищення визначається по формулі

$$l_1 = \frac{q_{\text{set}} \times t}{60 \times H_i \times B_{\text{буд}} \times K_{\text{set}}} \quad (26)$$

$$l_1 = \frac{42.5 \times 2}{60 \times 1.5 \times 1.8 \times 0.3} = 1.75 \text{ м.}$$

Будівельна довжина секції $l_{\text{буд}}$ визначається по формулі:

$$L_{\text{буд}} = 4,2 + 1,75 + 0,2 + 2 \times 0,2 + 0,15 = 6,7 \text{ м.}$$

Годинна витрата стічних вод з урахуванням коефіцієнта нерівномірності

$$q_w = (1200 \cdot 1,1) / 16 = 82,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Виходячи із загальної кількості стічних вод, визначається кількість секцій тонкошарового відстійника:

$$N = 82,5 / 42,5 = 1,94 \approx 2 \text{ секції.}$$

Відповідно до [6] уточнюється кількість секцій: $N = 2$ секції. З умови обраного матеріалу для пластин (листова сталь $\delta = 3$ мм) і полегшення маси блоку, виходячи з розрахункової довжини ярусного простору ($l_{bi} = 4,2$ м), приймається, довжина блоку (модуля) 1,06 м. Таким чином, в кожному ряду буде розташовуватися по 4 блоки (модуля). Кількість видаленого осаду вологістю $W = 96\%$ визначається по [6]:

$$Q_{\text{osad}} = \frac{(700 - 300) \times 82,5}{(100 - 96) \times 1,9 \times 10^{-4}} = 0,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Далі приймається метод видалення осаду з відстійника. В даному випадку тонкошаровий відстійник рекомендується розташовувати над поверхнею землі. Доцільно прийняти багатообункерну конструкцію відстійника з видаленням осаду під гідростатичним штопором.

Додаток А.
Таблиця А1

Вихідні дані

Показники	Одиниці вимірювання	Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N	меш.	6300	9500	7900	5500	9600	1300 0	1420 0	1700 0	2060 0	1500 0
n	л/доб люд	180	200	220	190	200	230	230	250	260	240
L	м	1400	1450	1500	1600	1700	1800	1900	2200	2100	2000
F	га	70	72,5	75	80	85	90	110	120	115	85
Z		0,12	0,125	0,113	0,135	0,14	0,150	0,16	0,155	0,13	0,125
V	м/с	1,15	1,17	1,14	1,19	1,21	1,23	1,25	1,24	1,22	1,18
q ₁	л/с	4	5	4	3	1	2	1	3	1	3
H	м	3	3,5	4,0	4,5	5,0	3,5	3,5	4,0	4,5	5,0
l ₁	м	14	15	19	16	22	19	21	18	20	17
α	разів	2,0	1,8	1,6	1,7	2	1,9	2	1,7	2	1,8
l ₂	м	140	160	170	130	120	140	150	160	170	180
Q	м ³ /доб	1300	1400	1500	1700	1800	1900	2100	2000	2200	1650
C _{зав}	мг/л	750	800	450	600	550	450	680	580	700	800

$C_{\text{нафт}}$	мг/л	150	350	200	250	180	190	220	240	260	270
q_2	м ³ /год	500	400	350	65	700	800	670	900	820	450
Dset	м	30	24	30	24	18	40	30	24	18	40
q_{set}	м ³ /год	1200	600	1500	750	400	1800	1100	800	500	1700
q_n	м ³ /год	70,8	62,3	54,8	45,6	90,2	76,5	85,5	100,5	72,4	84,5
a	%	36	42	35	54	47	38	46	39	42	46
ϑ	мм	0,065	0,054	0,078	0,065 2	0,054 9	0,071 4	0,073	0,082	0,079	0,085
$q_{\text{нод}}$	т/год	42,7	32,7	45,5	74,2	65,2	58,2	46,5	55	64,8	72,1
c	%	75	80	81	76	74	72	82	85	88	78
C_H	%	135	139	138	140	137	132	130	140	144	138
D_{hc}	мм	50	63	80	100	76	50	63	80	100	76
$Q_{\text{вх}}$	л/хв	87	120	200	300	82	80	100	180	250	76
X	%	20	15	10	25	8	25	7	4	12	18
$Q_{\text{ср.доб}}$	м ³ /доб	1200	2500	3000	4600	6000	7500	8700	9600	1050 0	1440 0
C_1	мг/л	150	200	250	300	320	240	190	140	270	310
C_2	мг/л	200	250	300	350	400	280	350	420	280	320
N_1	тис.люд	195	190	185	180	175	180	187	193	191	205
N_2	тис.люд	95	105	90	100	97	99	85	88	90	96
Q_1	тис.м ³ /доб у	50	49	48	47	46	45	46	47	48	49
Q_2	тис.м ³ /доб у	19	20	18	19	20	18	19	20	21	22
d	мкм	50	150	150	100	100	95	90	85	80	75
$\rho_{\text{тв}}$	кг/ м ³	1500	1200	1300	1400	1600	1550	1280	1200	1230	1950

ρ_v	кг/ м ³	1000	1000	1050	980	990	1000	1010	1020	1030	1035
μ	Па*с.	2	1	1,5	1,8	1,9	1,5	5,4	3,8	1,6	2,5
α	град	45	50	55	60	46	51	56	61	47	49
$h_{яp}$	мм	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
δ	мм	3	3	3	2,5	2,5	2,5	4	4	4	3,5

Література

1. Айрапетян Т. С. Технологія очистки промислових стічних вод : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2008. 81 с.
URL : https://eprints.kname.edu.ua/6208/1/%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%BB.2008%2C%D0%BF%D0%BE%D0%B7.112%D0%9B_%D0%A2%D0%9E%D0%9F%D0%A1-%D1%83%D0%BA%D1%80.pdf/
2. Айрапетян Т. С. Спецкурс з очистки стічних вод : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ, 2014. 90 с.
URL : https://eprints.kname.edu.ua/35734/1/2013%2019%D0%9B%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B0%D1%82%D1%8C-%D0%BF%D0%B5%D1%87.pdf.
3. Бодік І., Ріддерстолп П. СТИЙКА САНИТАРІЯ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ТА СХІДНІЙ ЄВРОПІ – відповідаючи потребам малих та середніх населених пунктів. Global Water Partnership Central and Eastern Europe, 2007. 92 с.
URL : https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cee_files/regional/sustainable-sanitation-ua.pdf.
4. Балыгин В. В. Насосы : каталог-справочник. Новосибирск : НГАСУ, 1999. 97 с.
URL: https://www.studmed.ru/balygin-vv-kryzhanovskiy-an-katalog-spravochnik-nasosov_2d89d2cfb55.html.
5. Віжевська Т. В., Ковальчук В.А. Системи водовідведення промислових підприємств : методичні вказівки до практичних занять Рівне : НУВПГ. 40 с.
URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/12900/1/03-06-78%20%20%281%29.pdf>.
6. ДБН В.2.5 – 75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди: Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 219 с. <https://armis.com.ua/docs/dbn/102.1.-DBN-V.2.5-75-2013-Kanalizatsiya-Zovnishni-merezhi.pdf>.

