

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2

РОЗРАХУНОК КАМЕР ПЛАСТІВЦЕУТВОРЕННЯ

Мета заняття – отримати навички підбору і розрахунку камер пластівцеутворення при проектуванні водоочисної станції.

Камери пластівцеутворення призначені для забезпечення більш повної агломерації дрібних часток завислих речовин у більш великі. Ємкість камер розраховується на час перебування в ній води від 20 до 30 хвилин.

При горизонтальних відстійниках влаштовуються камери перегородчатого, вихр'явого типу, вбудовані з шаром завислого осаду і лопастні; при вертикальних відстійниках – водоворотні.

5.1. Розрахунок перегородчатих камер пластівцеутворення

5.1.1. Розрахунок камери з вертикальною циркуляцією води (рис. 4).

Спочатку розраховується об'єм камери:

$$W = \frac{Q_{\text{Год}} \times t}{60}, \quad (5.1)$$

де $Q_{\text{Год}}$ - годинна витрата води, м³/год;

t - час перебування води в камері 20-30 хв. [5].

Після цього приймається висота камери H відповідно до висотної схеми (висоту камери рекомендують приймати приблизно рівній висоті відстійника).

Тоді площа в плані:

$$F = \frac{W}{H} \quad (5.2)$$

Площа однієї чарунки камери:

$$f = \frac{Q_{\text{Год}}}{3600 \times V \times N}, \quad (5.3)$$

де. V - швидкість руху води у камері:

$V = 0,2-0,3$ м/с – на початку камери;

$V = 0,05-0,1$ м/с – в кінці за рахунок розширення коридору;

N - кількість паралельно працюючих камер.

Кількість чарунок у камері:

$$n = \frac{F}{f}, \quad (5.4)$$

У кожному ряду по ширині камери розміщуємо по n_1 чарунків, а по довжині камери - по n_2 чарунків.

Загальна кількість поворотів потоку m дорівнює $m=n/n_1$ і повинне бути 8-10.

Приймаємо розміри чарунки в плані $S \times b$.

Загальна ширина камери пластівцеутворення $B = n_1 \times b$, а довжина $L=n_2 \times S$.

Втрата тиску в камері:

$$h_k = 0,15V^2 \times m, \quad (5.5)$$

де V - швидкість руху води в камері, м/с.

5.1.2. Розрахунок камери з горизонтальною циркуляцією води

На станціях продуктивністю 40-48 тис.м³/добу застосовуються перегородчаті камери пластівцеутворення з горизонтальною циркуляцією води (рис. 5).

Об'єм камери:

$$W = \frac{Q_{\text{г}} \times t}{60} \quad (5.6)$$

Площа в плані

$$F = \frac{W}{H} \quad (5.7)$$

Ширина коридору:

$$b = \frac{Q_{\text{год}}}{3600 \times V \times H}, \quad (5.8)$$

де V - швидкість руху води в коридорах, 0,2 м/с;

$Q_{\text{год}}$ - годинна витрата, прихід на одну камеру, м³/год.

Так як камера пластівцеутворення приєднується до торцевих стінок горизонтальних відстійників, то довжина камери приймається рівній сумарній ширині горизонтальних відстійників.

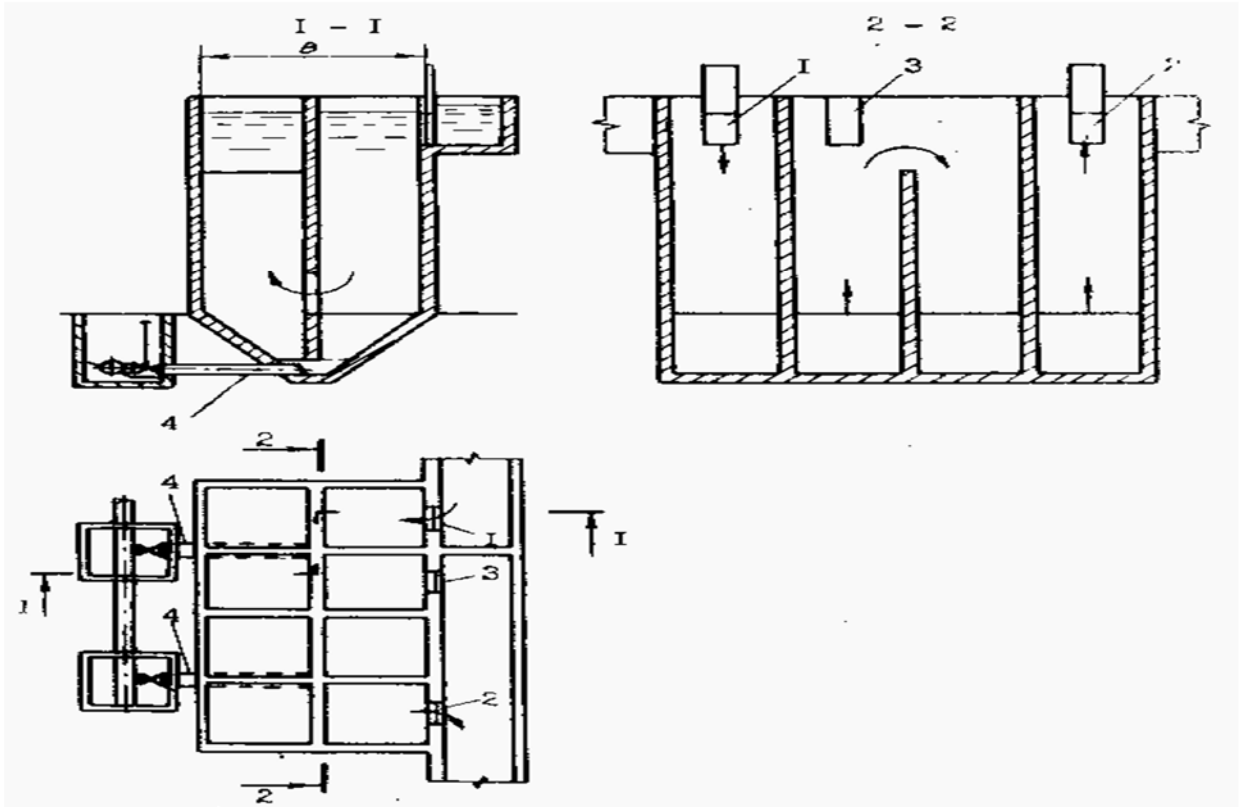


Рисунок 4. Перегородчата камера пластівцеутворення з вертикальним рухом води:

1 - вхід води; 2- вихід води; 3- вихід води з першої половини камери;

4 - випуск осаду

Необхідне число коридорів:

$$n = \frac{L}{b + \sigma}, \quad (5.9)$$

де σ - товщина залізобетонних стінок камери.

Кількість поворотів в потоку: $m = n - 1$.

Ширина камери в плані:

$$B = \frac{F}{L} \quad (5.10)$$

Втрата напору в камері

$$h_K = 0,15 \times V^2 \times m \quad (5.11)$$

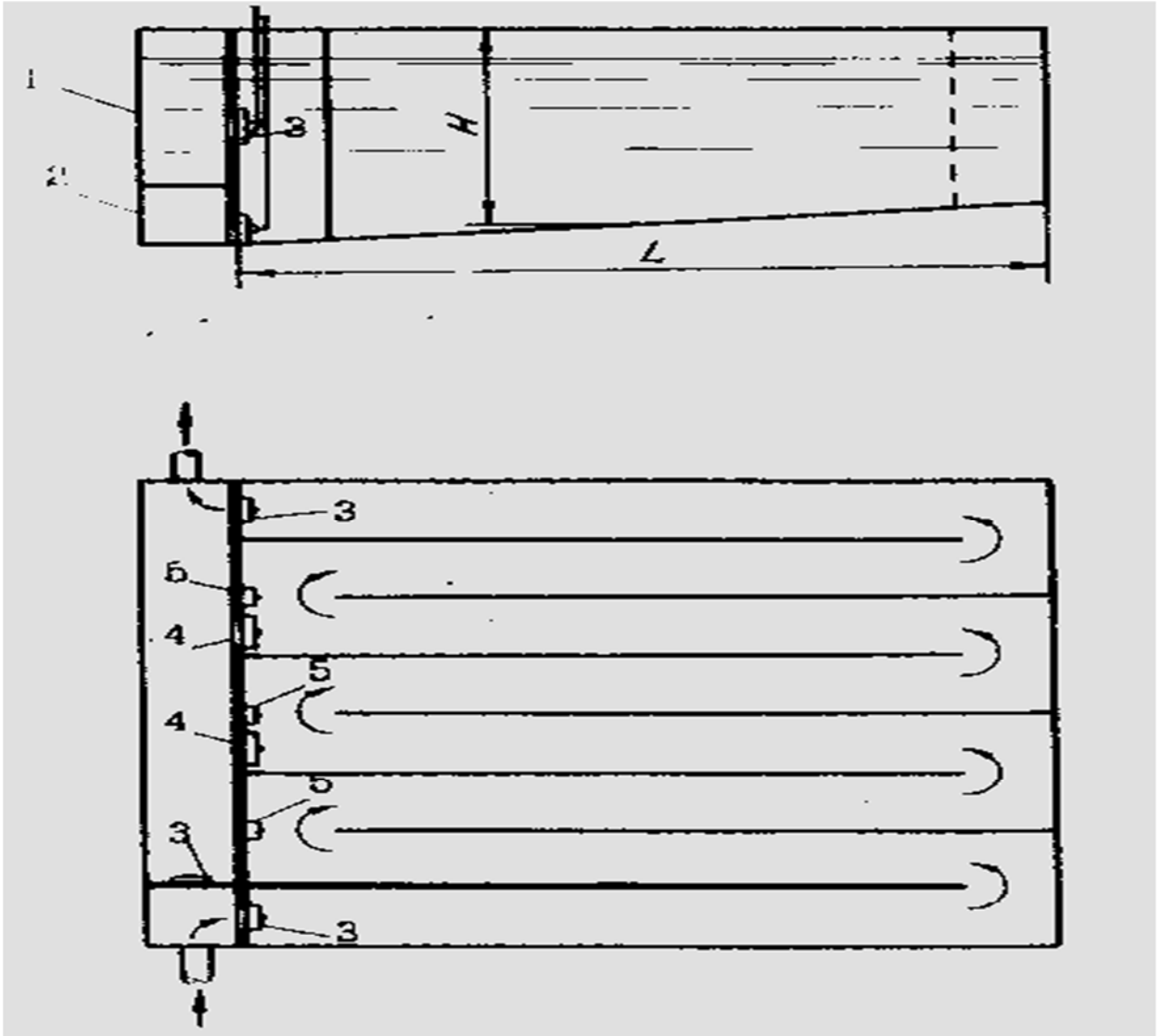


Рисунок 5 – Перегородчата камера пластівцеутворення з горизонтальним рухом води:

1 - обводний канал; 2 - канал для відведення осаду; 3 - шибери;
4 - проміжні шибери; 5 - шибери для випуску осаду.

5.2. Розрахунок водоворотної камери пластівцеутворення

Такі камери виконуються у вигляді труби, розташованої в центрі вертикального відстійника (рис. 6).

Площа камери:

$$f_k = \frac{Q_{\text{год}} \times t}{60 \times H_1 \times N}, \quad (5.12)$$

де t - час перебування води в камері, 15-20 хвилин;

H_1 - висота камери, м; $H_1 = 0,9 H_0$;

H_0 - висота зони осадження відстійника; $H_0 = 4 - 5$ м;

N - число камер.

Діаметр камери: $d_k = 1,13 \sqrt{f_k}$

(5.13)

Діаметр трубопроводу, який підводить воду до камери, призначений при швидкості руху $V = 0,8-1,0$ м/с. Сопло розміщується на відстані $0,2d_k$ від стінки камери на глибині $0,5$ м від поверхні води.

Діаметр сопла:

$$d_c = 1,13 \sqrt{\frac{q_c}{\mu \times V_c}}, \quad (5.14)$$

де $\mu = 0,908$ – коефіцієнт витрати

$V_c = 2,5$ м/с – швидкість виходу води із сопла (2-3 м/с);

Довжина сопла, що відповідає куту конусності $\beta = 25^\circ$:

$$l_c = \frac{d_c}{2} \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} \quad (5.15)$$

Втрати напору в соплі:

$$h_c = 0,06 \times V_\phi^2 \quad (5.16)$$

Фактична швидкість виходу води із сопла:

$$V_\phi = \frac{1,274 \times q_c}{d_c^2 \times \mu} \quad (5.17)$$

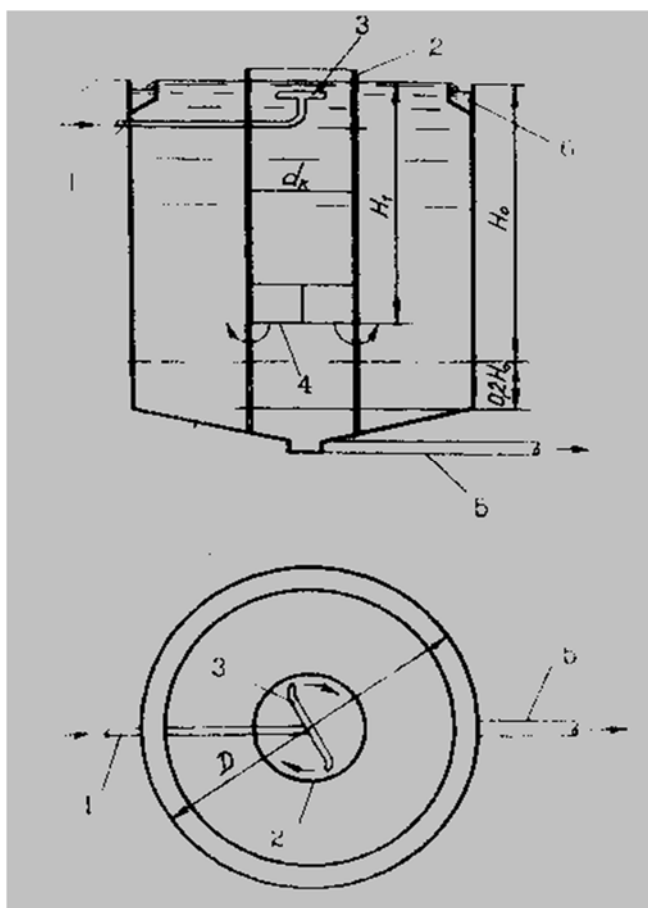


Рисунок 6 - Вертикальний відстійник з водоворотною камерою пластівцеутворення:

- 1 - трубопровід підвода води; 2 - камера пластівцеутворення;
- 3- насадки (сегнерове колесо) ; 4- гасник (заспокійник);
- 5- трубопровід для скиду осаду; 6 - лоток збору освітленої води.

5.3. Розрахунок механічної (лопастної) камери пластівцеутворення

Вони влаштовуються на великих станціях обробки води. В цих камерах вода перемішується за допомогою обертаючихся навколо горизонтальних або вертикальних вісей лопастих мішалок. Розрахункова швидкість руху води у механічних камерах приймається в межах 0,2 - 0,5 м/с, а термін її перебування в камері - 20-30 хвилин.

Механічні камери пластівцеутворення виконують у вигляді прямокутного залізобетонного резервуара, довжину якого розраховують за формулою:

$$L \geq \beta \times n \times H, \quad (5.18)$$

де β - електричний коефіцієнт, який дорівнює 1,5;

n - кількість вісей з лопастями;

H - глибина вода в камері, яку приймаємо рівній глибині води у відстійнику, м.

Об'єм камери

$$W = \frac{Q_q \times t}{60}, \quad (5.19)$$

де $Q_{\text{год}}$ - годинна витрата на одну камеру, м³/ч;

t - термін перебування води в камері.

Ширина камери

$$B = \frac{W}{H} \quad (5.20)$$

Лопатні мішалки з горизонтальними вісями обертаються з окружною швидкістю 0,4-0,55 м/с в залежності від якості вихідної води і дози коагулянту.

Швидкість горизонтального руху води в камері:

$$V_{\text{СЕР}} = \frac{1000L}{60} \quad (5.21)$$

5.4. Розрахунок вбудованої камери пластівцеутворення

Ці камери встановлюються в передній частині горизонтальних відстійників (рис. 7).

Кількість камер N приймається рівним кількості горизонтальних відстійників.

Витрата води в одній камері:

$$q_K = \frac{q}{N}, \quad (5.22)$$

де N - кількість камер.

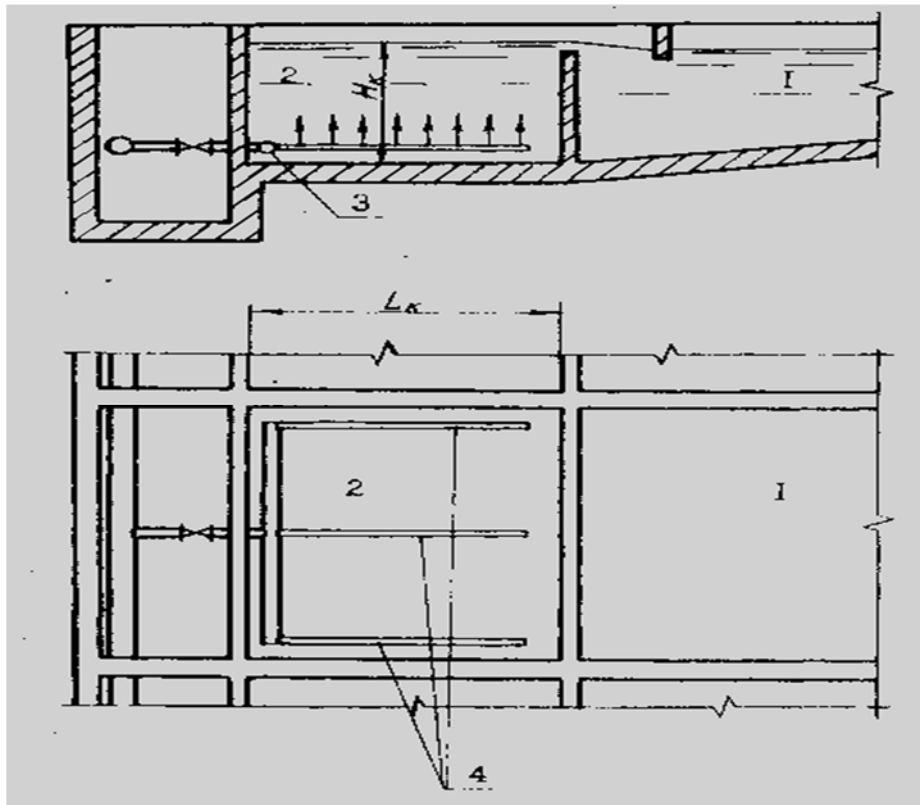


Рисунок 7 – Камера пластівцеутворення з шаром завислого осаду:

1 - відстійник; 2 - камера реакції; 3 - колектор;
4 - розподільчі труби з отворами.

Об'єм однієї камери:

$$W_K = \frac{q_K \times t}{60}, \quad (5.23)$$

де t – термін перебування води в камері, (20-30 хвилин).

Прийнявши згідно з [5] швидкість піднімаючогося потоку у верхньому перетині камери V_K , визначимо висоту камери:

$$H = \frac{V_K \times t \times 60}{1000} \quad (5.24)$$

Ширина камери приймається рівній ширині відстійника, довжину знаходять, виходячи із об'єму, ширини і висоти.

Розраховуємо розподільчу систему камери. Визначивши діаметр підводящого трубопроводу D , визначаємо витрату по колектору:

$$q_{\text{ПОН}} = \frac{q_K}{2} \quad (5.25)$$

і діаметр колектору $D_{КОЛ}$.

Розподіл води по площі камери передбачається за допомогою перфорованих труб з отворами, спрямованих вниз під кутом 45° . Кількість розподільчих труб:

$$n_{ТР} = \frac{B_K}{t_{mp}},$$

(5.26)

де $t_{ТР}$ - відстань між вісями розподільчих труб, яку приймаємо рівній 1,2 м. Витрата в одній розподільчій трубі:

$$q_{ТР} = \frac{q_{КОЛ}}{n_{ТР}}, \quad (5.27)$$

Задавшись швидкістю на початку розподільчих труб $V = 0,5... 0,6$ м/с [5], розраховуємо діаметр розподільчих труб ($d_{ТР}$).

Визначимо кількість отворів і відстань між їх осями в розподільчих трубах. Площу отворів приймаємо 30...40% площі перерізу розподільчої труби:

$$F_0 = 0,4 \frac{\pi \times d_{ТР}^2}{4} \quad (5.28)$$

Діаметр отворів повинен бути не менш $d_0 = 25$ мм. Тоді площа одного отвору:

$$f_0 = \frac{\pi \times d_0^2}{4}, \quad (5.29)$$

а кількість отворів на одній розподільчій трубі

$$n_0 = \frac{F_0}{f_0} \quad (5.30)$$

Відстань t_0 між вісями отворів визначаємо, маючи n_0 і l_{mp} .

де l_{mp} - довжина розподільчої труби:

$$l_{mp} = L_K - D_{КОЛ} - 0,2, \quad (5.31)$$

де $D_{КОЛ}$ – зовнішній діаметр колектору

$$t_0 = \frac{2l_{mp}}{n_0} \quad (5.32)$$

З камери пластівцеутворення воду у горизонтальний відстійник відводять над затопленим водозливом. Верх стінки водозливу розташовують нижче за рівень води на висоту

$$h_B = \frac{q_K}{V_B \times B_K}, \quad (5.33)$$

де $V_B = 0,005$ м/с - швидкість руху води [5].

За стінкою встановлюється підвісна перегородка, занурена на 1/4 висоти відстійника. Швидкість руху води між стінкою і перегородкою треба приймати не більше за 0,03 м/с. Втрати напору в дірчатих розподільчих трубах:

$$h = \xi \frac{V^2}{2g}, \quad (5.34)$$

де V - швидкість руху води на початку дірчатої ділянки розподільчої труби, м/с. При цьому коефіцієнт опору

$$\xi = \frac{2,2}{\omega^2} + 1, \quad (5.35)$$

де ω - відношення суми площин всіх отворів труби до площі поперечного перерізу труби.

Приклади рішення задач

Приклад 5.1. Розрахувати перегородчасту камеру пластівцеутворення з вертикальною циркуляцією води при $Q_{\text{доб}} = 24000$ м³/добу.

Об'єм камери

$$W = \frac{1000 \times 20}{60} = 3333 \text{ м}^3$$

Прийнявши висоту камери, рівною $H = 3,5$ м, знайдемо її площину в плані:

$$F = \frac{3333}{3,5} = 950 \text{ м}^2$$

Площа однієї чарунки камери при кількості паралельно працюючих камер $N=2$.

$$f = \frac{10000}{3600 \times 0,22} = 2,75 \text{ м}^2$$

Кількість чарунок у камері

$$n = \frac{95}{2,75} = 35$$

У кожному ряді по ширині камери розміщуємо по 5 чарунок, а по довжині камери – по 7 чарунок.

Загальна кількість заворотів потоку m дорівнює $m = n/n_1 - 1 = 6$.

Приймаємо розміри чарунки в плані $0,25 \times 0,22$.

Повна ширина камери пластівцеутворення: $B = 5 \times 0,22 = 1,1$; а довжина $7 \times 0,25 = 1,75$.

Втрати напору у камері:

$$h_k = 0,15 \times V^2 \times m = 0,15 \times 0,2^2 \times 6 = 0,036 \text{ м}$$

$$V = \frac{10000}{3600 \times 2,75 \times N} = 0,2 \text{ м/с}$$

Приклад 5.2. Розрахувати вбудовану камеру пластівцеутворення при витраті води очисної станції $6500 \text{ м}^3/\text{год}$ і кількості горизонтальних відстійників – 12, ширині горизонтального відстійника $B = 6 \text{ м}$.

Витрата води в одній камері:

$$q_k = \frac{q}{N} = \frac{6500}{12} = 541,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Об'єм камери

$$W_k = \frac{q_k \times t}{60} = \frac{541,7 \times 30}{60} = 270,8 \text{ м}^3$$

Прийнявши швидкість піднімаючогося потоку у верхньому перерізі камери $V_k = 2,2 \text{ в/с}$, визначимо висоту камери

$$H_k = \frac{V_k \times t \times 60}{1000} = \frac{2,2 \times 30 \times 60}{1000} = 3,96 \text{ м}$$

$H_k = 3,5 \text{ м}$; $B_k = 6 \text{ м}$; $L_k = 13 \text{ м}$.

Діаметр колектору $D_{\text{кол}} = 450 \text{ мм}$ при $q_{\text{кол}} = 75,3 \text{ л/с}$ та $V = 0,5 \text{ м/с}$.

Кількість розподільчих труб

$$n_{\text{ТР}} = \frac{B_k}{l_{\text{ТР}}} = \frac{6}{1,2} = 5$$

Витрата в одній розподільчій трубі:

$$q_{TP} = \frac{q_K}{n_{TP}} = \frac{150,5}{5} = 30,1 \text{ л/с.}$$

Діаметр розподільчих труб

$$q_{TP} = 30,1 \text{ л/с; } V = 0,6 \text{ м/с; } d_{TP} = 250 \text{ мм.}$$

Площа отворів в розподільчих трубах:

$$F_0 = 0,4 \frac{\pi d_{TP}^2}{4} = 0,4 \frac{3,14 \times 250^2}{4} = 19625 \text{ мм}^2$$

Прийнявши отвори діаметром $d_0 = 25$ мм, отримуємо площу одного створу:

$$f_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} = \frac{3,14 \times 25^2}{4} = 490,6 \text{ мм}^2$$

Кількість отворів на одній розподільчій трубці:

$$n_0 = \frac{F_0}{f_0} = \frac{19625}{490,6} = 40$$

Довжина розподільчої труби:

$$l_{TP} = L_K - D_{КОЛ}^{ВП} - 0,2 = 13 - 0,43 - 0,2 = 12,32 \text{ м}$$

Відстань між вісями отворів

$$t_0 = \frac{2l_{TP}}{n_0} = \frac{2 \times 12,32}{40} = 0,62 \text{ м}$$

Верх стінки водозливу розташовується нижче рівню води на висоту

$$h_B = \frac{q_K}{V_B \times B_K} = \frac{0,15}{0,05 \times 6} = 0,5 \text{ м}$$

Втрати напору у дірчатих розподільчих трубах

$$h = \xi \frac{V^2}{2g} = 14,75 \times \frac{0,6^2}{2 \times 9,81} = 0,27$$

$$\xi = \frac{2,2}{\left(\frac{19625}{49062}\right)^2} + 1 = 14,75 \text{ м}$$

Задачі для самостійного розв'язування.

Відповідно до варіантів табл.2 студенти повинні вибрати тип камери пластівцеутворення і розрахувати її.

