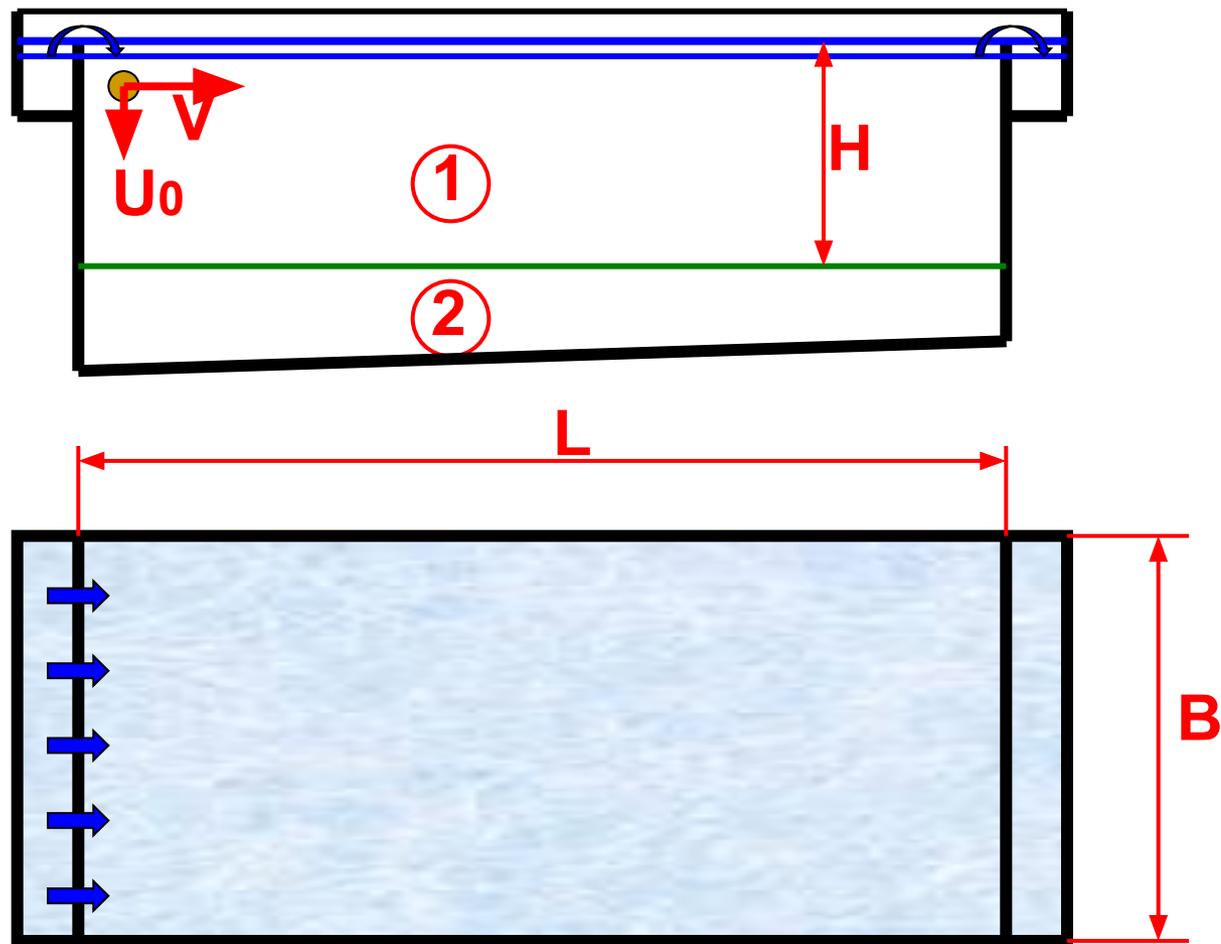


# Расчет горизонтального отстойника и камеры хлопьеобразования

# Исходные данные

- Дано:  $Q_{\text{полн}} = 154\,500 \text{ м}^3/\text{сут} = 6437,5 \text{ м}^3/\text{ч} = 1788,2 \text{ л/с} = 1.7882 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $M = 500 \text{ мг/л}$  (воды мутные — св. 250 до 1500 мг/л [п.9.9] ),  $\zeta = 70^\circ$ ,  $D_k = 50 \text{ мг/л}$ .
- Рассчитать горизонтальный отстойник и КХО со слоем взвешенного осадка.



① - Зона осаждения

② - Зона накопления и уплотнения осадка

1. Площадь отстойника в плане:

$$F = \frac{\alpha \cdot q}{3,6 \cdot U_0}$$

где  $\alpha$  – коэффициент объемного использования отстойника, 1,3 [п.6.67];  
 $q$  – расчетный расход воды, 6437,5 м<sup>3</sup>/ч;  
 $U_0$  – скорость выпадения взвеси, 0,6 мм/с [табл.11];

$$F = \frac{1,3 \cdot 6437,5}{3,6 \cdot 0,6} = 3874,42 \text{ м}^2$$

# СП 31.13330.2012 табл.11

Характеристика обрабатываемой воды и способ обработки	Скорость выпадения взвеси $u_0$ , задерживаемой отстойниками, мм/с
Маломутные цветные воды, обрабатываемые коагулянтом	0,35-0,45
Воды средней мутности, обрабатываемые коагулянтом	0,45-0,5
Мутные воды, обрабатываемые: <input type="checkbox"/> коагулянтом	0,5-0,6
<input type="checkbox"/> флокулянтом	0,2-0,3
Мутные воды, не обрабатываемые коагулянтом	0,08-0,15

# СП 31.13330.2012 табл.11

---

- Примечания: 1. В случае применения флокулянтов при коагулировании воды скорости выпадения взвеси следует увеличивать на 15—20 %.
2. Нижние пределы  $u_0$  указаны для хозяйственно-питьевых водопроводов.
-

## 2. Длина отстойника:

$$L = \frac{V_{cp}}{U_0} H_{cp} \qquad L = \frac{10}{0,6} 3 = 50 м$$

где  $H_{cp}$  - средняя высота зоны осаждения, м, принимаемая равной 3—3,5 м;  
 $V_{cp}$  — расчетная скорость горизонтального движения воды в начале отстойника, принимаемая равной 6—8, 7—10 и 9—12 мм/с соответственно для вод маломутных, средней мутности и мутных.

### 3. Ширина отстойника:

$$B = \frac{F}{L} = \frac{3874,42}{50} = 77,5 \text{ м}$$

77,5:6=12,91. Принимаем 13 секций шириной 6 м.

Резервные секции не предусматриваются.

4. Концентрация взвешенных веществ, поступающих в отстойник:

$$C = M + K_k D_k + 0,25C + B_{и},$$

- где  $M$  — количество взвешенных вещества исходной воде, г/м<sup>3</sup> (принимается равным мутности воды);
- $D_k$  — доза коагулянта по безводному продукту, г/м<sup>3</sup>;
- $K_k$  — коэффициент, принимаемый для очищенного сернокислого алюминия — 0,5, для нефелинового коагулянта — 1,2, для хлорного железа — 0,7;
- $C$  — цветность исходной воды, град;
- $B_{и}$  — количество нерастворимых веществ, вводимых с известью, г/м<sup>3</sup>.

$$C = 500 + 0,5 \cdot 50 + 0,25 \cdot 70 + 0 = 542,5 \text{ мг/л.}$$

5. Объем зоны накопления и уплотнения осадка:

$$W_{3H} = \frac{24 \cdot q \cdot (C_v - M_{осв}) \cdot T}{n \cdot \delta}$$

где  $T$  – время между чистками отстойника, не менее 12 часов [СП, п.9.56], принято 1 сутки;

$n$  – число секций отстойника;

$M_{осв}$  — мутность воды, выходящей из отстойника, г/м<sup>3</sup>, принимаемая от 8 до 15 г/м<sup>3</sup>;

$\delta$  - средняя по всей высоте осадочной части концентрация твердой фазы в осадке, г/м<sup>3</sup> в зависимости от мутности воды и

продолжительности интервалов между сбросами принимаемая по данным табл. 12;

# СП 31.13330.2012. табл.12

Мутность исходной воды, мг/л	Применя- емые реагенты	Средняя по высоте осадочной части отстойника концентрация твердой фазы в осадке, г/м <sup>3</sup> , при интервалах между сбросами осадка, ч		
		6	12	24 и более
До 50	Коагулянт	9 000	12 000	15 000
Св. 50 до 100	- " -	12 000	16 000	20 000
Св. 100 до 400	- " -	20 000	32 000	40 000
Св.400 до 1000	- " -	35 000	50 000	60 000
Св.1000до1500	- " -	80 000	100 000	120 000
Св.1500	Флокулянт	90 000	140 000	160 000
Св.1500	Без реагентов	200 000	250 000	300 000

# СП 31.13330.2012. табл.12

---

- Примечание. При обработке исходной воды коагулянтами совместно с флокулянтами среднюю концентрацию твердой фазы в осадке надлежит принимать на 25 % больше для маломутных цветных вод и на 15 % — для вод средней мутности.
-

$$W_{зн} = \frac{24 \cdot 6437,5 \cdot (542,5 - 8) \cdot 1}{13 \cdot 60000} = 105,9 \text{ м}^3$$

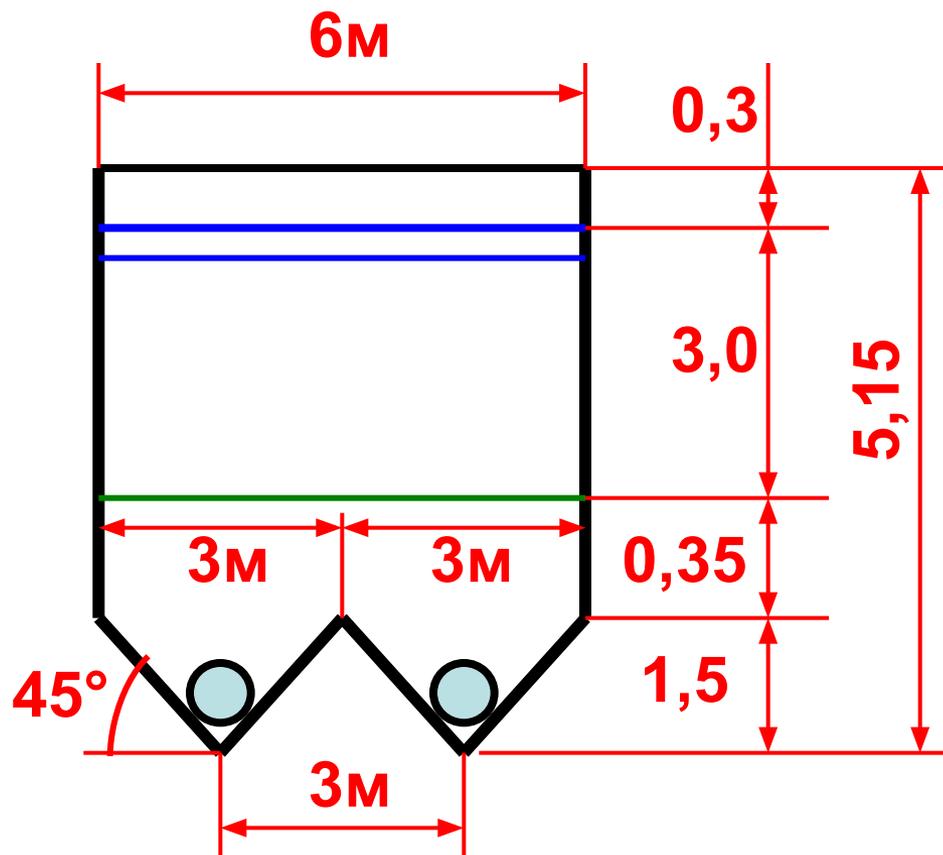
Высота зоны накопления и уплотнения

осадка:

$$h_{зн} = \frac{W_{зн}}{B_{сек} \cdot L} = \frac{105,9}{6 \cdot 50} = 0,35 \text{ м}$$

Общая высота отстойника:

$$H_{отс} = 3 + 0,35 + 1,5 + 0,3 = 5,15 \text{ м}$$



*6. Расчет трубопроводов для гидравлического удаления осадка.*

6.1. Количество воды, сбрасываемой из отстойника вместе с осадком:

$$W=1,5 \cdot 105,9 = 158,9 \text{ м}^3.$$

# СП 31.13330.2012

---

**9.60** Количество воды, сбрасываемой из отстойника вместе с осадком, следует определять с учетом коэффициента разбавления, принимаемого:

- 1,5 — при гидравлическом удалении осадка;

**9.57** Для гидравлического удаления осадка следует предусматривать сборную систему из перфорированных труб, обеспечивающую удаление его в течение 20—30 мин.

---

6.2. Секундный расход воды на 1 секцию при времени сброса осадка 20 минут:

$$Q_{1сек} = \frac{1,5 \cdot W_{3H}}{20 \text{ мин} \cdot 60 \text{ сек}} = \frac{1,5 \cdot 105,9}{20 \cdot 60} = 0,132 \text{ м}^3 / \text{с}$$

6.3. Секундный расход воды на 1 трубопровод:

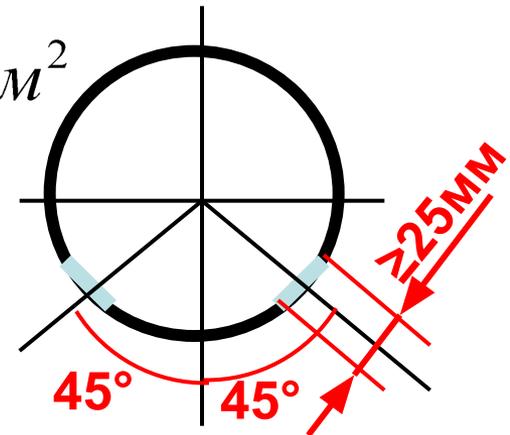
$$Q_{1труб} = \frac{0,132}{2} = 0,066 \text{ м}^3 / \text{с}$$

6.4. Диаметр трубопровода при скорости 1 м/с [п.6.71]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{1\text{труб}}}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,066}{3,14 \cdot 1}} = 0,3\text{ м} = 300\text{ мм}$$

6.5. Принимаем диаметр отверстия  $d_{\text{отв}}=25$  мм [п.6.71]. Тогда площадь 1 отверстия:

$$f_{1\text{отв}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{отв}}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,025^2}{4} = 0,000491\text{ м}^2$$



# СНиП 2.04.02-84\*

---

## 6.71.

Дно отстойника между трубами сборной системы осадка надлежит принимать плоским или призматическим с углом наклона граней  $45^\circ$ .

Расстояние между осями труб следует принимать не более 3 м — при призматическом днище и 2 м — при плоском.

Скорость движения осадка в конце труб надлежит принимать не менее 1 м/с; в отверстиях — 1,5—2 м/с; диаметр отверстий — не менее 25 мм, расстояние между отверстиями — 300—500 мм.

Отверстия следует располагать в шахматном порядке вниз под углом  $45^\circ$  к оси трубы.

Отношение суммарной площади отверстий к площади сечения труб надлежит принимать равным 0,5—0,7.

---

6.6. Площадь всех отверстий при скорости 1,5 - 2 м/с [п.6.71]:

$$\Sigma f_{отв} = \frac{Q_{1труб}}{V_{отв}} = \frac{0,066}{1,5} = 0,0441 м^2$$

6.7. Количество отверстий:

$$n = \frac{\Sigma f_{отв}}{f_{1отв}} = \frac{0,0441}{0,000491} = 89,9 шт$$

Принимаем 90 шт.

6.8. Расстояние между отверстиями:  
 $L:n=50:90=0,55$  м. (Требование СНиП  
300-500 мм).

6.9. Отношение суммарной площади  
отверстий к площади сечения трубы:

$$\frac{\Sigma f_{отв}}{f_{труб}} = \frac{0,0441}{\frac{\pi \cdot d_{труб}^2}{4}} = \frac{0,0441}{\frac{\pi \cdot 0,3^2}{4}} = 0,62$$

# СП 31.13330.2012

---

**9.61** Сбор осветленной воды следует предусматривать системой горизонтально расположенных дырчатых труб или желобов с затопленными отверстиями или треугольными водосливами, расположенными на участке  $2/3$  длины отстойника, считая от задней торцевой стенки, или на всю длину отстойника при оснащении его тонкослойными блоками.

Скорость движения осветленной воды в конце желобов и труб следует принимать  $0,6—0,8$  м/с, в отверстиях —  $1$  м/с.

Верх желоба с затопленными отверстиями должен быть на  $10$  см выше максимального уровня воды в отстойнике, заглубление трубы под уровень воды необходимо определять гидравлическим расчетом.

---

# СП 31.13330.2012

---

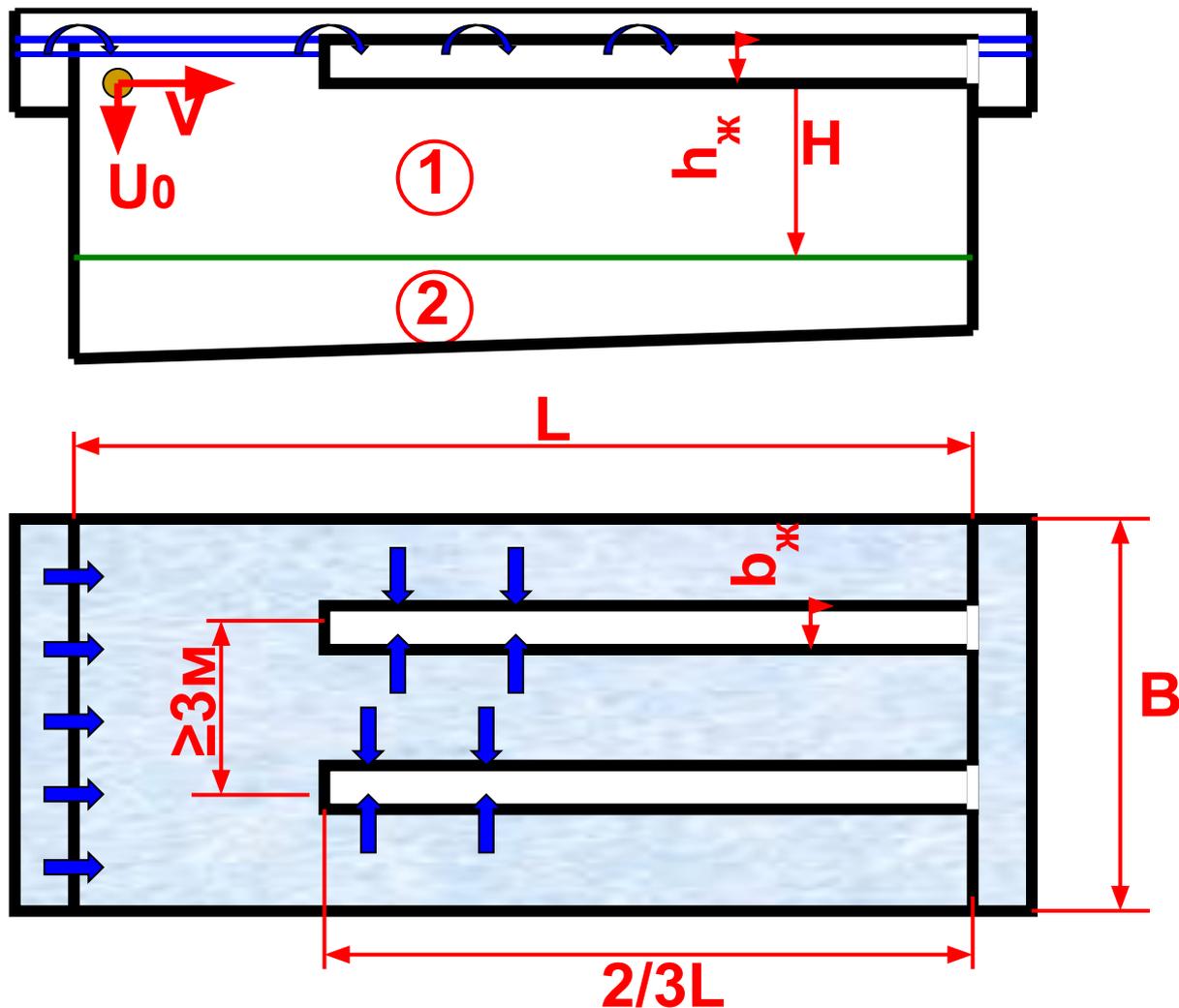
Отверстия в желобе следует располагать на 5—8 см выше дна желоба, в трубах — горизонтально по оси. Диаметр отверстий должен быть не менее 25 мм.

Излив воды из желобов и труб в сборный карман должен быть свободным (незатопленным).

Расстояние между осями желобов или труб должно быть не менее 3 м.

---

# 7. Расчет системы сбора осветленной воды.



① - Зона осаждения

② - Зона накопления и уплотнения осадка

7.1. Расход воды на каждый желоб:

$$Q_{1жс} = \frac{q}{2 \cdot n} = \frac{1,7882}{2 \cdot 13} = 0,069 \text{ м}^3 / \text{с}$$

7.2. Ширина желоба:

$$b_{ж} = 0,9 \cdot Q_{1жс}^{0,4} = 0,9 \cdot 0,069^{0,4} = 0,31 \text{ м}$$

Площадь поперечного сечения

желоба:

$$F_{1жс} = \frac{Q_{1жс}}{V_{жс}} = \frac{0,069}{0,7} = 0,098 \text{ м}^2$$

7.4. Глубина воды в желобе:

$$h_{\text{жс}} = \frac{F_{1\text{жс}}}{b_{\text{жс}}} = \frac{0,098}{0,31} = 0,32\text{ м}$$

# Камера хлопьеобразования

Размер КХО принимаем по типовой ячейке 9х6 м.

1. Скорость движения воды в КХО:

$$V_{\text{кхо}} = \frac{q}{n \cdot b_{\text{кхо}} \cdot L_{\text{кхо}}} = \frac{1,7882}{13 \cdot 6 \cdot 9} = 0,0025 \text{ м / с}$$

2. Высота воды в КХО принимается равной высоте отстойника с учетом потерь напора 0,1 м:

$$H_{\text{кхо}} = 3 + 0,35 + 1,5 + 0,1 = 4,95 \text{ м}$$

3. Время пребывания воды в камере реакции:

$$t_{\text{кхо}} = \frac{H_{\text{кхо}}}{V \cdot 60} = \frac{4,95}{0,0025 \cdot 60} = 32 \text{ мин}$$

## *4. Расчет системы распределения воды.*

# СНиП 2.04.02-84\*

---

**6.57.** Распределение воды по площади камеры хлопьеобразования со взвешенным осадком следует предусматривать с помощью напорных перфорированных труб с отверстиями, направленными вниз под углом  $45^\circ$ . Расстояние между перфорированными трубами следует принимать 2 м, от стенки камеры — 1 м.

Потери напора в перфорированных распределительных трубах надлежит определять согласно п. 6.86.

Скорость движения воды в начале распределительных труб следует принимать 0,5—0,6 м/с, площадь отверстий 30—40 % площади сечения распределительной трубы, диаметр отверстий — не менее 25 мм.

---

4.1. Расход воды на 1 трубопровод:

$$Q_{1mp} = \frac{q}{3 \cdot n} = \frac{1,7882}{3 \cdot 13} = 0,0458 \text{ м}^3 / \text{с}$$

4.2. При скорости 0,5 м/с диаметр трубопровода:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{1mpуб}}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0458}{3,14 \cdot 0,5}} = 0,342 \text{ м} \Rightarrow 350 \text{ мм}$$

4.3. Принимаем диаметр отверстия  $d_{отв}=25$  мм [п.6.57]. Тогда площадь 1 отверстия:

$$f_{1отв} = \frac{\pi \cdot d_{отв}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,025^2}{4} = 0,000491 м^2$$

4.4. Площадь всех отверстий (40%) [п.6.57]:

$$\Sigma f_{отв} = 0,4 f_{тр} = 0,4 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,35^2}{4} = 0,0385 м^2$$

4.5. Количество отверстий:

$$n = \frac{\Sigma f_{отв}}{f_{1отв}} = \frac{0,0385}{0,000491} = 78,4шт$$

Принимаем 78 шт.

4.6. Расстояние между отверстиями:

$L:n=9:78=0,115$  м.

# СП 31.13330.2012

---

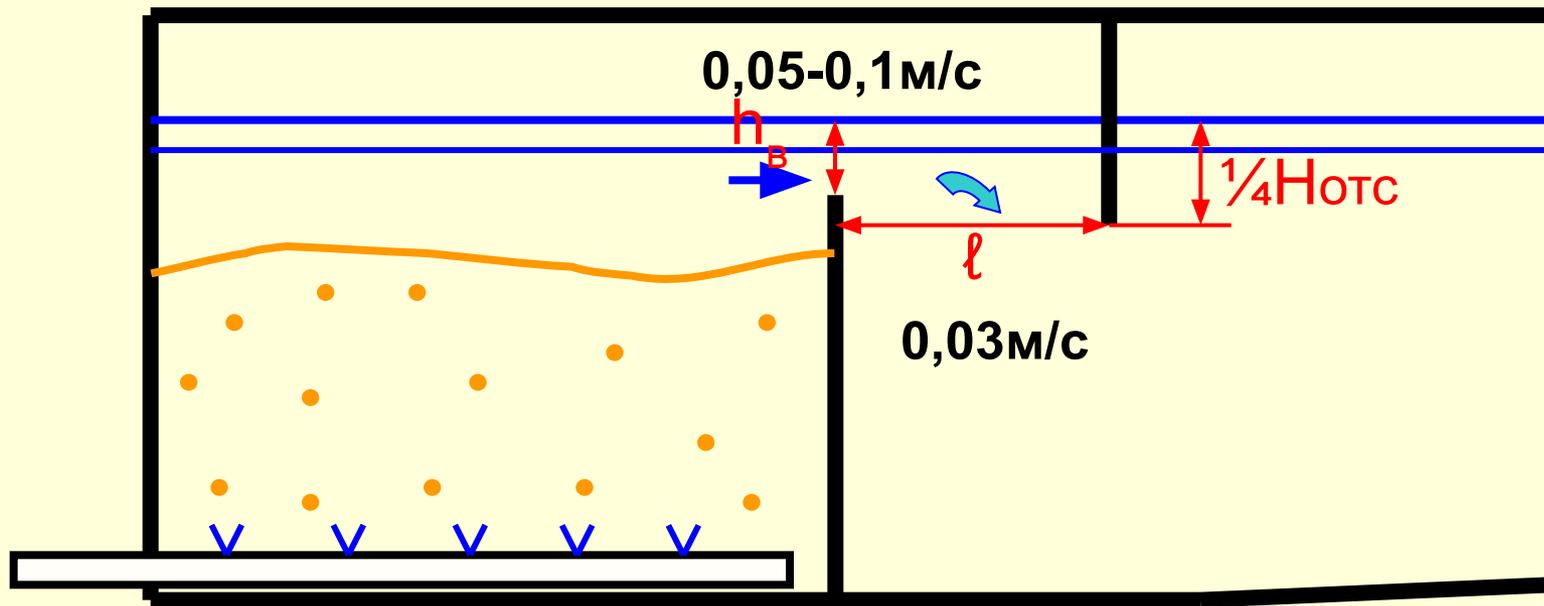
**9.46** Отвод воды из камер хлопьеобразования в отстойники надлежит предусматривать при скорости движения воды не более 0,1 м/с для мутных вод и 0,05 м/с для цветных вод. На входе воды в отстойник следует устанавливать подвесную перегородку, погруженную на 1/4 высоты отстойника. Скорость движения воды между стенкой и перегородкой должна быть не более 0,03 м/с.

---

КХ

Разрез 1-1

ГО



5. Отвод воды из КХО в отстойник предусматривается через затопленный водослив. Верх стенки водослива располагается ниже уровня воды в камере на величину:

$$h_v = \frac{q}{V_v \cdot n \cdot B} = \frac{1,7882}{0,1 \cdot 13 \cdot 6} = 0,23 \text{ м}$$

6. Расстояние между полупогруженной перегородкой и стенкой:

$$l = \frac{q}{V_n \cdot n \cdot B} = \frac{1,7882}{0,03 \cdot 13 \cdot 6} = 0,76 \text{ м}$$