

## Глава 3

### Рабочие листы

Рабочий лист К1	<ul style="list-style-type: none"><li>Гидравлическое подключение панельных радиаторов Logatrend со встроенным вентильным комплектом</li></ul>	 стр. 34
Рабочий лист К2	<ul style="list-style-type: none"><li>Диаграмма определения гидравлического сопротивления панельных радиаторов Logatrend K-Profil</li></ul>	 стр. 39
Рабочий лист К3	<ul style="list-style-type: none"><li>Метод расчета радиаторов для однотрубной системы</li></ul>	 стр. 41
Рабочий лист К4	<ul style="list-style-type: none"><li>Пересчет на другие параметры теплоносителя</li></ul>	 стр. 44
Рабочий лист К5	<ul style="list-style-type: none"><li>Прочие факторы влияющие на теплоотдачу</li></ul>	 стр. 47

**Краткие технические характеристики радиаторов Logatrend VK / K-Profil Buderus****Общие данные:**

1. Размер радиаторов:
  - длина от 400 мм до 3000 мм;
  - высота от 300 до 900 мм;
  - глубина от 65 мм до 155 мм.
2. Подключение радиаторов:
  - VK-Profil – нижнее G (DN 20 mm);
  - K-Profil – боковое G (DN 15 mm).
3. Наружное защитное покрытие радиаторов:
  - грунтовка и порошково-лакокрасочное покрытие с горячей сушкой, цветовой гаммы по таблице цветов RAL, стандартный цвет белый 9016.

**Эксплуатационные данные:**

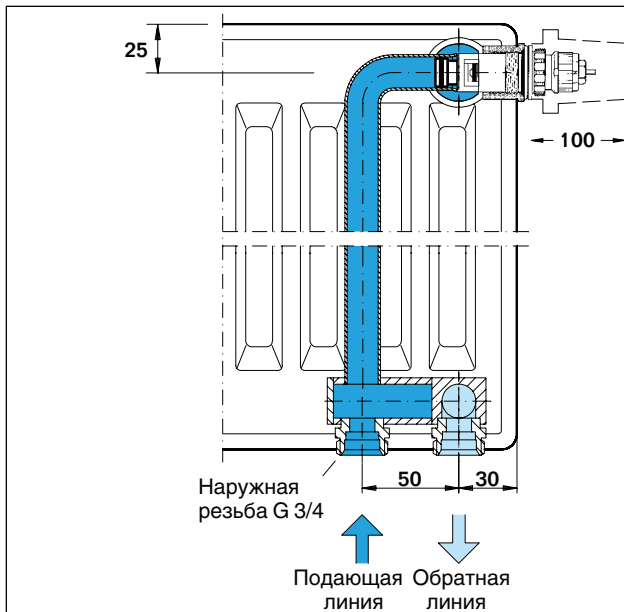
1. Тепловая мощность радиаторов:
  - от 136 Ватт до 9 630 Ватт при 75/65/20 °С;
  - от 172 Ватт до 12 175 Ватт при 90/70/20 °С;
  - от 213 Ватт до 15083 Ватт при 95/85/20 °С.
2. Условия эксплуатации радиаторов:
  - от нормальных до влажных помещений.
3. Теплоноситель:
  - вода или гликолевая смесь (при 30% содержания гликоля, без пересчета характеристик).
4. Параметры теплоносителя:
  - температура от +5 °С до +120 °С;
  - давление - рекомендуемое рабочее от 1,0 до 10,0 бар и максимальное кратковременное рабочее - до 11,0 бар, испытательное давление 13,0 бар;
  - допустимое содержание pH от 9 до 10,5; оптимально 9,6;
  - максимально допустимое содержание кислорода (O<sub>2</sub>) - ≤ 0,05 мг/л;
  - допустимое содержание щелочи (Ca+Mg) – ≤ 0,02 ммоль/л;
  - допустимое содержание фосфата (PO<sub>4</sub>) – ≤ 10 мг/л.

**Основные характерные отличия:**

- отсутствие лицевой и тыловой стороны у типов 21, 22, 33, что упрощает их монтаж;
- оригинальный дизайн;
- отсутствие горизонтальных поверхностей, на которых собирается пыль, снижающая теплоотдачу радиатора во время эксплуатации.



## Панельные радиаторы со встроенным вентилем



Идеальная подводка труб:

Подключение трубопроводов к радиаторам Logatrend со встроенным вентилем осуществляется снизу. Подходит как к однотрубным, так и к двухтрубным системам. Вентильный комплект с наружной регулировкой значения  $k_v$ .

## Область применения

Для рационального использования отопительных приборов в системах центрального отопления могут применяться панельные радиаторы Logatrend VK-Profil.

Они могут быть установлены как в двухтрубных, так и в однотрубных системах с принудительной циркуляцией и с избыточным рабочим давлением 10 бар по DIN

EN 442. В однотрубной системе необходимо применение встроенного вентиля N и однотрубной байпасной присоединительной арматуры. Отопительные установки должны эксплуатироваться согласно действующим правилам относительно температуры, давления, химических добавок (против отложений и коррозии) и т.д. Сле-

дует принимать во внимание материалы, используемые во всей установке (см. Правила VDI 2035 „Защита от коррозии в установках водяного отопления“).

В системе должен быть смонтирован грязеуловитель для очистки воды от твердых частиц загрязняющих веществ.

## Гидравлическое подключение

### Предварительная настройка пропускной характеристики $k_v$

Панельные радиаторы Logatrend VK-Profil имеют заводское оснащение встроенным вентилем для двухтрубной схемы. Встроенный вентиль имеет резьбовое соединение с отопительным прибором (Danfoss N, 13G0482 или U, 13G0483). Встроенный вентиль имеет наружную плавную регулировку  $k_v$  с контрастной цифровой шкалой и сальник. Гидравлическая настройка может быть выполнена без применения инструментов. Встроенный вентиль имеет заводскую установку в положении N - что соответствует его полностью открытому состоянию. Необходимое значение  $k_v$  можно просто и точно установить на вентиле без использования инструмента согласно показателям, указанным в таблице на стр. 39.

По вычисленной в гидравлическом расчете трубопровода пропускной характеристике  $k_v$  определяется цифра настройки на шкале вентиля. Этот показатель определяется по номограмме или таблице (см. стр. 37 или стр. 38). Настройка может быть выполнена бесступенчато между цифрами 1 и 7. Предварительная настройка  $k_v$  может быть изменена во время работы отопительной установки. Значения  $k_v$  приведены также в форме набора данных для вентиля в программе расчета по VDI 3805.

### Номограмма значений $k_v$ / цифры на шкале

Значение  $k_v$  определяется по номограмме (см. стр. 37 или стр. 38), в основе которой лежит математическая зависимость:

$$\Delta p_2 = \left( \frac{\dot{V}_2}{\dot{V}_1} \cdot \sqrt{\Delta p_1} \right)^2 = \left( \frac{\dot{V}_2}{k_v} \right)^2$$

где:

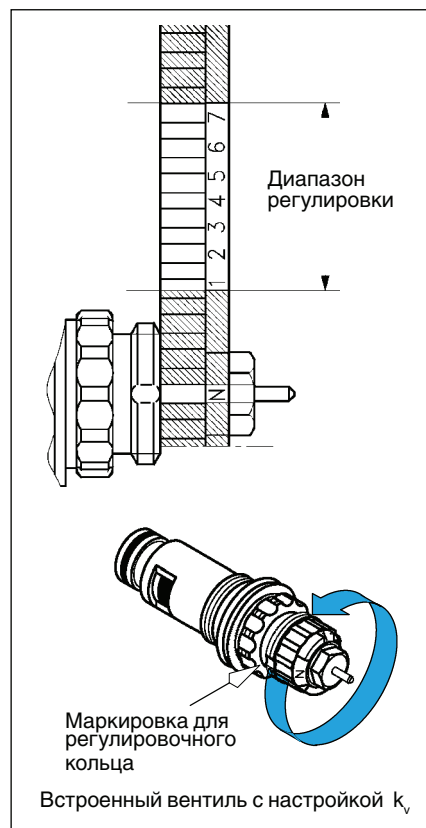
$\Delta p_1$  = общие потери давления отопительного прибора, бар

$\Delta p_2$  = потери давления отопительного прибора со встроенным термостатическим вентилем, бар

$\dot{V}_1$  = значение  $k_v$  (например, 0,8), м<sup>3</sup>/ч

$\dot{V}_2$  = расход воды, проходящей через отопительный прибор, рассчитывается из тепловой мощности и разницы температур в подающей и обратной линиях, м<sup>3</sup>/ч

В соответствии с тепловой мощностью отопительного прибора и перепадом температур можно определить значения  $k_v$  и цифры настройки на шкале ( $\Delta p = 0,1$  бар).



**Термостатические головки (датчики)**

Исполнение встроенного вентиля позволяет произвести непосредственный монтаж термостатических головок следующих производителей:

Buderus

Danfoss, серия RA 2000, RAW

Oventrop Uni LD

Heimeier VK

MNG Thera DA

Для установки других изделий нужно использовать соответствующие переходники, которые приобретаются у производителей термостатических головок.

Радиаторы поставляются со встроенным вентилем, на котором стоит пластмассовая крышка, защищающая его во время строительных работ. Возможна работа вентиля без датчика. В дальнейшем настройку температуры и регулирование производит соответствующая термостатическая головка.

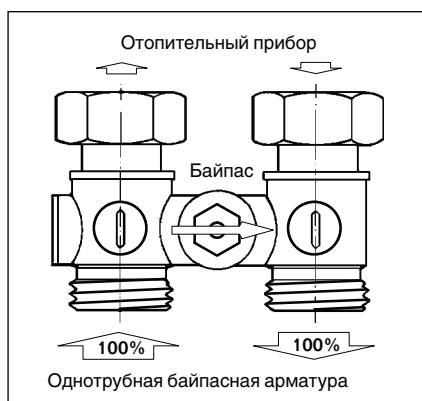
**Подключение к трубопроводной сети**

Подключение имеет наружную резьбу G 3/4, что является большим преимуществом при монтаже, например, резьбовые соединения с зажимным кольцом и арматура могут быть смонтированы непосредственно без уплотнения. Расстояние между подключениями подающей и обратной линий составляет 50 мм. Благодаря различным узлам подключения с резьбовыми соединениями с зажимным кольцом, возможно использование медных труб, труб из малоуглеродистой стали и пластмассовых труб. Подключение производится снизу, поэтому визуально получается идеальная подводка труб.

При использовании тонкостенных мягких труб необходима установка защитных гильз. Следует обязательно соблюдать указания по монтажу фирмы-изготовителя труб.

**Однотрубная система**

Панельные радиаторы Logatrend со встроенным вентильным комплектом являются универсальными для применения в однотрубной системе. Для этого монтируется однотрубная арматура со встроенным регулируемым байпасом. На однотрубных установках применяются только встроенные вентили N, которые работают в позиции "N". В однотрубной байпасной арматуре регулировкой байпасного шпинделя настраивается пропорциональное распределение циркулирующей воды и, таким образом, настраивается требуемый для радиатора расход. Однотрубная кольцевая обвязка должна применяться только в тех отопительных приборах, суммарная мощность которых не превышает 12 кВт.



Для настройки потока через радиатор от общего весового расхода воды (пропорциональное распределение) следует пользоваться номограммой для однотрубной системы.

Для достижения нужного распределения воды расход через радиатор должен быть вычислен математически и согласован с реальной мощностью отопительного прибора.

Для настройки правильной циркуляции воды в радиаторе нужно открывать или закрывать байпас регулировочным шпинделем. Распределение воды зависит от:

- сопротивления отопительного прибора с вентильным комплектом и однотрубной байпасной арматурой,
- от давления насоса и давления в системе

Расход воды, который должен проходить через отопительный прибор, настраивается по диаграмме, для чего увеличивается или уменьшается сопротивление байпаса при повороте его шпинделя. Для хорошей работы однотрубной системы необходимо особое внимание уделять всем этапам от проектирования до наладки.

В зависимости от конфигурации трубопровода в него могут быть установлены как проходные (Dgf), так и угловые (Eckf) запорные узлы подключения однотрубного байпаса.

Однотрубная байпасная запорная арматура имеет при этом два преимущества:

Возможность применения в качестве переключки, если отопительный прибор должен быть установлен позже

Возможность перекрытия подачи воды в отопительные приборы из трубопроводной сети, если они должны быть временно отключены и/или демонтированы

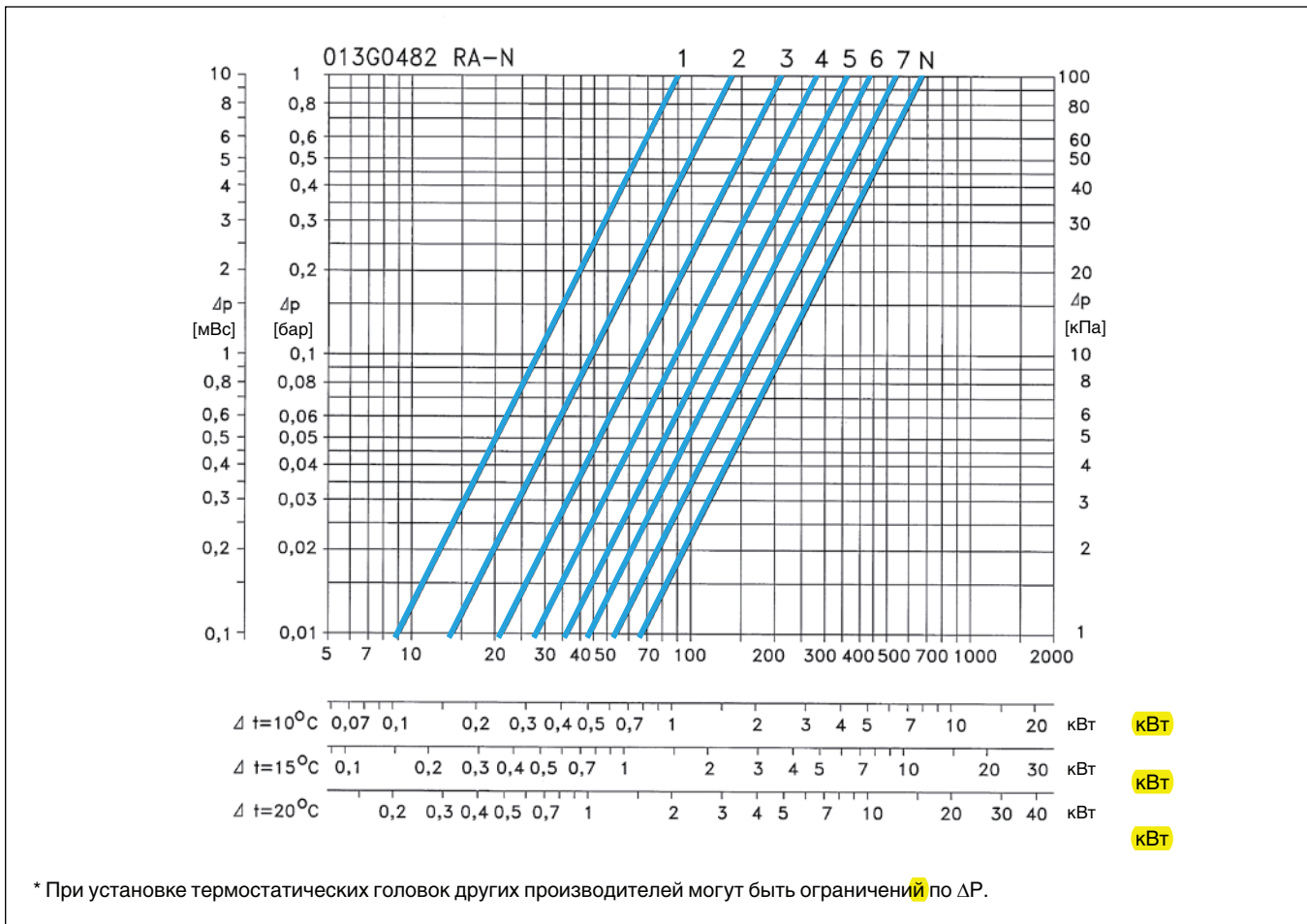
Дальнейшая информация по однотрубной системе приведена на стр. 41, Рабочий лист К3.

**Потери тепла при закрытом вентиле**

В однотрубной установке возникают тепловые мосты, которые образуются из-за воды, проходящей через байпас. Поэтому в однотрубной системе при закрытом термостатическом вентиле отопительного прибора возможно незначительное подтапливание из-за наличия теплового потока в байпасе.



**Характеристики встроенного вентиля «N» с термостатической головкой Danfoss RAW (Жидкостный датчик)\***



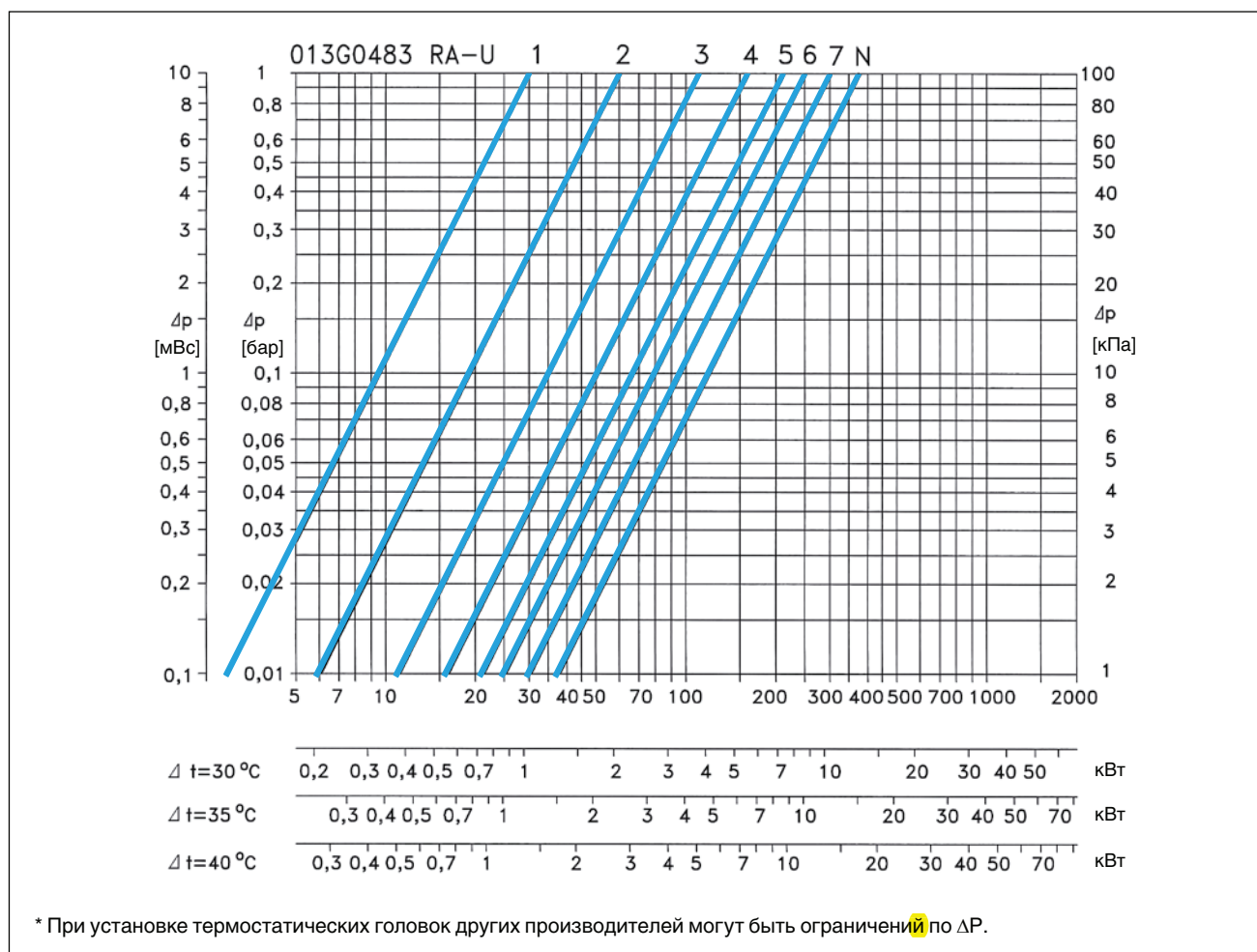
Номограмма значений  $k_v$  для двухтрубной системы

**Цифры на шкале и значения  $k_v$  встроенного вентиля „N“ с жидкостным датчиком**

Цифра на шкале	1	2	3	4	5	6	7	N	
Значение $k_v$	0,09	0,14	0,21	0,28	0,36	0,44	0,54	0,67	
Отклонение ΔP	0,5	0,6	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
Максимальная тепловая мощность радиатора в Вт при Δp = 0,1 бар	Δt = 10 K	330	510	770	1020	1320	1610	1980	2460
	Δt = 15 K	490	770	1150	1540	1980	2420	2970	3690
	Δt = 20 K	660	1020	1540	2040	2640	3230	3960	4920



## Характеристики встроенного вентиля «U» с термостатической головкой Danfoss RAW (Жидкостный датчик)\*



Номограмма значений  $k_v$  для двухтрубной системы

Цифры на шкале и значения  $k_v$  встроенного вентиля «U» с жидкостным датчиком

Цифра на шкале	1	2	3	4	5	6	7	N	
Значение $k_v$	0,03	0,06	0,11	0,16	0,21	0,25	0,30	0,38	
Отклонение ΔP	0,5	0,7	1,0	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	
Максимальная тепловая мощность радиатора в Вт при Δp = 0,1 бар	Δt = 10 K	110	220	400	580	770	910	1100	1390
	Δt = 15 K	160	330	600	880	1150	1370	1650	2090
	Δt = 20 K	220	440	800	1170	1540	1830	2200	2790



## Заводская преднастройка вентелей на радиаторах VK-Profil

Высота Длина/Тип	300							400						
	10	11	21	20	22	30	33	10	11	21	20	22	30	33
400	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3
500	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U5
600	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U5	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U5
700	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U5	U3	U3	U3	U3	U5	U3	U5
800	U3	U3	U3	U3	U5	U3	U5	U3	U3	U3	U3	U5	U5	U5
900	U3	U3	U3	U3	U5	U3	U5	U3	U3	U5	U3	U5	U5	N4
1000	U3	U3	U3	U3	U5	U5	U5	U3	U3	U5	U3	U5	U5	N4
1100	U3	U3	U5	U3	U5	U5	N4	U3	U3	U5	U5	U5	U5	N4
1200	U3	U3	U5	U3	U5	U5	N4	U3	U5	U5	U5	N4	U5	N4
1300	U3	U3	U5	U3	U5	U5	N4	U3	U5	U5	U5	N4	U5	N4
1400	U3	U3	U5	U5	U5	U5	N4	U3	U5	U5	U5	N4	N4	N4
1500	U3	U3	U5	U5	U5	U5	N4	U3	U5	U5	U5	N4	N4	N4
1600	U3	U5	U5	U5	N4	U5	N6	U3	U5	N4	U5	N4	N4	N4
1800	U3	U5	U5	U5	N4	N4	N6	U5	U5	N4	U5	N4	N4	N4
2000	U3	U5	U5	U5	N4	N4	N6	U5	U5	N4	U5	N4	N6	NN
2200	U3	U5	N4	U5	N6	N4	N6	U5	U5	N4	N4	N4	N6	NN
2300	U5	U5	N4	U5	N6	N4	N6	U5	N4	N6	N4	N4	N6	NN
2400	U5	U5	N4	U5	N6	N4	N6	U5	N4	N6	N4	N4	N6	NN
2600	U5	U5	N4	U5	N6	N6	NN	U5	N4	N6	N4	N4	N6	NN
2800	U5	U5	N4	N4	N6	N6	NN	U5	N4	N6	N4	NN	N6	NN
3000	U5	N4	N6	N4	N6	N6	NN	U5	N4	N6	N6	NN	N6	NN

Высота Длина/Тип	500							600						
	10	11	21	20	22	30	33	10	11	21	20	22	30	33
400	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U5	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U5
500	U3	U3	U3	U3	U3	U3	U5	U3	U3	U3	U3	U5	U3	U5
600	U3	U3	U3	U3	U5	U3	U5	U3	U3	U3	U3	U5	U5	U5
700	U3	U3	U5	U3	U5	U5	U5	U3	U3	U5	U3	U5	U5	N4
800	U3	U3	U5	U3	U5	U5	N4	U3	U3	U5	U5	U5	U5	N4
900	U3	U3	U5	U3	U5	U5	N4	U3	U5	U5	U5	N4	U5	N6
1000	U3	U5	U5	U5	N4	U5	N4	U3	U5	U5	U5	N4	U5	N6
1100	U3	U5	U5	U5	N4	U5	N6	U3	U5	U5	U5	N4	N4	N6
1200	U3	U5	U5	U5	N4	N4	N6	U5	U5	N4	U5	N4	N4	N6
1300	U3	U5	U5	U5	N4	N4	N6	U5	U5	N4	U5	N6	N4	N6
1400	U5	U5	N4	U5	N4	N4	N6	U5	U5	N4	U5	N6	N4	NN
1500	U5	U5	N4	U5	N6	N4	N6	U5	U5	N4	N4	N6	N6	NN
1600	U5	U5	N4	U5	N6	N4	NN	U5	N4	N4	N4	N6	N6	NN
1800	U5	U5	N4	N4	N6	N6	NN	U5	N4	N6	N4	N6	N6	NN
2000	U5	U5	N6	N4	N6	N6	NN	U5	N4	N6	N4	NN	N6	NN
2200	U5	N4	N6	N4	N6	N6	NN	U5	N4	N6	N6	NN	N6	NN
2300	U5	N4	N6	N4	NN	N6	NN	N4	N6	N6	N6	NN	NN	NN
2400	U5	N4	N6	N4	NN	N6	NN	N4	N6	N6	N6	NN	NN	NN
2600	U5	N6	N6	N6	NN	N6	NN	N4	N6	NN	N6	NN	NN	NN
2800	N4	N6	N6	N6	NN	NN	NN	N4	N6	NN	N6	NN	NN	NN
3000	N4	N6	NN	N6	NN	NN	NN	N4	N6	NN	N6	NN	NN	NN

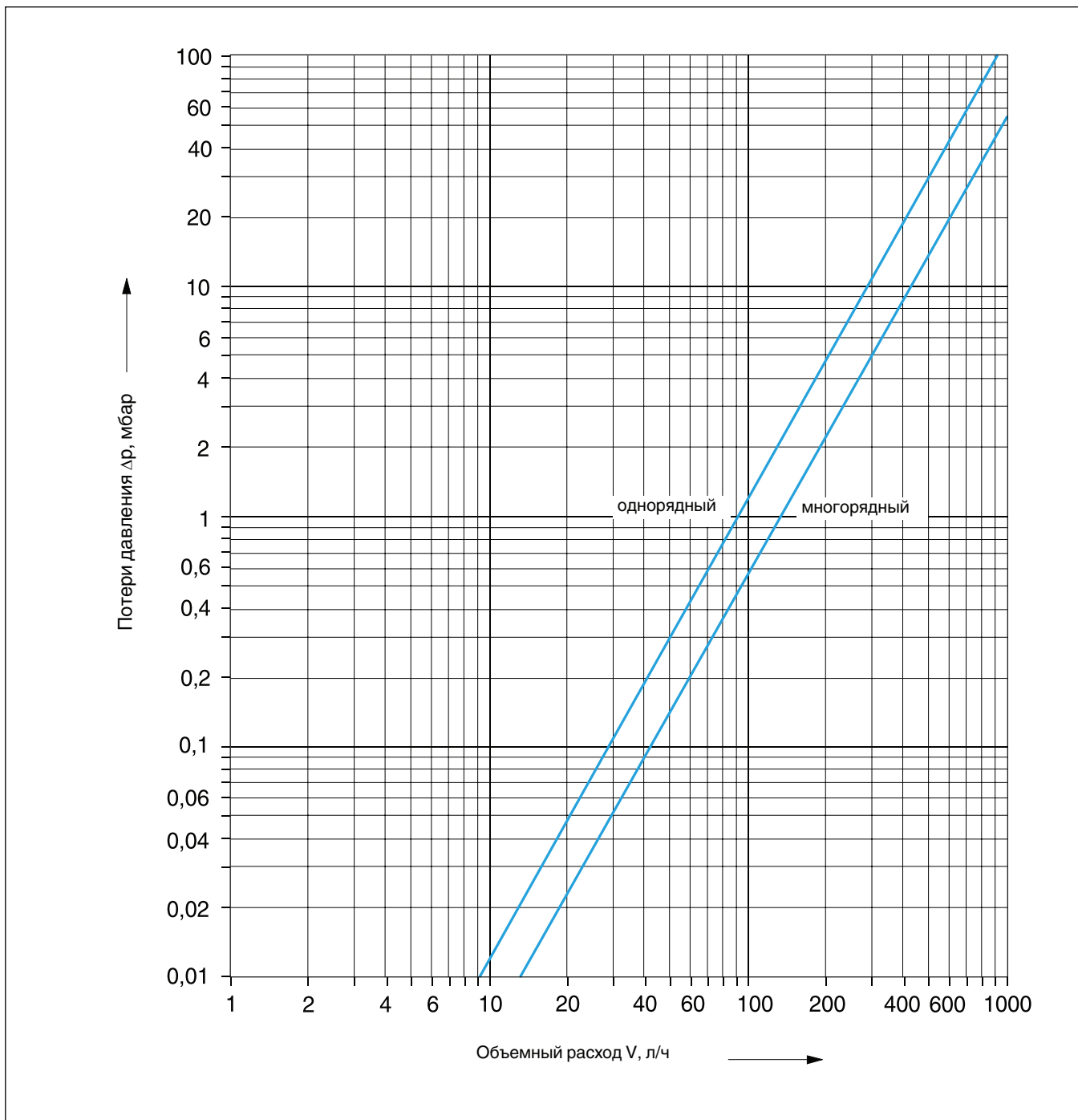
1 значение U,N – тип вентиля

2 значение 1,2,3,4,5,6,7,N – преднастройка вентиля

Высота Длина/Тип	900						
	10	11	21	20	22	30	33
400	U3	U3	U3	U3	U5	U5	U5
500	U3	U3	U5	U3	U5	U5	N4
600	U3	U5	U5	U5	U5	U5	N4
700	U3	U5	U5	U5	N4	U5	N6
800	U3	U5	U5	U5	N4	N4	N6
900	U5	U5	N4	U5	N6	N4	N6
1000	U5	U5	N4	U5	N6	N4	N6
1100	U5	U5	N4	N4	N6	N6	NN
1200	U5	N4	N4	N4	N6	N6	NN
1300	U5	N4	N6	N4	N6	N6	NN
1400	U5	N4	N6	N4	N6	N6	NN
1500	U5	N4	N6	N4	NN	N6	NN
1600	N4	N4	N6	N6	NN	N6	NN
1800	N4	N6	N6	N6	NN	NN	NN
2000	N4	N6	NN	N6	NN	NN	NN
2200	N4	N6	NN	N6	NN	NN	NN
2300	N6	N6	NN	N6	NN	NN	NN
2400	N6	N6	NN	NN	NN	NN	NN
2600	N6	NN	NN	NN	NN	NN	NN
2800	N6	NN	NN	NN	NN	NN	NN
3000	N6	NN	NN	NN	NN	NN	NN



Диаграмма расхода Logatrend K-Profil



3





Рабочий лист К3 - Метод расчета радиаторов для однотрубной системы

Метод расчета при определении размеров отопительных приборов показан на примере панельного радиатора Logatrend со встроенным вентильным комплектом для однотрубной системы. Далее приведены последовательные этапы расчета, сведенные для наглядности в таблицу.

При расчете исходят из разницы температур  $\Delta\vartheta_K$  и температуры в подающей линии  $\vartheta_{VK}$  отопительного контура.

$$-\Delta\vartheta_K = 15 \text{ K}$$

$$-\vartheta_{VK} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$$

- 1 Условием является знание расчетной тепловой нагрузки  $\dot{Q}_{NK}$  на отопительный контур и теплотребности  $\dot{Q}_N$  всех помещений, где установлены радиаторы. Для этого в DIN 4701 приведены расчетные формулы теоретического определения расчетной теплотребности при нормальных условиях.
- 2 Расчет отопительных приборов начинается с вычисления весового потока воды в отопительном контуре  $\dot{m}_K$  в зависимости от расчетной тепловой нагрузки на отопительный контур  $\dot{Q}_{NK}$ , которая складывается из значений расчетной теплотребности  $\dot{Q}_N$  отдельных помещений.
- 3 Тепловая мощность  $\dot{Q}_{HK}$  отопительных приборов зависит от расчетной теплотребности  $\dot{Q}_N$  отдельных помещений и от количества установленных в помещениях радиаторов. В примере, в первом и во втором помещениях предусмотрена установка двух радиаторов. Необходимо, чтобы их тепловая мощность  $\dot{Q}_{HK}$  покрывала расчетную теплотребность  $\dot{Q}_N$ .
- 4 Общая тепловая мощность  $\dot{Q}_i$  отопительных приборов, установленных перед рассматриваемым отопительным прибором  $i$ , нужна для определения температуры в его подающей линии  $\vartheta_{VK}$ .

5 Предварительно принимается весовой расход  $x$ , равный 35 %.

6 Далее идет пересчет процентной доли весового расхода, проходящего через радиатор, от всего потока  $\dot{m}_K$ , циркулирующего в отопительном контуре, на абсолютное значение  $\dot{m}_{HK}$  в кг/ч.

7 Тепловая мощность  $\dot{Q}_i$  отопительных приборов соответствует разнице тепловых мощностей потока теплоносителя в точках 1 и 2 на участке перед рассматриваемым радиатором  $i$ . Из баланса мощности в этих точках получается температура подающей линии  $\vartheta_{VK}$  этого отопительного прибора.

8 Рассчитав температуру обратной линии  $\vartheta_{РHK}$ , все параметры рассматриваемого отопительного прибора будут полностью определены.

9 Температуры воздуха  $\vartheta_L$  в различных помещениях принимаются равными расчетным температурам в помещениях, применяемым для определения теплотребности по DIN 4701. В DIN 4701, часть 2 (таб. 2) для полностью отапливаемого здания приводятся следующие значения:

- жилая комната 20 °C
- спальня 20 °C
- кухня 20 °C
- ванная комната 24 °C
- туалет 20 °C
- подсобные помещения 15 °C
- лестничная клетка 10 °C

10 Превышение температуры теплоносителя  $\Delta\vartheta$  соответствует фактическому значению для расчетного случая, т. е. для расчетной системной температуры отопительного контура.

11 В формуле для определения коэффициента пересчета  $F$  экспонент отопительного прибора  $n = 1,3$ . Для других типов отопительных приборов экспоненты  $n$  надо брать из каталога отопительных приборов, а коэффициенты пересчета нужно рассчитывать.

12 Зная тепловую мощность  $\dot{Q}_{HK}$  отопительного прибора при расчетных условиях, можно определить расчетную тепловую мощность при нормальных условиях (системная температура 75/65/20 °C). По расчетной тепловой мощности при нормальных условиях выбирается радиатор в каталоге отопительных приборов. При неизменных геометрических размерах существует возможность, меняя весовой поток теплоносителя, влиять на разницу температур отопительного прибора и на его теплопередающую способность. Расчет нужно повторить, начиная с п. 6, где идет пересчет весового потока в зависимости от его процентной доли ( $x_{\text{макс}} = 50 \%$ ).

13 Потери давления в вентиле  $\Delta p_v$  на отопительном приборе для окончательного весового потока  $\dot{m}_{HK}$  отопительного прибора берется по номограмме значений  $k_v$  для однотрубной системы. Для этого нужно пересчитать весовой поток  $\dot{m}_{HK}$  в объемный  $\dot{V}_{HK}$ . В следующей формуле с достаточной точностью можно принять плотность теплоносителя  $\rho = 1 \text{ кг/л}$ , т.е. объемный и весовой потоки равны между собой и отличаются только в единицах измерения.

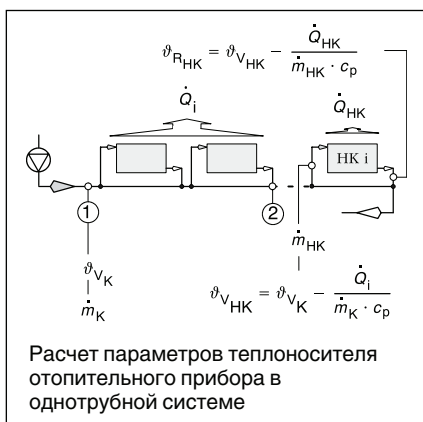
$$\dot{V}_{HK} = \frac{\dot{m}_{HK}}{\rho}$$

где:

$\dot{V}_{HK}$  Объемный поток в отопительном приборе, л/ч

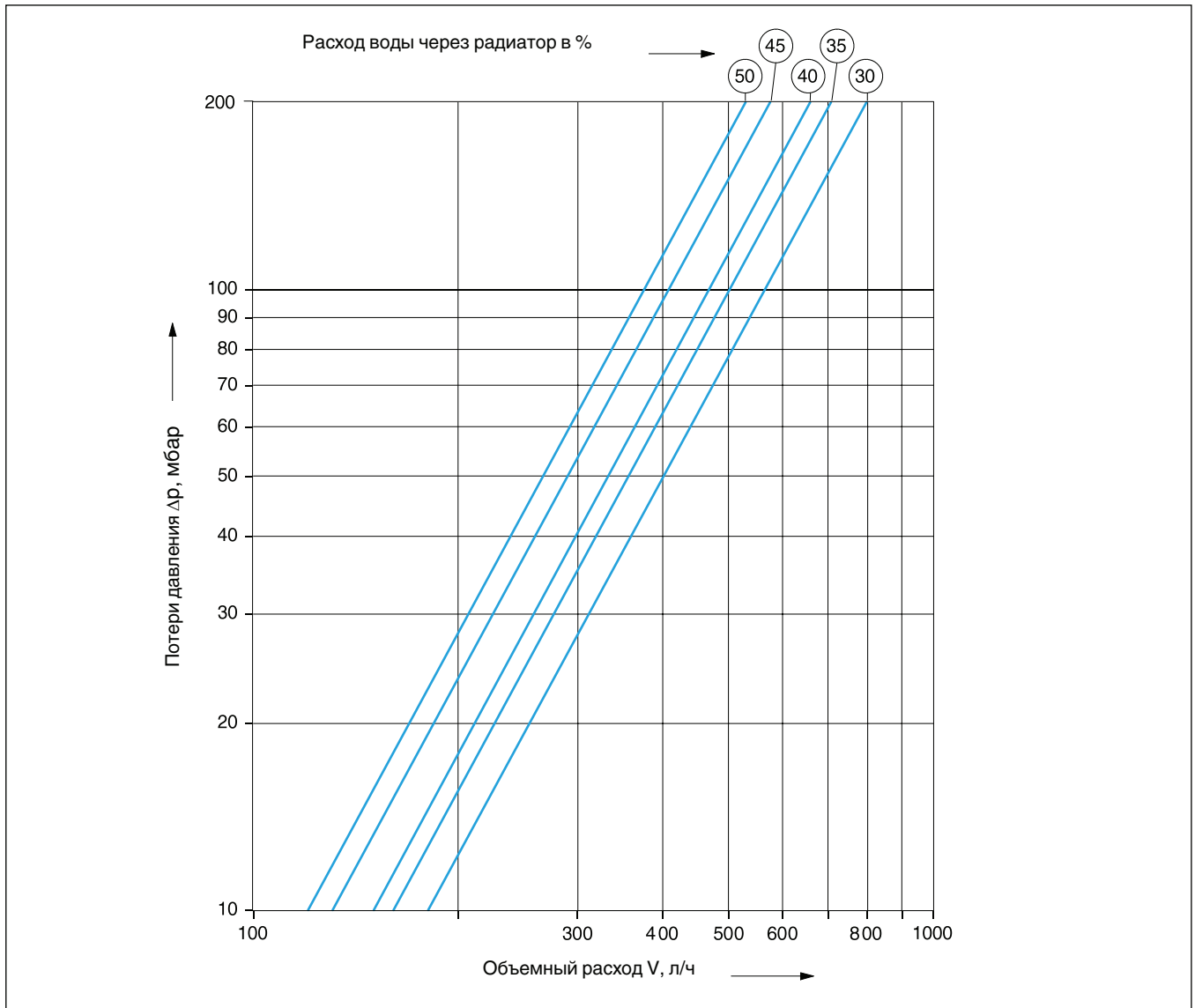
$\rho$  Плотность теплоносителя, кг/л

14 Потери давления в вентилях отопительных приборов суммируются с потерями давления в трубопроводной сети, (например, в отводах и коленах) и учитываются в общих потерях давления во всем отопительном контуре. Гидравлические сопротивления в отопительном контуре формируют, в зависимости от весового потока, потери давления в отопительном контуре, которые компенсируются правильно подобранным насосом с требуемым весовым расходом.





Однотрубная система



Номограмма значений  $k_v$  для однотрубной системы



Проектные данные		Заданные значения	
Дата:		Номер отопительного контура:	
Проект:		Перепад температур:	$\Delta\vartheta_K = \quad \text{K}$
Разработал:		Температура воды в подающей линии:	$\vartheta_{VK} = \quad \text{°C}$

	Параметры	Единица измерения	Формула	Помещение						
				1	2	3	4	5	6	
1	Расчетная тепловая нагрузка отопительного контура $\dot{Q}_{NK}$	Вт	DIN 4701							
	Расчетная теплопотребность $\dot{Q}_N$	Вт	DIN 4701							
2	Весовой расход воды $\dot{m}_K$	кг/ч	$\dot{m}_K = \frac{\dot{Q}_{NK}}{\Delta\vartheta_K \cdot c_p}$							
				Отопительные приборы						
				1	2	3	4	5	6	
3	Тепловая мощность $\dot{Q}_{HK}$	Вт	/							
4	Тепловая мощность $\dot{Q}_i$	Вт	/							
5	Доля потока воды $x$	%	/							
6	Весовой расход воды $\dot{m}_{HK}$	кг/ч	$\dot{m}_{HK} = \frac{\dot{m}_K \cdot x}{100\%}$							
7	Температура подающей линии $\vartheta_{VHK}$	°C	$\vartheta_{VHK} = \vartheta_{VK} - \frac{\dot{Q}_i}{\dot{m}_K \cdot c_p}$							
8	Температура обратной линии $\vartheta_{RHK}$	°C	$\vartheta_{RHK} = \vartheta_{VHK} - \frac{\dot{Q}_{HK}}{\dot{m}_{HK} \cdot c_p}$							
9	Основная температура воздуха $\vartheta_L$	°C	/							
10	Превышение температуры теплоносителя $\Delta\vartheta$	°C	$\Delta\vartheta = \frac{\vartheta_{VHK} + \vartheta_{RHK}}{2} - \vartheta_L$							
11	Коэффициент пересчета $F$	/	$F = \left(\frac{50}{\Delta\vartheta}\right)^n$							
12	Расчетная тепловая мощность $\dot{Q}_n$	Вт	$\dot{Q}_n = \dot{Q}_{HK} \cdot F$							
13	Потери давления на вентиле $\Delta p_{VHK}$	мбар	/							
14	Общие потери давления $\Delta p_{Vges}$	мбар	/							

$c_p$	Удельная теплоемкость воды $c_p = 1,163 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{кг}\cdot\text{K}$
$F$	Коэффициент пересчета
$\dot{m}$	Расход воды, кг/ч
$\dot{m}_{HK}$	Расход воды через отопительный прибор, кг/ч
$\dot{m}_K$	Расход воды в отопительном контуре, кг/ч
$n$	Экспонент отопительного прибора
$\dot{Q}_{HK}$	Тепловая мощность отопительного прибора, Вт
$\dot{Q}_i$	Общая тепловая мощность отопительных приборов, установленных перед рассматриваемым радиатором $i$ , Вт

$\dot{Q}_n$	Расчетная тепловая мощность, Вт
$\dot{Q}_N$	Расчетная теплопотребность, Вт
$\dot{Q}_{NK}$	Расчетная тепловая нагрузка отопительного контура, Вт
$x$	Расход воды, проходящей через отопительный прибор, %
$\Delta\vartheta$	Превышение температуры, K
$\Delta\vartheta_K$	Перепад температур в отопительном контуре, K
$\Delta p_{Vges}$	Общие потери давления вентилей отопительных приборов, мбар
$\Delta p_{VHK}$	Потери давления на вентиле отопительного прибора, мбар

$\vartheta_L$	Температура воздуха, °C
$\vartheta_{RHK}$	Температура обратной линии отопительного прибора, °C
$\vartheta_V$	Температура подающей линии, °C
$\vartheta_{VHK}$	Температура подающей линии отопительного прибора, °C
$\vartheta_{VK}$	Температура подающей линии отопительного контура, °C



## Расчет отопительных приборов

Для учета различных воздействий, которые могут возникнуть в результате каких-либо отклонений, к расчетной теплотребности, определяемой по DIN 4701, часть 1 и часть 2, вводится коэффициент запаса 15 %.

Расчетная мощность вычисляется по формуле:

$$\dot{Q} = (1 + x) \cdot \dot{Q}_N$$

где:

$\dot{Q}$  расчетная тепловая мощность отопительного прибора в помещении

$\dot{Q}_N$  расчетная теплотребность помещения по DIN 4701, части 1 и 2, с учетом возможного повышения мощности для системы отопления, работающей в режиме с пониженной температурой

$x$  коэффициент запаса ( $x = 0,15$  по DIN 4701, часть 3)

От этого коэффициента можно отказаться или его можно уменьшить, если котел имеет запас мощности, достаточный для временного повышения температуры теплоносителя выше расчетной на 15 %. На основе обусловленных системой факторов воздействия в низкотемпературных котлах целесообразна расчетная температура подающей линии 70 °С. Если выбрана отопительная установка с темпера-

турами в системе 70/55 °С, и устанавливается низкотемпературный котел, который может дать максимальную температуру подающей линии 75 °С, то поставленное требование по повышению мощности почти выполняется.

## Порядок действий

Расчетная тепловая мощность отопительных приборов по DIN EN 442 определяется следующими параметрами:

- Температурой подающей линии теплоносителя:  $J_V = 75$  °С
- Температурой обратной линии теплоносителя:  $J_R = 65$  °С
- Температурой в помещении:  $J_L = 20$  °С
- Средним превышением температуры:  $DJ_n = 49,83$  К

Для соответствующих моделей отопительных приборов мощность на один погонный метр или на одну секцию приведена в таблицах технических характеристик для нормальных температур 75/65/20 °С. Для других значений температур теплоносителя и воздуха в помещении тепловые мощности необходимо пересчитывать.

Учет коэффициентов пересчета состоит в том, что рассчитанная исходя из теплотребности  $\dot{Q}_N$  тепловая мощность отопительного прибора  $\dot{Q}$  умножается на коэффициент пересчета, взятого из приведенных далее таблиц. По уточненной таким образом тепловой мощности в таблицах технических характеристик подбирается отопительный прибор для температур 75/65/20 °С, в том числе и при другой температуре в помещении, т.к. она была уже

учтена при использовании коэффициента пересчета.

## Пример

Тепловая мощность одного отопительного прибора должна составлять соответственно вычисленной теплотребности отапливаемого помещения  $\dot{Q} = 1000$  Вт. Установка рассчитана на максимальную температуру теплоносителя в подающей линии  $J_V = 55$  °С, в обратной линии  $J_R = 45$  °С и температуру в помещении  $J_L = 20$  °С. Экспоненте  $n = 1,3$  (для заранее известного типа отопительного прибора Logatrend VK-Profil, высота 600, тип 22) соответствует в приведенной далее таблице поправочный коэффициент  $F = 1,96$ . Скорректированное значение расчетной тепловой мощности  $\dot{Q}_n$  для выбора отопительного прибора равно:

$$\begin{aligned} \dot{Q}_n &= \dot{Q} \times F \\ \dot{Q}_n &= 1000 \times 1,96 = 1960 \text{ Вт} \end{aligned}$$

где:

$\dot{Q}_n$  расчетная тепловая мощность отопительного прибора для 75/65/20 °С  
Для этой тепловой мощности  $\dot{Q}_n = 1960$  Вт по таблице технических характеристик при температурах 75/65/20 °С определяется длина приведенного выше отопительного прибора, которая равна 1200 мм.

## Указание

- 1 Все данные по мощности подразумевают верхнее подключение подающей линии и нижнее подключение обратной линии. При нижнем подключении подающей и обратной линий нужно учитывать снижение мощности максимум на 15 %. Кроме того, нужно учитывать уменьшение теплоотдачи при установке отопительного прибора в нише, при наличии декоративных панелей, металлического лакокрасочного покрытия и т.д.
- 2 Экспонент  $n$  берется из таблиц технических характеристик для соответствующего типа отопительного прибора. Он определяется при проведении независимых испытаний и регистрации отопительных приборов. Отсутствующие в таблицах промежуточные значения коэффициентов пересчета могут быть определены методом интерполяции только в случае незначительных отклонений от приведенных коэффициентов. Например, при 55/45 °С и 24 °С для  $n = 1,30$  коэффициент пересчета  $F = 2,37$ , а для  $n = 1,28$  коэффициент пересчета  $F = 2,34$ , тогда для  $n = 1,29$  с достоточной точностью можно определить коэффициент  $F = 0,5 (2,37 + 2,34) = 2,36$

- 3 Указанные далее коэффициенты пересчета рассчитаны по приведенным здесь формулам.
- 4 По этим формулам можно определить коэффициенты пересчета для температурных комбинаций, которые не указаны в таблицах.

$$\dot{Q} = \dot{Q}_n \cdot \left( \frac{\Delta\vartheta}{\Delta\vartheta_n} \right)^n$$

$$\Delta\vartheta = \frac{\vartheta_V - \vartheta_R}{\ln \left( \frac{\vartheta_V - \vartheta_L}{\vartheta_R - \vartheta_L} \right)}$$

$$\Delta\vartheta_n = \frac{\vartheta_{Vn} - \vartheta_{Rn}}{\ln \left( \frac{\vartheta_{Vn} - \vartheta_{Ln}}{\vartheta_{Rn} - \vartheta_{Ln}} \right)}$$

$$\Delta\vartheta_n = 49,83 \text{ К}$$

$$\dot{Q} = \dot{Q}_n \cdot \left[ \frac{\frac{\vartheta_V - \vartheta_R}{\ln \left( \frac{\vartheta_V - \vartheta_L}{\vartheta_R - \vartheta_L} \right)}}{49,83} \right]^n$$



Коэффициенты пересчета F для расчетной тепловой мощности при 75/65/20 °C по DIN EN 442

Показатель экспоненты n = 1,18

J <sub>v</sub>	J <sub>l</sub>	90			75			70			65			60			55			50		
		24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15
J <sub>R</sub>	30	2,25	1,76	1,41	2,77	2,12	1,66	3,00	2,27	1,77	3,28	2,46	1,89	3,62	2,68	2,03	4,05	2,94	2,21	4,61	3,28	2,42
	35	1,77	1,48	1,24	2,15	1,77	1,45	2,32	1,89	1,54	2,52	2,03	1,64	2,76	2,21	1,76	3,06	2,42	1,91	3,45	2,68	2,08
	40	1,50	1,30	1,11	1,81	1,54	1,30	1,94	1,64	1,37	2,10	1,76	1,46	2,29	1,91	1,57	2,53	2,08	1,69	2,84	2,29	1,84
	45	1,32	1,17	1,02	1,58	1,37	1,18	1,69	1,46	1,25	1,83	1,57	1,33	1,99	1,69	1,42	2,19	1,84	1,53	2,44	2,02	1,66
	50	1,19	1,07	0,94	1,42	1,25	1,09	1,51	1,33	1,15	1,63	1,42	1,22	1,77	1,53	1,30	1,94	1,66	1,40			
	55	1,09	0,98	0,88	1,29	1,15	1,01	1,38	1,22	1,07	1,48	1,30	1,13	1,60	1,40	1,21						
	60	1,01	0,92	0,82	1,19	1,07	0,95	1,27	1,13	1,00	1,36	1,21	1,06									
	65	0,94	0,86	0,78	1,10	1,00	0,89	1,18	1,06	0,94												
	70	0,88	0,81	0,74	1,03	0,94	0,85															

Показатель экспоненты n = 1,20

J <sub>v</sub>	J <sub>l</sub>	90			75			70			65			60			55			50		
		24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15
J <sub>R</sub>	30	2,29	1,78	1,42	2,82	2,14	1,67	3,06	2,30	1,78	3,35	2,49	1,91	3,70	2,72	2,06	4,15	3,00	2,24	4,73	3,35	2,45
	35	1,79	1,49	1,24	2,18	1,78	1,46	2,35	1,91	1,55	2,56	2,06	1,66	2,81	2,24	1,78	3,12	2,45	1,93	3,53	2,72	2,10
	40	1,51	1,31	1,11	1,82	1,55	1,30	1,96	1,66	1,38	2,13	1,78	1,47	2,33	1,93	1,58	2,57	2,10	1,71	2,89	2,33	1,86
	45	1,33	1,17	1,02	1,59	1,38	1,18	1,71	1,47	1,25	1,85	1,58	1,34	2,01	1,71	1,43	2,22	1,86	1,54	2,48	2,05	1,67
	50	1,20	1,07	0,94	1,42	1,25	1,09	1,53	1,34	1,15	1,64	1,43	1,23	1,79	1,54	1,31	1,96	1,67	1,41			
	55	1,09	0,98	0,88	1,30	1,15	1,01	1,38	1,23	1,07	1,49	1,31	1,14	1,61	1,41	1,21						
	60	1,01	0,92	0,82	1,19	1,07	0,95	1,27	1,14	1,00	1,37	1,21	1,06									
	65	0,94	0,86	0,77	1,11	1,00	0,89	1,18	1,06	0,94												
	70	0,88	0,81	0,73	1,03	0,94	0,84															

Показатель экспоненты n = 1,22

J <sub>v</sub>	J <sub>l</sub>	90			75			70			65			60			55			50		
		24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15
J <sub>R</sub>	30	2,32	1,80	1,42	2,87	2,17	1,69	3,11	2,34	1,80	3,41	2,53	1,93	3,78	2,77	2,08	4,25	3,05	2,27	4,86	3,42	2,49
	35	1,81	1,50	1,25	2,20	1,80	1,47	2,38	1,93	1,56	2,60	2,08	1,67	2,86	2,27	1,80	3,18	2,49	1,95	3,60	2,77	2,13
	40	1,52	1,31	1,12	1,84	1,56	1,31	1,99	1,67	1,39	2,15	1,80	1,48	2,36	1,95	1,59	2,61	2,13	1,72	2,94	2,36	1,88
	45	1,34	1,17	1,02	1,61	1,39	1,19	1,72	1,48	1,26	1,87	1,59	1,34	2,04	1,72	1,44	2,25	1,88	1,55	2,51	2,07	1,69
	50	1,20	1,07	0,94	1,43	1,26	1,09	1,54	1,34	1,16	1,66	1,44	1,23	1,80	1,55	1,32	1,98	1,69	1,42			
	55	1,09	0,98	0,87	1,30	1,16	1,01	1,39	1,23	1,07	1,50	1,32	1,14	1,63	1,42	1,22						
	60	1,01	0,91	0,82	1,19	1,07	0,95	1,28	1,14	1,00	1,37	1,22	1,06									
	65	0,94	0,86	0,77	1,11	1,00	0,89	1,18	1,06	0,94												
	70	0,88	0,81	0,73	1,03	0,94	0,84															

Показатель экспоненты n = 1,24

J <sub>v</sub>	J <sub>l</sub>	90			75			70			65			60			55			50		
		24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15
J <sub>R</sub>	30	2,35	1,81	1,43	2,92	2,20	1,70	3,17	2,37	1,82	3,48	2,57	1,95	3,87	2,81	2,11	4,35	3,11	2,30	4,99	3,49	2,53
	35	1,82	1,51	1,25	2,23	1,82	1,48	2,42	1,95	1,57	2,64	2,11	1,68	2,91	2,30	1,81	3,24	2,53	1,97	3,68	2,81	2,16
	40	1,53	1,32	1,12	1,86	1,57	1,31	2,01	1,68	1,40	2,18	1,81	1,49	2,39	1,97	1,61	2,65	2,16	1,74	2,99	2,39	1,90
	45	1,34	1,18	1,02	1,62	1,40	1,19	1,74	1,49	1,26	1,88	1,61	1,35	2,06	1,74	1,45	2,28	1,90	1,56	2,55	2,10	1,70
	50	1,20	1,07	0,94	1,44	1,26	1,09	1,55	1,35	1,16	1,67	1,45	1,23	1,82	1,56	1,32	2,01	1,70	1,43			
	55	1,09	0,98	0,87	1,31	1,16	1,01	1,40	1,23	1,07	1,51	1,32	1,14	1,64	1,43	1,22						
	60	1,01	0,91	0,82	1,20	1,07	0,95	1,28	1,14	1,00	1,38	1,22	1,06									
	65	0,94	0,85	0,77	1,11	1,00	0,89	1,19	1,06	0,94												
	70	0,88	0,80	0,73	1,04	0,94	0,84															



## Коэффициенты пересчета F для расчетной тепловой мощности при 75/65/20 °C по DIN EN 442

Показатель экспоненты n = 1,26

J <sub>v</sub>	90			75			70			65			60			55			50				
	J <sub>t</sub>	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	
J <sub>r</sub>	30	2,38	1,83	1,44	2,97	2,23	1,72	3,23	2,40	1,83	3,55	2,61	1,97	3,95	2,86	2,13	4,46	3,17	2,33	5,12	3,56	2,56	
	35	1,84	1,52	1,26	2,26	1,83	1,49	2,45	1,97	1,58	2,68	2,13	1,70	2,96	2,33	1,83	3,30	2,56	1,99	3,75	2,86	2,18	
	40	1,54	1,32	1,12	1,88	1,58	1,32	2,03	1,70	1,40	2,21	1,83	1,50	2,43	1,99	1,62	2,70	2,18	1,75	3,04	2,43	1,92	
	45	1,35	1,18	1,02	1,63	1,40	1,19	1,76	1,50	1,27	1,90	1,62	1,36	2,08	1,75	1,46	2,31	1,92	1,57	2,59	2,12	1,72	
	50	1,21	1,07	0,94	1,45	1,27	1,09	1,56	1,36	1,16	1,69	1,46	1,24	1,84	1,57	1,33	2,03	1,72	1,43				
	55	1,10	0,98	0,87	1,31	1,16	1,01	1,41	1,24	1,07	1,52	1,33	1,14	1,65	1,43	1,22							
	60	1,01	0,91	0,81	1,20	1,07	0,94	1,29	1,14	1,00	1,39	1,22	1,06										
	70	0,94	0,85	0,76	1,11	1,00	0,89	1,19	1,06	0,94													

Показатель экспоненты n = 1,28

J <sub>v</sub>	90			75			70			65			60			55			50				
	J <sub>t</sub>	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	
J <sub>r</sub>	30	2,42	1,85	1,45	3,02	2,26	1,73	3,29	2,44	1,85	3,63	2,65	1,99	4,04	2,91	2,16	4,56	3,23	2,36	5,25	3,63	2,60	
	35	1,86	1,53	1,26	2,29	1,85	1,49	2,49	1,99	1,60	2,72	2,16	1,71	3,01	2,36	1,85	3,37	2,60	2,01	3,83	2,91	2,21	
	40	1,56	1,33	1,12	1,90	1,60	1,33	2,05	1,71	1,41	2,24	1,85	1,51	2,46	2,01	1,63	2,74	2,21	1,77	3,10	2,46	1,94	
	45	1,36	1,18	1,02	1,64	1,41	1,20	1,77	1,51	1,27	1,92	1,63	1,36	2,11	1,77	1,46	2,34	1,94	1,59	2,63	2,15	1,73	
	50	1,21	1,07	0,94	1,46	1,27	1,10	1,57	1,36	1,16	1,70	1,46	1,24	1,86	1,59	1,33	2,05	1,73	1,44				
	55	1,10	0,98	0,87	1,32	1,16	1,01	1,41	1,24	1,07	1,53	1,33	1,15	1,67	1,44	1,23							
	60	1,01	0,91	0,81	1,21	1,07	0,94	1,29	1,15	1,00	1,39	1,23	1,06										
	70	0,94	0,85	0,76	1,11	1,00	0,88	1,19	1,06	0,94													

Показатель экспоненты n = 1,30

J <sub>v</sub>	90			75			70			65			60			55			50				
	J <sub>t</sub>	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	
J <sub>r</sub>	30	2,45	1,87	1,46	3,07	2,28	1,75	3,36	2,47	1,87	3,70	2,69	2,02	4,13	2,96	2,19	4,67	3,29	2,39	5,39	3,70	2,64	
	35	1,88	1,54	1,26	2,32	1,87	1,50	2,52	2,02	1,61	2,76	2,19	1,73	3,06	2,39	1,87	3,43	2,64	2,03	3,92	2,96	2,24	
	40	1,57	1,33	1,13	1,92	1,61	1,33	2,08	1,73	1,42	2,27	1,87	1,52	2,50	2,03	1,64	2,78	2,24	1,78	3,15	2,50	1,96	
	45	1,36	1,19	1,02	1,66	1,42	1,20	1,79	1,52	1,28	1,94	1,64	1,37	2,13	1,78	1,47	2,37	1,96	1,60	2,67	2,17	1,75	
	50	1,21	1,07	0,93	1,47	1,28	1,10	1,58	1,37	1,17	1,71	1,47	1,25	1,87	1,60	1,34	2,07	1,75	1,45				
	55	1,10	0,98	0,87	1,32	1,17	1,01	1,42	1,25	1,08	1,54	1,34	1,15	1,68	1,45	1,23							
	60	1,01	0,91	0,81	1,21	1,08	0,94	1,30	1,15	1,00	1,40	1,23	1,07										
	70	0,93	0,85	0,76	1,12	1,00	0,88	1,19	1,07	0,94													

Показатель экспоненты n = 1,32

J <sub>v</sub>	90			75			70			65			60			55			50				
	J <sub>t</sub>	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	24	20	15	
J <sub>r</sub>	30	2,48	1,88	1,47	3,12	2,31	1,76	3,42	2,51	1,89	3,78	2,73	2,04	4,22	3,01	2,21	4,78	3,35	2,42	5,53	3,78	2,68	
	35	1,90	1,55	1,27	2,35	1,89	1,51	2,56	2,04	1,62	2,81	2,21	1,74	3,11	2,42	1,88	3,50	2,68	2,06	4,00	3,01	2,27	
	40	1,58	1,34	1,13	1,94	1,62	1,34	2,10	1,74	1,43	2,29	1,88	1,53	2,53	2,06	1,65	2,83	2,27	1,80	3,21	2,53	1,98	
	45	1,37	1,19	1,02	1,67	1,43	1,20	1,80	1,53	1,28	1,96	1,65	1,37	2,16	1,80	1,48	2,40	1,98	1,61	2,71	2,20	1,76	
	50	1,22	1,07	0,93	1,48	1,28	1,10	1,59	1,37	1,17	1,73	1,48	1,25	1,89	1,61	1,35	2,10	1,76	1,46				
	55	1,10	0,98	0,86	1,33	1,17	1,01	1,43	1,25	1,08	1,55	1,35	1,15	1,69	1,46	1,24							
	60	1,01	0,91	0,81	1,21	1,08	0,94	1,30	1,15	1,00	1,41	1,24	1,07										
	70	0,93	0,85	0,75	1,12	1,00	0,88	1,20	1,07	0,93													



Факторы влияющие на теплоотдачу

