

Расчет смесителей

1. Вихревой (вертикальный) смеситель
2. Дырчатый смеситель

Расчет вихревого (вертикального) смесителя



Разрез 1-1

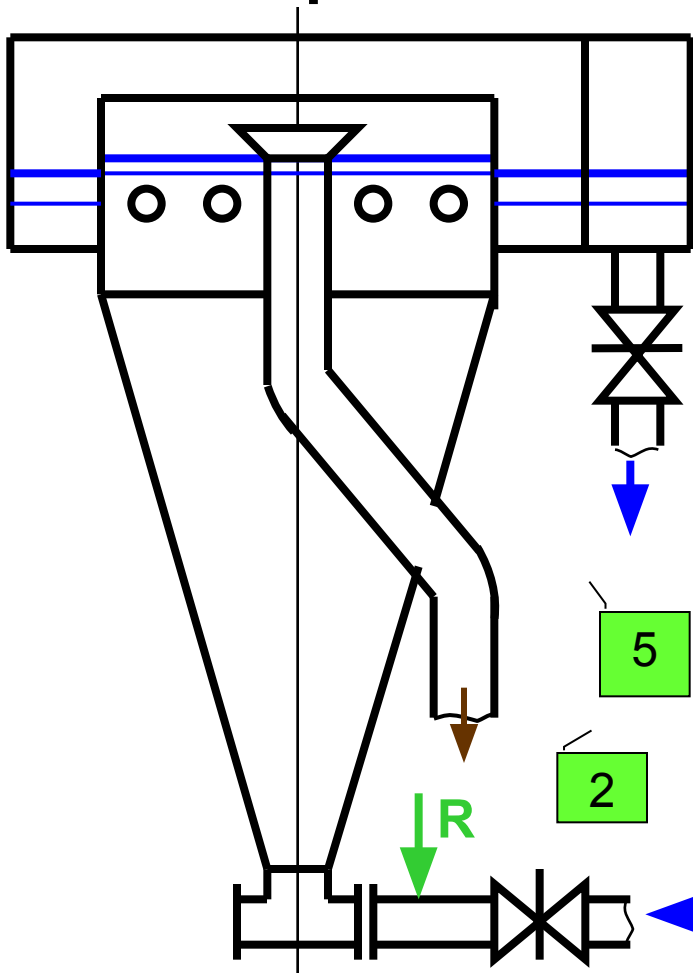
7

8

6

3

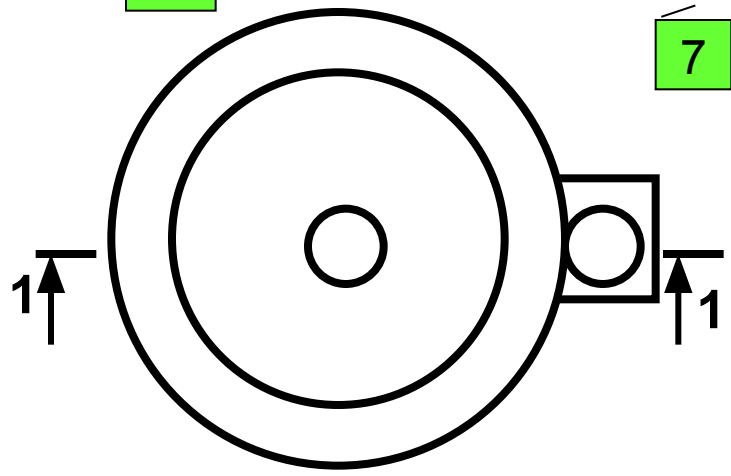
4



План

8

7



1 – подача исходной воды; 2 – подача реагента; 3 – цилиндрическая (квадратная) часть; 4 – коническая (пирамидальная) часть; 5 – переливная труба; 6 – затопленные отверстия; 7 – сборный карман; 8 -сборный лоток;

Пример.

Рассчитать вихревой смеситель при

$$Q_{\text{сут}} = 60\,010 \text{ м}^3/\text{сут} = 2\,500 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,694 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Порядок расчета

1. Расход воды на один смеситель:

$$Q_c = \frac{Q}{n} = \frac{2500}{2} = 1250 \text{ м}^3 / \text{ч} = 0,347 \text{ м}^3 / \text{с}$$

2. Площадь горизонтального сечения в верхней части смесителя:

$$F_v = \frac{Q}{V_{ц}} \quad F_v = \frac{0,347}{0,036} = 9,65 \text{ м}^2$$

где $V_{ц}$ – скорость восходящего потока в верхней части смесителя, 30-40 мм/с [п.9.36].

3. Размер корпуса в плане для круглой формы:

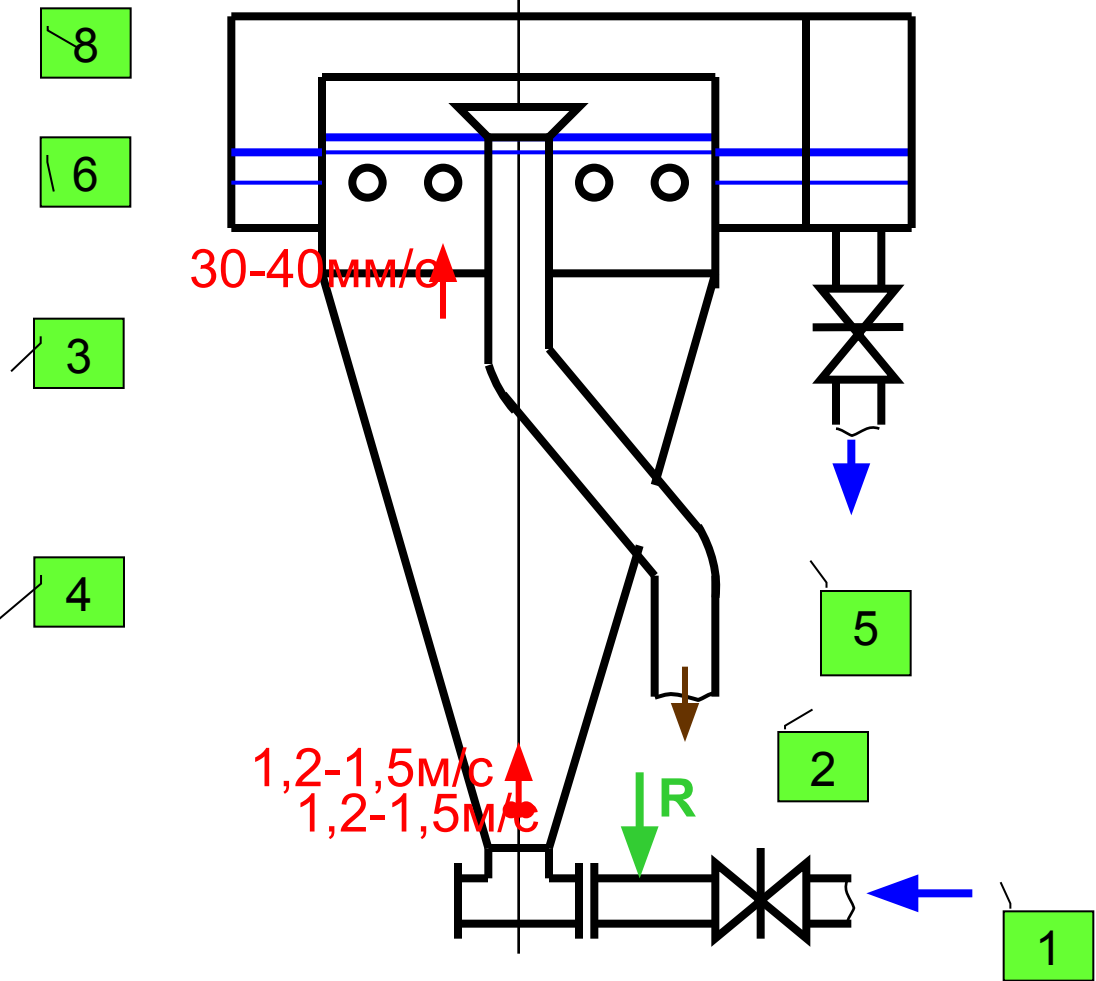
$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_v}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,65}{3,14}} = 3,5 \text{ м}$$

4. Диаметр трубопровода, подающего воду в смеситель, принимается исходя из скорости входа воды в смеситель $V = \underline{1,2} - 1,5$ м/с [п.9.36]:

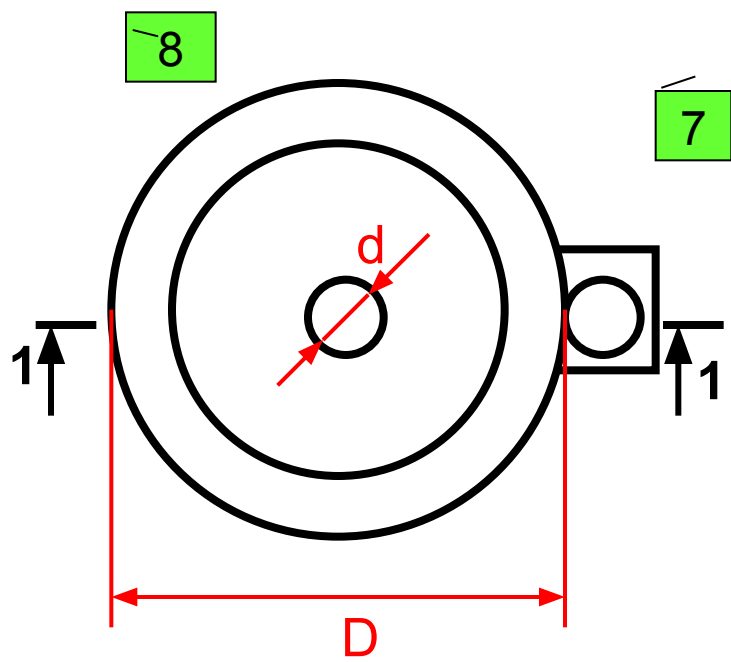
$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,347}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,607 \text{ м}$$

Разрез 1-1

7



План



1 – подача исходной воды; 2 – подача реагента; 3 – цилиндрическая (квадратная) часть; 4 – коническая (пирамидальная) часть; 5 – переливная труба; 6 – затопленные отверстия; 7 – сборный карман; 8 -сборный лоток;

Принимаем диаметр $d=600$ мм.

- **Стандартные диаметры условного прохода:**

100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500,
600, 700, 800, 900, 1000, 1200 мм.

5. Высота конической части определяется по формуле:

$$h_{\kappa} = \frac{D - d}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{3,5 - 0,6}{2 \operatorname{tg} \frac{40}{2}} = 4,0 \text{ м}$$

6. Объем конической части смесителя:

$$W_{\kappa} = \frac{\pi \cdot h_{\kappa}}{3} (R^2 + 2R \cdot r + r^2)$$

$$W_{\kappa} = \frac{3,14 \cdot 4,0}{3} (1,75^2 + 2 \cdot 1,75 \cdot 0,3 + 0,3^2) = 17,6 \text{ м}^3$$

7. Полный объем смесителя:

$$W = Q \cdot t = \frac{1250 \text{ м}^3 / \text{ч} \cdot 1,5 \text{ мин}}{60} = 31,25 \text{ м}^3$$

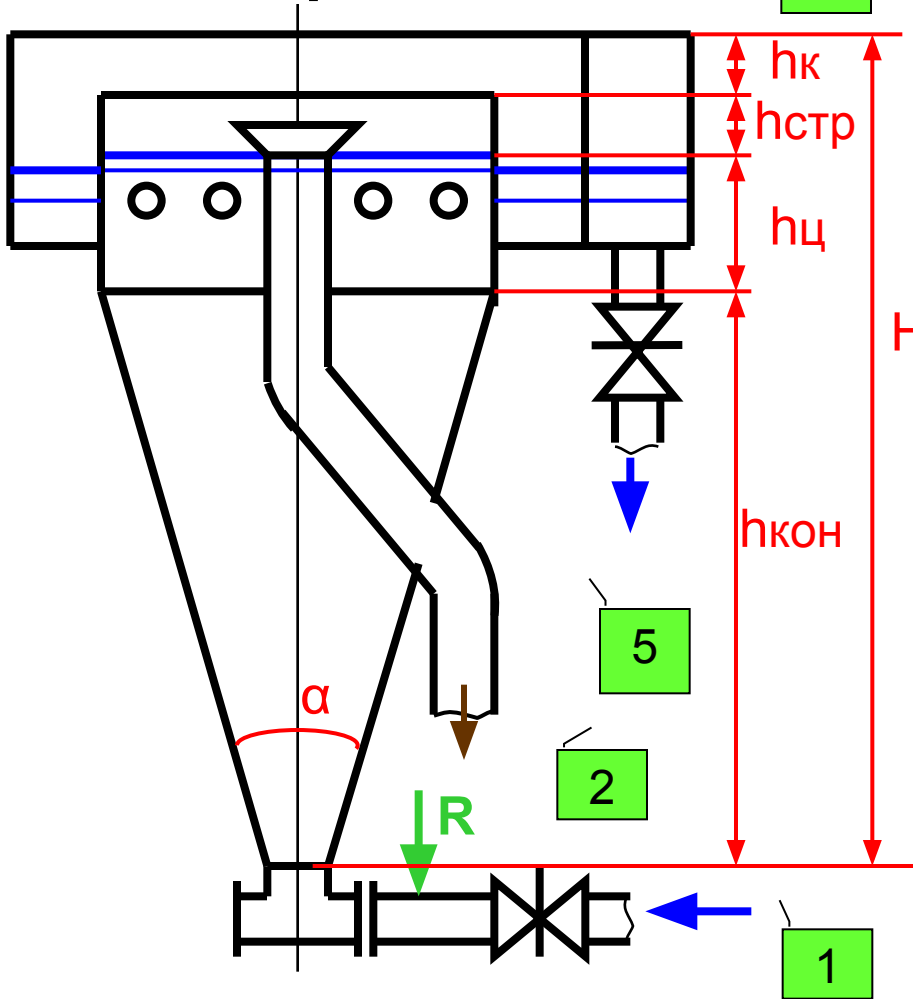
8. Объем цилиндрической части смесителя:

$$W_{\text{ц}} = W - W_{\text{к}} = 31,25 - 17,6 = 13,64 \text{ м}^3.$$

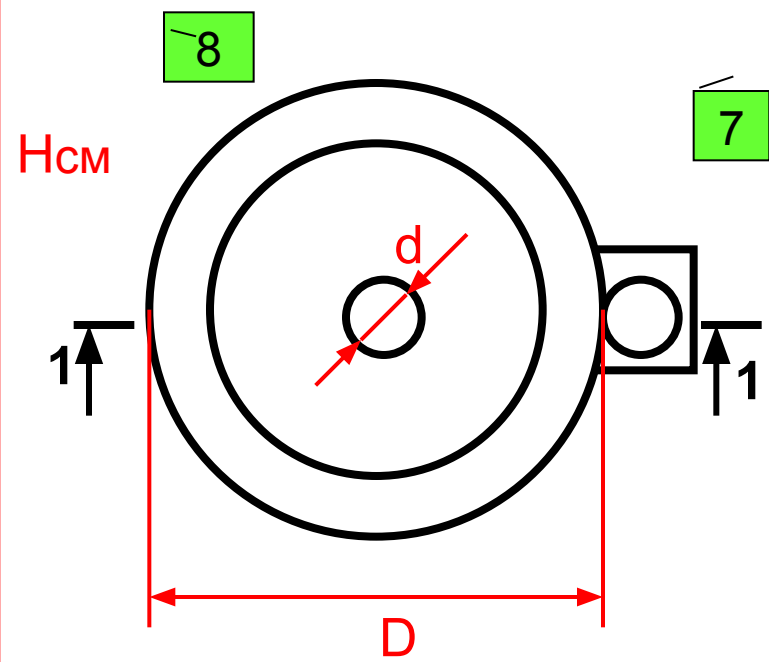
9. Высота цилиндрической части:

$$h_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{ц}}}{F_{\text{в}}} = \frac{13,64}{9,65} = 1,40 \text{ м}$$

Разрез 1-1



План



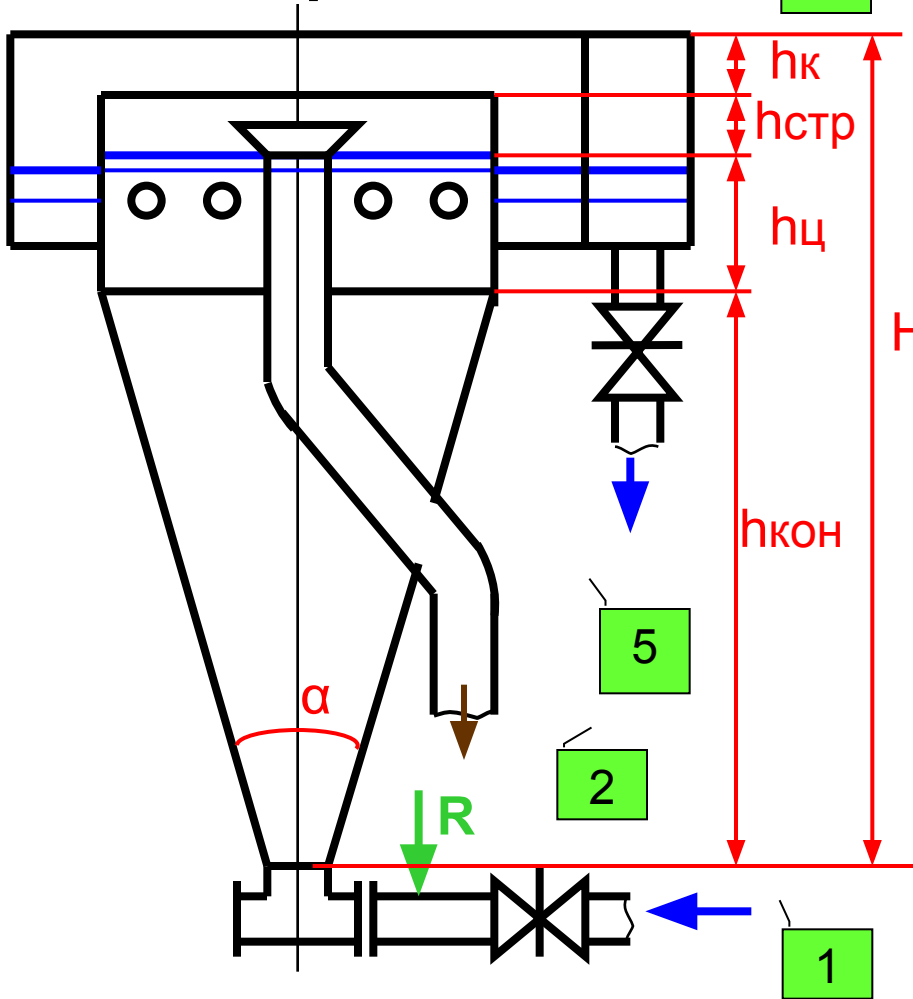
1 – подача исходной воды; 2 – подача реагента; 3 – цилиндрическая (квадратная) часть; 4 – коническая (пирамидальная) часть; 5 – переливная труба; 6 – затопленные отверстия; 7 – сборный карман; 8 -сборный лоток;

10. Полная высота смесителя:

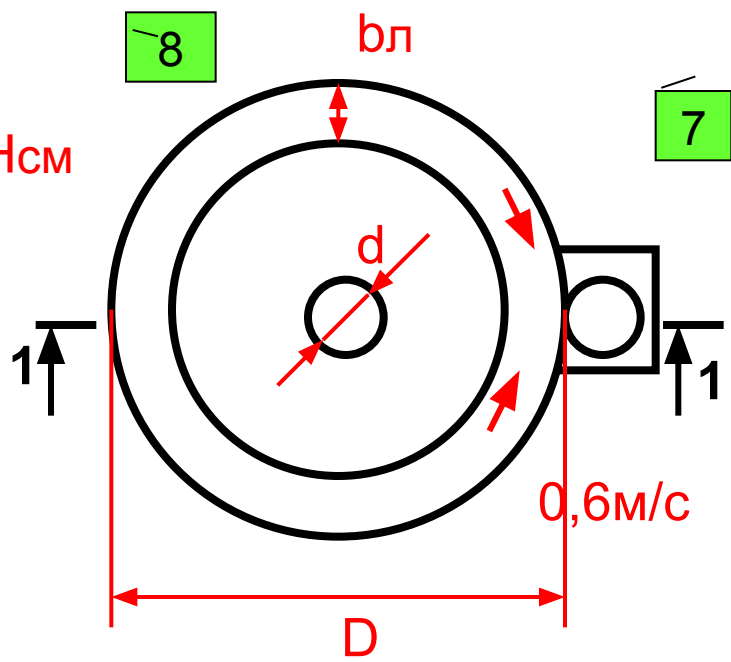
$$\begin{aligned} h &= h_{\text{ц}} + h_{\text{к}} + h_{\text{стр}} + h_{\text{констр}} = \\ &= 1,4 + 4,0 + 0,3 + 0,3 = 6,0 \text{ м} \end{aligned}$$

11. Сбор воды осуществляется в верхней части смесителя периферийным лотком через затопленные отверстия. Скорость движения воды в лотке $V_{\text{л}}$ принимается 0,6 м/с. Количество сборных лотков $n_{\text{л}}$ равно 2 (условно принимается, что поток воды делится на два параллельных потока).

Разрез 1-1



План



1 – подача исходной воды; 2 – подача реагента; 3 – цилиндрическая (квадратная) часть; 4 – коническая (пирамидальная) часть; 5 – переливная труба; 6 – затопленные отверстия; 7 – сборный карман; 8 -сборный лоток;

Площадь живого сечения сборного лотка:

$$\omega_{л} = \frac{Q}{V_{л} \cdot n_{л}} = \frac{0,347}{0,6 \cdot 2} = 0,29 \text{ м}^2$$

12. Для определения глубины потока воды в лотке задаемся шириной лотка: 0,3 – 0,8 м. При ширине лотка $b_{л} = 0,6$ м высота слоя воды в нем:
 $h_{л} = \omega_{л} / b_{л} = 0,29 / 0,6 = 0,5$ м.

13. Площадь всех затопленных отверстий в стенках сборного лотка:

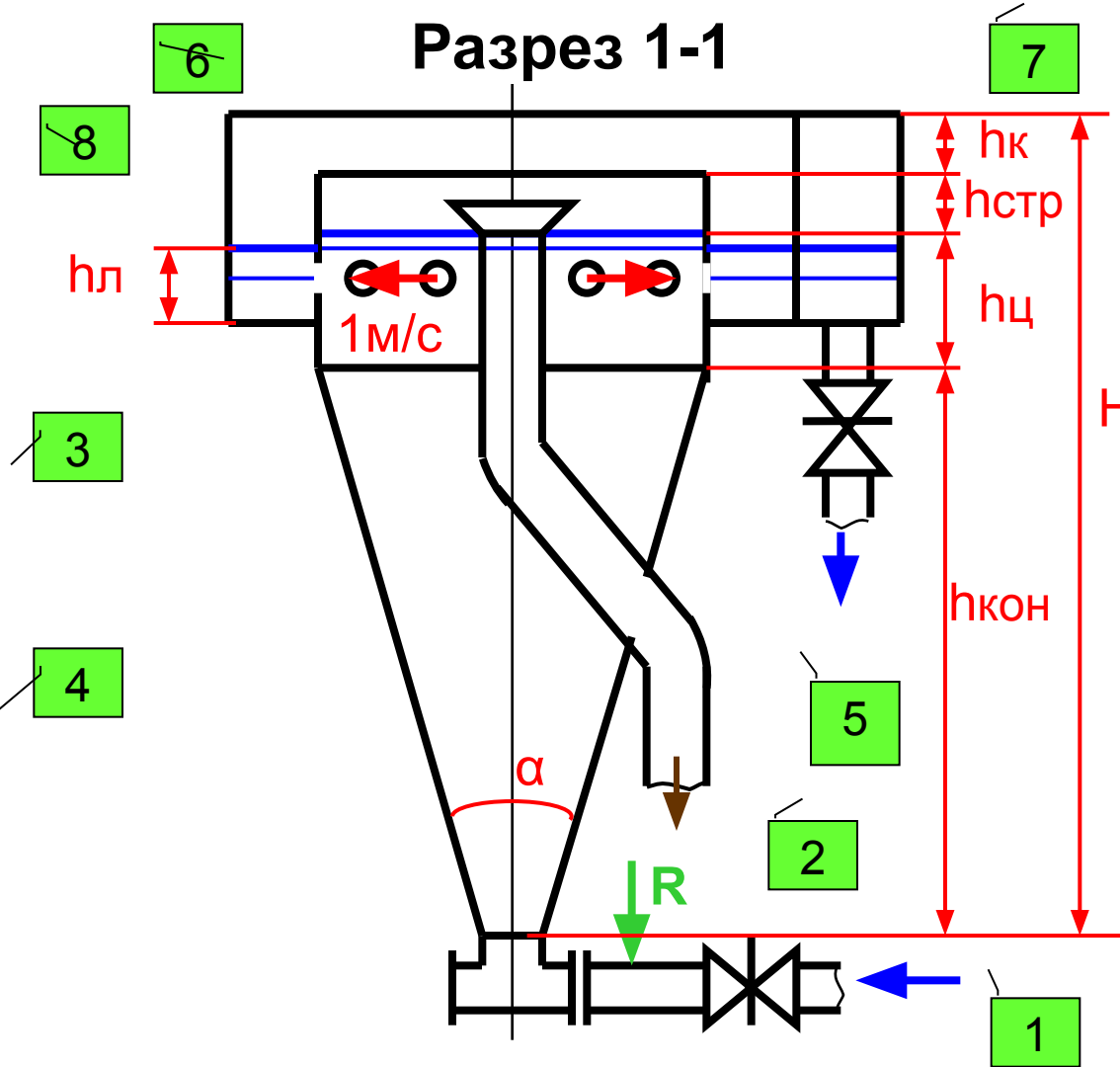
$$F_o = \frac{Q}{V} = \frac{0,347}{1} = 0,347 \text{ м}^2$$

где V_o – скорость движения воды через отверстия, 1 м/с.

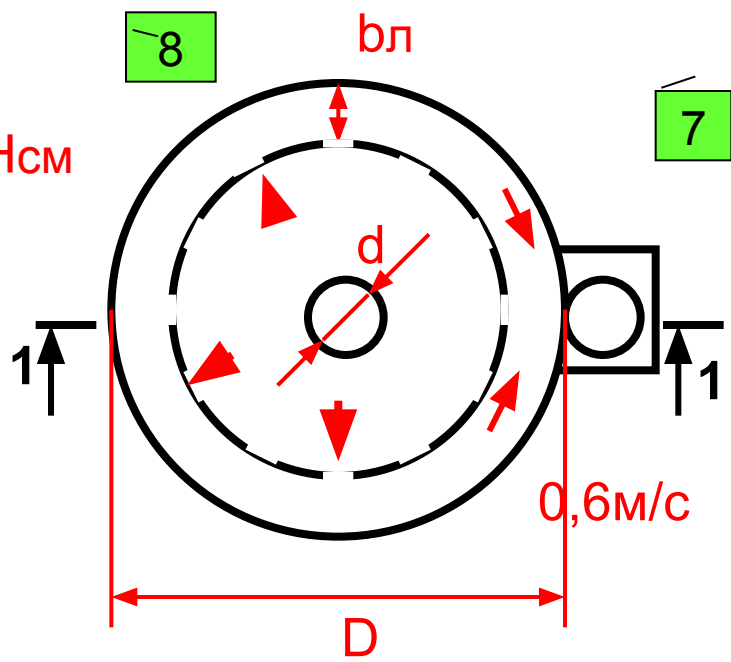
14. Принимаем диаметр отверстия $d_o = 80$ мм = 0,08 м. При этом площадь одного отверстия:

$$f_o = \frac{\pi \cdot d_o^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} = 0,00502 \text{ м}^2$$

Разрез 1-1



План



1 – подача исходной воды; 2 – подача реагента; 3 – цилиндрическая (квадратная) часть; 4 – коническая (пирамидальная) часть; 5 – переливная труба; 6 – затопленные отверстия; 7 – сборный карман; 8 -сборный лоток;

15. Общее количество отверстий:

$$n_o = \frac{F_o}{f_o} = \frac{0,347}{0,00502} = 70 \text{шт}$$

Отверстия размещаются по боковой поверхности лотка на глубине $h_o=110$ мм от верхней кромки лотка до оси отверстия.

16. Шаг между осями отверстий:

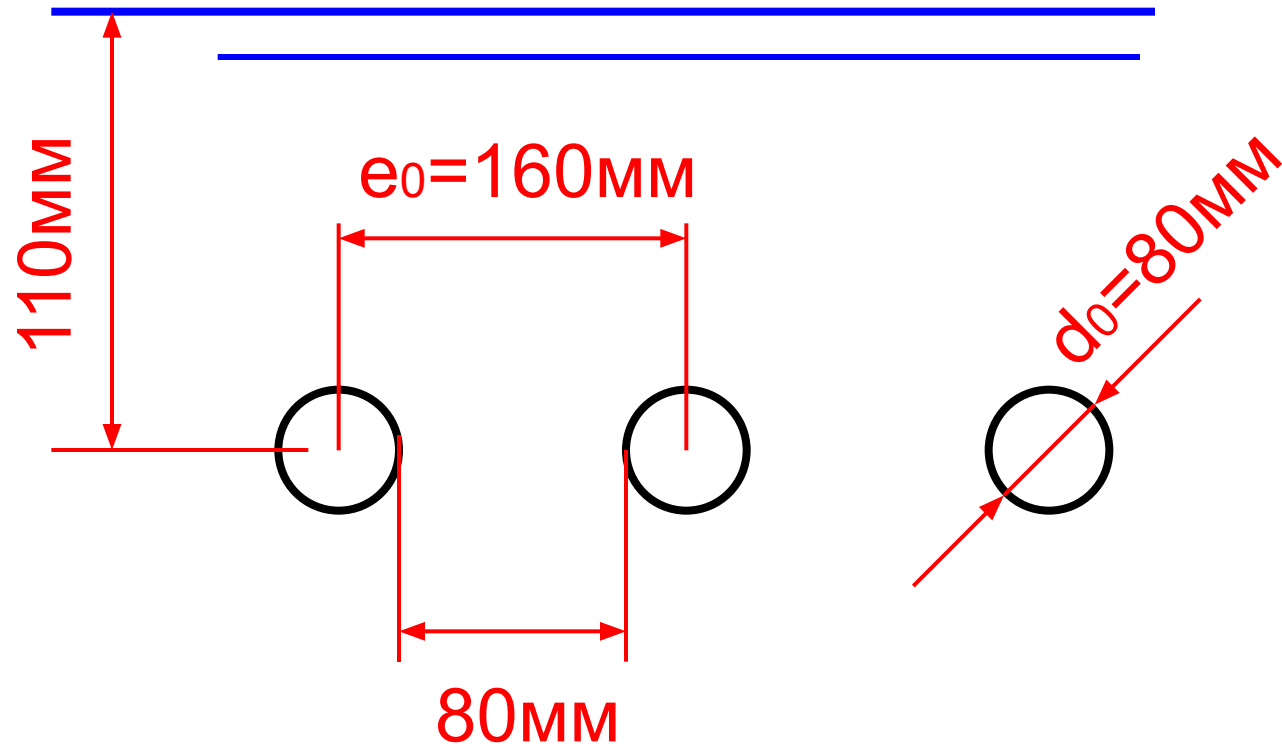
$$e_o = \frac{\pi \cdot D}{n_o} = \frac{3,14 \cdot 3,5}{70} = 0,16 \text{м} = 160 \text{мм}$$

17. Расстояния между отверстиями:

$$e_o - d_o = 160 - 80 = 80 \text{ мм.}$$

18. Размеры сборного кармана принимаются конструктивно с тем, чтобы обеспечить примыкание отводного трубопровода.

$$B_1 = d + 0,1 = 0,6 + 0,1 = 0,7 \text{ м}$$



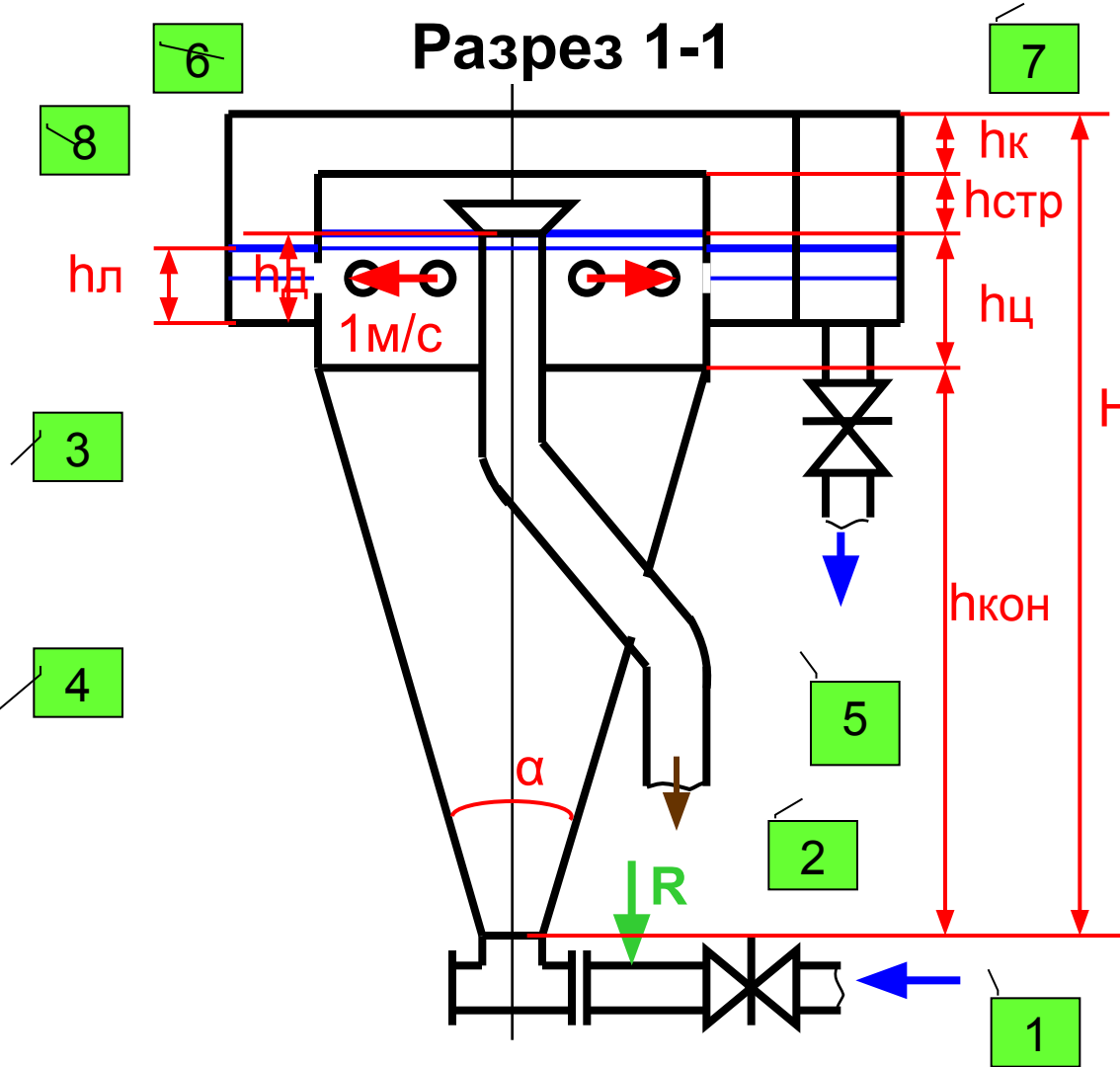
18. Размеры сборного кармана принимаются конструктивно с тем, чтобы обеспечить примыкание отводного трубопровода.

$$B_1 = d + 0,1 = 0,6 + 0,1 = 0,7 \text{ м}$$

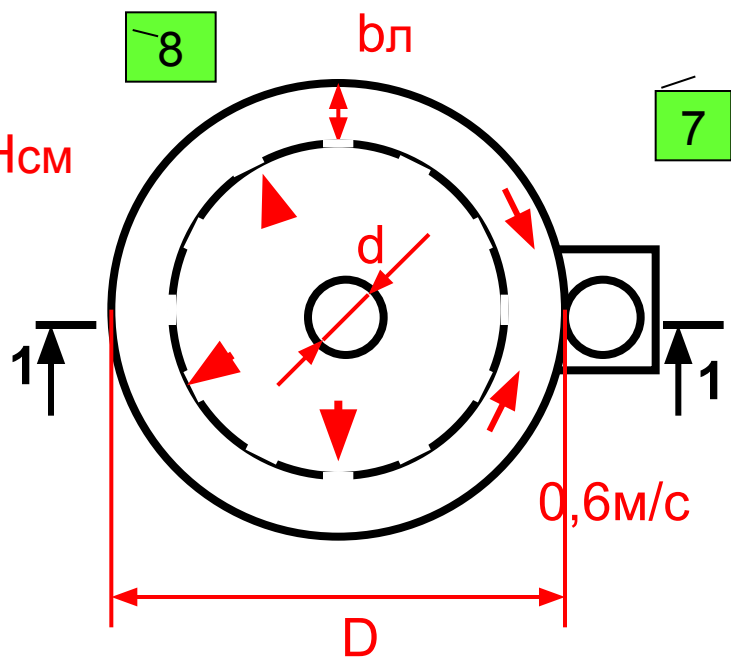
19. Расстояние от верхнего уровня воды в смесителе до дна сборного лотка

$$h_0 = 2,3 \cdot \sqrt[3]{q_{\text{л}}^2} = 2,3 \sqrt[3]{\left(\frac{0,347}{2}\right)^2} = 0,72 \text{ м}$$

Разрез 1-1



План

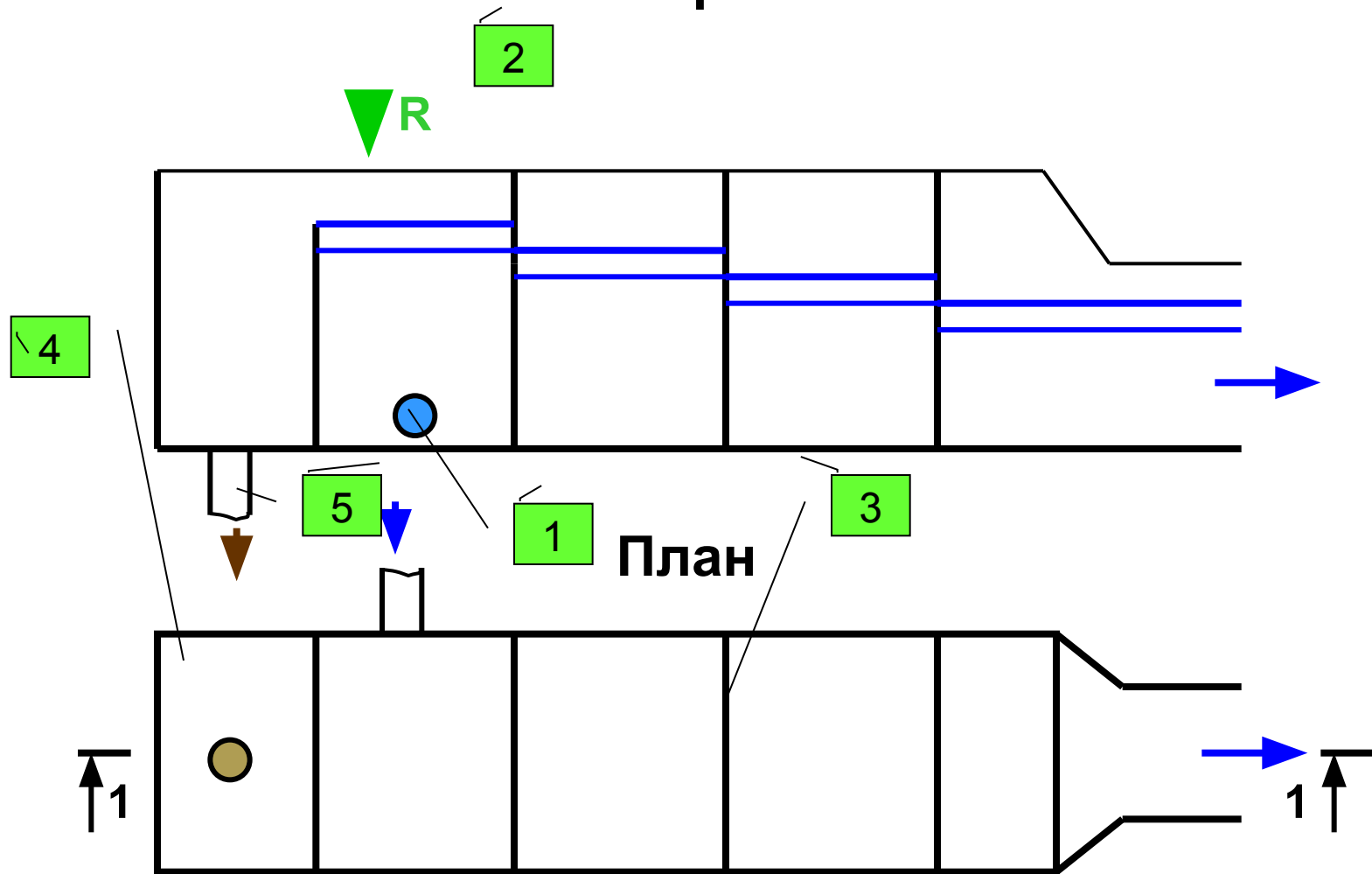


1 – подача исходной воды; 2 – подача реагента; 3 – цилиндрическая (квадратная) часть; 4 – коническая (пирамидальная) часть; 5 – переливная труба; 6 – затопленные отверстия; 7 – сборный карман; 8 -сборный лоток;

Расчет дырчатого смесителя



Разрез 1-1



1 – подача исходной воды; 2 – подача реагента; 3 – дырчатые перегородки; 4 – переливная камера; 5 – переливная труба

Пример.

Рассчитать дырчатый смеситель при

$$Q_{\text{сут}} = 15\,300 \text{ м}^3/\text{сут} = 637,5 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,177 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Порядок расчета:

1. Расход воды на один смеситель:

$$Q_c = \frac{Q}{n} = \frac{637.5}{2} = 318.75 \text{ м}^3 / \text{ч} = 0,0885 \text{ м}^3 / \text{с}$$

2. Задаемся диаметрами отверстий в перегородках:

20 мм – для небольших станций;

100 мм – для станций

производительностью $> 20\ 000 \text{ м}^3/\text{сут.}$

Принимаем 50 мм.

При скорости движения воды в отверстиях $V_0=1$ м/с количество отверстий в каждой перегородке:

$$n_{отв} = \frac{4Q_c}{V_0 \cdot \pi \cdot d_0^2} = \frac{4 \cdot 0.0885}{1 \cdot 3.14 \cdot 0.05^2} = 48шт$$

3. При толщине стенки $b=5$ см $=0.05$ м отношение $d_0/b=1$, и коэффициент расхода равен $\mu=0,75$.

(при $d_0/b=2$ $\mu=0,65$;
при $d_0/b=1$ $\mu=0,75$).

Потеря напора при прохождении воды через отверстия одной перегородки:

$$h = \frac{V_0^2}{2 \cdot g \cdot \mu^2} = \frac{1^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.75^2} = 0.09 \text{ м}$$

4. Площадь смоченного сечения смесителя:

$$F_{см} = \frac{Q_c}{V_l \cdot 3600} = \frac{318,75}{0,6 \cdot 3600} = 0,148 \text{ м}^2$$

5. Задаемся глубиной потока воды H в конце смесителя ($H=0,4$ -**0,5 м**).

Тогда ширина лотка:

$$b_l = \frac{F_{см}}{H} = \frac{0,148}{0,5} = 0,3 м$$

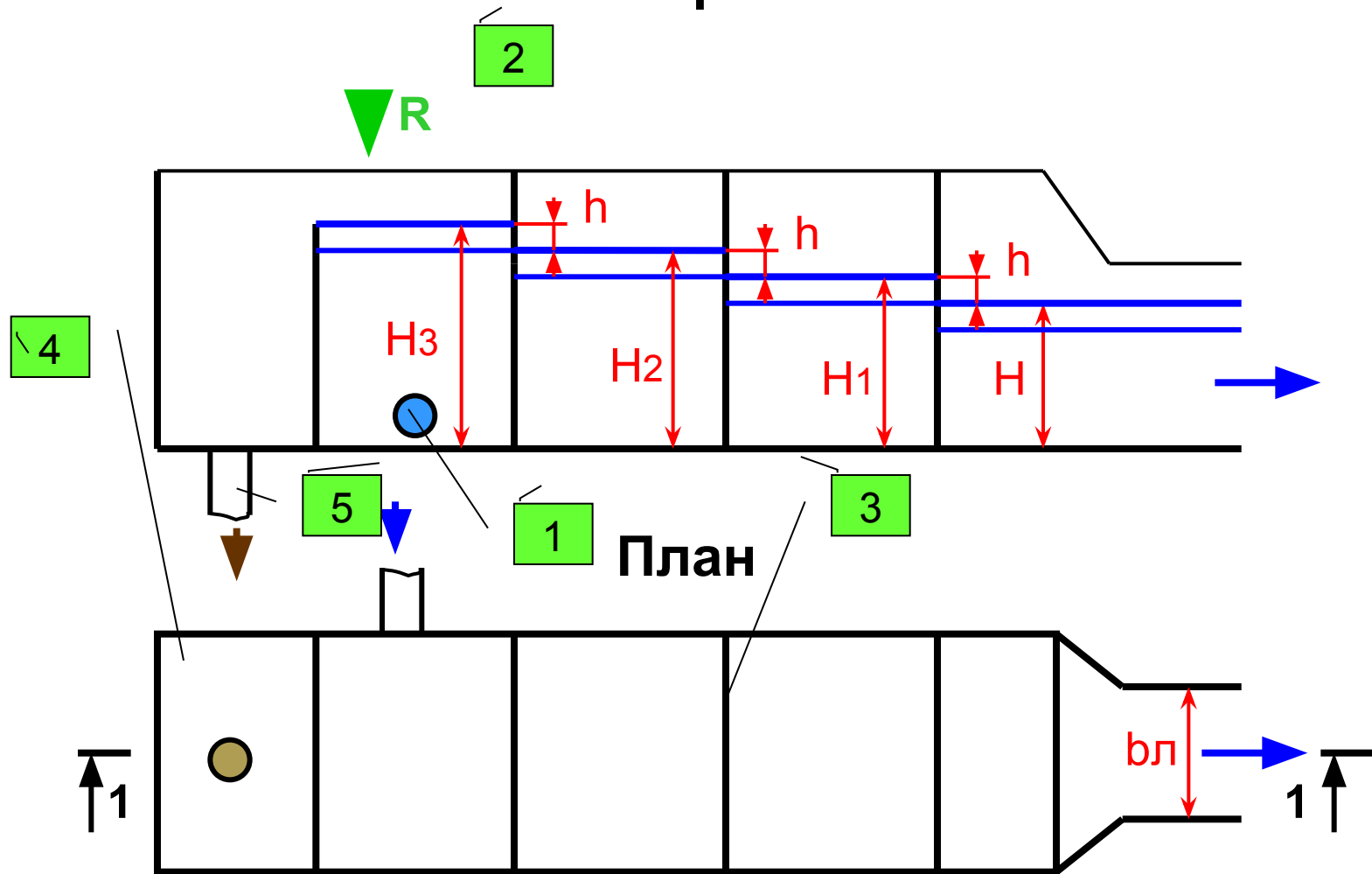
6. Высота слоя воды перед перегородками (считая от конца смесителя):

перед первой $H_1 = H + h = 0,5 + 0,09 = 0,59$ м;

перед второй $H_2 = H + 2h = 0,5 + 0,18 = 0,68$ м;

перед третьей $H_3 = H + 3h = 0,5 + 0,27 = 0,77$ м;

Разрез 1-1



1 – подача исходной воды; 2 – подача реагента; 3 – дырчатые перегородки; 4 – переливная камера; 5 – переливная труба

7. Площадь отверстий, приходящаяся на каждую перегородку:

$$f_o = \frac{3.14 \cdot 0.05^2 \cdot 48}{4} = 0.0942 \text{ м}^2$$

Так как суммарная площадь отверстий в каждой перегородке не должна превышать 30 % ее рабочей площади, то минимально необходимая площадь перегородки:

$$f_n = 0,0942 : 0,3 = 0,314 \text{ м}^2.$$

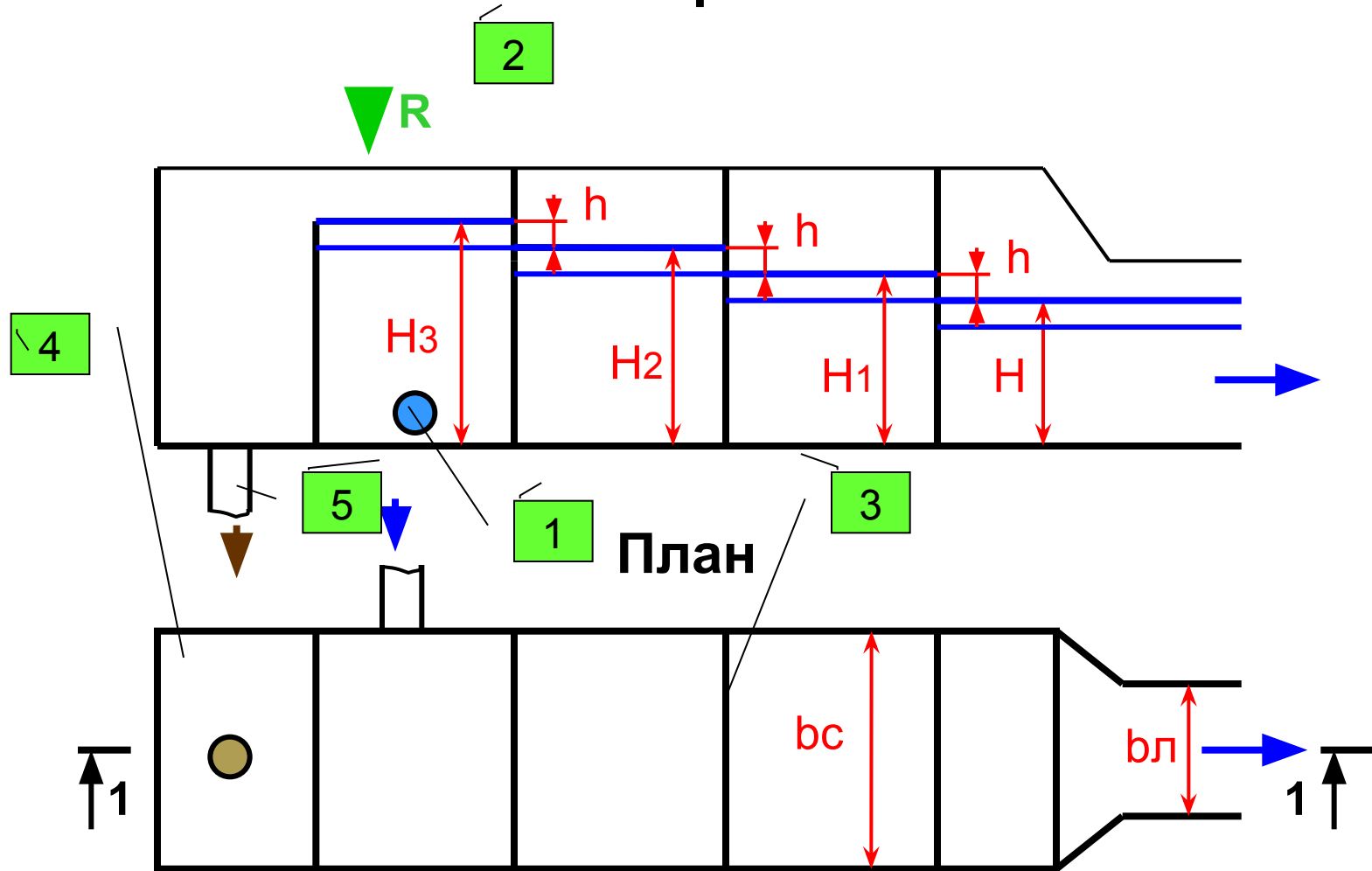
8. Высота первой перегородки с учетом затопления верхнего ряда отверстий (0,1-0,15 м)

$$h_n = 0,59 - 0,1 = 0,49 \text{ м.}$$

Поэтому ширина смесителя должна быть:

$$b_c = f_n : h_n = 0,314 : 0,49 = 0,64 \text{ м.}$$

Разрез 1-1



1 – подача исходной воды; 2 – подача реагента; 3 – дырчатые перегородки; 4 – переливная камера; 5 – переливная труба

9. Первая перегородка (считая от конца смесителя) имеет наименьшую рабочую площадь.

Размещаем на ней 6 рядов отверстий по вертикали с 8 отверстиями в каждом горизонтальном ряду, а всего 48 отверстий.

Шаг оси отверстий по вертикали:

В первой перегородке $e_1 = (590 - 100) : 6 = 82$ мм;

Во второй перегородке $e_2 = (680 - 100) : 6 = 97$ мм;

В третьей перегородке $e_3 = (770 - 100) : 6 = 112$ мм;

Расстояния между осями отверстий по горизонтали будут одинаковыми для всех перегородок и составят:

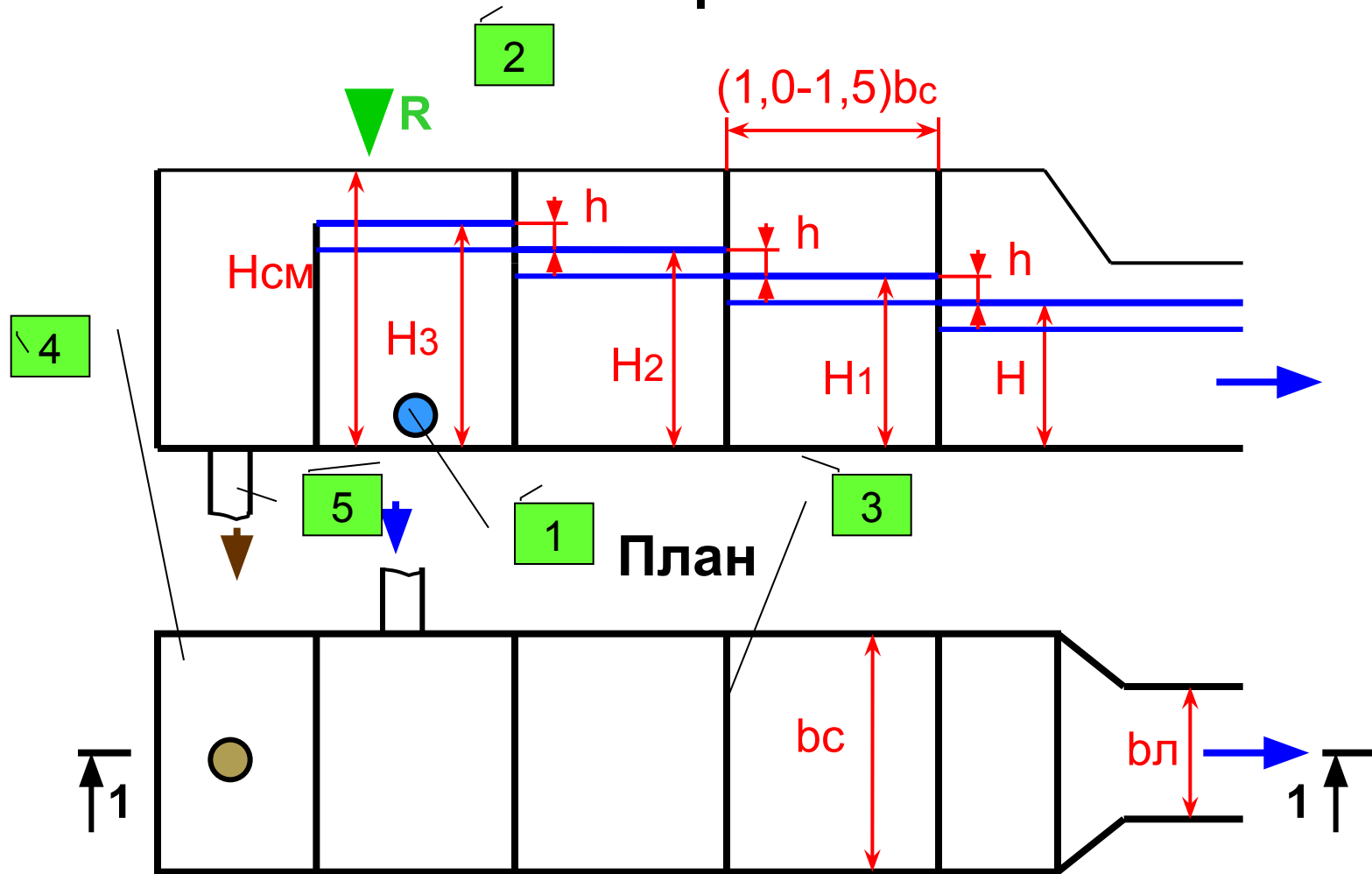
$$640 : 8 = 80 \text{ мм.}$$

10. Расстояния между перегородками – не менее ширины смесителя: 0,64 м.

11. Общая высота смесителя:

$$H_{\text{см}} = H_3 + h_{\text{стр}} = 0,77 + 0,3 = 1,07 \text{ м.}$$

Разрез 1-1



1 – подача исходной воды; 2 – подача реагента; 3 – дырчатые перегородки; 4 – переливная камера; 5 – переливная труба