

Определение напора насосной станции второго подъема

- 1. НС II в системе с водонапорной башней в начале сети*
- 2. НС II при пожаре*
- 3. НС II в безбашенной системе*
- 4. НС II в системе с контррезервуаром*

Задача № 2.2

Исходные данные:

$$Q_{\text{сут}} = 10\,750 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q_{\text{НС}} = 5.36\%;$$

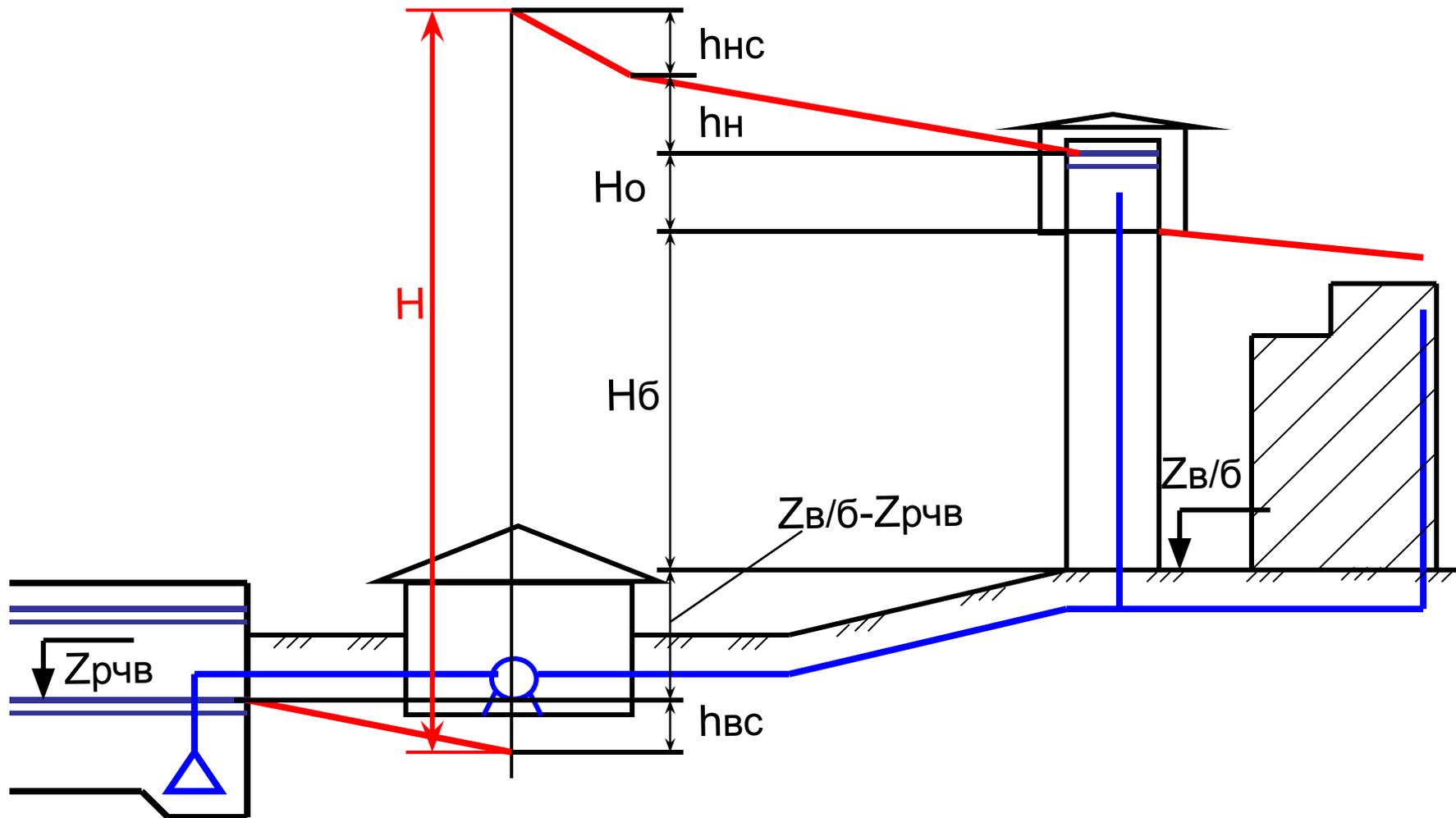
$$Z_{\text{рчв}} = 19,9 \text{ м}; Z_{\text{вб}} = 24,0 \text{ м};$$

$$H_{\text{б}} = 30 \text{ м}; H_0 = 10 \text{ м}.$$

$$l_{\text{вс}} = 20 \text{ м}; l_{\text{нап}} = 1\,500 \text{ м};$$

трубы стальные; количество линий - 2.

Определить напор НС II в системе с в/б в начале сети.



Напор НС II:

$$H = (z_{в/б} - z_{рчв}) + H_{в/б} + H_0 + h_{вс} + h_n + h_{нс},$$

- где $z_{в/б}$ – отметка поверхности земли в месте расположения водонапорной башни;
- $z_{рчв}$ - отметка расч. уровня воды в РЧВ;
- $H_{в/б}$ – высота в/б от поверхности земли до дна бака;
- H_0 – высота слоя воды в баке в/б;
- $h_{нс}$ – потери напора в коммуникациях нс, принимаемые равными 2 – 4 м;

1. Подача насосной станции:

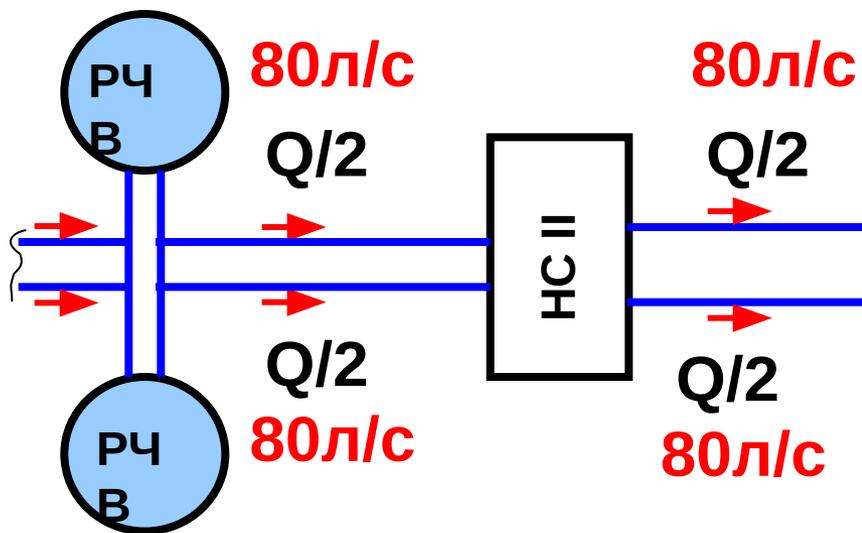
$$Q_{нс} = Q_{max} = \frac{5,36\% / час \cdot 10750 м^3 / сут}{100\% / сут} = 576 м^3 / ч = 160 л / с$$

$$Q_{труб} = 160 / 2 = 80 л / с$$

2. D, V, i.

По табл. Шевелева.

При этом диаметры 450, 700, 900 мм принимать нежелательно, т.к. не выпускается арматура указанных диаметров.



Таблицы для гидравлического расчета стальных электросварных тру (ГОСТ 10704 и ГОСТ 8696)

Q, л/с	D, мм											
	150		200		250		300		350		400	
	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i
30	1,53	27,6	0,87	6,56	0,565	2,22	0,395	0,92	0,29	0,43	-	-
31	1,58	29,4	0,90	6,97	0,58	2,35	0,41	0,98	0,30	0,46	-	-
32	1,63	31,4	0,93	7,39	0,60	2,49	0,42	1,03	0,309	0,49	0,24	0,263
33	1,68	33,4	0,96	7,83	0,62	2,64	0,434	1,09	0,319	0,51	0,248	0,278
34	1,73	35,4	0,99	8,27	0,64	2,78	0,45	1,15	0,329	0,54	0,255	0,293
35	1,79	37,5	1,02	8,73	0,66	2,94	0,46	1,21	0,338	0,57	0,263	0,308
36	1,84	39,7	1,05	9,20	0,68	3,09	0,474	1,28	0,348	0,60	0,27	0,324
37	1,89	41,9	1,08	9,69	0,70	3,25	0,486	1,34	0,358	0,63	0,278	0,34
38	1,94	44,2	1,11	10,2	0,72	3,41	0,50	1,41	0,367	0,66	0,28	0,348
39	1,99	46,6	1,14	10,7	0,735	3,58	0,513	1,48	0,377	0,69	0,293	0,374
40	2,04	49,0	1,17	11,2	0,75	3,75	0,53	1,55	0,39	0,72	0,30	0,391
42	2,14	54,1	1,22	12,3	0,79	4,10	0,55	1,69	0,406	0,79	0,315	0,426
44	2,24	59,3	1,28	13,5	0,83	4,47	0,58	1,84	0,425	0,86	0,33	0,46
46	2,35	64,8	1,34	14,7	0,87	4,85	0,61	1,99	0,44	0,93	0,345	0,50
48	2,45	70,6	1,40	16,0	0,90	5,25	0,63	2,15	0,46	1,00	0,36	0,54
50	2,55	76,6	1,46	17,4	0,94	5,67	0,66	2,32	0,48	1,08	0,375	0,58
52	2,65	82,9	1,52	18,8	0,98	6,09	0,68	2,49	0,50	1,16	0,39	0,62
54	2,75	89,4	1,57	20,3	1,02	6,54	0,71	2,67	0,52	1,24	0,405	0,67
56	2,86	96,1	1,63	21,8	1,05	7,00	0,74	2,86	0,54	1,33	0,42	0,71
58	2,96	103,1	1,69	23,4	1,09	7,47	0,76	3,05	0,56	1,42	0,435	0,76
60	-	-	1,75	25,0	1,13	7,96	0,79	3,24	0,58	1,51	0,45	0,81
64	-	-	1,87	28,5	1,21	8,96	0,84	3,65	0,62	1,69	0,48	0,91
68	-	-	1,98	32,2	1,28	10,1	0,90	4,09	0,66	1,89	0,51	1,01
72	-	-	2,10	36,1	1,36	11,3	0,95	4,54	0,70	2,10	0,54	1,12
76	-	-	2,22	40,2	1,43	12,5	1,00	5,02	0,73	2,33	0,57	1,24
80	-	-	2,33	44,5	1,51	14,0	1,05	5,53	0,77	2,55	0,60	1,36
84	-	-	2,45	49,2	1,58	15,4	1,11	6,05	0,81	2,79	0,63	1,49
88	-	-	2,57	53,9	1,66	16,9	1,16	6,60	0,85	3,04	0,66	1,62

СНиП 2.02.04-84* табл.33

Диаметр труб, мм	Скорости движения воды в трубопроводах насосных станций, м/с	
	всасывающие	напорные
До 250	0,6 — 1	0,8 — 2
Св. 250 до 800	0,8 — 1,5	1 — 3
Св. 800	1,2 — 2	1,5 — 4

СП 31.13330.2012 табл.24

Диаметр труб, мм	Скорости движения воды в трубопроводах насосных станций, м/с	
	всасывающие	напорные
До 250	0,6 — 1	0,8 — 2
Св. 250 до 800	0,8 — 1,5	1 — 3
Св. 800	1,2 — 2	1,5 — 4

2. D, V, i .

$D=300$ мм, $V = 1,05$ м/с, $i = 0,00553$.

3. Потери напора

3.1. во всасывающих трубопроводах:

$$h_{вс} = 1,2 \cdot 0,00553 \cdot 20 = 0,13 \text{ м.}$$

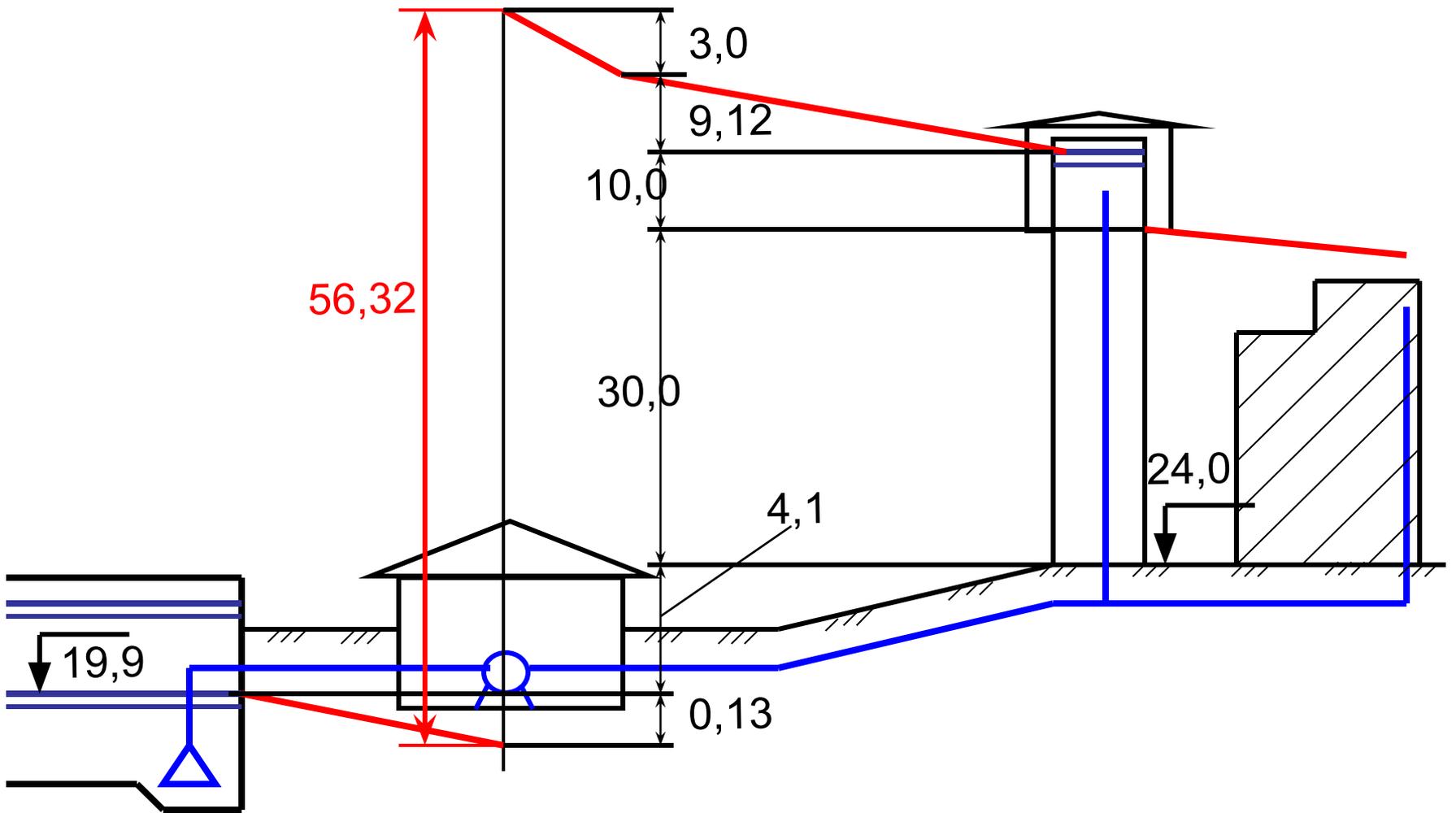
3.2. в напорных трубопроводах:

$$h_{н} = 1,1 \cdot 0,00553 \cdot 1500 = 9,12 \text{ м.}$$

3.3. в коммуникациях НС:

$$h_{нс} = 3 \text{ м.}$$

$$4. H = (24-19,9)+30+10+0,13+ 9,12 + 3 = 56,35 \text{ м.}$$



Задача № 2.3

Исходные данные (см. выше):

$$Q_{\text{сут}} = 10\,750 \text{ м}^3/\text{сут};$$

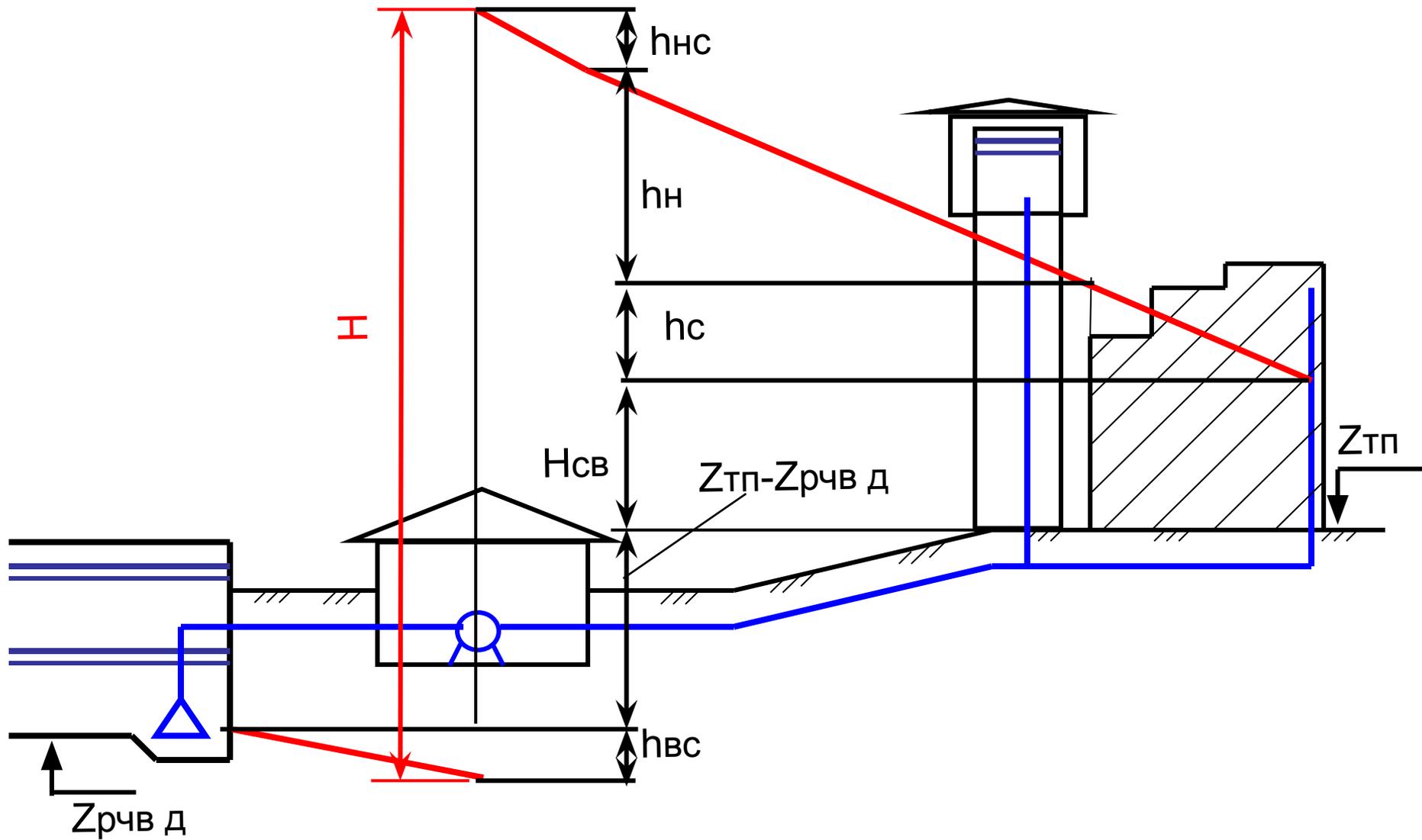
$$Q_{\text{max}} = 5.96\%;$$

$$Z_{\text{рчв дно}} = 17,5 \text{ м}; \quad Z_{\text{ТП}} = 23,0 \text{ м};$$

Расход на наружное пожаротушение:
25 л/с·2 пожара

Потери в сети при пожаре – 25,1 м.

Определить напор НС II при пожаре.



Напор НС II при пожаре:

$$H^{\text{п}} = (z_{\text{т.п.}} - z_{\text{рчв}}^{\text{дна}}) + H_{\text{св}}^{\text{п}} + h_{\text{вс}}^{\text{п}} + h_{\text{н}}^{\text{п}} + h_{\text{н.с.}}^{\text{п}} + h_{\text{сети}}^{\text{п}}$$

где $z_{\text{тп}}$ – отметка поверхности земли в расчетной точке пожара;

$z_{\text{рчв}}^{\text{дна}}$ – отметка дна в резервуаре чистой воды;

$H_{\text{св}}^{\text{п}}$ – свободный напор при пожаре, принимается равным 10 м [1, п.2.30];

$h_{\text{сети}}^{\text{п}}$ – потери напора в сети до расчетной точки пожара.

1. Подача НС II при пожаре:

$$Q_{max} = 5,96\% \cdot 10750 \text{ м}^3/\text{сут} =$$

$$= 641 \text{ м}^3/\text{ч} = 178 \text{ л/с}$$

$$Q_{нс п} = Q_{max} + Q_{п} = 178 + 2 \cdot (25 + 5) = 238 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\text{труб}} = 238 / 2 = 119 \text{ л/с}$$

2. V, I при известном диаметре.

По табл. Шевелева.

Продолжение приложения

Q, л/с	D, мм											
	250		<u>300</u>		350		400		450		500	
	v	1000i	v	1000i								
106	<u>2,00</u>	<u>24,6</u>	<u>1,40</u>	<u>9,51</u>	<u>1,02</u>	<u>4,29</u>	<u>0,80</u>	<u>2,28</u>	<u>0,62</u>	<u>1,23</u>	<u>0,51</u>	<u>0,75</u>
112	<u>2,11</u>	<u>27,4</u>	<u>1,47</u>	<u>10,6</u>	<u>1,08</u>	<u>4,76</u>	<u>0,84</u>	<u>2,52</u>	<u>0,66</u>	<u>1,37</u>	<u>0,54</u>	<u>0,83</u>
118	<u>2,22</u>	<u>30,5</u>	<u>1,55</u>	<u>11,8</u>	<u>1,14</u>	<u>5,24</u>	<u>0,89</u>	<u>2,78</u>	<u>0,69</u>	<u>1,50</u>	<u>0,56</u>	<u>0,91</u>
124	<u>2,34</u>	<u>33,6</u>	<u>1,63</u>	<u>13,0</u>	<u>1,20</u>	<u>5,75</u>	<u>0,93</u>	<u>3,04</u>	<u>0,73</u>	<u>1,65</u>	<u>0,59</u>	<u>0,99</u>
130	<u>2,45</u>	<u>37,0</u>	<u>1,71</u>	<u>14,3</u>	<u>1,26</u>	<u>6,30</u>	<u>0,98</u>	<u>3,32</u>	<u>0,76</u>	<u>1,79</u>	<u>0,62</u>	<u>1,08</u>
136	<u>2,56</u>	<u>40,5</u>	<u>1,79</u>	<u>15,7</u>	<u>1,31</u>	<u>6,90</u>	<u>1,02</u>	<u>3,61</u>	<u>0,80</u>	<u>1,95</u>	<u>0,65</u>	<u>1,18</u>
142	-	-	<u>1,87</u>	<u>17,1</u>	<u>1,37</u>	<u>7,52</u>	<u>1,07</u>	<u>3,92</u>	<u>0,83</u>	<u>2,11</u>	<u>0,68</u>	<u>1,27</u>
148	-	-	<u>1,95</u>	<u>18,0</u>	<u>1,43</u>	<u>8,17</u>	<u>1,11</u>	<u>4,23</u>	<u>0,87</u>	<u>2,28</u>	<u>0,71</u>	<u>1,37</u>
154	-	-	<u>2,03</u>	<u>20,1</u>	<u>1,49</u>	<u>8,85</u>	<u>1,16</u>	<u>4,56</u>	<u>0,90</u>	<u>2,45</u>	<u>0,74</u>	<u>1,48</u>
159	-	-	<u>2,09</u>	<u>21,4</u>	<u>1,54</u>	<u>9,43</u>	<u>1,19</u>	<u>4,84</u>	<u>0,93</u>	<u>2,60</u>	<u>0,76</u>	<u>1,57</u>
165	-	-	<u>2,17</u>	<u>23,0</u>	<u>1,59</u>	<u>10,2</u>	<u>1,24</u>	<u>5,19</u>	<u>0,97</u>	<u>2,79</u>	<u>0,79</u>	<u>1,68</u>
169	-	-	<u>2,22</u>	<u>24,2</u>	<u>1,63</u>	<u>10,7</u>	<u>1,27</u>	<u>5,45</u>	<u>0,99</u>	<u>2,92</u>	<u>0,81</u>	<u>1,75</u>
175	-	-	<u>2,30</u>	<u>25,9</u>	<u>1,69</u>	<u>11,4</u>	<u>1,31</u>	<u>5,84</u>	<u>1,03</u>	<u>3,11</u>	<u>0,84</u>	<u>1,87</u>
179	-	-	<u>2,36</u>	<u>27,1</u>	<u>1,73</u>	<u>12,0</u>	<u>1,34</u>	<u>6,11</u>	<u>1,05</u>	<u>3,25</u>	<u>0,86</u>	<u>1,95</u>
185	-	-	<u>2,44</u>	<u>29,0</u>	<u>1,79</u>	<u>12,8</u>	<u>1,39</u>	<u>6,53</u>	<u>1,08</u>	<u>3,45</u>	<u>0,885</u>	<u>2,07</u>
189	-	-	<u>2,49</u>	<u>30,2</u>	<u>1,83</u>	<u>13,3</u>	<u>1,42</u>	<u>6,81</u>	<u>1,11</u>	<u>3,59</u>	<u>0,90</u>	<u>2,15</u>

2. $D, V, i.$

$D=300$ мм, $V = 1,56$ м/с, $i = 0,012.$

3. Потери напора

3.1. во всасывающих трубопроводах:

$$h_{вс} = 1,2 \cdot 0,012 \cdot 20 = 0,29 \text{ м.}$$

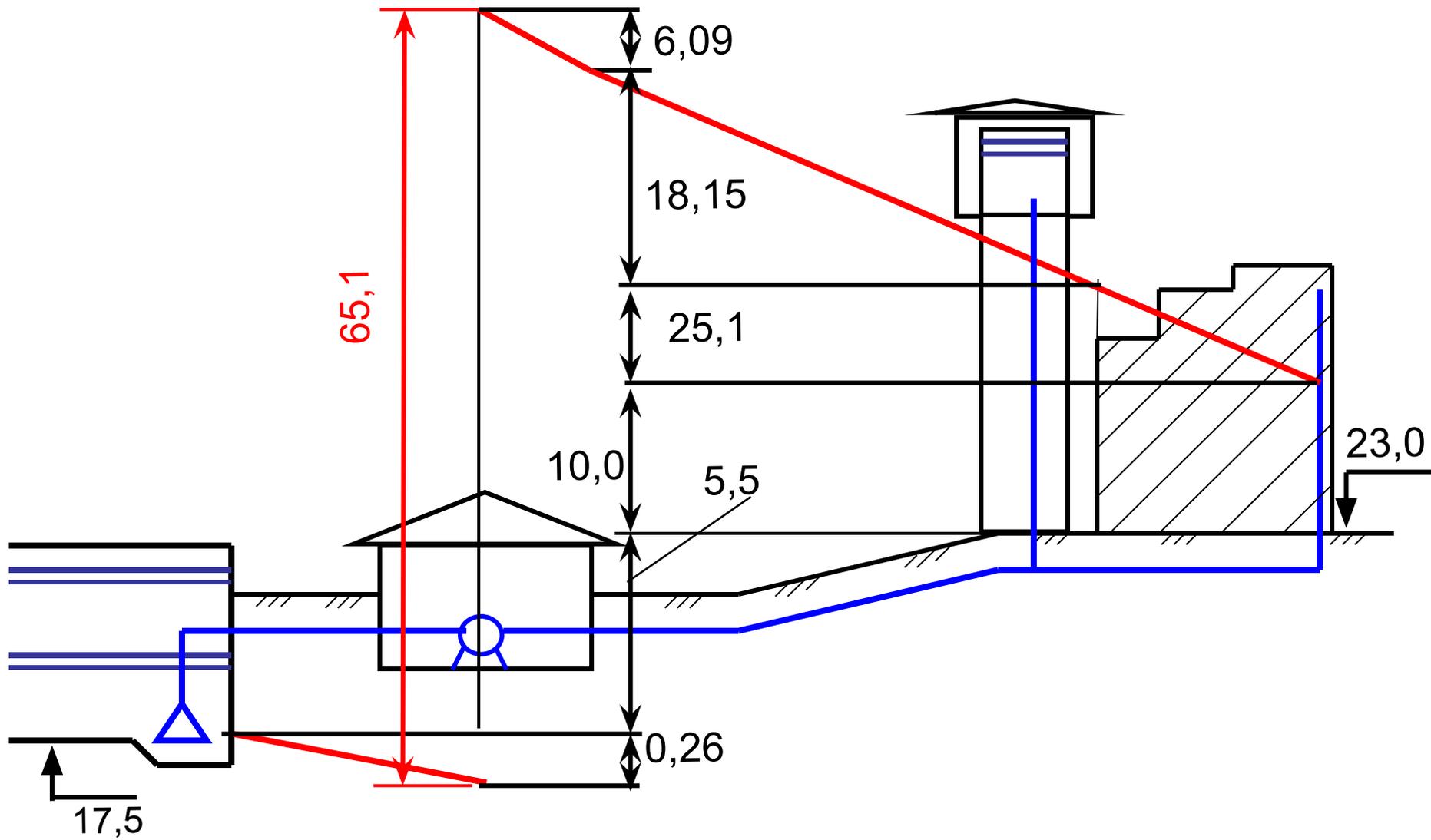
3.2. в напорных трубопроводах:

$$h_{н} = 1,1 \cdot 0,012 \cdot 1500 = 19,8 \text{ м.}$$

3.3. в коммуникациях НС:

$$h_{н.с.}^{пож} = \left(\frac{Q_{н.с.}^{пож}}{Q_{н.с.}} \right)^2 h_{н.с.} = \left(\frac{238}{160} \right)^2 \cdot 3 = 6,64 м$$

$$4. H_{пож} = (23 - 17,5) + 10 + 0,29 + 19,8 + 6,64 + 25,1 = 67,33 м.$$



Задача № 2.4

Исходные данные:

$Q_{\text{сут}}=48\ 000\ \text{м}^3/\text{сут};$

$Q_{\text{max}}=5.96\%;$

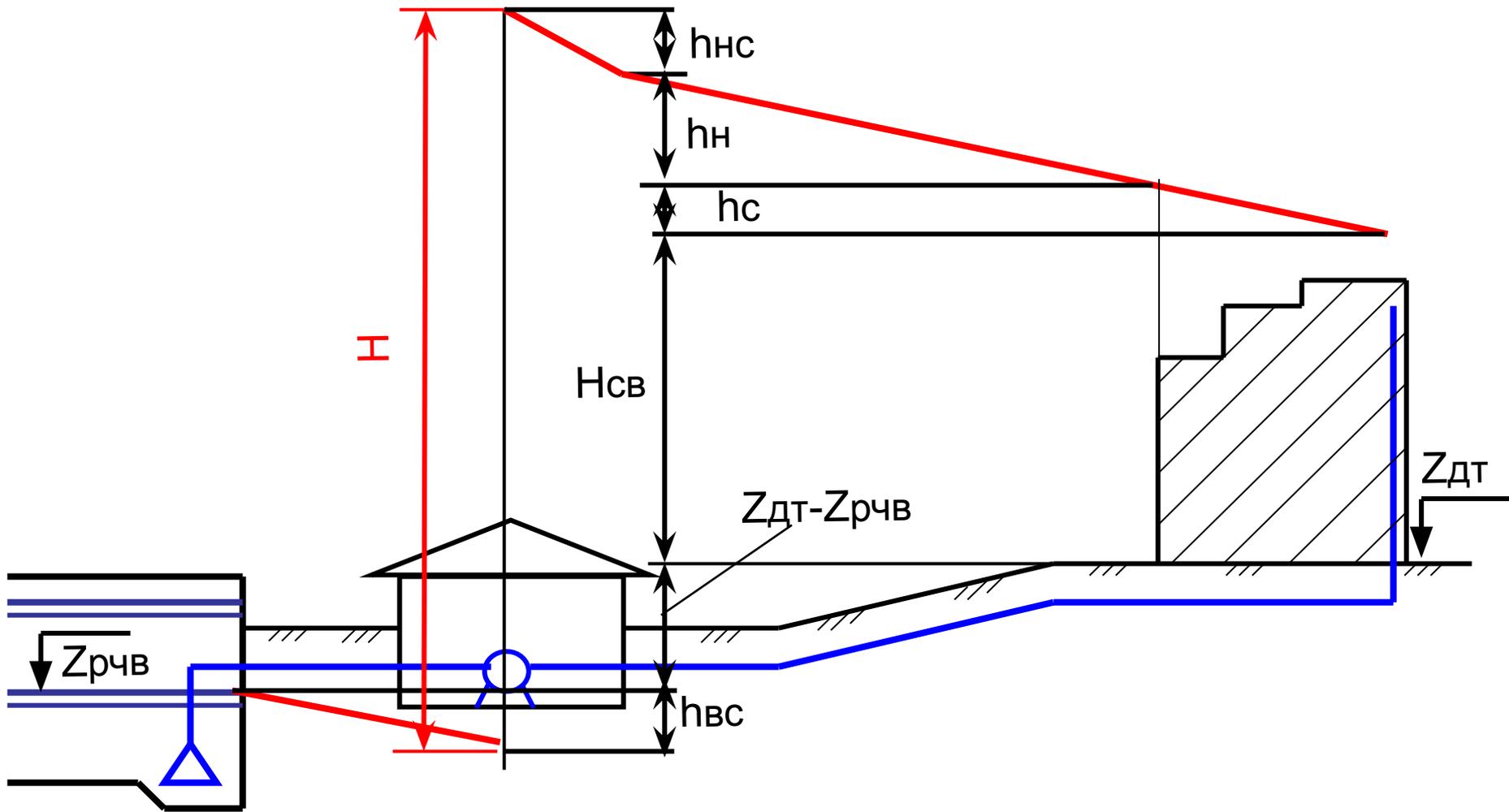
$Z_{\text{рчв}}=20\ \text{м}; Z_{\text{дт}}=28,0\ \text{м};$

Этажность – 5 этажей.

$l_{\text{вс}}=25\ \text{м}; l_{\text{нап}}=2\ 000\ \text{м};$

Потери напора в сети – 16,0 м.

Определить напор НС II в безбашенной системе.



$$H = (Z_{дт} - Z_{рчв}) + H_{св} + h_{вс} + h_{н} + h_{нс} + h_{сети}$$

$$H_{CB} = 10 + 4(n - 1) = 10 + 4(5 - 1) = 26 \text{ м.}$$

1. Подача НС II:

$$Q_{нс} = Q_{max} = 5,96\% \cdot 48000 \text{ м}^3/\text{сут} = \\ = 2861 \text{ м}^3/\text{ч} = 794 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{труб}} = 794/2 = 397 \text{ л/с}$$

2. D, V, i.

По табл. Шевелева.

Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Таблица II. Стальные трубы

Q, л/с	Диаметр, мм											
	400		450		500		600		700		800	
	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i
296	2,22	16,7	1,74	8,70	1,42	5,07	0,99	2,04	0,76	1,03	0,58	0,54
304	2,28	17,6	1,78	9,17	1,45	5,34	1,02	2,14	0,78	1,08	0,60	0,57
312	2,34	18,6	1,83	9,66	1,49	5,63	1,05	2,25	0,80	1,14	0,615	0,60
320	2,40	19,5	1,88	10,2	1,53	5,92	1,07	2,36	0,82	1,19	0,63	0,62
328	2,46	20,5	1,92	10,7	1,57	6,22	1,10	2,47	0,84	1,25	0,646	0,65
336	2,52	21,5	1,97	11,2	1,61	6,53	1,13	2,58	0,86	1,30	0,66	0,68
344	2,58	22,6	2,02	11,7	1,65	6,84	1,15	2,70	0,88	1,36	0,678	0,71
352	2,64	23,6	2,06	12,3	1,68	7,17	1,18	2,82	0,90	1,42	0,69	0,74
360	2,70	24,7	2,11	12,9	1,72	7,49	1,21	2,93	0,92	1,48	0,71	0,77
368	2,76	25,8	2,16	13,4	1,76	7,83	1,23	3,06	0,94	1,54	0,725	0,81
376	2,82	27,0	2,20	14,0	1,80	8,18	1,26	3,20	0,96	1,60	0,74	0,84
384	2,88	28,1	2,25	14,6	1,84	8,53	1,29	3,33	0,98	1,67	0,76	0,87
392	2,94	29,3	2,30	15,3	1,87	8,89	1,32	3,48	1,00	1,73	0,77	0,90
400	3,00	30,5	2,35	15,9	1,91	9,25	1,34	3,62	1,02	1,80	0,79	0,94
410	-	-	2,40	16,7	1,96	9,72	1,38	3,82	1,05	1,88	0,81	0,98
420	-	-	2,46	17,5	2,01	10,2	1,41	3,99	1,07	1,97	0,83	1,03
430	-	-	2,52	18,4	2,06	10,7	1,44	4,18	1,10	2,06	0,85	1,07

2. D, V, i .

$D=800$ мм, $V = 0,78$ м/с, $i = 0,00093$.

3. Потери напора

3.1. во всасывающих трубопроводах:

$$h_{вс} = 1,2 \cdot 0,00093 \cdot 20 = 0,02 \text{ м.}$$

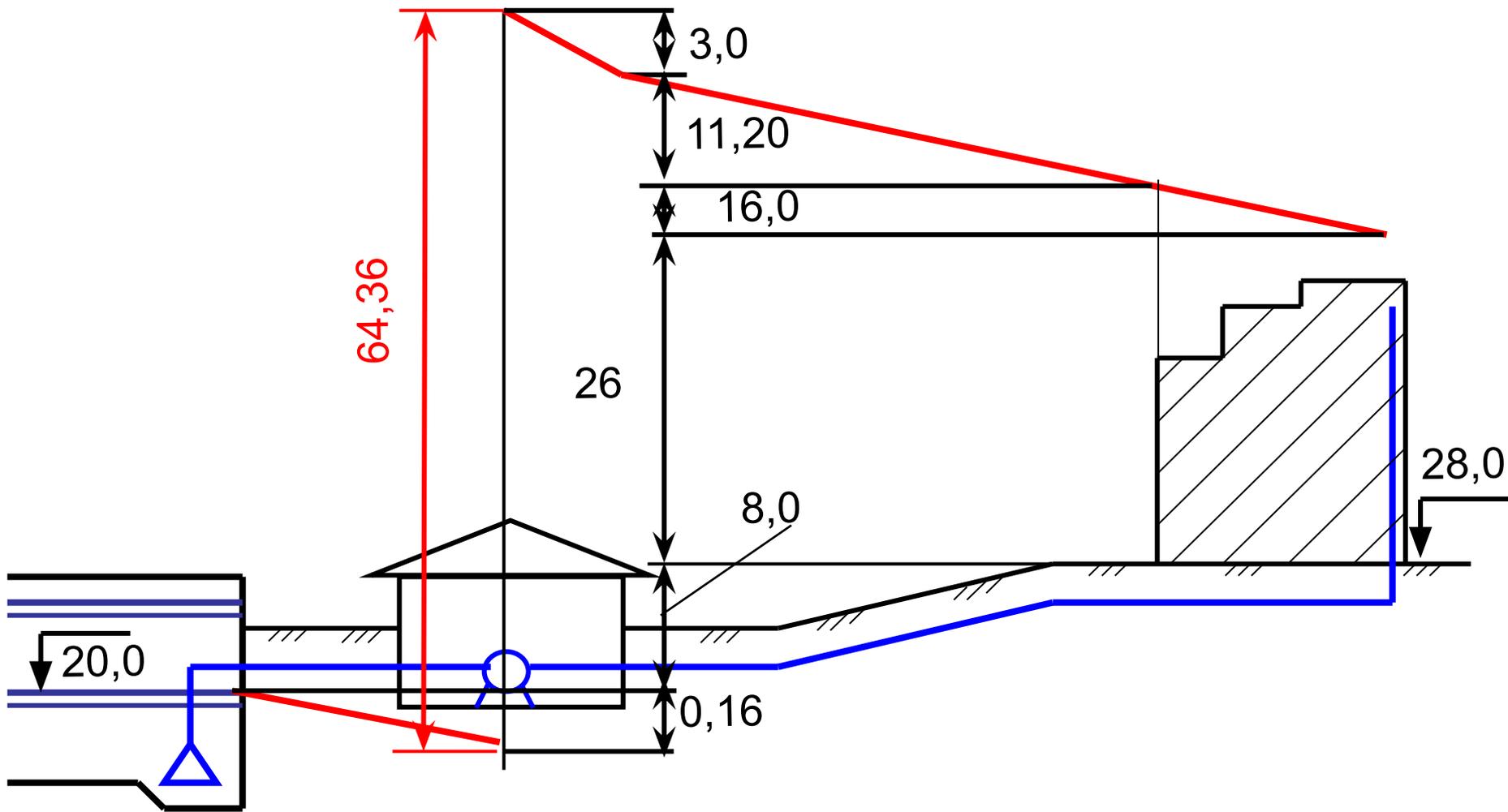
3.2. в напорных трубопроводах:

$$h_{н} = 1,1 \cdot 0,00093 \cdot 2000 = 2,05 \text{ м.}$$

3.3. в коммуникациях НС:

$$h_{нс} = 3 \text{ м.}$$

$$4. H = (28-20)+26+0,02+2,05 +3 +16,0= 55,07 \text{ м.}$$



$$H = (z_{\text{ДТ}} - z_{\text{рчв}}) + H_{\text{св}} + h_{\text{вс}} + h_{\text{н}} + h_{\text{нс}} + h_{\text{сети}}$$

Задача № 2.5

Исходные данные:

$$Q_{\text{сут}} = 15\,000 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q_{\text{НС}} = 5.36\%;$$

$$Z_{\text{рчв}} = 23,5 \text{ м}; Z_{\text{ТСХ}} = 24,5 \text{ м}; Z_{\text{вб}} = 25,5 \text{ м};$$

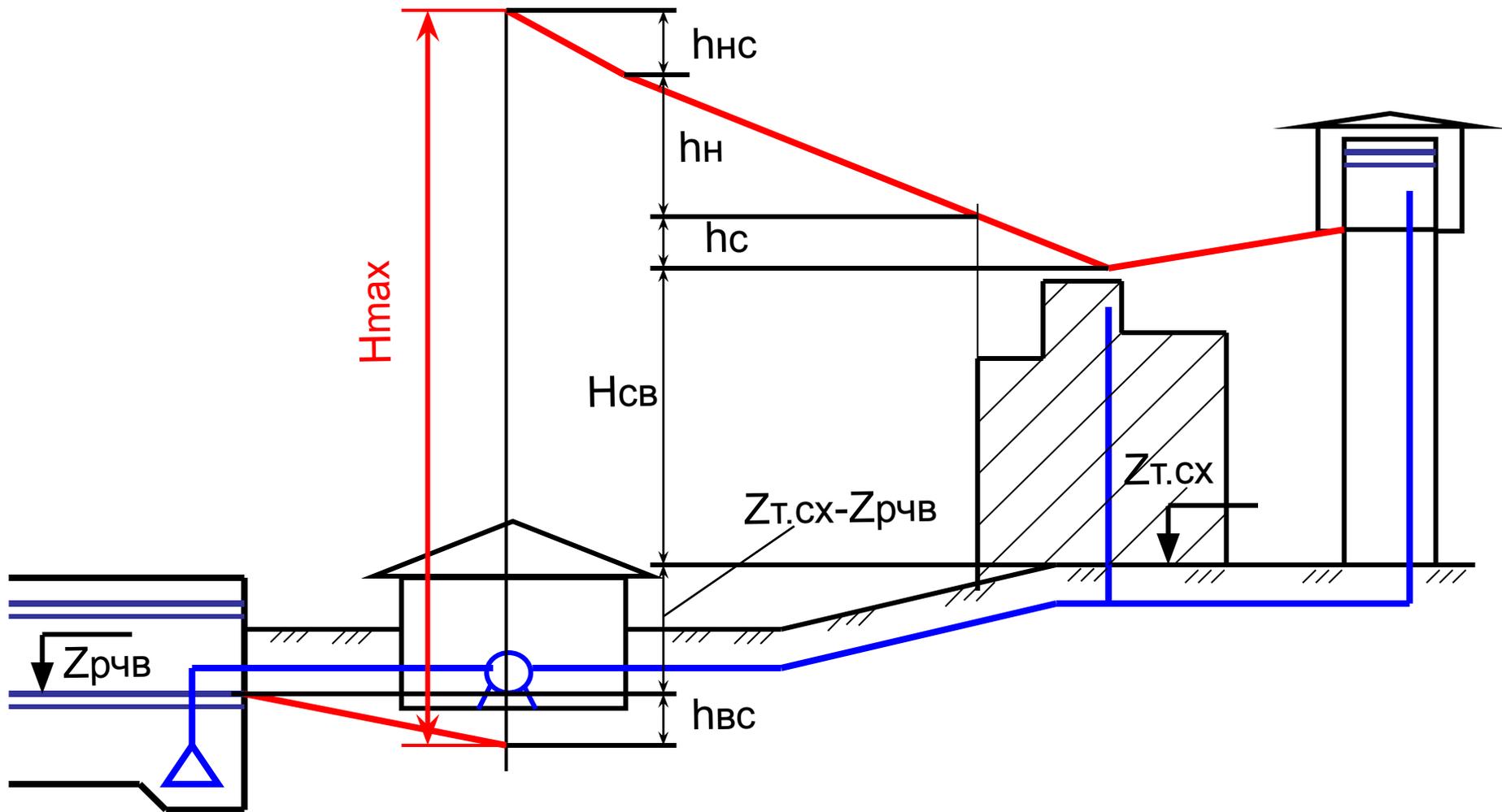
Этажность – 4 этажа. $H_{\text{б}} = 27 \text{ м}$; $H_0 = 6 \text{ м}$.

$$l_{\text{вс}} = 20 \text{ м}; l_{\text{нап}} = 1\,500 \text{ м};$$

$$h_{\text{max}} = 13,5 \text{ м}, h_{\text{транзит}} = 14,5 \text{ м}.$$

Определить напор НС II в системе с контррезервуаром.

При максимальном водопотреблении



$$H_{\max} = (z_{\text{дт}} - z_{\text{рчв}}) + H_{\text{св}} + h_{\text{вс}} + h_{\text{н}} + h_{\text{нс}} + h_{\text{сети}}$$

$$H_{\text{св}} = 10 + 4(n - 1) = 10 + 4(4 - 1) = 22 \text{ м.}$$

1. Подача НС II:

$$Q_{НС} = 5,36\% \cdot 15000 \text{ м}^3/\text{сут} = \\ = 804 \text{ м}^3/\text{ч} = 224 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{труб}} = 224/2 = 112 \text{ л/с}$$

2. D, V, i.

По табл. Шевелева.

Продолжение приложения

Q, л/с	D, мм											
	250		300		350		400		450		500	
	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i
106	2,00	24,6	1,40	9,51	1,02	4,29	0,80	2,28	0,62	1,23	0,51	0,75
112	2,11	27,4	1,47	10,6	1,08	4,76	0,84	2,52	0,66	1,37	0,54	0,83
118	2,22	30,5	1,55	11,8	1,14	5,24	0,89	2,78	0,69	1,50	0,56	0,91
124	2,34	33,6	1,63	13,0	1,20	5,75	0,93	3,04	0,73	1,65	0,59	0,99
130	2,45	37,0	1,71	14,3	1,26	6,30	0,98	3,32	0,76	1,79	0,62	1,08
136	2,56	40,5	1,79	15,7	1,31	6,90	1,02	3,61	0,80	1,95	0,65	1,18
142	-	-	1,87	17,1	1,37	7,52	1,07	3,92	0,83	2,11	0,68	1,27
148	-	-	1,95	18,0	1,43	8,17	1,11	4,23	0,87	2,28	0,71	1,37
154	-	-	2,03	20,1	1,49	8,85	1,16	4,56	0,90	2,45	0,74	1,48
159	-	-	2,09	21,4	1,54	9,43	1,19	4,84	0,93	2,60	0,76	1,57
165	-	-	2,17	23,0	1,59	10,2	1,24	5,19	0,97	2,79	0,79	1,68
169	-	-	2,22	24,2	1,63	10,7	1,27	5,45	0,99	2,92	0,81	1,75
175	-	-	2,30	25,9	1,69	11,4	1,31	5,84	1,03	3,11	0,84	1,87
179	-	-	2,36	27,1	1,73	12,0	1,34	6,11	1,05	3,25	0,86	1,95
185	-	-	2,44	29,0	1,79	12,8	1,39	6,53	1,08	3,45	0,885	2,07
189	-	-	2,49	30,2	1,83	13,3	1,42	6,81	1,11	3,59	0,90	2,15

2. D, V, i .

$D=350$ мм, $V = 1,08$ м/с, $i = 0,00476$.

3. Потери напора

3.1. во всасывающих трубопроводах:

$$h_{вс} = 1,2 \cdot 0,00476 \cdot 20 = 0,11 \text{ м.}$$

3.2. в напорных трубопроводах:

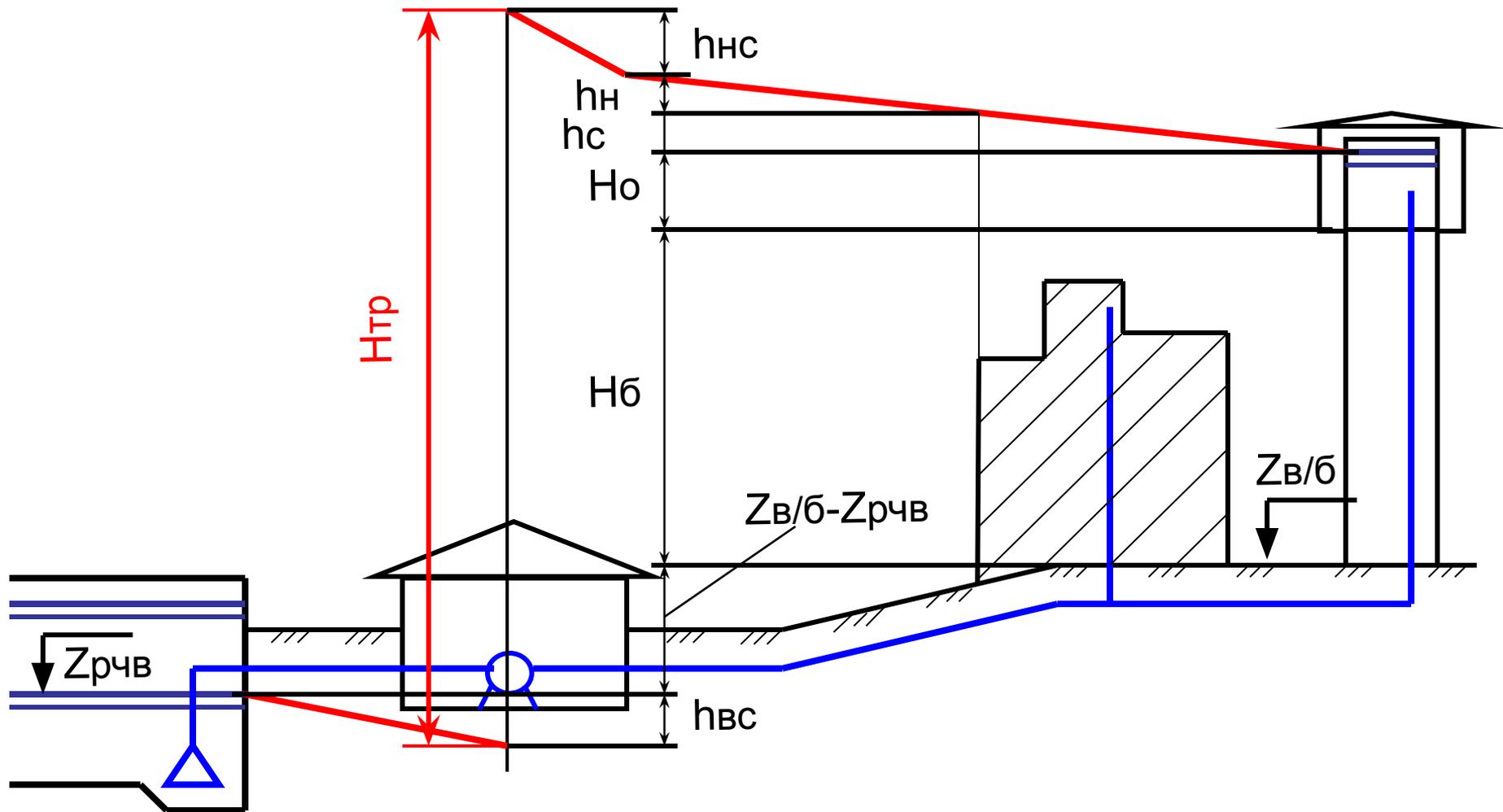
$$h_{н} = 1,1 \cdot 0,00476 \cdot 1500 = 7,85 \text{ м.}$$

3.3. в коммуникациях НС:

$$h_{нс} = 3 \text{ м.}$$

$$4. H = (24,5 - 23,5) + 22 + 0,11 + 7,85 + 3 + 13,5 = 47,46 \text{ м.}$$

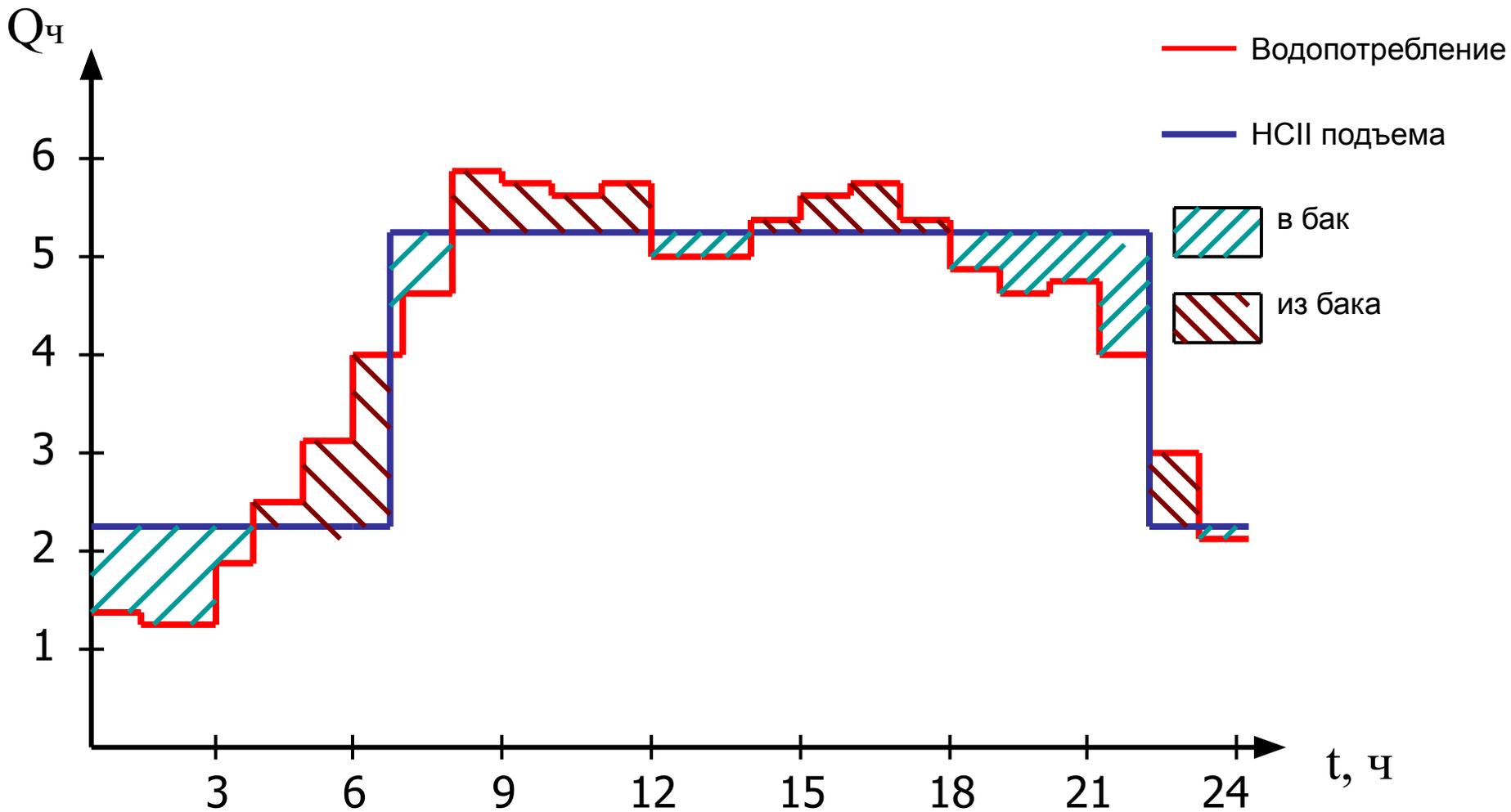
При транзите



$$H^{тр} = (z_{в/б} - z_{рчв}) + H_{в/б} + H_0 + h_{вс}^{тр} + h_n^{тр} + h_{н.с.}^{тр} + h_{сети}^{тр}$$

Подачу при транзите $Q_{н.с.тр}$ определяют по графику водопотребления и ступенчатому графику работы насосов. Подача при транзите равна подаче насосной станции для часа, когда наблюдается наибольшая разность между подачей насосов и водопотреблением.

График водопотребления и работы НС II



1 вариант

Наибольшая разность между
водопотреблением и подачей НС II в час,
когда работают 3 насоса.

1. $Q_{тр} = Q_{нс} = 224 \text{ л/с}$

3. Потери напора

3.1. во всасывающих трубопроводах:

$$h_{вс} = 0,11 \text{ м.}$$

3.2. в напорных трубопроводах:

$$h_{н} = 7,85 \text{ м.}$$

3.3. в коммуникациях НС:

$$h_{НС} = 3 \text{ м.}$$

$$4. H = (25,5 - 23,5) + 27 + 6 + 0,11 + 7,85 + 3 + 14,5 = 60,46 \text{ м.}$$

2 вариант

Наибольшая разность между водопотреблением и подачей НС II в час, когда работают 2 насоса.

$$1. \quad Q_{mp} = 3,79\% \cdot 15000 \text{ м}^3/\text{сут} = \\ = 568,5 \text{ м}^3/\text{ч} = 158 \text{ л/с}$$

3. Потери напора

3.1. во всасывающих трубопроводах:

$$h_{вс}^{mp} = \left(\frac{Q_{mp}}{Q_{н.с.}} \right)^2 h_{вс}^{\max} = \left(\frac{158}{224} \right)^2 \cdot 0,11 = 0,05 \text{ м}$$

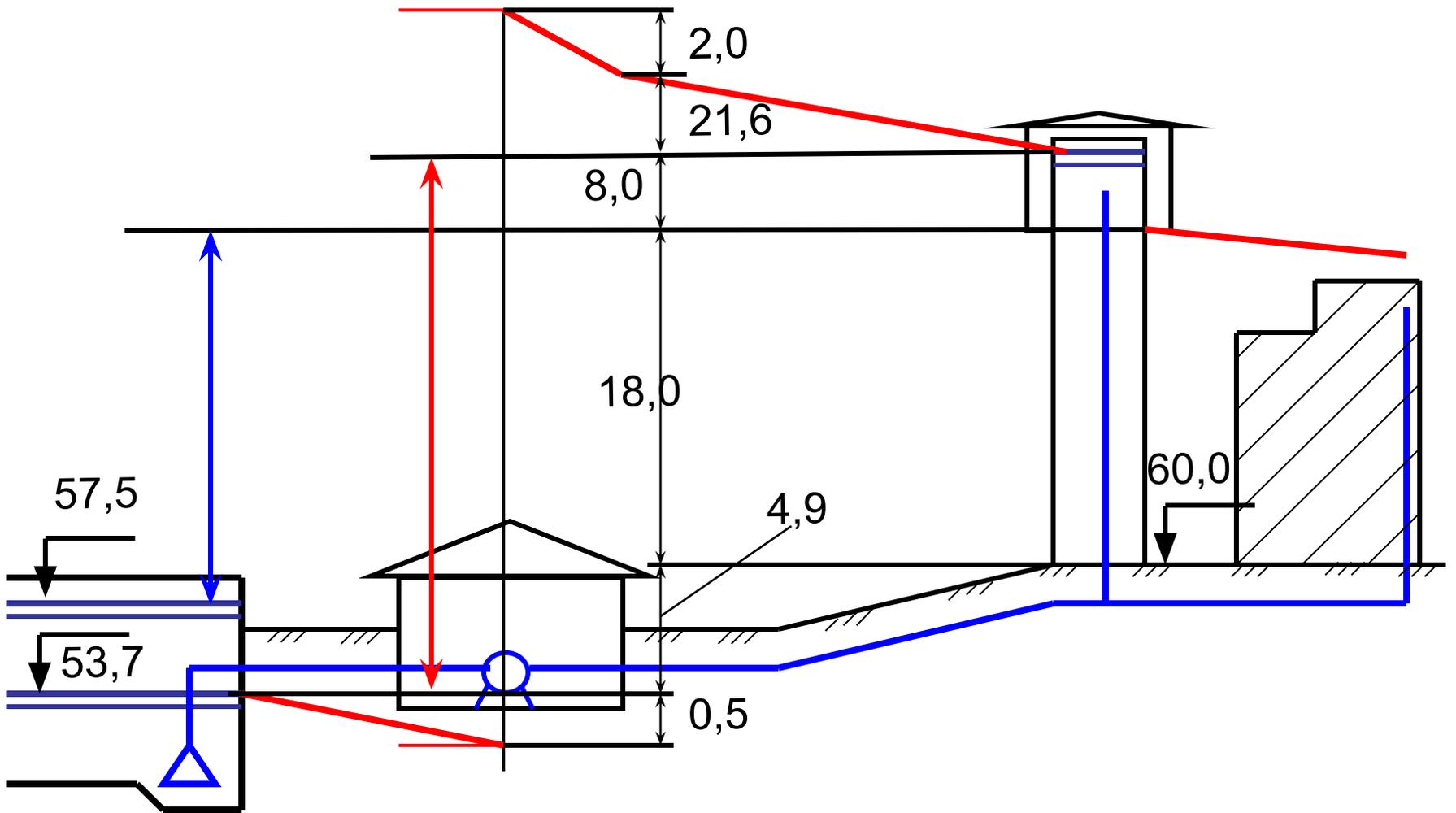
3.2. в напорных трубопроводах:

$$h_{\text{н}}^{\text{тр}} = \left(\frac{Q_{\text{тр}}}{Q_{\text{н.с.}}} \right)^2 h_{\text{н}}^{\text{max}} = \left(\frac{158}{224} \right)^2 \cdot 7,85 = 3,90 \text{ м}$$

3.3. в коммуникациях НС:

$$h_{\text{нс}}^{\text{тр}} = \left(\frac{Q_{\text{тр}}}{Q_{\text{н.с.}}} \right)^2 h_{\text{нс}}^{\text{max}} = \left(\frac{158}{224} \right)^2 \cdot 3,0 = 1,50 \text{ м}$$

$$4. H = (25,5 - 23,5) + 27 + 6 + 0,05 + 3,90 + 1,5 + 14,5 \\ = 54,95 \text{ m.}$$



Интерполяция

$$i = \frac{i_2 - i_1}{q_2 - q_1} (q - q_1) + i_1$$

$$i = \frac{0,00716 - 0,0066}{92 - 88} (89 - 88) + 0,0066 = 0,00679$$

$$V = \frac{1,21 - 1,16}{92 - 88} (89 - 88) + 1,16 = 1,18 \text{ м/с}$$