

ТОО "Витатерм"  
НИИСантехники

# **РЕКОМЕНДАЦИИ** по применению чугунных отопительных радиаторов-конвекторов РК

Уважаемые коллеги !

Настоящие рекомендации разработаны в качестве пособия при проектировании, монтаже и эксплуатации систем водяного отопления зданий различного назначения, оснащённых чугунными радиаторами-конвекторами РК.

Авторы рекомендаций: канд. техн. наук Сасин В. И., канд. техн. наук Бершидский Г. А., инженеры Кушнир В. Д., Прокопенко Т. Н. и Швецов Б. В. ( под редакцией канд. техн. наук Сасина В. И. ).

При разработке рекомендаций использованы материалы, полученные канд. техн. наук Ивянским А. З. (ЦНИИЭП инженерного оборудования), докт. техн. наук, проф. Богословским В. Н., канд. техн. наук, проф. Сканава А. Н. (МГСУ), а также данные, содержащиеся в "Справочнике проектировщика" ( Внутренние санитарно-технические устройства, ч. 1, Отопление, М., Стройиздат, 1980 г. ).

Замечания и предложения по совершенствованию настоящих рекомендаций авторы просят направлять по адресу: Россия, 111558, Москва, Зелёный проспект, 87-1-23, ТОО "Витатерм".

С ТОО "Витатерм"

Москва - 1995



# СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Основные технические характеристики чугунных отопительных радиаторов-конвекторов РК.....                                                                   | 4  |
| 2. Схемы и элементы систем отопления .....                                                                                                                    | 12 |
| 3. Гидравлический расчёт .....                                                                                                                                | 20 |
| 4. Тепловой расчёт .....                                                                                                                                      | 23 |
| 5. Пример расчёта этажестояка однотрубной системы водяного отопления .....                                                                                    | 31 |
| 6. Указания по монтажу и эксплуатации .....                                                                                                                   | 35 |
| 7. Список использованной литературы .....                                                                                                                     | 37 |
| Приложения .....                                                                                                                                              | 38 |
| 1. Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб .....                                                                                          | 39 |
| 2. Характеристика сопротивления узлов присоединения стояка к подающей и обратной магистралям .....                                                            | 41 |
| 3. Значения коэффициентов затекания $\alpha_{пр}$ узлов однотрубных систем водяного отопления с конвекторами типа РК и кранами регулируемыми проходными ..... | 42 |
| 4. Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикальных гладких труб .....                                                                                     | 45 |

## 1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧУГУННЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ-КОНВЕКТОРОВ РК

1.1. Настоящие рекомендации разработаны применительно к чугунным радиаторам-конвекторам РК, выпускаемым АОТ "Рязанский литейный завод" (Россия, 391000, г.Рязань, АОТ "Рязцентрлит", тел. (091-2)-75-95-01) согласно ТУ 4935-337(1)-00284581-95, введенным с 01.01.95 г.

1.2. Рекомендации составлены на основании данных ТОО "Витатерм" и НИИСантехники.

1.3. Чугунный отопительный радиатор-конвектор РК - настенный отопительный прибор средней глубины. Он состоит из горизонтальных секций длиной 210 и 315 мм и высотой 80 мм с вертикальным продольным и поперечным оребрением, а также вертикальных секций длиной 85 мм и высотой 248 мм с межосевым расстоянием 167 мм. Соединение секций между собой осуществляется посредством стандартных радиаторных ниппелей.

Приборы комплектуются проходными (с резьбовыми отверстиями G 3/4-В или G 1/2-В) и глухими пробками.

Выпускаются одноярусные приборы, состоящие только из горизонтальных секций, а также двухъярусные и четырёхъярусные приборы, ярусы которых соединяются между собой вертикальными секциями. При этом теплоноситель может проходить последовательно через все ярусы ("конвекторный" вариант) или разветвляться на параллельные потоки посредством установки нескольких вертикальных секций ("радиаторный" вариант). Многоярусные приборы комплектуются также соединительными планками.

Основные схемы компоновки приборов приведены на рис.1.1 и 1.2.

1.4. Радиаторы-конвекторы РК предназначены для систем водяного отопления зданий различного назначения с температурой теплоносителя до 130°C и его избыточным рабочим давлением до 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>). Испытательное избыточное давление 1,5 МПа (15 кгс/см<sup>2</sup>).

1.5. Тепловые характеристики радиаторов-конвекторов РК, представленные в табл.1.1, определены согласно методике тепловых испытаний отопительных приборов при теплоносителе воде / 1 / и требованиям СИ.



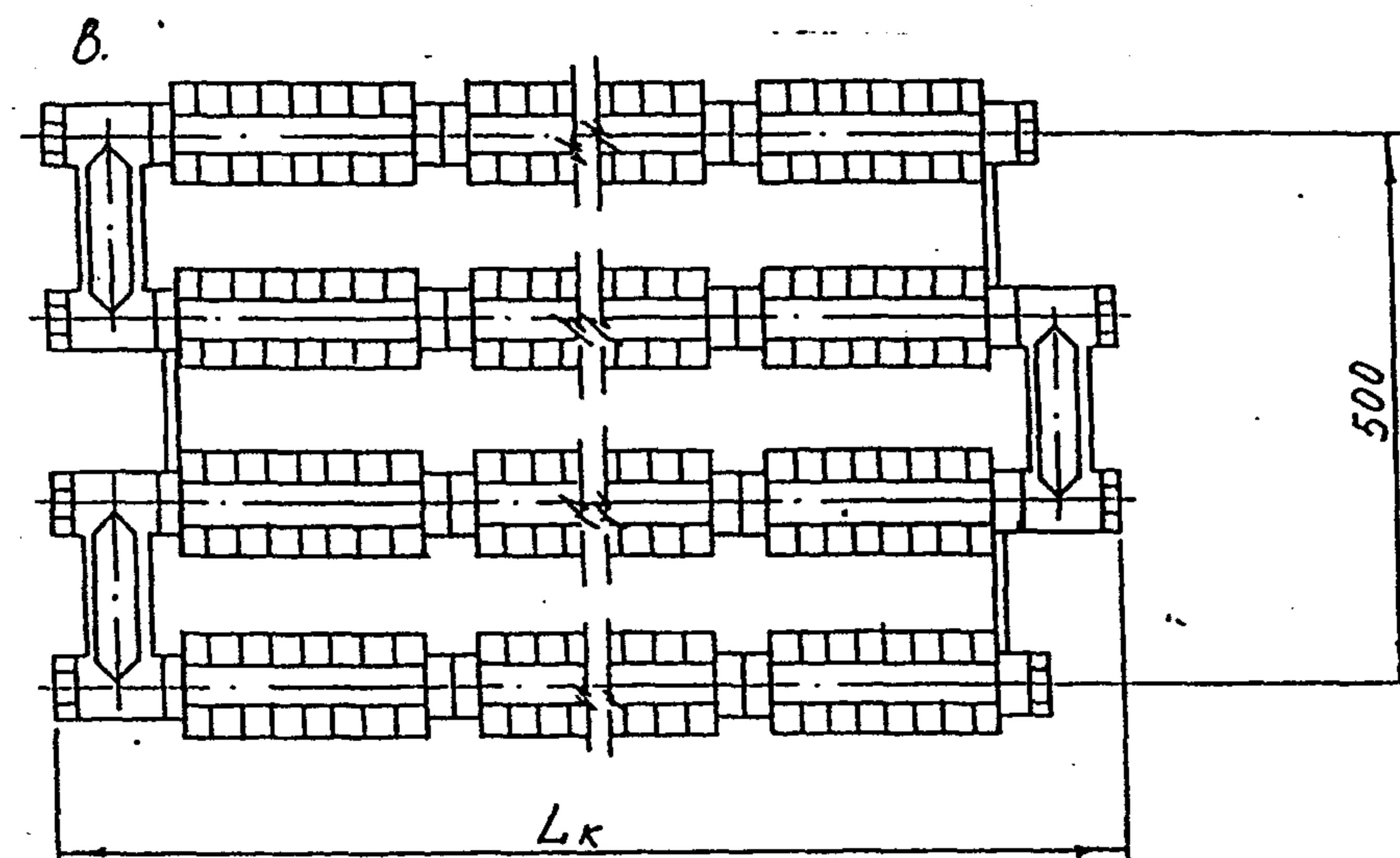
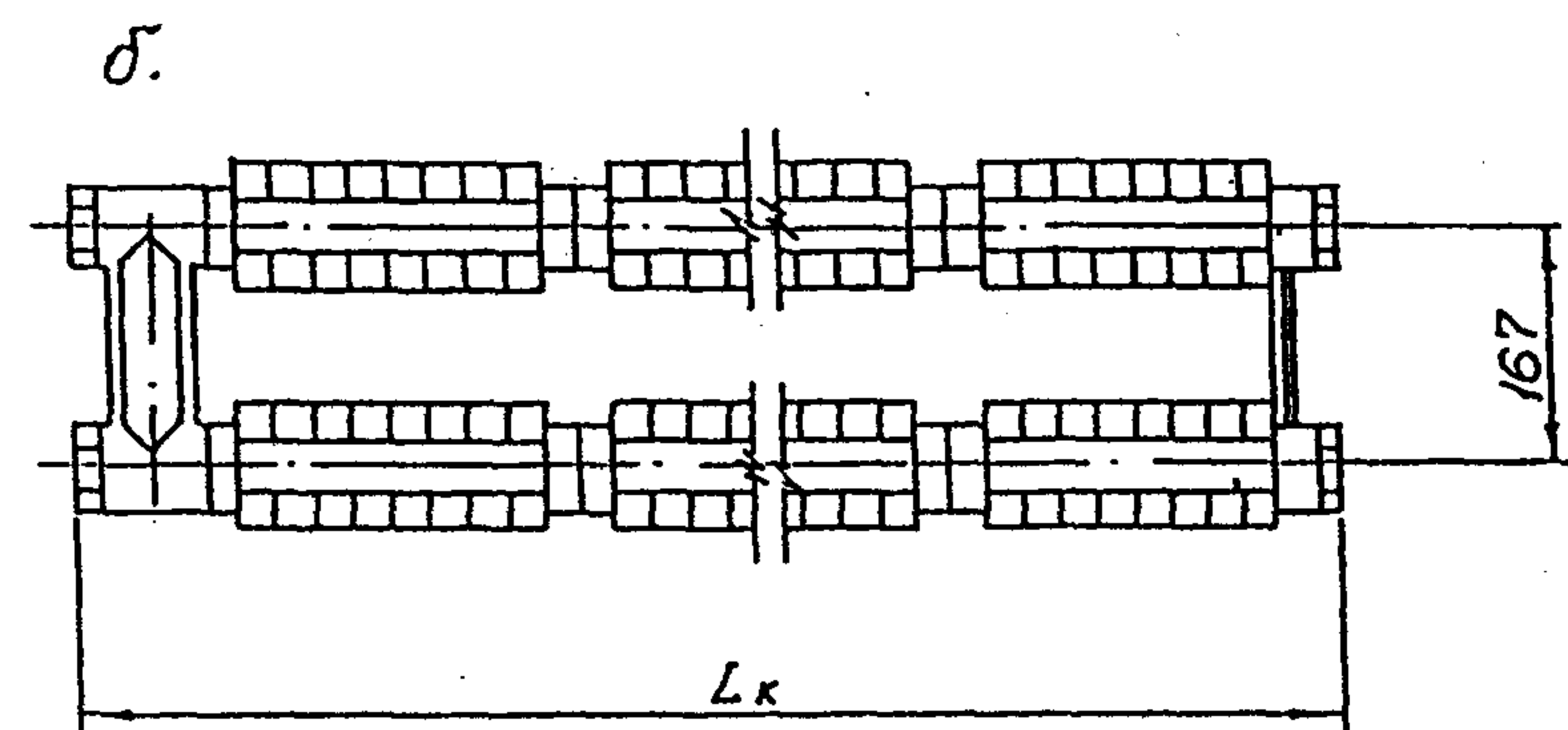
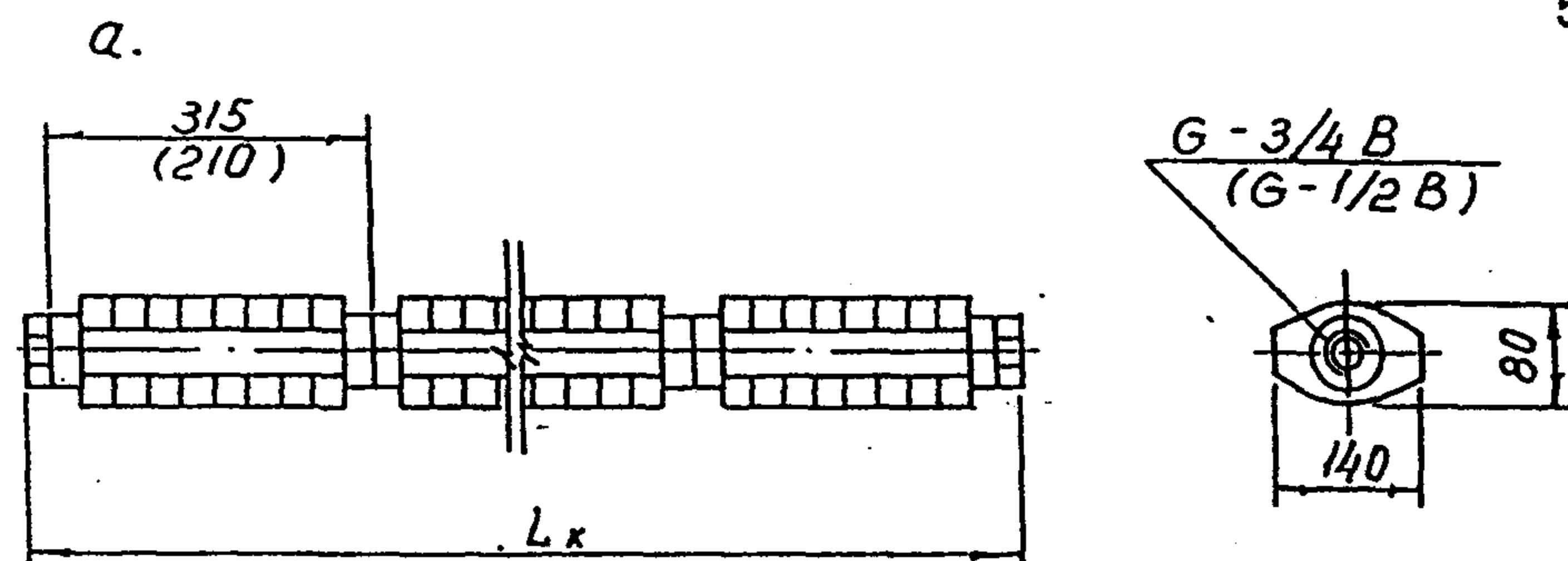


Рис 1.1. Варианты "конвекторной" сборки отопительного прибора типа РК:

- а) одноярусной;
- б) двухъярусной;
- в) четырёхъярусной.

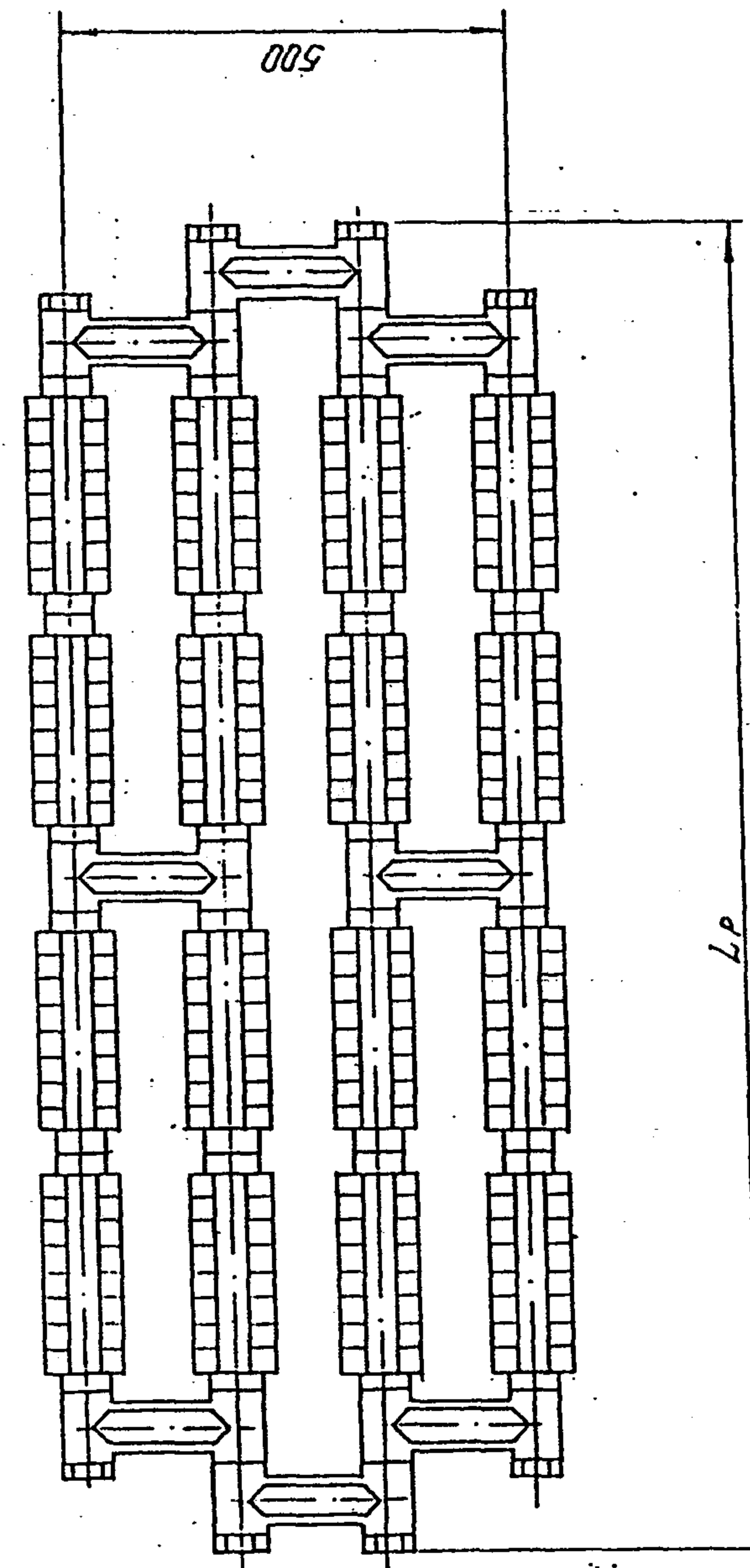


Рис. 1.2. Вариант "радиаторной" сборки отопительного прибора



Таблица 1.1.

**Номенклатура и технические характеристики  
радиаторов-конвекторов РК ("конвекторный" вариант)**

| Условное<br>обозначе-<br>ние кон-<br>вектора | Коли-<br>чество<br>ярусов | Количество сек-<br>ций, шт.                    |                                                 |                        | Длина<br>конвек-<br>тора<br><br>$L_k$ ,<br>мм | Площадь<br>повер-<br>хности<br>нагрева<br><br>$F_k$ ,<br>$m^2$ | Номиналь-<br>ный те-<br>пловой<br>поток<br><br>$Q_{кy}^k$ ,<br>кВт | Масса<br>в<br>сборе,<br>кг | Гидравлические характе-<br>ристики при расходе воды<br>0,1 кг/с (360 кг/ч) и<br>условном диаметре подво-<br>да не бо-<br>лее,<br>до 20 мм |                                                                                                 |                                               |
|----------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                              |                           | гори-<br>зон-<br>таль-<br>ных,<br>длин-<br>ных | гори-<br>зон-<br>таль-<br>ных,<br>корот-<br>ких | верти-<br>каль-<br>ных |                                               |                                                                |                                                                    |                            | Приве-<br>денный<br>коэф.<br>сопро-<br>тивл.<br>$\xi'_{кy}$                                                                               | Характе-<br>ристика<br>сопротив-<br>ления<br>$S_{кy} \cdot 10^{-4}$ ,<br>Па/(кг/с) <sup>2</sup> | Потери<br>давле-<br>ния<br>$\Delta P$ ,<br>Па |
|                                              |                           |                                                |                                                 |                        |                                               |                                                                |                                                                    |                            |                                                                                                                                           |                                                                                                 |                                               |
|                                              |                           |                                                |                                                 |                        |                                               |                                                                |                                                                    |                            |                                                                                                                                           |                                                                                                 |                                               |
| 1                                            | 2                         | 3                                              | 4                                               | 5                      | 6                                             | 7                                                              | 8                                                                  | 9                          | 10                                                                                                                                        | 11                                                                                              | 12                                            |
| РК-1-0,142                                   | 1                         | 1                                              | -                                               | -                      | 336,0                                         | 0,180                                                          | 0,142                                                              | 6,0                        | 1,2                                                                                                                                       | 0,49                                                                                            | 49                                            |
| РК-1-0,186                                   | 1                         | -                                              | 2                                               | -                      | 445,0                                         | 0,238                                                          | 0,186                                                              | 8,0                        | 1,3                                                                                                                                       | 0,54                                                                                            | 54                                            |
| РК-1-0,234                                   | 1                         | 1                                              | 1                                               | -                      | 545,0                                         | 0,299                                                          | 0,234                                                              | 9,5                        | 1,3                                                                                                                                       | 0,54                                                                                            | 54                                            |
| РК-1-0,280                                   | 1                         | 2                                              | -                                               | -                      | 650,0                                         | 0,360                                                          | 0,280                                                              | 11,5                       | 1,3                                                                                                                                       | 0,54                                                                                            | 54                                            |
| РК-1-0,324                                   | 1                         | 1                                              | 2                                               | -                      | 755,0                                         | 0,418                                                          | 0,324                                                              | 13,5                       | 1,4                                                                                                                                       | 0,58                                                                                            | 58                                            |

Продолжение таблицы 1.1.

| 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6      | 7     | 8     | 9    | 10  | 11   | 12 |
|------------|---|---|---|---|--------|-------|-------|------|-----|------|----|
| РК-1-0,372 | 1 | 2 | 1 | - | 860,0  | 0,479 | 0,372 | 15,0 | 1,4 | 0,58 | 58 |
| РК-1-0,420 | 1 | 3 | - | - | 965,0  | 0,540 | 0,420 | 17,0 | 1,4 | 0,58 | 58 |
| РК-1-0,464 | 1 | 2 | 2 | - | 1070,0 | 0,598 | 0,464 | 19,0 | 1,5 | 0,62 | 62 |
| РК-1-0,512 | 1 | 3 | 1 | - | 1170,0 | 0,659 | 0,512 | 21,0 | 1,5 | 0,62 | 62 |
| РК-1-0,560 | 1 | 4 | - | - | 1280,0 | 0,720 | 0,560 | 23,0 | 1,5 | 0,62 | 62 |
| РК-1-0,604 | 1 | 3 | 2 | - | 1385,0 | 0,778 | 0,604 | 25,0 | 1,6 | 0,66 | 66 |
| РК-1-0,652 | 1 | 4 | 1 | - | 1490,0 | 0,839 | 0,652 | 26,5 | 1,6 | 0,66 | 66 |
| РК-1-0,700 | 1 | 5 | - | - | 1595,0 | 0,900 | 0,700 | 28,5 | 1,6 | 0,66 | 66 |
| РК-1-0,744 | 1 | 4 | 2 | - | 1700,0 | 0,958 | 0,744 | 30,0 | 1,7 | 0,70 | 70 |
| РК-1-0,792 | 1 | 5 | 1 | - | 1810,0 | 1,019 | 0,792 | 32,0 | 1,7 | 0,70 | 70 |
| РК-1-0,840 | 1 | 6 | - | - | 1915,0 | 1,080 | 0,840 | 33,5 | 1,7 | 0,70 | 70 |
| РК-1-0,884 | 1 | 5 | 2 | - | 2020,0 | 1,138 | 0,884 | 35,5 | 1,8 | 0,74 | 74 |
| РК-1-0,932 | 1 | 6 | 1 | - | 2125,0 | 1,199 | 0,932 | 37,0 | 1,8 | 0,74 | 74 |
| РК-1-0,980 | 1 | 7 | - | - | 2230,0 | 1,260 | 0,980 | 39,0 | 1,8 | 0,74 | 74 |
| РК-1-1,024 | 1 | 6 | 2 | - | 2335,0 | 1,318 | 1,024 | 41,0 | 1,9 | 0,78 | 78 |
| РК-1-1,072 | 1 | 7 | 1 | - | 2440,0 | 1,379 | 1,072 | 43,0 | 1,9 | 0,78 | 78 |
| РК-1-1,120 | 1 | 8 | - | - | 2545,0 | 1,440 | 1,120 | 45,0 | 1,9 | 0,78 | 78 |
| РК-2-0,319 | 2 | 2 | - | 1 | 420,0  | 0,409 | 0,319 | 14,5 | 1,8 | 0,74 | 74 |
| РК-2-0,399 | 2 | - | 4 | 1 | 525,0  | 0,525 | 0,399 | 19,0 | 2,0 | 0,82 | 82 |



Продолжение таблицы 1.1.

| 1          | 2 | 3  | 4 | 5 | 6      | 7     | 8     | 9    | 10  | 11   | 12  |
|------------|---|----|---|---|--------|-------|-------|------|-----|------|-----|
| PK-2-0,494 | 2 | 2  | 2 | 1 | 630,0  | 0,647 | 0,494 | 22,0 | 2,0 | 0,82 | 82  |
| PK-2-0,583 | 2 | 4  | - | 1 | 735,0  | 0,769 | 0,583 | 26,0 | 2,0 | 0,82 | 82  |
| PK-2-0,667 | 2 | 2  | 4 | 1 | 840,0  | 0,885 | 0,667 | 31,5 | 2,2 | 0,91 | 91  |
| PK-2-0,759 | 2 | 4  | 2 | 1 | 945,0  | 1,007 | 0,759 | 33,0 | 2,2 | 0,91 | 91  |
| PK-2-0,851 | 2 | 6  | - | 1 | 1050,0 | 1,129 | 0,851 | 36,5 | 2,2 | 0,91 | 91  |
| PK-2-0,935 | 2 | 4  | 4 | 1 | 1155,0 | 1,245 | 0,935 | 43,5 | 2,4 | 0,99 | 99  |
| PK-2-1,027 | 2 | 6  | 2 | 1 | 1260,0 | 1,367 | 1,027 | 45,0 | 2,4 | 0,99 | 99  |
| PK-2-1,119 | 2 | 8  | - | 1 | 1365,0 | 1,489 | 1,119 | 47,5 | 2,4 | 0,99 | 99  |
| PK-2-1,203 | 2 | 6  | 4 | 1 | 1470,0 | 1,605 | 1,203 | 51,5 | 2,6 | 1,07 | 107 |
| PK-2-1,295 | 2 | 8  | 2 | 1 | 1575,0 | 1,727 | 1,295 | 55,0 | 2,6 | 1,07 | 107 |
| PK-2-1,387 | 2 | 10 | - | 1 | 1680,0 | 1,849 | 1,387 | 58,5 | 2,6 | 1,07 | 107 |
| PK-2-1,471 | 2 | 8  | 4 | 1 | 1785,0 | 1,965 | 1,471 | 65,5 | 2,8 | 1,15 | 115 |
| PK-2-1,563 | 2 | 10 | 2 | 1 | 1890,0 | 2,087 | 1,563 | 66,0 | 2,8 | 1,15 | 115 |
| PK-2-1,655 | 2 | 12 | - | 1 | 1995,0 | 2,209 | 1,655 | 69,5 | 2,8 | 1,15 | 115 |
| PK-2-1,739 | 2 | 10 | 4 | 1 | 2100,0 | 2,325 | 1,739 | 73,5 | 3,0 | 1,24 | 124 |
| PK-2-1,831 | 2 | 12 | 2 | 1 | 2205,0 | 2,447 | 1,831 | 77,0 | 3,0 | 1,24 | 124 |
| PK-2-1,923 | 2 | 14 | - | 1 | 2310,0 | 2,569 | 1,923 | 81,0 | 3,0 | 1,24 | 124 |
| PK-2-2,007 | 2 | 12 | 4 | 1 | 2415,0 | 2,685 | 2,007 | 84,5 | 3,2 | 1,32 | 132 |
| PK-2-2,099 | 2 | 14 | 2 | 1 | 2520,0 | 2,807 | 2,099 | 88,5 | 3,2 | 1,32 | 132 |
| PK-2-2,191 | 2 | 16 | - | 1 | 2625,0 | 2,929 | 2,191 | 92,0 | 3,2 | 1,32 | 132 |
| PK-4-0,493 | 4 | -  | 4 | 3 | 400,0  | 0,623 | 0,493 | 25,0 | 3,0 | 1,24 | 124 |
| PK-4-0,677 | 4 | 4  | - | 3 | 505,0  | 0,867 | 0,677 | 32,0 | 3,0 | 1,24 | 124 |

Продолжение таблицы 1.1.

| 1          | 2 | 3  | 4 | 5 | 6      | 7     | 8     | 9     | 10  | 11   | 12  |
|------------|---|----|---|---|--------|-------|-------|-------|-----|------|-----|
| PK-4-0,845 | 4 | -  | 8 | 3 | 610,0  | 1,092 | 0,845 | 40,0  | 3,4 | 1,40 | 140 |
| PK-4-1,017 | 4 | 4  | 4 | 3 | 715,0  | 1,343 | 1,017 | 47,0  | 3,4 | 1,40 | 140 |
| PK-4-1,197 | 4 | 8  | - | 3 | 820,0  | 1,587 | 1,197 | 54,0  | 3,4 | 1,40 | 140 |
| PK-4-1,365 | 4 | 4  | 8 | 3 | 925,0  | 1,819 | 1,365 | 62,0  | 3,8 | 1,56 | 156 |
| PK-4-1,545 | 4 | 8  | 4 | 3 | 1030,0 | 2,063 | 1,545 | 69,0  | 3,8 | 1,56 | 156 |
| PK-4-1,725 | 4 | 12 | - | 3 | 1135,0 | 2,307 | 1,725 | 75,0  | 3,8 | 1,56 | 156 |
| PK-4-1,893 | 4 | 8  | 8 | 3 | 1240,0 | 2,539 | 1,893 | 84,0  | 4,2 | 1,73 | 173 |
| PK-4-2,073 | 4 | 12 | 4 | 3 | 1345,0 | 2,783 | 2,073 | 91,0  | 4,2 | 1,73 | 173 |
| PK-4-2,253 | 4 | 16 | - | 3 | 1450,0 | 3,027 | 2,253 | 98,0  | 4,2 | 1,73 | 173 |
| PK-4-2,421 | 4 | 12 | 8 | 3 | 1555,0 | 3,259 | 2,421 | 106,0 | 4,6 | 1,90 | 190 |
| PK-4-2,601 | 4 | 16 | 4 | 3 | 1660,0 | 3,503 | 2,601 | 113,0 | 4,6 | 1,90 | 190 |
| PK-4-2,781 | 4 | 20 | - | 3 | 1765,0 | 3,747 | 2,781 | 120,0 | 4,6 | 1,90 | 190 |



Номинальный тепловой поток  $Q_{ny}$  определён при нормальных условиях (ну): температурный напор  $\theta_{ny}$ , т.е. разность между среднеарифметической температурой теплоносителя и расчётной температурой воздуха в отапливаемом помещении, равен  $70^\circ\text{C}$ , расход теплоносителя через прибор составляет  $0,1 \text{ кг/с}$  ( $360 \text{ кг/ч}$ ) при его движении по схеме "сверху-вниз" и атмосферное давление -  $1013,3 \text{ ГПа}$  ( $760 \text{ мм рт.ст.}$ ).

1.6. Гидравлические характеристики получены согласно методике лаборатории отопительных приборов НИИСантехники, позволяющей определять приведённые коэффициенты местного сопротивления  $\xi'_{ny}$  и характеристики сопротивления  $S_{ny}$  при нормальных условиях (при расходе воды через прибор  $0,1 \text{ кг/с}$  или  $360 \text{ кг/ч}$ ) после периода эксплуатации, в течение которого коэффициенты трения мерных участков новых стальных труб на подводках к испытываемым приборам достигают значений, соответствующих коэффициенту шероховатости  $0,2 \text{ мм}$ , принятому в качестве расчётного для стальных теплопроводов отечественных систем отопления / 2 /.

1.7. Номинальный тепловой поток  $Q_{ny}^k$  в таблице указан при последовательном движении воды через все секции ("конвекторный" вариант).

При использовании вертикальных секций в качестве замыкающих участков в многоярусных приборах ("радиаторный" вариант) номинальный тепловой поток соответствующего типоразмера  $Q_{ny}^p$  следует определять по формулам, приведённым в разделе 4.

Гидравлические характеристики приборов при "радиаторном" варианте указаны в разделе 3 настоящих рекомендаций.

## 2. СХЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

2.1. Чугунные радиаторы-конвекторы типа РК применяются в одноконтурных и двухконтурных системах отопления с вертикальным и горизонтальным расположением теплопроводов, объединяющих отопительные приборы.

2.2. Радиаторы-конвекторы могут быть использованы в гравитационных системах водяного отопления малоэтажных зданий или отдельных жилых квартир. На рис. 2.1. представлен один из возможных вариантов применения радиаторов-конвекторов в гравитационной системе отопления одноэтажного дома.

2.3. Рекомендуемые схемы вертикальных стояков одноконтурных и двухконтурных систем отопления представлены на рис. 2.2, схемы горизонтальных систем отопления - на рис. 2.3.

Условные диаметры стояков в системах отопления с насосным побуждением рекомендуется принимать равными  $20$ ,  $15$  и  $10 \text{ мм}$ , при необходимости (при соответствующем обосновании) единичные стояки в системе отопления допускается проектировать с условным диаметром  $25 \text{ мм}$ .

2.4. Радиаторы-конвекторы РК в помещении устанавливаются, как правило, под окном на стене. Длина прибора, по возможности, должна соответствовать длине светового проёма (не менее  $75\%$  длины подоконника).

2.5. Регулирование теплового потока радиаторов-конвекторов в системах отопления осуществляется с помощью индивидуальных регуляторов (ручного или автоматического действия), устанавливаемых на подводках к приборам. Для ручного регулирования используют обычные краны двойной регулировки, краны регулирующие проходные (КРП), краны для ручной регулировки фирмы "Герц Арматурен" (Австрия). Для автоматического регулирования можно рекомендовать серию терморегуляторов (термостатов) типа RTD фирмы "Данфосс" (Дания) или термостаты фирмы "Герц Арматурен" (модели 7761 01 и 7761 02). Диаграммы для определения размеров клапанов термостатов и их гидравлических характеристик приведены на рис. 2.4 - 2.7. Наклонные линии (1-7) на диаграммах рис. 2.4 и 2.5 означают диапазоны предварительной настройки клапана регулятора. В положении "N" клапан полностью открыт.



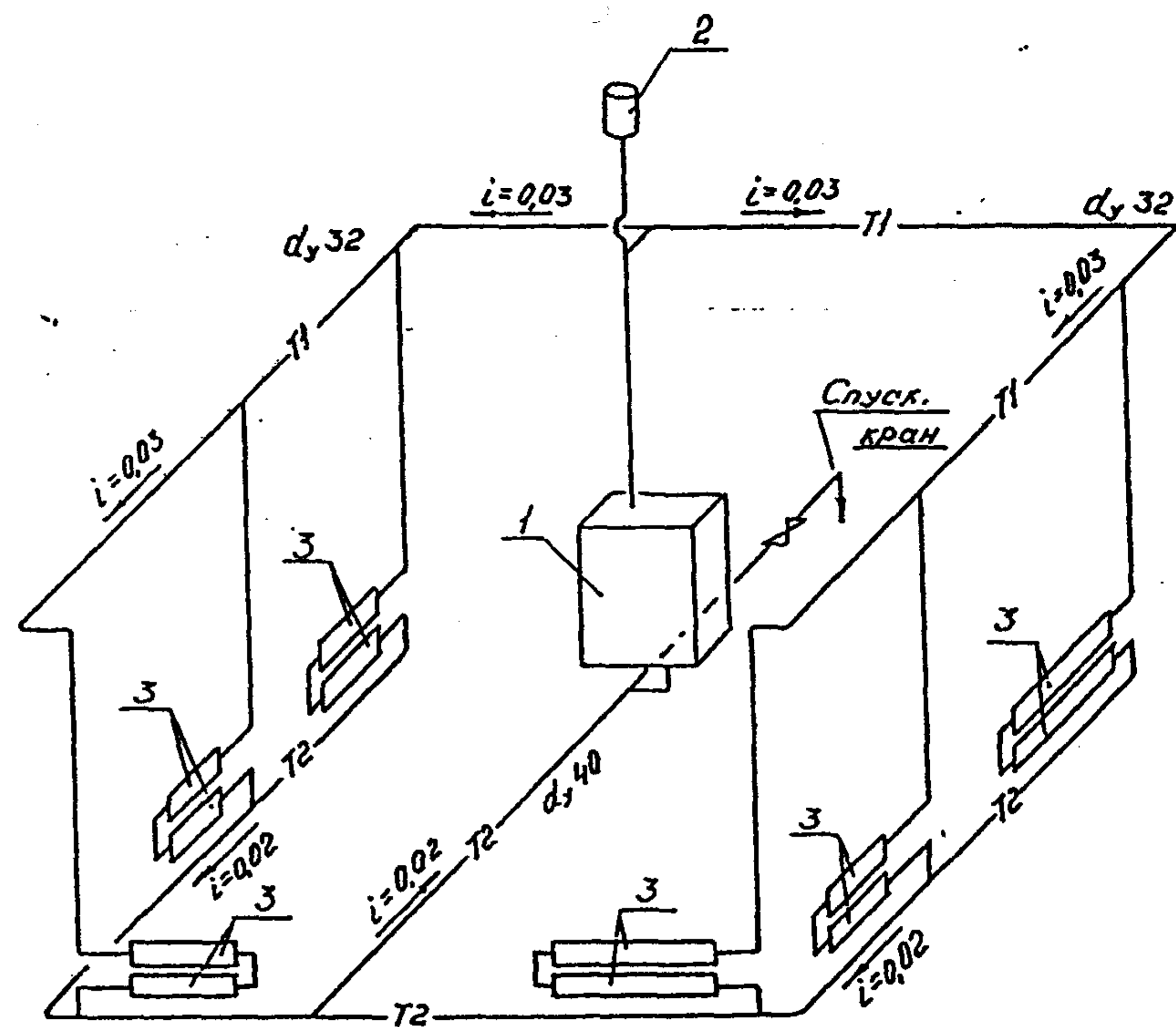


Рис. 2.1. Схема гравитационной проточной системы отопления одноэтажного дома:  
1 - котёл; 2 - расширительный бачок;  
3 - радиаторы-конвекторы РК.

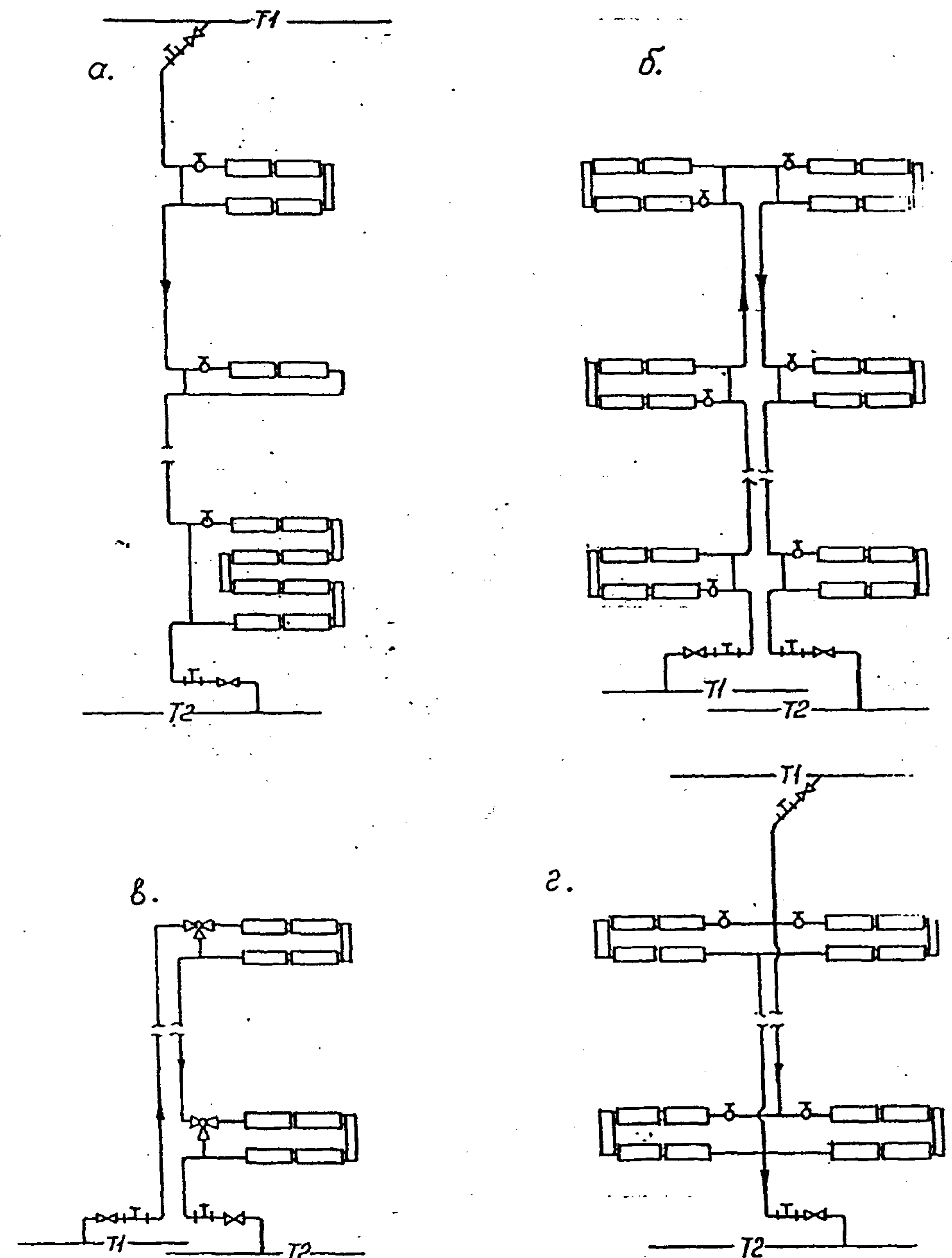


Рис. 2.2. Схемы вертикальных стояков систем водяного отопления: а - однотрубный, с верхней разводкой подающей магистрали, со смещёнными замыкающими участками и кранами КРП; б - однотрубный, с нижней разводкой магистралей, П-образной формы, со смещёнными замыкающими участками и кранами КРП; в - однотрубный, проточно-регулируемый, с кранами КРТ и нижней разводкой магистралей; г - двухтрубный, с верхней разводкой подающей магистрали.



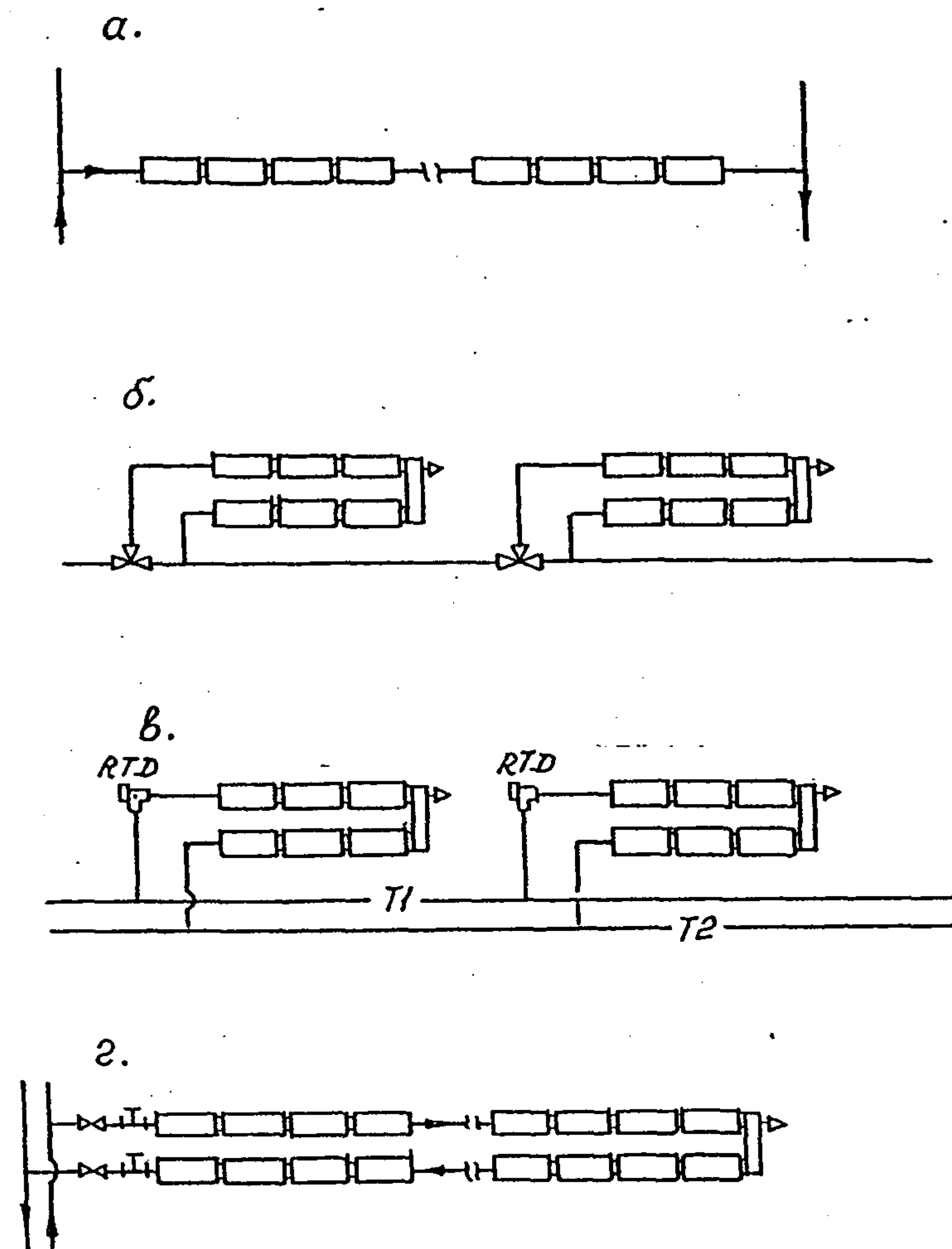


Рис. 2.3. Схемы ветвей горизонтальных систем отопления: а- однотрубная, проточная; б- однотрубная, проточно-регулируемая с кранами КРТ; в- двухтрубная, с термостатами; г- двухтрубная, бифилярная.

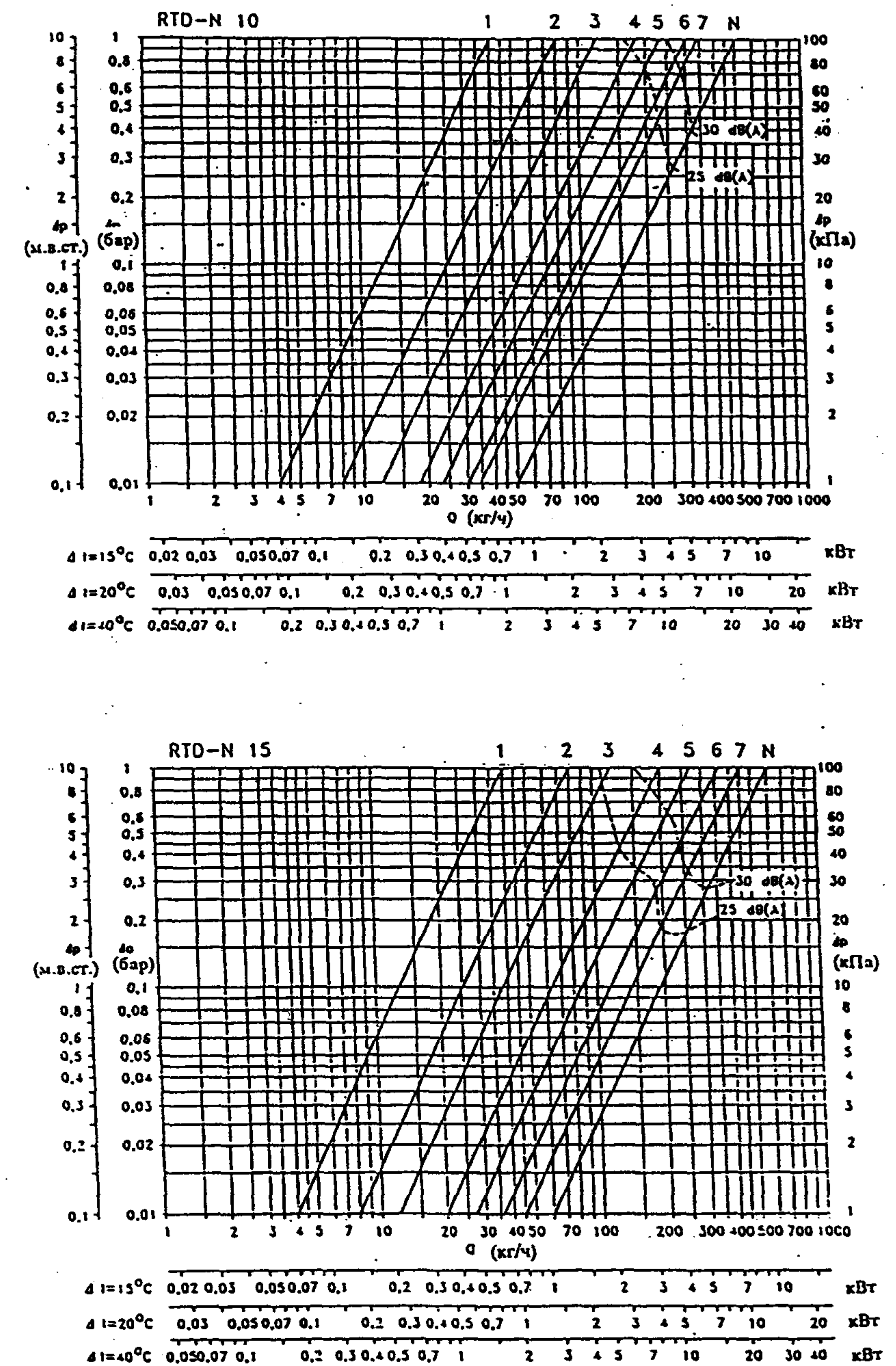


Рис. 2.4. Гидравлические характеристики терморегуляторов типа RTD-N10 и RTD-N15 фирмы "Данфосс" при различных уровнях настройки клапана для двухтрубных систем отопления



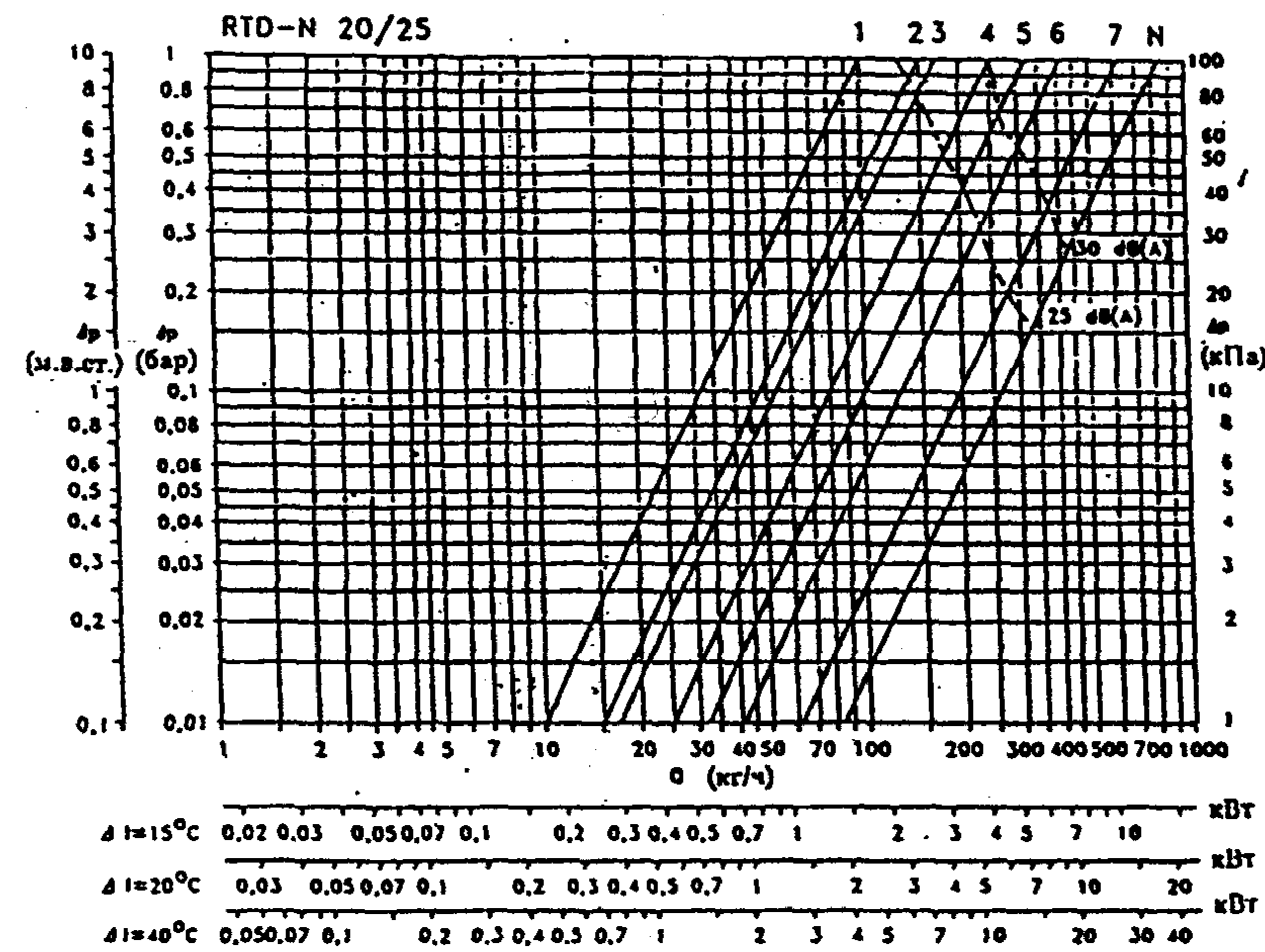


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики терморегуляторов типа RTD-N20/25 фирмы "Данфосс" при различных уровнях настройки клапана для двухтрубных систем отопления

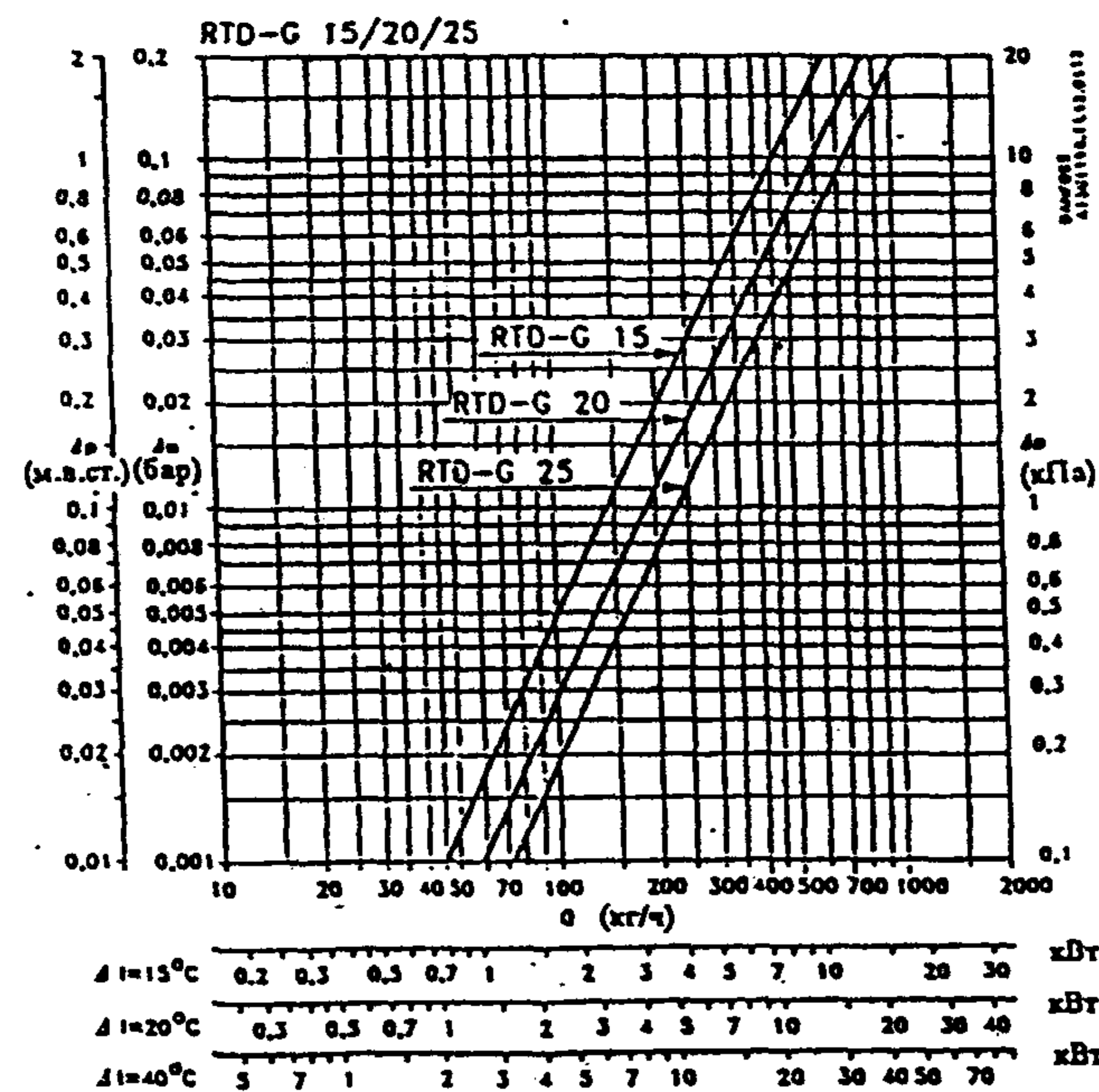
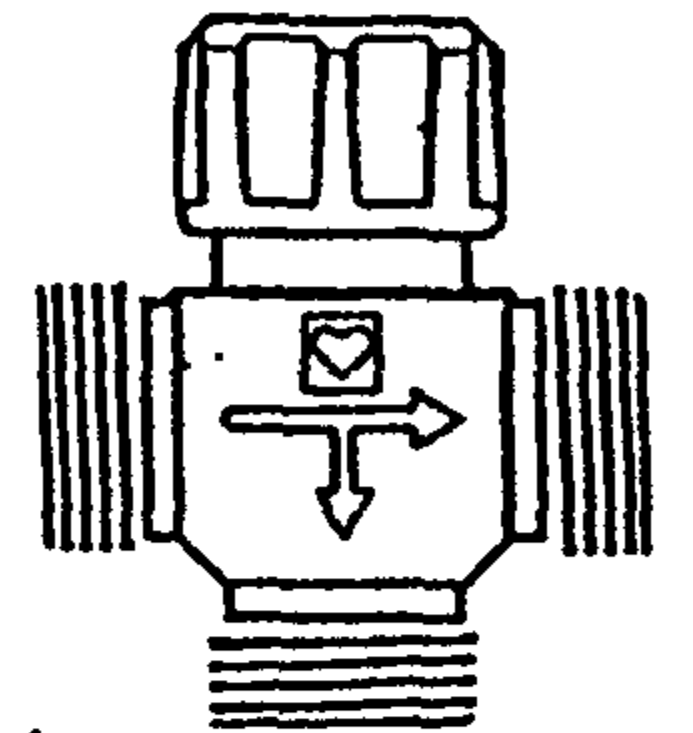
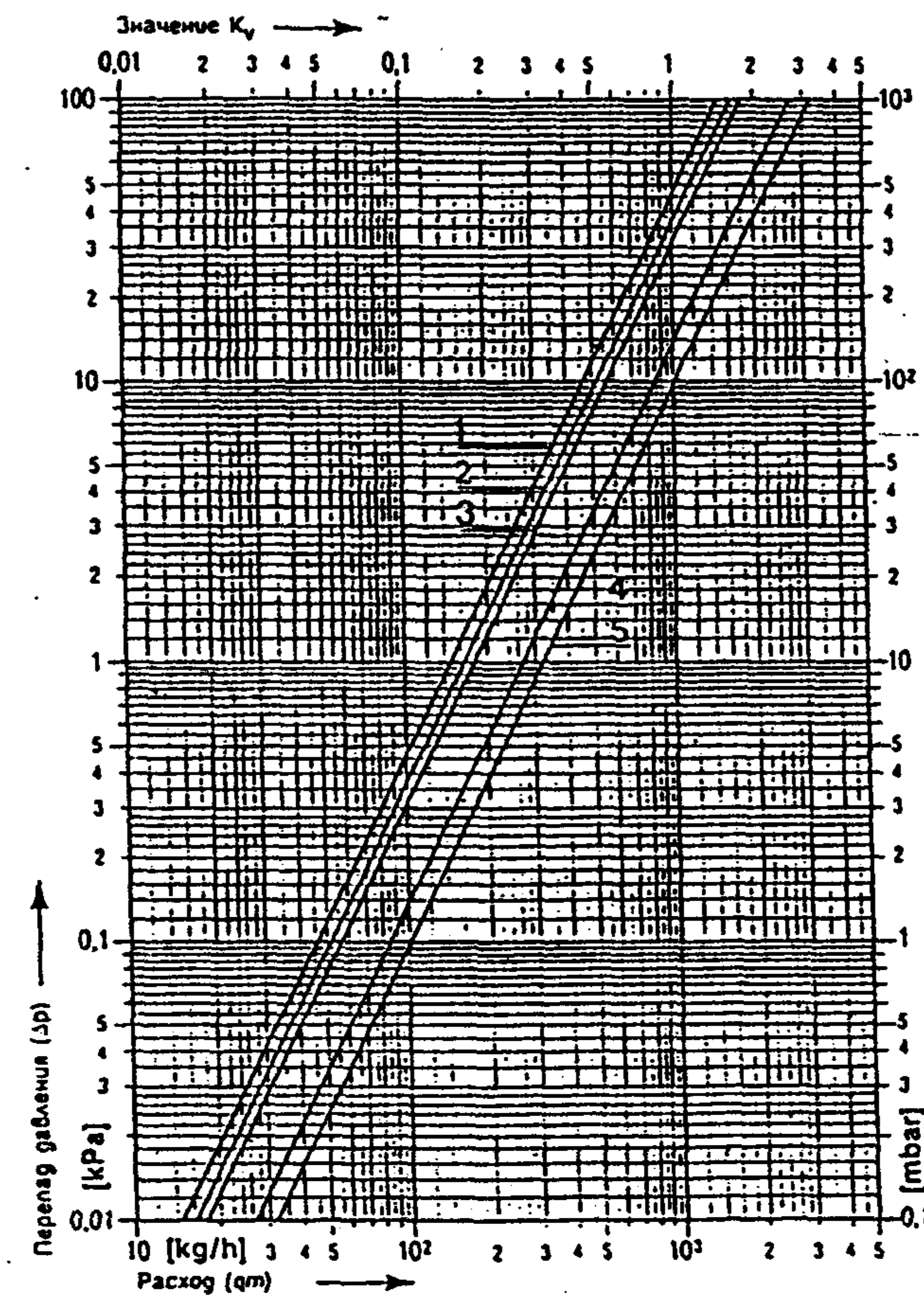


Рис. 2.6. Гидравлические характеристики терморегуляторов типа RTD-G фирмы "Данфосс" для гравитационных и насосных одноконтурных систем отопления с условными диаметрами 15, 20 и 25 мм



| Правая | Клапан CALIS-TS | Расход воды на отопительный прибор % | Рабочее состояние                     |
|--------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1      | 1 7761 01       | 0                                    | Клапан к отопительному прибору закрыт |
| 2      | 1 7761 02       |                                      |                                       |
|        | 1 7761 01       | 50                                   | Термостатический режим хр-2К          |
|        | 1 7761 02       |                                      |                                       |
| 3      | 1 7761 01       | 60                                   | Термостатический режим хр-3К          |
|        | 1 7761 02       |                                      |                                       |
| 4      | 1 7761 01       | 80                                   | Клапан открыт                         |
| 5      | 1 7761 02       |                                      |                                       |

Рис. 2.7. Общий вид и гидравлические характеристики термостата Герц моделей 7761 01 и 7761 02 с клапаном CALIS-TS и соответствующие коэффициенты затекания при различных степенях открытия клапана.



Подробные сведения об этих термостатах можно получить в представительствах соответствующих фирм и в ТОО "Витатерм" (095-482-38-79, 095-302-02-44).

2.6. Удаление воздуха из систем отопления с нижней разводкой магистралей осуществляется с помощью воздушных кранов, устанавливаемых у верхних приборов.

2.7. В гравитационных системах отопления при малых располагаемых напорах для уменьшения гидравлического сопротивления узла отопительного прибора в ряде случаев целесообразно осуществлять "радиаторный" вариант сборки прибора (рис.1.2). Гидравлические характеристики принимаются согласно табл. 3.1, а тепловой расчёт проводится по формуле 4.5.

### 3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

3.1. Значения располагаемого давления при непосредственном присоединении к тепловым сетям через элеватор следует принимать согласно указаниям, приведённым в СНиП 2.04.05-91 / 3 /.

3.2. Гидравлический расчёт теплопроводов системы отопления рекомендуется производить исходя из постоянного перепада температур теплоносителя в стояках. При переменном перепаде температур теплоносителя в стояках его отклонение от расчётного перепада в системе не должно превышать 15%.

3.3. Потери давления в циркуляционных кольцах системы отопления не должны отличаться при постоянном перепаде температур более чем на 15% при тупиковой схеме разводки магистралей и более чем на 5% при попутной схеме.

3.4. При гидравлическом расчёте теплопроводов потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений следует определять по методу "характеристик сопротивления":

$$\Delta P = S \cdot M^2 \quad (3.1)$$

или по методу "динамических давлений":

$$\Delta P = P_{дин} \cdot \xi' \quad (3.2)$$

где:

$\Delta P$  - потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений, Па ;

$S = A \cdot \xi'$  - характеристика сопротивления участка теплопровода, равная потере давления в нём при расходе теплоносителя 1 кг/с , Па/(кг/с)<sup>2</sup> ;

$A$  - удельное скоростное давление в теплопроводах при расходе теплоносителя 1 кг/с, Па/(кг/с)<sup>2</sup> (принимается по табл.П приложения 1);

$\xi' = \left[ \left( \frac{\lambda}{d} \right) l + \sum \xi \right]$  - приведённый коэффициент сопротивления рассчитываемого участка теплопровода;



$\lambda$  - коэффициент трения;

$d$  - внутренний диаметр теплопровода, м;

$l$  - длина рассчитываемого участка теплопровода, м;

$\Sigma \xi$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке сети;

$M$  - массовый расход теплоносителя, кг/с;

$P_{дин} = \omega^2 \cdot \rho / 2$  - динамическое давление в теплопроводе, Па;

$\omega$  - скорость движения воды, м/с;

$\rho$  - плотность воды, кг/м<sup>3</sup>.

3.5. Значения приведённых коэффициентов сопротивления  $\xi$  и характеристик сопротивления  $S \cdot 10^4$  радиаторов-конвекторов РК без обвязки теплопроводами при  $M=0,1$  кг/с приведены в табл. 1.1.

Гидравлические характеристики отдельных элементов радиаторов-конвекторов РК при различных диаметрах подводящих теплопроводов приведены в табл. 3.1.

Значения коэффициентов местного сопротивления конструктивных элементов систем водяного отопления принимаются по "Справочнику проектировщика", ч.1 "Отопление" (М.: Стройиздат, 1990).

Гидравлические характеристики узлов присоединения стояков к подающим и обратным магистралям приведены в приложении 2.

Гидравлические характеристики терморегуляторов определяются по диаграммам, приведенным на рис. 2.4 - 2.7.

3.6. Значения коэффициентов затекания ( $\alpha_{пр}$ ) для приборов РС "конвекторного" типа при различных сочетаниях диаметров труб стояков ( $d_{ст}$ ), смещённых замыкающих участков ( $d_{зв}$ ) и подводящих теплопроводов ( $d_{п}$ ) узлов присоединения конвекторов в однотрубных системах отопления при установке на подводках кранов КРП представлены в приложении 3.

При использовании в системах отопления терморегуляторов фирмы "Герц Арматурен" коэффициент затекания определяется по таблице, приведённой на рис. 2.7.

Таблица 3.1

### ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИАТОРОВ-КОНВЕКТОРОВ ТИПА РК

| Местные сопротивления                                                                       | Коэффициенты местного сопротивления $\xi'$ и характеристики сопротивления $S$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup> , прибора или его элементов при условных диаметрах подводящих теплопроводов: |                   |             |                   |             |                   |             |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|
|                                                                                             | $d_y=15$ мм                                                                                                                                                                         |                   | $d_y=20$ мм |                   | $d_y=25$ мм |                   | $d_y=32$ мм |                   |
|                                                                                             | $\xi'$                                                                                                                                                                              | $S \cdot 10^{-4}$ | $\xi'$      | $S \cdot 10^{-4}$ | $\xi'$      | $S \cdot 10^{-4}$ | $\xi'$      | $S \cdot 10^{-4}$ |
| Вход в прибор и выход из него                                                               | 1,5                                                                                                                                                                                 | 2,055             | 1,1         | 0,453             | 0,5         | 0,08              | 0,3         | 0,015             |
| Две горизонтальные секции с учётом ниппельного соединения у каждой                          | 0,06                                                                                                                                                                                | 0,082             | 0,2         | 0,082             | 0,52        | 0,082             | 1,6         | 0,082             |
| Одна горизонтальная секция с одним ниппелем                                                 | 0,03                                                                                                                                                                                | 0,041             | 0,1         | 0,041             | 0,26        | 0,041             | 0,8         | 0,041             |
| Одна вертикальная секция с одним ниппелем                                                   | 0,15                                                                                                                                                                                | 0,206             | 0,5         | 0,206             | 1,3         | 0,206             | 4,06        | 0,206             |
| Радиаторный вариант двухъярусной сборки с несколькими (не менее 2-х) вертикальными секциями | 2,0                                                                                                                                                                                 | 2,74              | 1,65        | 0,68              | 1,75        | 0,278             | 2,1         | 0,107             |
| Четырёхъярусная сборка радиаторного варианта                                                | 2,1                                                                                                                                                                                 | 2,877             | 1,75        | 0,721             | 1,85        | 0,294             | 2,2         | 0,112             |

Примечания : 1. Гидравлические характеристики приборов с соединительными патрубками условных диаметров, отличных от  $d_y=20$  мм, определены расчётным путём и могут быть откорректированы по результатам экспериментальных исследований.

2. Гидравлические характеристики приборов радиаторных вариантов сборки определены при длине приборов не более 2 м.



## 4. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ

4.1. Тепловой расчёт производится с целью подбора необходимых типоразмеров радиаторов-конвекторов.

Тепловой поток радиаторов-конвекторов  $Q$ , Вт, при условиях, отличных от нормальных (нормированных), определяется по формуле:

$$Q = Q_{ny}^k \cdot (\theta/70)^{1+n} \cdot c \cdot (M/0,1)^m \cdot b \cdot \Psi_1 = Q_{ny}^k \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \Psi_1 =$$

$$= K_{ny}^k \cdot 70 \cdot F_k \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot \Psi_1, \quad (4.1)$$

где:

$Q_{ny}^k$  - номинальный тепловой поток "конвекторного" варианта прибора при нормальных условиях (принимается по табл. 1.1), Вт;

$\theta$  - фактический температурный напор, °С, определяемый по формуле:

$$\theta = \frac{t_n + t_k}{2} - t_p = t_n - \frac{\Delta t_{np}}{2} - t_p, \quad (4.2)$$

здесь:

$t_n$  и  $t_k$  - соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе) в отопительном приборе, °С;

$t_p$  - расчётная температура помещения, принимаемая равной расчётной температуре воздуха в отапливаемом помещении  $t_v$ , °С;

$\Delta t_{np}$  - перепад температур теплоносителя между входом и выходом отопительного прибора, °С;

70 - нормированный температурный напор, °С;

$c$  - поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние схемы движения теплоносителя на тепловой поток и коэффициент теплопередачи прибора при нормированных температурном напоре, расходе теплоносителя и атмосферном давлении (принимается по табл. 4.1);

$n$  и  $m$  - эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя (принимаются по табл. 4.1);

Таблица 4.1

ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТЕПЕНИ "n", "m"  
И ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА "c"

| Тип соединения элементов прибора | Схема движения теплоносителя | Количество ярусов в приборе | Расход теплоносителя М |           | n    | m     | c     |
|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------|------|-------|-------|
|                                  |                              |                             | кг/с                   | кг/ч      |      |       |       |
| Конвекторный                     | сверху-вниз                  | 1, 2, 4                     | 0,007-0,15             | 24-540    | 0,25 | 0,03  | 1     |
|                                  | снизу-вверх                  | 1                           | 0,007-0,15             | 24-540    | 0,25 | 0,03  | 1     |
|                                  |                              | 2                           |                        |           |      | 0,035 |       |
|                                  |                              | 4                           |                        |           |      | 0,045 |       |
| Радиаторный                      | сверху-вниз                  | 2                           | 0,007-0,15             | 24-540    | 0,25 | 0,02  | 1     |
|                                  |                              | 4                           |                        |           |      | 0,01  |       |
|                                  | снизу-вверх                  | 2                           | 0,007-0,03             | 24-120    | 0,25 | 0,12  | 1,093 |
|                                  |                              |                             | более 0,03             | более 120 |      | 0,02  | 0,98  |
|                                  |                              | 4                           | 0,007-0,03             | 24-120    | 0,25 | 0,2   | 1,156 |
|                                  |                              |                             | более 0,03             | более 120 |      | 0,05  | 0,98  |

Таблица 4.2

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ "в"

| Атмосферное давление | гПа        | 920   | 933   | 947   | 960   | 973   | 987   | 1000  | 1013,3 | 1040 |
|----------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|
|                      | мм рт. ст. | 690   | 700   | 710   | 720   | 730   | 740   | 750   | 760    | 780  |
| в                    |            | 0,963 | 0,968 | 0,973 | 0,978 | 0,983 | 0,988 | 0,994 | 1      | 1,01 |



- М - фактический массный расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с ;
- 0,1 - нормированный массный расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с ;
- b - безразмерный поправочный коэффициент на расчётное атмосферное давление ( принимается по табл. 4.2 ) ;
- $\Psi_1$  - безразмерный коэффициент, с помощью которого учитывается уменьшение теплового потока в двухъярусных и четырёхъярусных приборах "конвекторной" сборки при движении теплоносителя в них по схеме "снизу-вверх" по сравнению со стандартной схемой движения "сверху-вниз":  $\Psi_1 = 1 - 0,005 \Delta t_{np}$  ( при "радиаторной" сборке  $\Psi_1 = 1$  ) ;
- $\varphi_1 = (\theta/70)^{1+n}$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного температурного напора от нормированного ( принимается по табл. 4.3 ) ;
- $\varphi_2 = c(M/0,1)^m$  - безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается изменение теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массного расхода теплоносителя от нормированного ( принимается по табл. 4.4 ) ;
- $K_{ny}^k$  - коэффициент теплопередачи наружной поверхности радиатора-конвектора при "конвекторном" варианте сборки, определяемый по формуле:

$$K_{ny}^k = \frac{Q_{ny}^k}{F_k \cdot 70} \quad , \quad \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad , \quad (4.3)$$

$F_k$  - площадь наружной теплоотдающей поверхности радиатора-конвектора при "конвекторном" варианте сборки ( принимается по табл. 1.1 ) ,  $\text{м}^2$  .

Площадь наружной теплоотдающей поверхности при "радиаторной" сборке прибора ( $F_p$ ) определяется по формуле:

$$F_p = F_k + 0,049 ( a_p - a_k ) \quad , \quad \text{м}^2 \quad , \quad (4.4)$$

Таблица 4.3

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА  $\varphi_1$  В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА  $\theta$  МЕЖДУ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ОТОПИТЕЛЬНОМ ПРИБОРЕ И ТЕМПЕРАТУРОЙ ВОЗДУХА В ОТАПЛИВАЕМОМ ПОМЕЩЕНИИ

|                          |      |       |       |       |      |       |       |      |       |      |
|--------------------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| $\theta, ^\circ\text{C}$ | 44   | 46    | 48    | 50    | 52   | 54    | 56    | 58   | 60    | 62   |
| $\varphi_1$              | 0,56 | 0,592 | 0,624 | 0,657 | 0,69 | 0,723 | 0,756 | 0,79 | 0,825 | 0,86 |

|                          |       |       |       |    |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\theta, ^\circ\text{C}$ | 64    | 66    | 68    | 70 | 72    | 74    | 76    | 78    | 80    | 82    |
| $\varphi_1$              | 0,894 | 0,929 | 0,964 | 1  | 1,036 | 1,072 | 1,108 | 1,145 | 1,182 | 1,219 |

|                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\theta, ^\circ\text{C}$ | 84    | 86    | 88    | 90    | 92    | 94    | 96    | 98    | 100   | 102   |
| $\varphi_1$              | 1,256 | 1,293 | 1,331 | 1,369 | 1,407 | 1,446 | 1,484 | 1,523 | 1,562 | 1,601 |

|                          |      |      |      |       |       |      |      |       |       |
|--------------------------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| $\theta, ^\circ\text{C}$ | 104  | 106  | 108  | 110   | 112   | 114  | 116  | 118   | 120   |
| $\varphi_1$              | 1,64 | 1,68 | 1,72 | 1,759 | 1,799 | 1,84 | 1,88 | 1,921 | 1,961 |



Таблица 4.4

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА  $\varphi_2$  В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ И

| Тип<br>сое-<br>дине-<br>ния<br>эле-<br>м.<br>при-<br>бора | Схема<br>дви-<br>жения<br>теп-<br>лоно-<br>сите-<br>ля | Кол.<br>яру-<br>сов<br>в<br>при-<br>боре | $\varphi_2$ при расходе теплоносителя $M$ , (кг/с) / (кг/ч) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
|                                                           |                                                        |                                          | 0,007                                                       | 0,01  | 0,015 | 0,02  | 0,025 | 0,03  | 0,033 | 0,04  | 0,05  | 0,06  | 0,07  | 0,08  | 0,09  | 0,1  | 0,125 | 0,15  |
|                                                           |                                                        |                                          | 24                                                          | 36    | 54    | 72    | 90    | 108   | 120   | 144   | 180   | 216   | 252   | 288   | 324   | 360  | 450   | 540   |
| Кон-<br>век-<br>тор-<br>ный                               | Свер-<br>ху -<br>вниз                                  | 1, 2,<br>4                               | 0,923                                                       | 0,933 | 0,945 | 0,953 | 0,959 | 0,964 | 0,967 | 0,973 | 0,979 | 0,985 | 0,989 | 0,993 | 0,997 | 1    | 1,007 | 1,012 |
|                                                           |                                                        | 1                                        | 0,923                                                       | 0,933 | 0,945 | 0,953 | 0,959 | 0,964 | 0,967 | 0,973 | 0,979 | 0,985 | 0,989 | 0,993 | 0,997 | 1    | 1,007 | 1,012 |
|                                                           |                                                        | 2                                        | 0,911                                                       | 0,922 | 0,936 | 0,945 | 0,953 | 0,959 | 0,962 | 0,968 | 0,976 | 0,982 | 0,987 | 0,992 | 0,996 | 1    | 1,008 | 1,01  |
|                                                           |                                                        | 4                                        | 0,887                                                       | 0,901 | 0,918 | 0,93  | 0,939 | 0,947 | 0,952 | 0,96  | 0,969 | 0,977 | 0,984 | 0,99  | 0,995 | 1    | 1,01  | 1,018 |
| Ра-<br>диа-<br>тор-<br>ный                                | Свер-<br>ху -<br>вниз                                  | 2                                        | 0,948                                                       | 0,955 | 0,963 | 0,968 | 0,973 | 0,976 | 0,978 | 0,982 | 0,986 | 0,99  | 0,993 | 0,995 | 0,998 | 1    | 1,004 | 1,008 |
|                                                           |                                                        | 4                                        | 0,974                                                       | 0,977 | 0,981 | 0,984 | 0,986 | 0,988 | 0,989 | 0,991 | 0,993 | 0,995 | 0,996 | 0,998 | 0,999 | 1    | 1,002 | 1,004 |
|                                                           |                                                        | 2                                        | 0,794                                                       | 0,829 | 0,87  | 0,901 | 0,925 | 0,946 | 0,958 | 0,962 | 0,966 | 0,97  | 0,973 | 0,976 | 0,978 | 0,98 | 0,984 | 0,988 |
|                                                           |                                                        | 4                                        | 0,679                                                       | 0,729 | 0,791 | 0,838 | 0,876 | 0,909 | 0,928 | 0,936 | 0,947 | 0,955 | 0,963 | 0,969 | 0,975 | 0,98 | 0,991 | 1     |

27.

$a_p$  и  $a_k$  - количество вертикальных секций соответственно в "радиаторном" и "конвекторном" вариантах, шт.

Длина "радиаторного" варианта прибора при этом определяется из схемы принятой сборки, учитывая, что длина вертикальной секции равна 85 мм, а пробки  $\approx 10$  мм.

4.2. Номинальный тепловой поток в таблице 1.1 указан для "конвекторного" варианта прибора ( $Q_{нy}^k$ ). При использовании вертикальных секций в качестве замыкающих участков в многоярусных приборах ("радиаторный" вариант) номинальный тепловой поток соответствующего типоразмера  $Q_{нy}^p$  следует определять по формуле:

$$Q_{нy}^p = (Q_{нy}^k - 47 a_k) 0,95 + 47 a_p, \quad (4.5)$$

где:

47 - номинальный тепловой поток вертикальной секции, Вт ;

0,95 - коэффициент, учитывающий снижение теплового потока горизонтальных секций при "радиаторном" варианте вследствие уменьшения расхода проходящего через них теплоносителя.

4.3. Тепловые расчёты с использованием коэффициента теплопередачи ведутся согласно данным табл. 1.1, п.п. 4.2 и 4.3 настоящих рекомендаций по формуле:

$$K = K_{нy}^k \cdot (\theta/70)^n \cdot c \cdot (M/0,1)^m \cdot b \cdot \Psi_1, \quad \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}). \quad (4.6)$$

4.4. Согласно табл.1 приложения 12 СНиП 2.04.05-91 / 3 / при нахождении общего расхода воды в системе отопления её расход, определённый исходя из общих теплопотерь здания, увеличивается пропорционально поправочным коэффициентам, один из которых  $\beta_1$ , зависит от номенклатурного шага радиатора-конвектора и принимается по табл. 4.5.

Второй поправочный коэффициент  $\beta_2$  учитывает увеличение теплопотерь через зарadiatorный участок наружного ограждения и принимается согласно табл. 4.6.

Увеличение теплопотерь через зарadiatorные участки наружных ограждений не требует увеличения площади теплоотдающей поверхности радиатора, поскольку его коэффициент теплопередачи возрастает практически пропорционально росту теплопотерь.

28.



Таблица 4.4

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА  $\varphi_2$  В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ М

| Тип<br>сое-<br>дине-<br>ния<br>эле-<br>м.<br>при-<br>бора | Схема<br>дви-<br>жения<br>теп-<br>лоно-<br>сите-<br>ля | Кол.<br>яру-<br>сов<br>в<br>при-<br>боре | $\varphi_2$ при расходе теплоносителя М, (кг/с) / (кг/ч) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       |       |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
|                                                           |                                                        |                                          | 0,007                                                    | 0,01  | 0,015 | 0,02  | 0,025 | 0,03  | 0,033 | 0,04  | 0,05  | 0,06  | 0,07  | 0,08  | 0,09  | 0,1  | 0,125 | 0,15  |
|                                                           |                                                        |                                          | 24                                                       | 36    | 54    | 72    | 90    | 108   | 120   | 144   | 180   | 216   | 252   | 288   | 324   | 360  | 450   | 540   |
| Кон-<br>век-<br>тор-<br>ный                               | Свер-<br>ху -<br>вниз                                  | 1, 2,<br>4                               | 0,923                                                    | 0,933 | 0,945 | 0,953 | 0,959 | 0,964 | 0,967 | 0,973 | 0,979 | 0,985 | 0,989 | 0,993 | 0,997 | 1    | 1,007 | 1,012 |
|                                                           | Снизу<br>-<br>вверх                                    | 1                                        | 0,923                                                    | 0,933 | 0,945 | 0,953 | 0,959 | 0,964 | 0,967 | 0,973 | 0,979 | 0,985 | 0,989 | 0,993 | 0,997 | 1    | 1,007 | 1,012 |
|                                                           |                                                        | 2                                        | 0,911                                                    | 0,922 | 0,936 | 0,945 | 0,953 | 0,959 | 0,962 | 0,968 | 0,976 | 0,982 | 0,987 | 0,992 | 0,996 | 1    | 1,008 | 1,01  |
|                                                           |                                                        | 4                                        | 0,887                                                    | 0,901 | 0,918 | 0,93  | 0,939 | 0,947 | 0,952 | 0,96  | 0,969 | 0,977 | 0,984 | 0,99  | 0,995 | 1    | 1,01  | 1,018 |
| Ра-<br>диа-<br>тор-<br>ный                                | Свер-<br>ху -<br>вниз                                  | 2                                        | 0,948                                                    | 0,955 | 0,963 | 0,968 | 0,973 | 0,976 | 0,978 | 0,982 | 0,986 | 0,99  | 0,993 | 0,995 | 0,998 | 1    | 1,004 | 1,008 |
|                                                           |                                                        | 4                                        | 0,974                                                    | 0,977 | 0,981 | 0,984 | 0,986 | 0,988 | 0,989 | 0,991 | 0,993 | 0,995 | 0,996 | 0,998 | 0,999 | 1    | 1,002 | 1,004 |
|                                                           | Снизу<br>-<br>вверх                                    | 2                                        | 0,794                                                    | 0,829 | 0,87  | 0,901 | 0,925 | 0,946 | 0,958 | 0,962 | 0,966 | 0,97  | 0,973 | 0,976 | 0,978 | 0,98 | 0,984 | 0,988 |
|                                                           |                                                        | 4                                        | 0,679                                                    | 0,729 | 0,791 | 0,838 | 0,876 | 0,909 | 0,928 | 0,936 | 0,947 | 0,955 | 0,963 | 0,969 | 0,975 | 0,98 | 0,991 | 1     |



Таблица 4.5

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА  
 $\beta_1$  НА НОМЕНКЛАТУРНЫЙ ШАГ

| Условное обозначение радиатора-конвектора | Коэффициент $\beta_1$           |                            |
|-------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
|                                           | с длинными и короткими секциями | только с длинными секциями |
| РК - 1                                    | 1,005                           | 1,027                      |
| РК - 2                                    | 1,01                            | 1,1                        |
| РК - 4                                    | 1,04                            | 1,2                        |

Таблица 4.6

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА  $\beta_2$ , УЧИТЫВАЮЩЕГО  
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОПOTЕРИ ЧЕРЕЗ ЗАРАДИАТОРНЫЙ  
УЧАСТОК НАРУЖНОГО ОГРАЖДЕНИЯ

| Коэффициент теплопередачи радиаторного участка наружного ограждения, Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | 0,6 и менее | 1    | 2     | 3     | 4     | 5    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|-------|-------|-------|------|
| $\beta_2$                                                                                    | 1           | 1,01 | 1,018 | 1,026 | 1,035 | 1,04 |

Примечание: коэффициенты теплопередачи 2 Вт/(м<sup>2</sup>·°C) и более соответствуют различным типам остекления.

При введении указанных поправочных коэффициентов на общий расход теплоносителя в системе отопления можно в первом приближении не учитывать дополнительный расход теплоносителя по стоякам и радиаторам, полагая, что с допустимой для практических расчётов погрешностью увеличение расхода по всем стоякам пропорционально их нагрузкам.

4.5. В однотрубных системах отопления расход воды через приборы ( $M_{пр}$ ) определяется зависимостью:

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст}, \text{ кг/с}, \quad (4.7)$$

где:

$\alpha_{пр}$  - коэффициент затекания воды в прибор (принимается по приложению 3 и по таблице на рис. 2.7) ;

$M_{ст}$  - масснй расход теплоносителя по стояку однотрубной системы отопления, кг/с.



### 5. ПРИМЕР РАСЧЁТА ЭТАЖЕСТОЯКА ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

#### Условия для расчёта.

Требуется выполнить теплогидравлический расчёт этажестояка вертикальной однотрубной системы водяного отопления с чугунным радиатором-конвектором РК ("конвекторный" вариант). Конвектор РК установлен под окном на наружной стене без ниши на пятом этаже пятиэтажного здания, присоединён к стояку со смещённым замыкающим участком и краном КРП. Схема движения теплоносителя - "сверху-вниз".

Теплопотери помещения составляют 1200 Вт. Температура горячего теплоносителя на входе в стояк ( $t_n$ ) условно принимается равной  $105^\circ\text{C}$ , расчётный перепад температур по стояку  $\Delta t_{ст} = 35^\circ\text{C}$ , температура воздуха в отапливаемом помещении  $t_b = 20^\circ\text{C}$ , атмосферное давление воздуха в районе строительства 1013,3 гПа (т.е.  $b=1$ ). Средний расход воды в стояке  $M_{ст} = 138 \text{ кг/ч}$  ( $0,038 \text{ кг/с}$ ).

Диаметры труб стояка, подводки и замыкающего участка определены в результате предварительного гидравлического расчёта и равны 15 мм, общая длина вертикально и горизонтально располагаемых труб в помещении составляет 3,5 м ( $l_{тр.в.} = 2,7 \text{ м}$ ,  $l_{тр.г.} = 0,8 \text{ м}$ ).

#### Последовательность теплового расчёта.

Тепловой поток прибора в расчётных условиях ( $Q_{пр}^{расч}$ ) определяется по формуле:

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пом} - Q_{тр.п} \quad \text{Вт}, \quad (5.1)$$

где:

$Q_{пом}$  - теплопотери помещения при расчётных условиях, Вт;

$Q_{тр.п}$  - полезный тепловой поток от теплопроводов (труб), Вт.

Полезный тепловой поток от этих теплопроводов принимается обычно равным 90% от общей теплоотдачи труб при прокладке их у наружных стен, и достигает 100% при расположении стояков у вертикальных перегородок.

В нашем примере принимаем:

$$Q_{тр.п} = 0,9 Q_{тр} \quad \text{Вт}, \quad (5.2)$$

где:  $Q_{тр.в} = Q_{тр.в} \cdot l_{тр.в} + Q_{тр.г} \cdot l_{тр.г}$

$Q_{тр.в}$  и  $Q_{тр.г}$  - тепловые потоки 1 м открыто проложенных соответственно вертикальных и горизонтальных гладких труб, определяемые по приложению 4, Вт/м;

$l_{тр.в}$  и  $l_{тр.г}$  - общая длина соответственно вертикальных и горизонтальных теплопроводов, м.

$$Q_{тр.п} = 0,9(2,7 \cdot 92,8 + 0,8 \cdot 92,8 \cdot 1,28) = 311 \text{ Вт}.$$

Тепловой поток от труб ( $Q_{тр.п}$ ) определён при температурном напоре:

$$\theta_{ср.тр.} = t_n - t_b = 105 - 20 = 85^\circ\text{C},$$

где:  $t_n$  - температура теплоносителя на входе в конвекторный узел,  $^\circ\text{C}$ .

В общем случае расчёт ведётся итерационным методом. Предварительно задаётся значение коэффициента затекания  $\alpha_{пр}$  по данным, приведённым в приложении 3.

Расход воды через прибор равен:

$$M_{пр} = \alpha_{пр} \cdot M_{ст} = 0,42 \cdot 0,038 = 0,0159 \text{ кг/с},$$

где: 0,42 - коэффициент затекания для двухъярусного конвектора.

Перепад температур теплоносителя между входом в отопительный прибор и выходом из него ( $\Delta t_{пр}$ ) определяется по формуле:

$$\Delta t_{пр} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{C \cdot M_{пр}} = \frac{889}{4186,8 \cdot 0,0159} = 13,35^\circ\text{C}, \quad (5.3)$$

где:  $C$  - удельная теплоёмкость воды, равная  $4186,8 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ .

$$Q_{пр}^{расч} = Q_{пом} - Q_{тр.п} = 1200 - 311 = 889 \text{ Вт}.$$

Температурный напор  $\theta$  определяется по формуле:

$$\theta = t_n - \frac{\Delta t_{пр}}{2} - t_b = 105 - 6,67 - 20 = 78,33^\circ\text{C}. \quad (5.4)$$

Определяем требуемый тепловой поток прибора, приведённый к нормированным условиям,  $Q_{пр}^{нр}$ , по формуле:

$$Q_{пр}^{нр} = \frac{Q_{пр}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b} = \frac{889}{1,15 \cdot 0,946 \cdot 1} = 817 \text{ Вт}, \quad (5.5)$$

где:  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  - безразмерные поправочные коэффициенты, принимаемые по таблицам 4.3 и 4.4.



Исходя из полученного значения  $Q_{np}^{ny}$ , предварительно принимаем (по табл. 1.1) типоразмер двухъярусного конвектора с ближайшим значением  $Q_n$ : РК-2-0,851.

Расхождение между тепловыми потоками от требуемой и устанавливаемой площадями поверхности нагрева конвекторов допускается в пределах: в сторону уменьшения - до 5%, но не более чем на 50 Вт (при нормальных условиях), в сторону увеличения - до ближайшего типоразмера.

Если запас по тепловому потоку превышает 10%, при расчёте рекомендуется учитывать фактическое снижение температуры воды перед поступлением в конвектор.

С учётом предварительно принятого типоразмера уточняется коэффициент затекания и проводится уточнённый расчёт, по результатам которого окончательно принимается типоразмер к установке.

$$\alpha_{np} = 0,42 ; M_{np} = 0,0159 \text{ кг/с}.$$

В результате уточнённого расчёта к установке принимается типоразмер конвектора РК-2-0,851.

В заключение определяются температура теплоносителя на выходе из прибора  $t_{o.np}$  и на выходе из конвекторного узла  $t_k$ :

$$t_{o.np} = t_n - \Delta t_{np} = 105 - 13,35 = 91,65 \text{ } ^\circ\text{C} ;$$

$$t_k = \left[ t_n (1 - \alpha_{np}) + t_{o.np} \alpha_{np} \right] - \frac{Q_{tr.n}}{C \cdot M_{ct}} = \left[ 105(1 - 0,42) + 91,65 \cdot 0,42 \right] - \frac{311}{4186,8 \cdot 0,038} = 97,44 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

#### Гидравлический расчёт этажестояка.

Характеристика сопротивления этажестояка ( $S_{э.т}$ ) определяется по формуле:

$$S_{э.т} = S_{к.у} + S_{тр} , \quad (5.6)$$

где:  $S_{к.у}$  и  $S_{тр}$  - характеристики сопротивления соответственно конвекторного узла и труб.

Характеристика сопротивления конвекторного узла, имеющего параллельные участки для прохода теплоносителя, определяется по формуле:

$$S_{к.у} = \frac{1}{\left( \frac{1}{\sqrt{S_k}} + \frac{1}{\sqrt{S_{э.у}}} \right)^2} , \quad (5.7)$$

где:  $S_k$  и  $S_{э.у}$  - характеристики сопротивления соответственно конвектора и замыкающего участка,  $\text{Па}/(\text{кг/с})^2$ .

Находим характеристики сопротивления всех расчётных участков по формуле:

$$S = A \cdot \xi' = A \left[ \frac{\lambda}{d} l + \sum \xi \right] , \text{ Па}/(\text{кг/с})^2 , \quad (5.8)$$

принимая значения коэффициентов местных сопротивлений и поправочных коэффициентов по данным "Справочника проектировщика" / 4 / и таблиц настоящих рекомендаций.

$$S_k = 1,37 (2,7 \cdot 0,38 + 12,28) \cdot 10^4 = 18,23 \cdot 10^4 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2 ,$$

$$S_{э.у} = 1,37 (2,7 \cdot 0,167 + 6,64) \cdot 10^4 = 9,71 \cdot 10^4 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2 ,$$

$$S_{к.у} = 3,25 \cdot 10^4 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2 ,$$

$$S_{тр} = A \left[ \frac{\lambda}{d} l + \sum \xi \right] \cdot \varphi_4 = 1,37 (2,7 \cdot 2,94 + 1,6) \cdot 10^4 \cdot 1,12 = 14,63 \cdot 10^4 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2 ,$$

где:  $\varphi_4$  - коэффициент, принимаемый по табл. П2 приложения 1 и равный 1,12 при расходе теплоносителя в стояке 0,038 кг/с.

$$S_{э.т} = (3,25 + 14,63) \cdot 10^4 = 17,88 \cdot 10^4 \text{ Па}/(\text{кг/с})^2 .$$



## 6. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. Монтаж радиаторов-конвекторов РК производится согласно требованиям СНиП 3.05.08-85 "Внутренние санитарно-технические системы" / 5 /, настоящих рекомендаций, а так же рекомендаций / 6 / и / 7 /.

6.2. Радиаторы-конвекторы РК поставляются комплектно, без окончательной окраски. В комплект поставки должны входить кронштейны для крепления к стене.

6.3. С целью обеспечения жёсткости и прочности двухъярусные и черырёхъярусные приборы снабжены стальными распорными пластинами, располагаемыми между ярусами. Не допускается деформация распорных пластин при транспортировке и монтаже.

6.4. Перед монтажом приборы должны быть окрашены. Для окраски следует использовать масляные и глифталевые краски и эмали. Допускается применять пентафталевые краски и эмали. Окраска нитроэмалью, эпоксидными эмалями, а также лаками с металлической пудрой не рекомендуется.

6.5. Исходя из условия обеспечения компенсации линейных удлинений, общая длина последовательно соединённых приборов не должна превышать 5 м. При большей длине необходимо предусматривать устройства для компенсации удлинений.

6.6. Монтаж радиаторов-конвекторов РК ведётся только на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен.

6.7. Расстояние от прибора до стены, у которой он установлен, должно находиться в пределах 20-30 мм; от низа прибора до пола - 100-150 мм; от верха прибора до подоконника - 100-120 мм.

6.8. Монтаж необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов;
- закрепить кронштейны на стене дюбелями или заделкой крепёжных деталей цементным раствором ( не допускается пристрелка к стене кронштейнов для отопительных приборов и теплопроводов системы отопления);
- установить прибор на кронштейнах;

- соединить прибор с подводящими теплопроводами системы отопления.

6.9. При монтаже следует избегать неправильной установки прибора:

- слишком низкой его установки, т.к. при расстоянии между полом и низом прибора, меньшем 100 мм, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка пола под радиатором-конвектором;
- установки прибора вплотную к стене или с зазором, меньшем 20 мм ( рекомендовано 20-40 мм), ухудшающей теплоотдачу и вызывающей пылевые следы над прибором;
- слишком высокой установки, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, большем 150 мм, увеличивается градиент температуры воздуха по высоте помещения, особенно в нижней его части;
- слишком малого зазора между верхом прибора и подоконником (меньше 75% глубины прибора в установке), т.к. при этом уменьшается тепловой поток прибора;
- невертикального положения ребрения горизонтальных секций, т.к. это ухудшает теплотехнику и внешний вид прибора;
- установки перед прибором декоративных экранов и закрытия его шторами, т.к. это приводит к ухудшению его теплоотдачи и гигиенических характеристик.

6.10. После окончания отделочных работ необходимо тщательно очистить прибор от строительного мусора и прочих загрязнений.

6.11. В процессе эксплуатации следует производить очистку приборов в начале отопительного сезона и 1-2 раза в течение отопительного периода.

6.12. При необходимости перекраски приборов в течение срока эксплуатации следует придерживаться рекомендаций, изложенных в п. 6.4 настоящих "Рекомендаций", т.к. неправильный выбор лакокрасочных материалов может привести к снижению теплоотдачи на 8-10 %.

6.13. В случае снижения теплового потока ( попадание воздуха в систему), а также появления течей в соединениях следует обращаться к специалистам, эксплуатирующим систему отопления.



## 7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по применению конвекторов с кожухом типа "Универсал" и чугунных радиаторов / В. И. Сасин, Б. В. Швецов, Т. Н. Прокопенко, Л. А. Богацкая, Г. А. Бершидский. - М.: НИИсантехники, 1990.
2. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха "Аккорд" и "Север" / В. И. Сасин, Т. Н. Прокопенко, Б. В. Швецов, Л. А. Богацкая. - М.: НИИсантехники, 1990.
3. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М., 1992.
4. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства, ч. 1. Отопление / Под редакцией И. Г. Староверова. - М.: Стройиздат, 1990.
5. СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы. М., 1986.
6. Исаев В. Н., Сасин В. И. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий. М.: "Высшая школа", 1989.
7. Дунаева Г. И., Беляева Т. А. Лабораторный практикум по технологии санитарно-технических работ. М.: "Высшая школа", 1987.

## ПРИЛОЖЕНИЯ



## Приложение I

Таблица П.1

Динамические характеристики стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75\* насосных систем водяного отопления при скорости воды в них 1 м/с

| Диаметр труб, мм  |          |            | Расход воды при скорости 1 м/с, М/В |       | Удельное динамическое давление |                        | Приведенный коэффициент гидравлического трения $\lambda/d_{вн}$ , 1/м | Удельная характеристика сопротивления 1м трубы |                          |
|-------------------|----------|------------|-------------------------------------|-------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|
| условного прохода | наружный | внутренний | кг/ч                                | кг/с  | $A \cdot 10^4$ , Па            | $A \cdot 10^{-4}$ , Па |                                                                       | $S_T \cdot 10^4$ , Па                          | $S_T \cdot 10^{-4}$ , Па |
|                   |          |            |                                     |       |                                |                        |                                                                       |                                                |                          |
|                   |          |            | м/с                                 | м/с   | (кг/ч) <sup>2</sup>            | (кг/с) <sup>2</sup>    |                                                                       | (кг/ч) <sup>2</sup>                            | (кг/с) <sup>2</sup>      |
| 10                | 17       | 12,6       | 425                                 | 0,118 | 26,50                          | 3,43                   | 3,6                                                                   | 95,4                                           | 12,35                    |
| 15                | 21,3     | 15,7       | 690                                 | 0,192 | 10,60                          | 1,37                   | 2,7                                                                   | 28,62                                          | 3,7                      |
| 20                | 26,8     | 21,2       | 1250                                | 0,348 | 3,19                           | 0,412                  | 1,8                                                                   | 5,74                                           | 0,742                    |
| 25                | 33,5     | 27,1       | 2000                                | 0,555 | 1,23                           | 0,159                  | 1,4                                                                   | 1,72                                           | 0,223                    |
| 32                | 42,5     | 35,9       | 3500                                | 0,97  | 0,39                           | 0,0508                 | 1                                                                     | 0,39                                           | 0,051                    |
| 40                | 48       | 41         | 4650                                | 1,29  | 0,23                           | 0,0298                 | 0,8                                                                   | 0,18                                           | 0,024                    |
| 50                | 60       | 53         | 7800                                | 2,16  | 0,082                          | 0,01063                | 0,55                                                                  | 0,045                                          | 0,006                    |

Примечание: 1) 1 Па=0,102 кгс/м<sup>2</sup>;  
 1 Па/(кг/с)<sup>2</sup>=0,788 10<sup>-8</sup> (кгс/м<sup>2</sup>)/(кг/ч)<sup>2</sup> или  
 1 кгс/м<sup>2</sup>=9,80665 Па;  
 1 (кгс/м<sup>2</sup>)/(кг/ч)<sup>2</sup>=1,271 10<sup>8</sup> Па/(кг/с)<sup>2</sup>.

2) При других скоростях воды, соответствующих обычно ламинарной и переходной зонам, значения приведенного коэффициента гидравлического сопротивления и удельных характеристик следует корректировать согласно известным зависимостям (см., например, А.Д.Альтшуль и др. Гидравлика и аэродинамика. - М., Стройиздат, 1987). Для упрощения этих расчетов фактические гидравлические характеристики труб  $S$ ,  $\xi'$  и коэффициентов местного сопротивления отводов, скоб и уток из этих труб  $\xi$  при скоростях теплоносителя, соответствующих указанным зонам, в системах отопления с параметрами 95/70 и 105/70°С можно определить по соотношениям:

$$S = S_T \cdot \varphi_4 \quad , \quad (п.1)$$

$$\xi' = \xi'_T \cdot \varphi_4 \quad , \quad (п.2)$$

$$\xi = \xi_T \cdot \varphi_4 \quad , \quad (п.3)$$

## Продолжение приложения I

где  $S_T$ ,  $\xi'_T$  и  $\xi_T$  - характеристики, табл.П.1 настоящего приложения,  $\varphi_4$  вычисляя по

где  $d_{вн}$  - внутренний диаметр теп

$M$  - масснй расход теплоно

или принимая по таблице теплоносителя  $M$  в кг/с или в кг/ч.

Таблица П.2

| $d_y/d_{вн}$<br>$\varphi_4$ | 10/12,6 |         | 40/41   |         | 50/53   |         |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                             | M, кг/с | M, кг/ч | M, кг/с | M, кг/ч | M, кг/с | M, кг/ч |
| I,4                         | 0,0050  | 18,0    | 0,529   | 290,4   | 0,0885  | 318,6   |
| I,38                        | 0,0054  | 19,4    | 0,573   | 260,3   | 0,0957  | 344,5   |
| I,36                        | 0,0059  | 21,2    | 0,621   | 223,6   | 0,1038  | 373,4   |
| I,34                        | 0,0064  | 23,0    | 0,676   | 243,4   | 0,1130  | 406,8   |
| I,32                        | 0,0070  | 25,2    | 0,739   | 266,0   | 0,1235  | 444,6   |
| I,3                         | 0,0077  | 27,7    | 0,810   | 291,6   | 0,1354  | 487,4   |
| I,28                        | 0,0084  | 30,2    | 0,893   | 321,5   | 0,1492  | 537,1   |
| I,26                        | 0,0093  | 33,5    | 0,989   | 356,0   | 0,1653  | 595,1   |
| I,24                        | 0,0104  | 37,4    | 0,103   | 397,1   | 0,1843  | 663,5   |
| I,22                        | 0,0117  | 42,1    | 0,238   | 445,7   | 0,2068  | 744,5   |
| I,2                         | 0,0132  | 47,5    | 0,401   | 504,4   | 0,2341  | 842,8   |
| I,18                        | 0,0151  | 54,4    | 0,602   | 576,7   | 0,2678  | 964,1   |
| I,16                        | 0,0175  | 63,0    | 0,856   | 668,2   | 0,3101  | 1116,4  |
| I,14                        | 0,0206  | 74,2    | 0,183   | 785,9   | 0,3649  | 1313,6  |
| I,12                        | 0,0248  | 89,3    | 0,2623  | 994,3   | 0,4383  | 1577,9  |
| I,1                         | 0,0306  | 110,2   | 0,241   | 1166,8  | 0,5416  | 1949,8  |
| I,08                        | 0,0394  | 141,8   | 0,173   | 1502,3  | 0,6973  | 2510,3  |
| I,06                        | 0,0541  | 194,8   | 0,2731  | 2063,2  | 0,9577  | 3447,7  |
| I,04                        | 0,0836  | 301,0   | 0,3856  | 3188,2  | 1,4799  | 5327,6  |
| I,02                        | 0,1724  | 620,6   | 0,3249  | 6569,6  | 3,0495  | 10978,2 |



## Приложение 2

Характеристика сопротивления узлов присоединения  
стояка к подающей и обратной магистралям

| Наименование узла                   | Эскиз узла | Диаметр трубы $d_y$ , мм | Характеристика сопротивления            |                                            |
|-------------------------------------|------------|--------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                     |            |                          | $S \cdot 10^4$ , Па/(кг/ч) <sup>2</sup> | $S \cdot 10^{-4}$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup> |
| Присоединение к подающей магистрали |            | 15                       | 266                                     | 34,5                                       |
|                                     |            |                          | 133                                     | 17,2                                       |
|                                     |            | 20                       | 57                                      | 7,4                                        |
|                                     |            |                          | 30                                      | 3,9                                        |
|                                     |            | 25                       | 20                                      | 2,6                                        |
|                                     |            |                          | 11                                      | 1,42                                       |
| Присоединение к обратной магистрали |            | 15                       | 229                                     | 29,68                                      |
|                                     |            |                          | 96                                      | 12,44                                      |
|                                     |            | 20                       | 46                                      | 5,96                                       |
|                                     |            |                          | 19                                      | 2,46                                       |
|                                     |            | 25                       | 16                                      | 2,07                                       |
|                                     |            |                          | 6,7                                     | 0,87                                       |

Примечание: в числителе дано значение  $S$  при прямом вентиле, в знаменателе - при проходном кране.

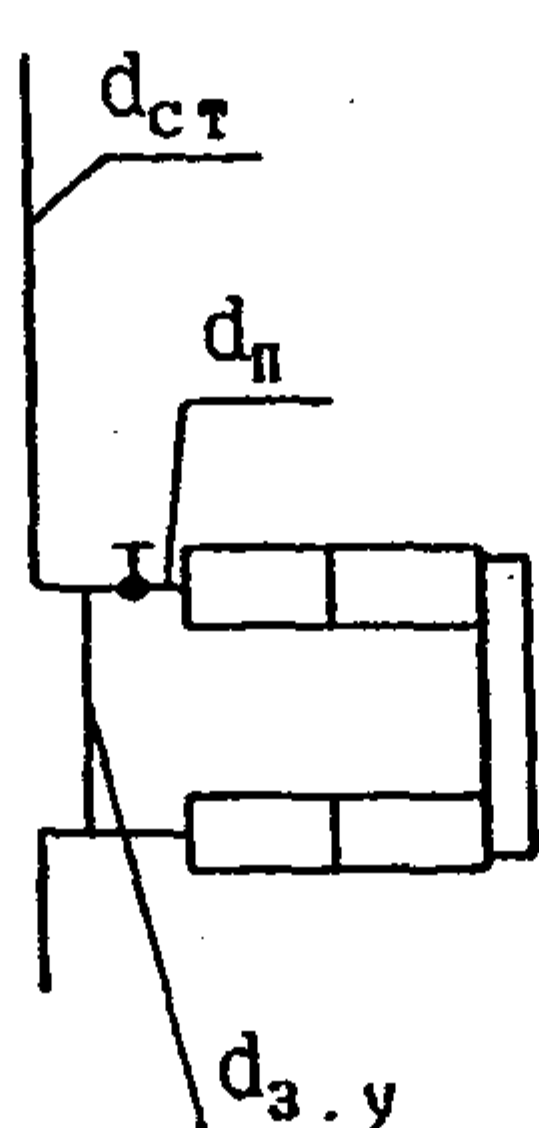
## Приложение 3

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗАТЕКАНИЯ  $\alpha_{np}$  УЗЛОВ  
ОДНОТРУБНЫХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С КОНВЕКТОРАМИ ТИПА РК И КРАНАМИ РЕГУЛИРУЮЩИМИ ПРОХОДНЫМИ

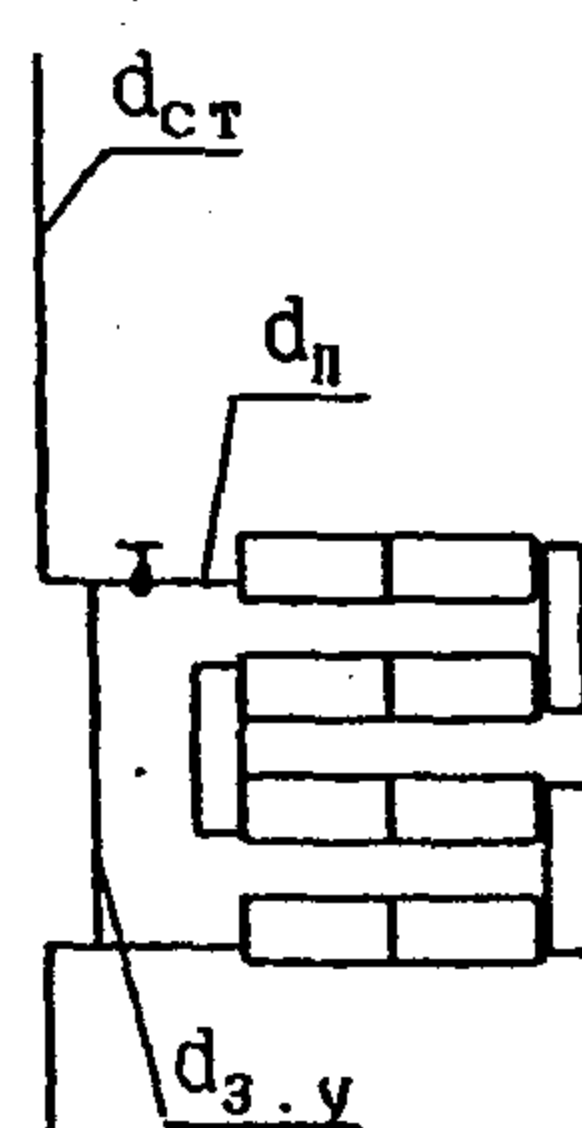
| Условное обозначение конвектора | $\alpha_{np}$ при $d_{ст} \times d_{з.у} \times d_n$ |          |          |          | Схема установки конвектора |
|---------------------------------|------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------------------------|
|                                 | 15x15x15                                             | 15x15x20 | 20x15x15 | 20x15x20 |                            |
| 1                               | 2                                                    | 3        | 4        | 5        | 6                          |
| РК-1-0,142                      | 0,395                                                | 0,56     | -        | 0,51     |                            |
| РК-1-0,186                      | 0,39                                                 | 0,555    | -        | 0,505    |                            |
| РК-1-0,234                      | 0,39                                                 | 0,55     | -        | 0,505    |                            |
| РК-1-0,280                      | 0,39                                                 | 0,55     | -        | 0,5      |                            |
| РК-1-0,324                      | 0,38                                                 | 0,55     | -        | 0,5      |                            |
| РК-1-0,372                      | 0,37                                                 | 0,55     | -        | 0,5      |                            |
| РК-1-0,420                      | 0,365                                                | 0,54     | -        | 0,5      |                            |
| РК-1-0,464                      | 0,36                                                 | 0,54     | -        | 0,495    |                            |
| РК-1-0,512                      | 0,36                                                 | 0,54     | -        | 0,49     |                            |
| РК-1-0,560                      | 0,355                                                | 0,54     | -        | 0,49     |                            |
| РК-1-0,604                      | 0,35                                                 | 0,54     | -        | 0,485    |                            |
| РК-1-0,652                      | 0,345                                                | 0,54     | -        | 0,48     |                            |
| РК-1-0,700                      | 0,34                                                 | 0,54     | -        | 0,475    |                            |
| РК-1-0,744                      | 0,34                                                 | 0,535    | -        | 0,47     |                            |
| РК-1-0,792                      | 0,335                                                | 0,535    | -        | 0,465    |                            |
| РК-1-0,840                      | 0,33                                                 | 0,535    | -        | 0,465    |                            |
| РК-1-0,884                      | 0,33                                                 | 0,535    | -        | 0,46     |                            |
| РК-1-0,932                      | 0,325                                                | 0,535    | -        | 0,46     |                            |
| РК-1-0,980                      | 0,325                                                | 0,535    | -        | 0,46     |                            |
| РК-1-1,024                      | 0,32                                                 | 0,535    | -        | 0,455    |                            |
| РК-1-1,072                      | 0,32                                                 | 0,53     | -        | 0,45     |                            |
| РК-1-1,200                      | 0,32                                                 | 0,53     | -        | 0,45     |                            |



Продолжение приложения 3

| 1          | 2     | 3     | 4     | 5     | 6                                                                                    |
|------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| PK-2-0,315 | 0,43  | 0,575 | 0,3   | 0,55  |  |
| PK-2-0,399 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-0,494 | 0,425 | 0,565 | 0,29  | 0,545 |                                                                                      |
| PK-2-0,583 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-0,667 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-0,759 | 0,42  | 0,56  | 0,285 | 0,545 |                                                                                      |
| PK-2-0,851 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-0,935 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-1,027 | 0,42  | 0,56  | 0,28  | 0,54  |                                                                                      |
| PK-2-1,119 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-1,203 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-1,295 | 0,42  | 0,56  | 0,28  | 0,535 |                                                                                      |
| PK-2-1,387 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-1,471 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-1,563 | 0,415 | 0,56  | 0,27  | 0,535 |                                                                                      |
| PK-2-1,655 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-1,739 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-1,831 | 0,41  | 0,555 | 0,26  | 0,53  |                                                                                      |
| PK-2-1,923 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-2,007 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-2-2,099 | 0,405 | 0,55  | 0,25  | 0,525 |                                                                                      |
| PK-2-2,191 |       |       |       |       |                                                                                      |
| PK-4-0,493 | 0,435 | 0,565 | 0,315 | 0,56  |                                                                                      |
| PK-4-0,677 |       |       |       |       |                                                                                      |

Продолжение приложения 3

| 1          | 2     | 3     | 4     | 5     | 6                                                                                   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| PK-4-0,845 |       |       |       |       |  |
| PK-4-1,017 | 0,43  | 0,565 | 0,315 | 0,555 |                                                                                     |
| PK-4-1,197 |       |       |       |       |                                                                                     |
| PK-4-1,365 |       |       |       |       |                                                                                     |
| PK-4-1,545 | 0,425 | 0,56  | 0,31  | 0,55  |                                                                                     |
| PK-4-1,725 |       |       |       |       |                                                                                     |
| PK-4-1,893 |       |       |       |       |                                                                                     |
| PK-4-2,073 | 0,42  | 0,56  | 0,31  | 0,545 |                                                                                     |
| PK-4-2,253 |       |       |       |       |                                                                                     |
| PK-4-2,421 |       |       |       |       |                                                                                     |
| PK-4-2,601 | 0,415 | 0,56  | 0,31  | 0,54  |                                                                                     |
| PK-4-2,781 |       |       |       |       |                                                                                     |
|            |       |       |       |       |                                                                                     |
|            |       |       |       |       |                                                                                     |
|            |       |       |       |       |                                                                                     |
|            |       |       |       |       |                                                                                     |
|            |       |       |       |       |                                                                                     |
|            |       |       |       |       |                                                                                     |
|            |       |       |       |       |                                                                                     |
|            |       |       |       |       |                                                                                     |
|            |       |       |       |       |                                                                                     |

Примечания.

1. Данные приведены для схемы движения теплоносителя "сверху-вниз".
2. Для однорядных конвекторов сочетание труб стояка, замыкающего участка и подводки 20x15x15 применять не рекомендуется в связи с крайне низкими значениями коэффициентов затекания.
3. Значения коэффициентов затекания для многорядных конвекторов при схеме движения теплоносителя "снизу-вверх" на 2-4 % меньше приведенных в таблице, для однорядных конвекторов значения коэффициентов затекания при схемах движения "сверху-вниз" и "снизу-вверх" практически совпадают.



## Приложение 4

Тепловой поток 1 м открыто проложенных  
вертикальных гладких металлических труб,  
окрашенных масляной краской,  $Q_{тр}$ , Вт/м

| $d_y$ ,<br>мм | $\theta$ ,<br>°C | Тепловой поток 1 м трубы, Вт/м, при $\theta$ , °C, через 1°C |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------|------------------|--------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|               |                  | 0                                                            | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| 15            |                  | 19,2                                                         | 19,9  | 20,7  | 21,6  | 22,3  | 23,1  | 23,9  | 24,8  | 25,6  | 26,5  |
| 20            | 30               | 24,1                                                         | 25,0  | 26,0  | 27,0  | 28,0  | 29,1  | 30,1  | 31,2  | 32,2  | 33,4  |
| 25            |                  | 30,0                                                         | 31,2  | 32,5  | 33,7  | 35,0  | 36,3  | 37,5  | 38,9  | 40,2  | 41,6  |
| 15            |                  | 27,4                                                         | 28,7  | 29,5  | 30,4  | 31,3  | 32,1  | 33,0  | 33,9  | 34,8  | 35,7  |
| 20            | 40               | 34,5                                                         | 35,9  | 36,9  | 38,2  | 39,1  | 40,2  | 41,3  | 42,4  | 43,6  | 44,7  |
| 25            |                  | 42,9                                                         | 44,9  | 46,3  | 47,5  | 48,9  | 50,3  | 51,7  | 53,0  | 54,5  | 55,8  |
| 15            |                  | 36,6                                                         | 37,5  | 38,5  | 39,4  | 39,8  | 41,3  | 42,2  | 43,2  | 44,1  | 45,1  |
| 20            | 50               | 45,8                                                         | 46,9  | 48,1  | 49,3  | 50,4  | 51,7  | 52,8  | 54,0  | 55,3  | 56,5  |
| 25            |                  | 57,3                                                         | 58,7  | 60,2  | 61,5  | 63,1  | 64,6  | 66,0  | 67,5  | 69,1  | 70,5  |
| 15            |                  | 46,0                                                         | 47,2  | 48,1  | 49,1  | 50,1  | 51,1  | 52,2  | 53,2  | 54,2  | 55,3  |
| 20            | 60               | 57,7                                                         | 58,9  | 60,2  | 61,4  | 62,7  | 63,9  | 65,2  | 66,5  | 67,5  | 69,1  |
| 25            |                  | 72,1                                                         | 73,7  | 75,2  | 76,7  | 78,4  | 79,9  | 81,5  | 83,1  | 84,8  | 86,4  |
| 15            |                  | 57,4                                                         | 58,4  | 59,5  | 60,5  | 61,7  | 62,8  | 63,8  | 65,0  | 66,1  | 67,3  |
| 20            | 70               | 71,6                                                         | 73,0  | 74,3  | 75,7  | 77,2  | 78,5  | 79,8  | 81,3  | 82,7  | 84,1  |
| 25            |                  | 89,6                                                         | 91,3  | 92,3  | 94,7  | 96,0  | 98,2  | 99,8  | 101,6 | 103,3 | 105,1 |
| 15            |                  | 68,4                                                         | 69,5  | 70,7  | 71,9  | 73,0  | 74,1  | 75,4  | 76,6  | 78,3  | 78,9  |
| 20            | 80               | 85,6                                                         | 86,6  | 88,4  | 89,8  | 91,3  | 92,8  | 94,2  | 95,8  | 97,3  | 98,7  |
| 25            |                  | 106,9                                                        | 108,8 | 110,5 | 112,3 | 114,2 | 115,9 | 117,7 | 119,6 | 121,3 | 123,4 |
| 15            |                  | 80,2                                                         | 81,3  | 82,7  | 83,9  | 85,1  | 86,2  | 87,5  | 88,8  | 90,2  | 91,4  |
| 20            | 90               | 100,3                                                        | 101,7 | 103,3 | 104,9 | 106,3 | 107,9 | 109,5 | 110,9 | 112,6 | 114,3 |
| 25            |                  | 125,3                                                        | 127,2 | 129,1 | 131,1 | 132,9 | 134,9 | 136,9 | 138,9 | 140,8 | 142,8 |

## Продолжение приложения 4

| $d_y$ ,<br>мм | $\theta$ ,<br>°C | Тепловой поток 1 м трубы, Вт/м, при $\theta$ , °C, через 1°C |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------|------------------|--------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|               |                  | 0                                                            | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| 15            |                  | 92,3                                                         | 93,5  | 94,9  | 96,0  | 97,0  | 98,2  | 99,3  | 100,3 | 101,3 | 102,4 |
| 20            | 100              | 116,0                                                        | 117,4 | 119,0 | 120,6 | 122,4 | 124,2 | 125,3 | 127,6 | 129,1 | 130,9 |
| 25            |                  | 144,2                                                        | 145,1 | 147,2 | 149,4 | 151,5 | 153,6 | 155,8 | 157,9 | 160,0 | 162,2 |

## Примечания.

1. Тепловой поток открыто проложенных горизонтальных труб, расположенных в нижней части помещения, принимается в среднем в 1,28 раза больше, чем вертикальных.

2. Полезный тепловой поток открыто проложенных труб учитывается в пределах 90-100% от приведенного в данном приложении ( в зависимости от места прокладки труб ).

3. При определении теплового потока изолированных труб табличные значения теплового потока открыто проложенных труб умножаются на КПД изоляции ( обычно в пределах 0,6 - 0,75 ).

4. При экранировании открытого стояка металлическим экраном общий тепловой поток вертикальных труб снижается в среднем на 25%.

5. При скрытой прокладке труб в глухой борозде общий тепловой поток снижается на 50%.

6. При скрытой прокладке труб в вентилируемой борозде общий тепловой поток уменьшается на 10%.

7. Общий тепловой поток одиночных труб, замоноличенных во внутренних перегородках из тяжелого бетона (  $\lambda_{бет} \geq 1,8$  Вт/(м·°C),  $\rho_{бет} \geq 2000$  кг/м<sup>3</sup> ) увеличивается в среднем в 2,5 раза ( при оклейке стен обоями в 2,3 раза ) по сравнению со случаем открытой установки, причём полезный тепловой поток составляет в среднем 95% от общего ( в каждое из смежных помещений поступает половина полезного теплового потока ).

8. Общий тепловой поток от одиночных труб в наружных ограждениях из тяжелого бетона (  $\lambda_{бет} \geq 1,8$  Вт/(м·°C),  $\rho_{бет} \geq 2000$  кг/м<sup>3</sup> ) увеличивается в среднем в 2 раза ( при оклейке стен обоями в 1,8 раза ), причём полезный тепловой поток при наличии теплоизоляции между трубой и наружной поверхностью стены составляет в среднем 90% от общего.