



**ВСЁ ДЛЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ,  
ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ  
И ВЕНТИЛЯЦИИ**

# Рекомендуемые решения

## Лучший выбор

Типы клапанов	Область применения								
	Пар	Отопление	Охлаждение	Фэнкойл	Вентиляция	ИТП	Высокое Δр	ГВС	
<b>Малые линейные</b>									
PN16	V582x	-	+	+	+	o	-	-	-
PN16	V583x	-	+	+	+	o	-	-	-
PN25	V5825B	+	+	o	-	o	+	+	o
<b>Большие линейные клапаны</b>									
PN16	V5011R	-	+	+	-	+	-	-1)	o
PN16	V5011S	+	+	+	-	+	+	-1)	o
PN16	V5013R	-	+	+	-	+	-	-1)	o
PN16	V5013E	-	+	+	-	+	-	-1)	o
PN16	V5328	o	+	+	-	+	+	-1)	-
PN6/16	V5329/V5015/V5050	-	+	+	-	+	-	-1)	-
PN16	V5016	+	+	+	-	-	+	+	-
PN25	V5025	+	+	+	-	-	+	+	-
PN25/40	V5049	+	+	+	-	-	+	-1)	-
PN25/40	V5050	-	+	+	-	+	-	-1)	-
<b>Поворотные клапаны</b>									
PN6	V54x A/F	-	+	+	-	-	-	-	-
PN6	V5433/42	-	+	+	-	-	-	-	-
<b>Поворотные заслонки</b>									
PN16	V5421B	-	+	+	-	-	-	+	o

### Условные обозначения:

- + «Лучший выбор»
- o «Возможно»
- «Не рекомендуется»
- 1) «Высокое Δр для малого номинального размера»

### Примечание:

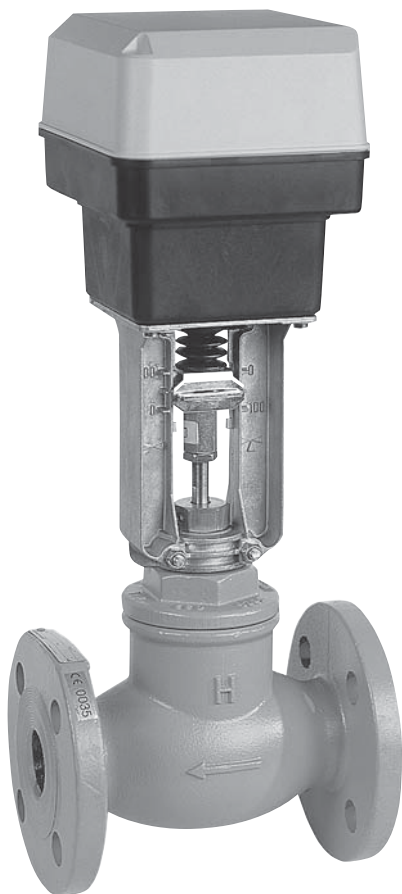
В данной таблице представлены только рекомендации. Клапаны, отмеченные «+», являются предпочтительным решением в конкретных применениях. Клапаны, отмеченные «-», также вполне могут применяться, однако наиболее вероятно это будет избыточное решение.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Регулирующие клапаны являются исполнительным звеном в контуре управления, они управляются сигналом контроллера регулируя количество энергии (применяемая среда - вода или пар).

Эти регулирующие устройства входят в состав большинства систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Поэтому верный выбор конкретного клапана особенно важен для управляемости соответствующего контура и удовлетворения запросов потребителей.

Регулирующее устройство (клапан с приводом) должно выбираться в соответствии с требованиями к конструкции данной задачи и в результате должно обеспечивать линейную зависимость между выходным сигналом и переменным параметром управления.



## 2. Определение размеров и области применения

Если проектируемая система предназначена для подключения к системе централизованного теплоснабжения, то нагреватели (радиаторы, конвекторы и койлы нагрева) следует подключать посредством 2-х ходовых клапанов, в соответствии с системами 1 и 2, и выбирать размеры исходя из температуры воды 80°C/40°C при наиболее распространенной температуре наружного воздуха.

В случае если подогреватели воздуха рассчитаны на температуру обратки 50°C, группа нагревателя воздуха должна всегда подключаться к котлу в конфигурации с байпасом и с автоматически-регулируемым 3-х ходовым клапаном. Это обеспечит достаточно высокую температуру обратной воды. Если воздухонагреватели подключены к сети централизованного теплоснабжения, их номинальные характеристики по температуре и давлению должны удовлетворять условиям подобного функционирования.

Если вероятности последующего подключения к сети централизованного теплоснабжения нет, то система должна выбираться на работу с параметрами 80°C/60°C, при наиболее распространенной температуре наружного воздуха.

Нагреватели следует подключать посредством 2-х ходового клапана в байпасной конфигурации (система 2), который обеспечивает циркуляцию через котел, или посредством 3-х ходового клапана (система 4). Выберите конфигурацию, которая предоставляет наиболее низкую стоимость системы.

Для предотвращения замерзания подогреватели воздуха для наружного или смеси наружного и вытяжного воздуха следует всегда оснащать циркуляционными насосами. Если подобные нагреватели установлены, термостат защиты от замерзания необходимо установить на наиболее холодной трубе, который, в случае опасности замораживания, автоматически выключит вентилятор приточного воздуха и закроет заслонки на входе наружного воздуха.

### 2.1 Основные параметры

#### Значение $K_v$

Значение  $K_v$  определяет пропускную способность для среды через клапан. Он характеризует объемный расход воды в [м³/ч] при измеренном перепаде давления в 1 бар.

#### Значение $C_v$

Значение  $C_v$  обычно применяется в США и характеризует объемный расход в галлоны/мин при перепаде давления на клапане в 1 фунт/кв. дюйм.

$$K_v = 0,86 \cdot C_v / C_v - 1,17 \cdot K_v$$

#### Значение $K_{vs}$

Значение  $K_{vs}$  это  $K_v$  при рабочем ходе равном  $H = 100\%$ .

#### Значение $K_{vR}$

Значение  $K_{vR}$  описывает наименьшее значение  $K_v$  при котором сохраняется приемлемая точность наклона характеристик клапана.

#### Диапазон изменения $S_v$

Диапазон  $S_v$  характеризует отношение значений  $K_{vS}$  и  $K_{vR}$ .

$$S_v = K_{vS} / K_{vR}$$

#### Расчет значения $K_v$ (среда - Вода)

$$K_v = V / \sqrt{(\Delta p_v)}$$

$$\Delta p_v = (V / k_v)^2$$

$$V = k_v \times \sqrt{(\Delta p_v)}$$

$V$  = Объемный расход в м³/ч

$\Delta p_v$  = Перепад давления бар

## Формула пересчета для других сред

$$k_v = V \times \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p_v}} \quad \rho = \text{плотность в [кг/дм}^3\text{]}$$

Гликолевые смеси (раствор вода/гликоль) в основном применяется в теплоутилизационных системах при воздушно-водяных применениях для снижения температуры замерзания теплообменника от наружного воздуха, при этом необходим пересчет на разницу плотности водно-гликолевой смеси:

### а) Пропилен-гликоль/Вода

(Например: антифриз "Antifrogen L" фирмы Hoeschst)  
Значения даны в [кг/дм<sup>3</sup>]

Темп.	Доля "ANTIFROGEN L" в смеси (%)				
	16%	25%	38%	47%	100%
-20 °C	-	-	1.0500	1.0618	1.0766
-10 °C	-	1.0323	1.0472	1.0582	1.0710
0 °C	1.0184	1.0302	1.0438	1.0538	1.0647
10 °C	1.0168	1.0275	1.0400	1.0487	1.0576
20 °C	1.0149	1.0241	1.0357	1.0431	1.0500
30 °C	1.0111	1.0200	1.0305	1.0369	1.0421

### б) Этиленгликоль/Вода

(Например: антифриз "Antifrogen N" фирмы Hoeschst)  
Значения даны в [кг/дм<sup>3</sup>]

Темп.	Доля "ANTIFROGEN L" в смеси (%)				
	16%	25%	38%	47%	100%
-20 °C	-	-	1.0500	1.0618	1.0766
-10 °C	-	1.0323	1.0472	1.0582	1.0710
0 °C	1.0184	1.0302	1.0438	1.0538	1.0647
10 °C	1.0168	1.0275	1.0400	1.0487	1.0576
20 °C	1.0149	1.0241	1.0357	1.0431	1.0500
30 °C	1.0111	1.0200	1.0305	1.0369	1.0421

## 2.2 Смесительные или разделительные?

Как было сказано выше, 3-х ходовые клапаны применяются для минимизации нарушений в балансе давления и расхода системы.

В каждом контуре управления существуют точки смешивания и разделения.

В новых конструкциях, клапан устанавливается в точке смешивания. При реконструировании старых зданий, в которых изначально использовался разделительный клапан, следует применять разделительные клапаны.

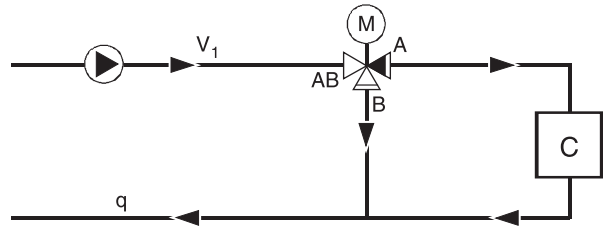


Рис. 1: 3-х ходовой разделительный клапан

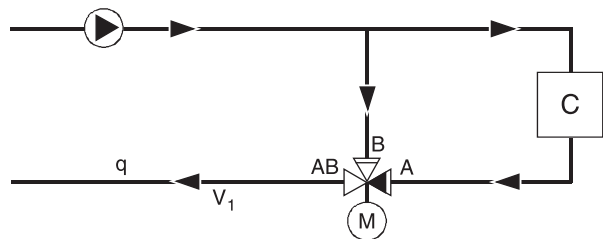


Рис. 2: 3-х ходовой смесительный клапан

### 2.2.1 Падение давления на 3-х ход. клапане

Зачастую понятия давления, создаваемого насосом, и падения давления на 3-х ходовом клапане путают. В 3-х ходовом клапане всегда имеется какой-то открытый проток для воды, что значит, что общее давление от насоса не влияет на перепад давления на смесительном клапане.

Так какой же перепад давления на седле клапана?

Опустим падение давления в трубах, изгибах и отводах. Перекройте порт В клапана V1. Поток через балансировочный клапан V3 от точки разделения С равен нулю. В данной линии не может быть падения давления. Что значит, что такое же давление приложено к точке разделения С и седлу В. Поток от точки С проходит через нагрузку "С" и порт А клапана.

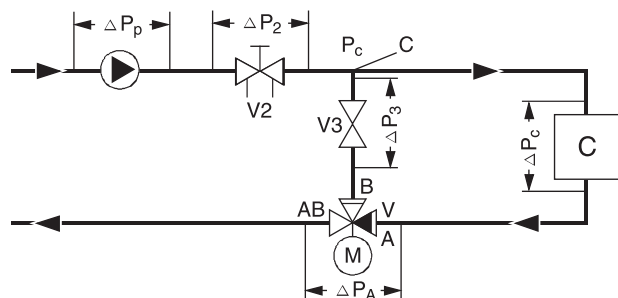


Рис. 2: 3-х ходовой смесительный клапан

Клапан выбирается из условия падения давления  $\Delta p_A$ , для заданного расхода. Для такого же расхода падение давления на нагрузке будет  $\Delta p_C$ .

Давление на A:  $p_A = p_C - \Delta p_C - \Delta p_A$

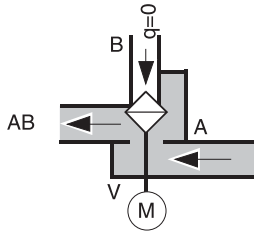


Рис. 4: 3-х ходовой клапан с открытым портом A

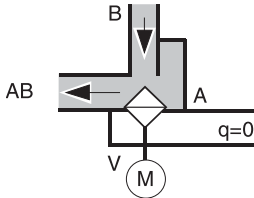


Рис. 5: 3-х ходовой клапан с открытым портом B

### 2.2.2 Перепад давления на затворе клапана

$$\Delta P_{\text{затвор}} = p_B - p_A \rightarrow p_C - (p_C - \Delta p_C - \Delta p_A)$$

$$\Delta P_{\text{затвор}} = \Delta p_C + \Delta p_A$$

Такие же рассуждения применимы и при закрытом порте A. Как показано выше, перепад давления на клапане определяется только падением давления в контуре, в котором расход регулируется смесительным клапаном. Перепад давления, нагружающий 3-х ходовой клапан, равен полному падению давления при открытом протоке, рассчитываемом от точки, где поток разделяется (C), до общего порта клапана (AB).

### 2.3 Возможности ("авторитет") клапана

Авторитет клапана должен рассчитываться только для части контура, в котором расход регулируется данным клапаном. Таким образом, балансировочный клапан V2 на Рис.3 не влияет на пропускную способность клапана. 3-х ходовой клапан регулирует поток в следующих частях труб сети (на рисунке выделены толстыми линиями):

#### а. Разделительный 3-х ходовой клапан

Порт A: Трубы AC + перепад давления на G.  
Порт B: CB.

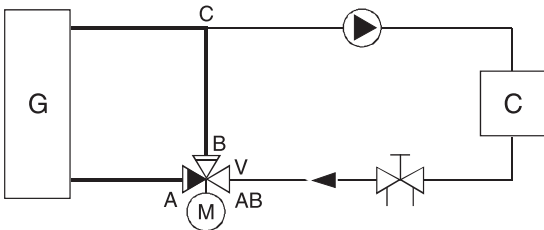


Рис. 6: Трех-ходовой разделительный клапан

$$\beta = \frac{\Delta p_V}{\Delta p_V + \Delta p_{AC} + \Delta p_{AC}}$$

#### б. Смесительный 3-х ходовой клапан

Порт A: Трубы CA + перепад давления на G.  
Порт B: CB.

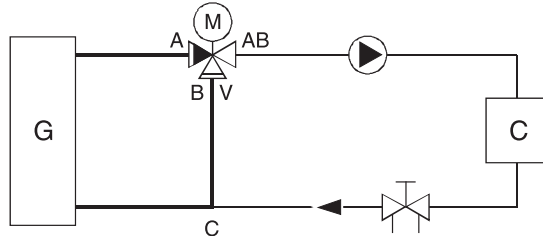


Рис. 7: Трех-ходовой смесительный клапан

$$\beta = \frac{\Delta p_V}{\Delta p_V + \Delta p_G + \Delta p_{AC}}$$

#### с. Разделительный 3-х ходовой клапан

Порт A: Трубы AD + CE  
Порт B: BC

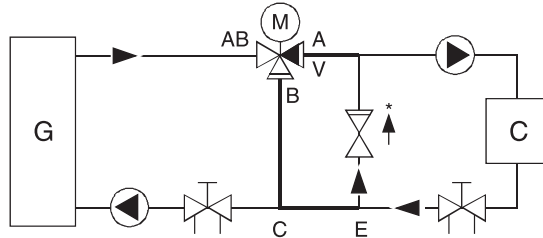


Рис. 8: Трех-ходовой разделительный клапан

$$\beta = \frac{\Delta p_V}{\Delta p_V + \Delta p_{AD} + \Delta p_{CE}}$$

#### д. Смесительный 3-х ходовой клапан

Порт A: Трубы AE + CD.  
Порт B: CB.

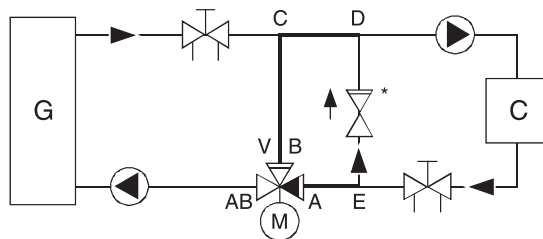


Рис. 9: Трех-ходовой смесительный клапан

$$\beta = \frac{\Delta p_V}{\Delta p_V + \Delta p_{AE} + \Delta p_{CD}}$$

Для отмеченных на Рис. 8 и Рис. 9 частей перепад давления относительно мал. Поэтому авторитет 3-х ходовой клапана зачастую близок к 1. Но для поддержания нужных характеристик в регулирующем клапане V, для  $\Delta p$  менее 3 кПа выбор их не требуется.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Система 1

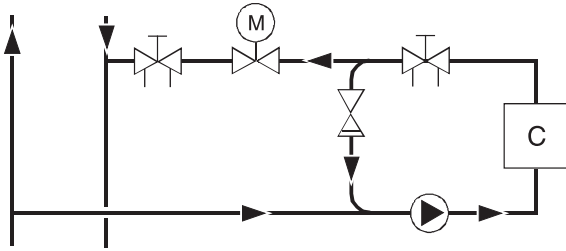


Рис. 10: Котил предварительного нагрева для случаев, когда существует опасность замораживания

Система 2

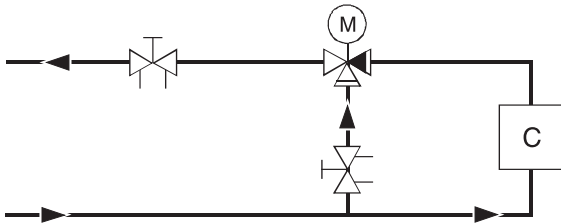


Рис. 11: Система предварительного нагрева для случаев, когда нет опасности замораживания

Система 3

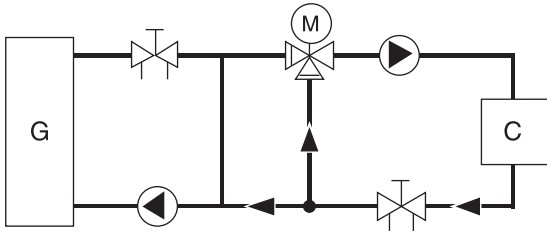


Рис. 12: Радиаторный контур подключенный к котельной тепловой установкой

Система 4

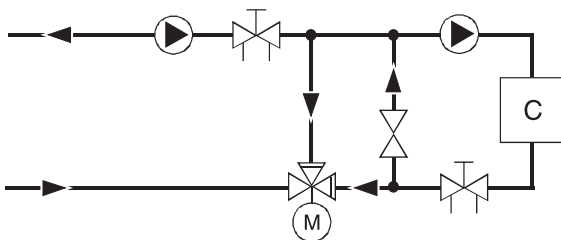


Рис. 13: Система с постоянным расходом в первичном и вторичном контуре

Система 5

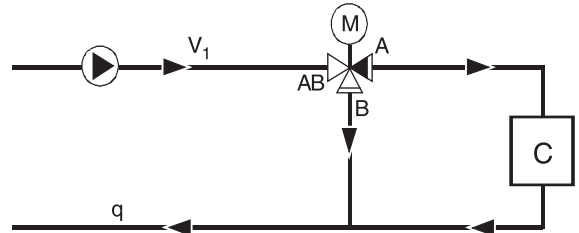


Рис. 14: Система с постоянным расходом в первом и втором контуре

Система 6

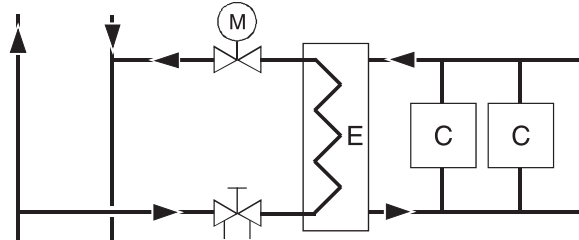


Рис.15 Система отопления, подключенная к системе централизованного теплоснабжения

Система 7

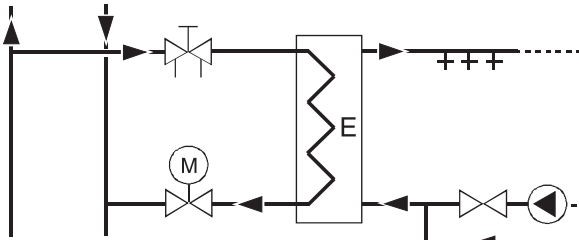


Рис. 16: Система горячего водоснабжения (ГВС), подключенная к системе централизованного теплоснабжения

**3.1 Система 1: 2-х ходовой клапан с первичным насосом**

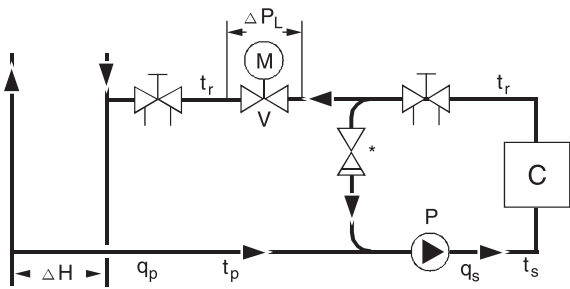


Рис. 17: 2-х ходовой клапан с насосом в первичном контуре

**3.1.1 Назначение и характеристики**

- Первичный контур: регулирование расхода, постоянная температура
- Вторичный контур: регулирование температуры, постоянный расход
- Обеспечение требуемой низкой температуры обратной воды при подключении к системе централизованного теплоснабжения
- Отопительная установка с длинными трубопроводами
- Мощные воздушонагреватели, не подверженные опасности замораживания

**3.1.2 Расчет параметров клапана**

Уравнение теплового баланса

$$q_p \cdot (t_p - t_r) = q_c \cdot (t_c - t_r)$$

Определение параметров насоса для обеспечения напора во вторичном контуре и полный перепад давления в контуре.

Пренебрегаем перепадом давления в трубах первичного

$$\Delta p_v \approx \Delta H$$

контура.

**3.1.3 Характеристика расхода**

$H = 3-5$  кПа  $Eq\%$  (Логарифмическая)

$$K_v = \frac{36 \cdot q_p}{\sqrt{\Delta H}} \text{ (kPa, l/s)}$$

$H = 5-10$  кПа Линейная видоизмененная (MOD.LIN)

**3.2 Система 2: 3-х ходовой смесительный клапан с первичным насосом**

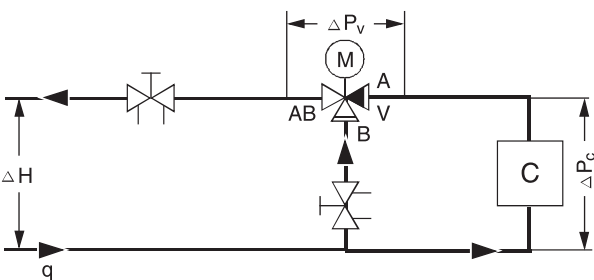


Рис. 18: 3-х ходовой смесительный клапан с насосом в первичном контуре

**3.2.1 Назначение и характеристики**

- Первичный контур: постоянный расход
- Вторичный контур: переменный расход, постоянная температура
- Кویل не должен быть подвержен опасности замораживания.
- При переменном расходе, данная конфигурация не обеспечивает ровного поддержания температуры в наружном кویلe.
- Также при малых кóйлах существует опасность колебаний при регулировании с целью поддержания температуры приточного воздуха на заданном уровне.

**3.2.2 Расчет параметров клапана**

$\beta > 0.5$ , например  $\Delta p_v \geq \Delta p_c$

$$\Delta p_v = \Delta H - \Delta p_c$$

$$K_v = \frac{36 \cdot q}{\sqrt{\Delta p_v}} \text{ (kPa, l/s)}$$

**3.2.3 Характеристика расхода**

A - AB =  $EQ\%$  (Логарифмическая)

B - AB = линейная (LIN)

**3.3 Система 3: Котел, 3-х ходовой смесительный клапан**

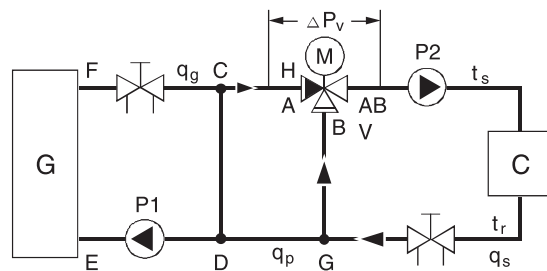


Рис. 19: Поддержание постоянного расхода для котла

**3.3.1 Назначение и характеристики**

- Первичный контур: переменный расход, постоянная температура
- Вторичный контур: постоянный расход, переменная температура
- Система с локальным котлом

**3.3.2 Расчет параметров клапана**

$\beta = 1$

$$\Delta p_v = \Delta p_{GD} - \Delta p_{CH}$$

не менее чем 3 кПа

$$K_v = \frac{36 \cdot q_s}{\sqrt{\Delta p_v}} \text{ (kPa, l/s)}$$

**3.3.3 Характеристика расхода**

Линейная

Принимаем, что сопротивлением труб CD можно пренебречь.

**3.4 Система 4: Система с постоянным расходом в первичном и вторичном контурах**

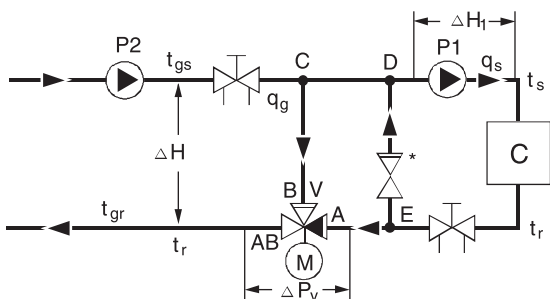


Рис. 20: Койл в приточно вытяжной установке

**3.4.1 Назначение и характеристики**

- Первичный контур: постоянный расход, регулирование температуры
- Вторичный контур: постоянный расход
- Данная конфигурация применяется в больших койлах нагрева и охлаждения
- Удобно для подключения к большим котлам, в которых осуществляется индивидуальное регулирование.

$$q_g \cdot (t_{gr} - t_r) = q_s \cdot (t_s - t_r)$$

$$q_{gp} < q_s \quad t_{gs} > t_s$$

**3.4.2 Расчет параметров клапана**

Трубы секций С-Д и Е-А являются частью трубопроводной сети, расход в которой регулируется клапаном. Авторитет клапана,  $\beta = 1.0$ .

**3.4.3 Характеристики расхода для V:**

$\Delta p_v > 3 \text{ kPa}$  (линейная)

$$K_v = \frac{36 \cdot q_v}{\sqrt{\Delta p_v}} \text{ (kPa}^1 \text{/s)}$$

**3.4.4 Балансировка**

- Закройте канал А-АВ в V и запустите насосы P1 и P2.
- Настройте балансировочный кланан S (Kombi-2-plus) так, чтобы задать нужное значение расхода через койл.
- Полностью откройте канал А-АВ клапана V.
- Настройте балансировочный кланан G (Kombi-2-plus) таким образом, чтобы соблюдался расчетный расход в первичном контуре.

**3.5 Система 5: Система с постоянным расходом в первичном и вторичном контурах**

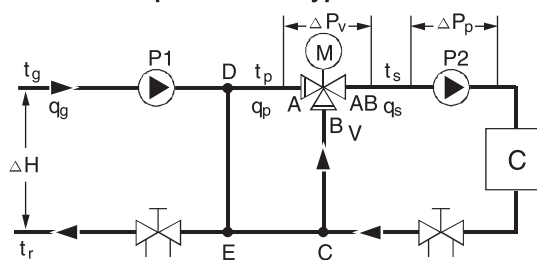


Рис. 21: Постоянный расход в первичном/вторичном контуре

**3.5.1 Назначение и характеристики**

- Первичный контур: постоянный расход, постоянная температура
- Вторичный контур: постоянный расход, переменная температура
- Изменение давления в первичном контуре не влияет на вторичный контур, что также значит, что и вторичный контур не влияет на первичный.
- Данная конфигурация применяется в больших системах с несколькими смесительными клапанами - перепускными узлами.

**3.5.2 Расчет параметров клапана**

Трубы секции D-E являются частью трубопроводной сети, расход в которой регулируется клапаном. Пренебрегаем перепадом давления в D-E, что значит, что авторитет клапана  $\beta = 1$ , но при этом клапан должен быть конструктивно рассчитан на перепад давления не менее 3 кПа.

**3.5.3 Характеристики расхода для V:**

$\Delta p_v > 3 \text{ kPa}$  (линейная)

$$K_v = \frac{36 \cdot q_v}{\sqrt{\Delta p_v}} \text{ (kPa}^1 \text{/s)}$$



## 3.6 Система 6: 2-х ходовой клапан с насосом вода/вода

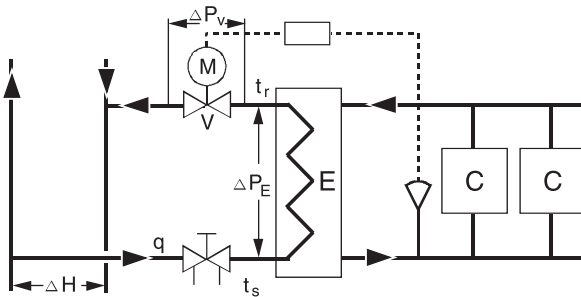


Рис. 22: Теплообменник, система отопления

### 3.6.1 Назначение и характеристики

- Регулирование расхода.
- Система отопления (радиаторы и воздухонагреватели) подключена к сети централизованного теплоснабжения с необходимостью обеспечения температуры обратной воды не выше заданного значения.
- Если статическое давление и температура на первичной стороне не совместимы с требованиями оборудования во вторичном контуре, то между первичным и вторичным контурами требуется теплообменник.
- Малые воздухонагреватели, не подверженные опасности замораживания.

### 3.6.2 Расчет параметров клапана

$$\Delta p_v = \Delta H - \Delta p_r$$

$$K_v = \frac{36 \cdot q}{\sqrt{\Delta p_v}} \text{ (kPa}^0.5 \text{ / s)}$$

$$\beta = \frac{\Delta p_v}{\Delta H} \geq 0.5$$

Характеристика расхода: EQ% (Логарифмическая)

## 3.7.2 Расчет параметров клапана

$$\Delta p_v = \Delta H - \Delta p_r$$

$$K_v = \frac{36 \cdot q}{\sqrt{\Delta p_v}} \text{ (kPa}^0.5 \text{ / s)}$$

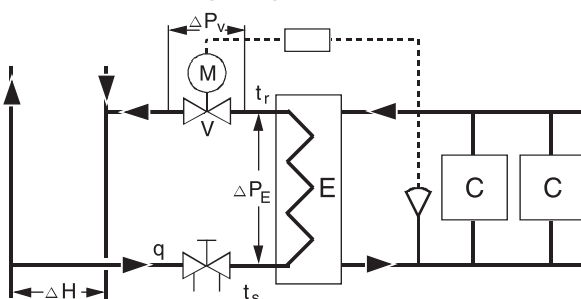
$$\beta = \frac{\Delta p_v}{\Delta H} \geq 0.5$$

Характеристика расхода: EQ% (Логарифмическая)

## 3.7 Система 7: 2-х ходовой клапан с насосом вода/(бытовая) вода

Рис. 23: Теплообменник, система ГВС

### 3.7.1 Назначение и характеристики



- Регулирование расхода.
- Регулирование избыточного давления посредством дросселя
- Система горячего водоснабжения (ГВС), подключенная к сети централизованного теплоснабжения
- Система, в которой существует требование низкой температуры обратной воды на первичной стороне.

## 4. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

### 4.1 Формулы

Отопление:

$$\begin{aligned} \text{Вода} \quad P &= 4.18 \cdot q_w \cdot \Delta T \\ P &= 4.18 \cdot q \cdot \Delta T \\ P &= 1.3 \cdot q_A \cdot \Delta T \end{aligned}$$

Воздух

$$\text{Пар} \quad G = 1.59 \cdot P$$

Обозначения и единицы измерения:

$$\begin{aligned} P &= \text{кВт} \\ Q &= \text{м}^3/\text{ч} \\ qW &= 1/\text{с} \\ qA &= \text{м}^3/\text{ч} \\ G &= \text{кг}/\text{ч} \end{aligned}$$

Температура (стандартные значения):

Теплообменник, первичный, централизованное

$$\Delta T = 40 \text{ K}$$

Теплообменник, прочее

$$\Delta T = 20 \text{ K}$$

Теплообменник, радиаторы, системы с низким расходом (80-30K)

$$\Delta T = 50 \text{ K}$$

Теплообменник, коил охлаждения

$$\Delta T = 5-10 \text{ K}$$

Требуемое количество тепла в помещениях:

Новые здания 40 Вт/м<sup>2</sup> жилплощади

Здания с хорошей теплоизоляцией 50 Вт/м<sup>2</sup> жилплощади

Здания с средней теплоизоляцией 60 Вт/м<sup>2</sup> жилплощади

Здания с плохой теплоизоляцией 100 Вт/м<sup>2</sup> жилплощади

Подвалы 15 Вт/м<sup>2</sup> жилплощади

Расчет утечки клапана с использованием температурного метода:

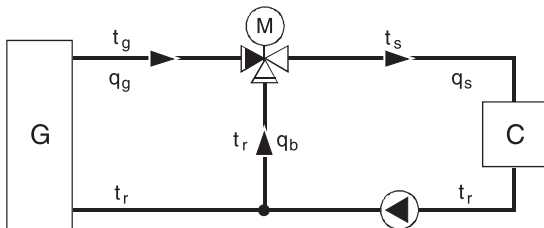


Рис. 24: Расчет утечки с использованием температурного метода

$$\frac{q_g}{q_s} = \frac{t_s}{t_r} \cdot \frac{t_r}{t_g} \quad \frac{q_b}{q_s} = \frac{t_s - t_g}{t_r - t_g}$$

### Коэффициент расхода клапана

ЖИДКОСТЬ	$K_v = \frac{q \cdot \sqrt{p}}{\sqrt{\Delta p \cdot \rho}}$	$C_v = 1.17 \cdot K_v$
ПАР	КРИТИЧЕСКИЙ ПЕРЕПАД ДАВЛЕНИЯ $\Delta p \geq 0.5 \cdot p_1$	ДОКРИТИЧЕСКИЙ ПЕРЕПАД ДАВЛЕНИЯ $\Delta p \leq 0.5 \cdot p_1$
НАСЫЩЕННЫЙ ПАР	$K_v = \frac{G}{11.35 \cdot p_1}$	$K_v = \frac{G}{22.7 \cdot \sqrt{\Delta p \cdot p_2}}$
ПЕРЕГРЕТЫЙ ПАР	$K_v = \frac{G \cdot k}{11.35 \cdot p_1}$ $k = 1 - 0.0012 \cdot t_s$	$K_v = \frac{G}{22.7 \cdot \sqrt{\Delta p \cdot p_2}}$

$K_v$  = Коэффициент расхода, м<sup>3</sup>/ч, при  $\Delta p = 1$  бар

$C_v$  = Коэффициент расхода, США гал./мин, при  $\Delta p = 1$  PSI

$p_1$  = Давление перед клапаном, бар абсолютн. давления

$p_2$  = Давление за клапаном, бар абсолютн. давления

$p_v$  = Перепад давления на клапане,  $p_1 - p_2$ , бар

$\rho$  = Плотность, кг/дм<sup>3</sup> (справочное значение)

$q$  = Норма расхода жидкости, м<sup>3</sup>/ч

$G$  = Норма расхода пара, кг/ч

$t_s$  = Температура перегретого пара, °C

$k$  = Поправочный коэффициент на перегретый пар

Для параллельного соединения клапанов

$$K_v = K_{v1} + K_{v2} + K_v$$

Для последовательного соединения клапанов

$$\frac{1}{(K_v)^2} = \frac{1}{(K_{v1})^2} + \frac{1}{(K_{v2})^2}$$

### 4.2 Введение

При разработке HVAC-систем, зачастую существует неопределенность в отношении значений перепада давления на различных элементах системы. Грубую оценку можно произвести по приведенной ниже  $\Delta p_p$  информации. Для проведения точных расчетов рекомендуется обращаться к значениям, указанным в  $\Delta p_s$  документации производителя.

### 4.3 Указания по быстрой оценке величин

Ниже представлены наиболее часто встречаемые значения падения давления:

= перепад давления на первичной стороне теплообменников.

= перепад давления на вторичной стороне теплообменников.

Водонагреватель (водопроводная вода)

$$\begin{cases} \Delta p_p = 2 - 7 \text{ kPa}, 20 \text{ kPa}, \text{max} \\ \Delta p_s = 10 - 30 \text{ kPa}, 50 \text{ kPa}, \text{max} \end{cases}$$

Теплообменник (радиаторная сеть, кондиционирование воздуха, растопление снега)

$$\begin{cases} \Delta p_p = 20 \text{ kPa}, \text{max} \\ \Delta p_s = 15 \text{ kPa}, \text{max} \end{cases}$$

Радиаторы без радиаторных клапанов

$$\Delta p = 0.5 \text{ kPa}$$

Системы с низким расходом с радиаторами

$$\Delta p = 10 \text{ kPa}$$

Конвекторы

$$\Delta p = 5 - 20 \text{ kPa}$$

Фэн-койлы

$$\Delta p = 5 - 20 \text{ kPa}$$

Койлы отопления/охлаждения

$$\Delta p = 5 - 20 \text{ kPa}$$

Котлы для частных домов

$$\Delta p = 1 - 5 \text{ kPa}$$

Котлы для многоквартирных домов

$$\Delta p = 0.5 - 10 \text{ kPa}$$

Расходомер централизованного теплоснабжения

$$\Delta p_p = 15 \text{ kPa}$$

Фильтры

$$\Delta p = 15 \text{ kPa}$$

Сопротивление трубопровода из медных труб

$$\Delta p = 0.2 \text{ kPa/m}$$

Сопротивление трубопровода из стальных труб

$$\Delta p = 0.4 \text{ kPa/m}$$

Полное сопротивление трубопровода подстанции (централизованного теплоснабжения)

$$\Delta p = 10 \text{ kPa}$$

## 4.4 Примеры расчетов

### 4.4.1 Пример 1

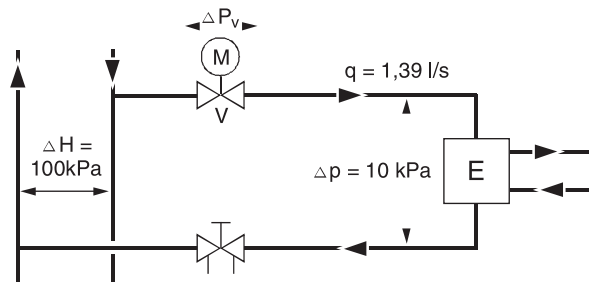


Рис. 25: Пример 1

Для получения расхода в первичном контуре равного 1.39 л/с требуется перепад давления в 10 кПа. Доступен перепад давления в 100 кПа. Необходимо определить коэффициент расхода  $K_v$  и авторитет клапана  $\beta$ .

Решение

$$p_v = 100 - 10 = 90 \text{ kPa}$$

$$K_v = \frac{36 \cdot q}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{36 \cdot 1.39}{\sqrt{90}} = 5.27 \text{ (kPa} \cdot \text{l/s)}$$

$$K_v = 5.27 \quad \begin{matrix} +40\% = 7.38 \\ -20\% = 4.2 \end{matrix}$$

Выбираем  $K_v = 6.3$

Авторитет клапана,  $\beta$

$$K_v = 6.3 \quad q = 1.39 \text{ Vs}$$

$$\Delta p_v = 90 \cdot \left( \frac{5.27}{6.3} \right)^2 = 63 \text{ kPa}$$

$$\beta = \frac{63}{100} = 0.63 \quad (\text{хороший результат, так как должно быть } > 0.5)$$

Следовательно, требуемый перепад давления в балансировочном клапане

$$\Delta H = \Delta p_v - \Delta p_e = 100 - 63 - 10 = 27 \text{ kPa}$$

### 4.4.2 Пример 2

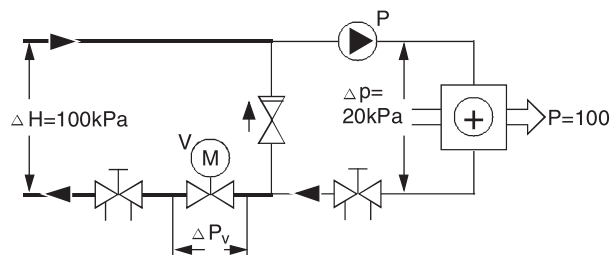


Рис. 26: Пример 2

Подогреватель воздуха должен обеспечивать 100 кВт. Требуется:

- Определить параметры клапана V.
- Определить параметры циркуляционного насоса, P.
- Рассчитать авторитет клапана.

## Решение

$$P = q \cdot \Delta T \cdot 1.16 \text{ kW}$$

$$100 = q \cdot (100 - 35) \cdot 1.16$$

$$q = 1.3 \text{ m}^3/\text{h} = 0.37 \text{ l/s}$$

Насос Р должен выбираться из условия расхода,  $q = 1.3 \text{ м}^3/\text{ч}$ , и  $\Delta p = 20 \text{ кПа}$ , плюс остальной перепад давления в контуре. Выберите насос на ближайшее большее значение и компенсируйте избыток посредством балансировочного клапана Kombi-2-plus.

### 4.4.3 Пример 3, Регулирующий клапан V

Насос Р создает постоянный поток во вторичном контуре и компенсирует потери во вторичном контуре. Следует выбрать параметры клапана V для полного падения давления,

$$K = \frac{36 \cdot q}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{36 \cdot 0.37}{\sqrt{20}} = 1.33 (\text{kPa}, \text{l/s})$$

$$\Delta p = 100 \text{ кПа.}$$

Авторитет клапана,  $\beta = 1.0$

Выберите нужное  $K_V$

Выберите Kombi-3-plus СИНИЙ (BLUE)

### 4.4.4 Пример 4, Отопление, радиаторный контур

#### Запрос на тепло

50 квартир, со средней площадью  $65 \text{ м}^2$ .  
Запрос на тепло из расчета  $60 \text{ Вт}/\text{м}^2$  дает

$$P = 50 \cdot 60 \cdot 60 = 195 \text{ kW}$$

Аналогично, для подвального помещения  $600 \text{ м}^2$ , с запросом на тепло в  $15 \text{ Вт}/\text{м}^2$  дает значение  $9 \text{ кВт}$ .

$$P_{\text{гр}}, 195 + 9 = 204 \text{ kW}$$

### 4.4.5 Пример 5, Радиаторный клапан V1

$$P = q \cdot \Delta T \cdot 1.16$$

$$204 = q \cdot (100 - 50) \cdot 1.16$$

$$q = 3.5 \text{ m}^3/\text{h} = 0.97 \text{ l/s}$$

Падение давления в контуре

Теплообменник  $\Delta p_v = 35 \text{ kPa}$

Водомер и трубы  $\Delta p_v = 35 \text{ kPa}$

$$\Delta p_v = 150 - 35 - 25 = 90 \text{ kPa}$$

$$K_V = \frac{36 \cdot q}{\sqrt{\Delta p_v}} = \frac{36 \cdot 0.27}{\sqrt{90}} = 3.68 (\text{kPa}, \text{l/s})$$

Базовое значение  $K_V = 3.68$   $+40\% = 5.2$   
 $-20\% = 2.9$

Выбираем:  $K_V = 4.0$

EQ% (Логарифмическая) характеристика.

## Авторитет клапана,

$$\beta = \frac{90}{150} = 0.6$$

### Перекрываемое давление клапана

Может ли первичный клапан перекрыть максимальное дифференциальное давление?

Является ли значение перепада давления на клапане (максимально допустимое на закрытом клапане) меньшим, чем максимальное значение, допустимое данной комбинацией привода клапана, типа клапана и размера клапана? Если нет, то утечка клапана будет избыточной ( $>0.05\%$  значения  $K_V$ ).

## 4.5 Пояснительные примеры

### 4.5.1 Рабочая среда: Вода

Выделенная жирная линия на Рис. 27

Дано: - Объемный расход  $V_{100} = 6.0 \text{ м}^3/\text{ч}$   
- Перепад давления  $\Delta p_v = 0.9 \text{ бар} (= 90 \text{ кПа})$

Найти: - Значение -  $k_{VS}$

Точка пересечения двух построенных (жирных) линий показывает значение  $k_V = 6.3$ .

Результат: Выбираем клапан с  $k_{VS} = 6.3 \text{ м}^3/\text{ч}$

### 4.5.2 Рабочая среда: Пар

#### Пример А: Выделенная жирная линия А на Рис. 28

Дано: - Макс. массовый расход насыщенного пара  $G_S = 370 \text{ кг}/\text{ч}$   
- Давление на первичном клапане  $p_1 = 2.8 \text{ бар}$  (абсолютн.)  
- Перепад давления  $\Delta p_v = 0.6 \text{ бар}$

Найти: - Значение  $k_{VS}$

От точки пересечения  $p_1 = 2.8 \text{ бар}$  с  $\Delta p_v = 0.6 \text{ бар}$  проводим по горизонтали линию в область значений  $k_V$ .

Затем, от массового расхода насыщенного пара  $G_S = 370 \text{ кг}/\text{ч}$  проводим вверх вертикаль.

Точка пересечения вертикальной и горизонтальной линий находится между значениями  $k_V - 13.7$  и  $16$ .

Результат: Выбираем клапан с  $k_{VS} = 16.0 \text{ м}^3/\text{ч}$

#### Пример В: Выделенная жирная линия В на Рис. 28

Дано: - Макс. массовый расход перегретого пара  $G_S = 1300 \text{ кг}/\text{ч}$   
- Давление на первичном клапане  $p_1 = 1.2 \text{ бар}$  (абсолютн.)  
- Перепад давления  $\Delta p_v = 0.35 \text{ бар}$

- Перегрев  $\Delta t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$

Найти: - Значение  $k_{VS}$

От точки пересечения  $p_1 = 1.2 \text{ бар}$  с  $\Delta p_v = 0.35 \text{ бар}$  проводим горизонтально линию в область значений  $k_V$ . Затем от значения массового расхода перегретого пара  $G_S = 1300 \text{ кг}/\text{ч}$  проводим параллельно линию до наклонной, а затем из точки пересечения проводим вертикаль вверх до точки пересечения с горизонтальной линией для перегрева пара  $\Delta t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ .

От данной точки проводим вверх вертикаль.

Точка пересечения с построенной ранее горизонтальной линией показывает значение  $k_V = 100$ .

Результат: Выбираем клапан с  $k_{VS} = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$

ДИАГРАММА 1:  $k_{VS}$  - определение размера, рабочая среда - вода

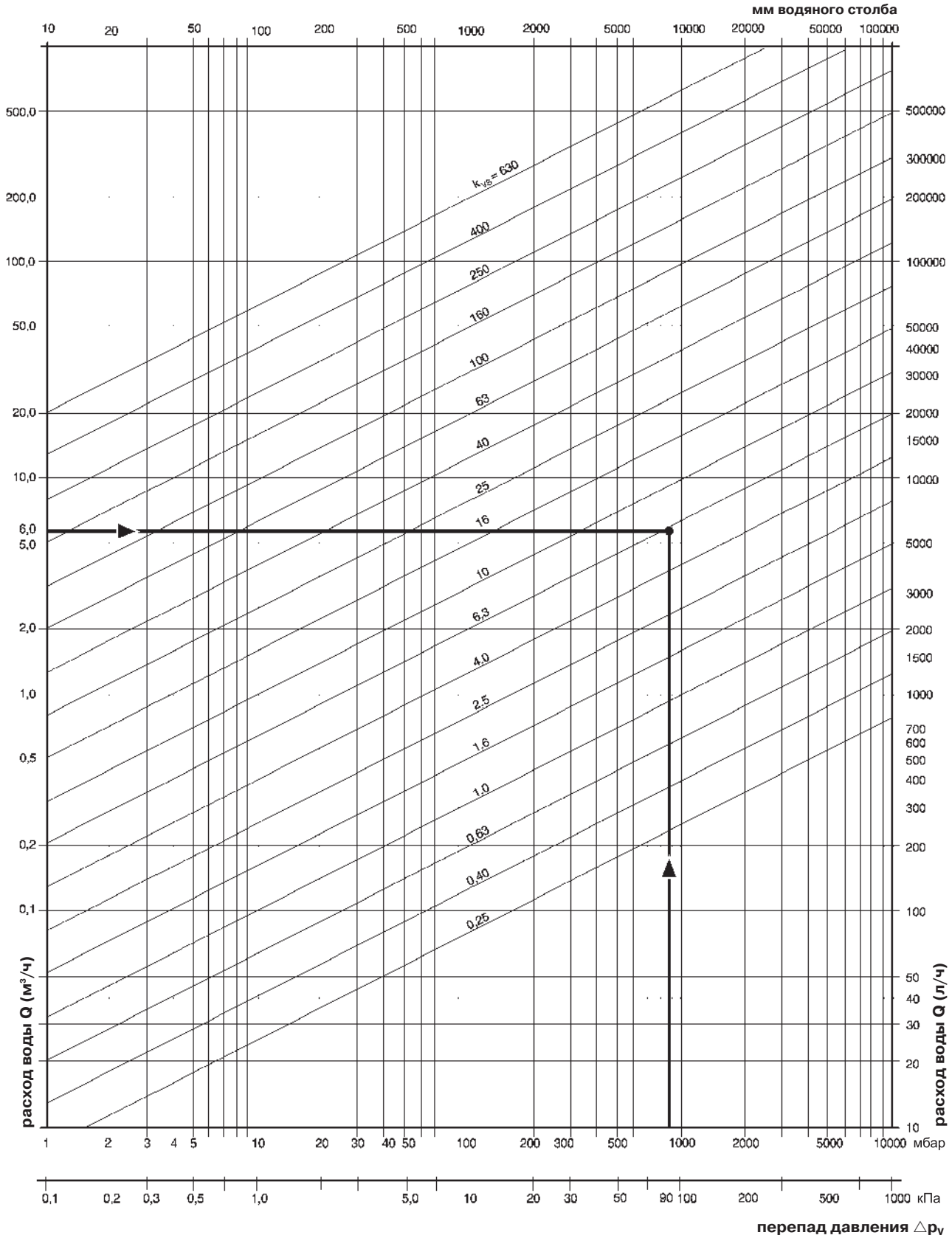


Рис. 27: Пример подбора значения  $k_{VS}$  для рабочей среды - вода.

ДИАГРАММА 2:  $k_{VS}$  - Определение величины, рабочая среда - пар

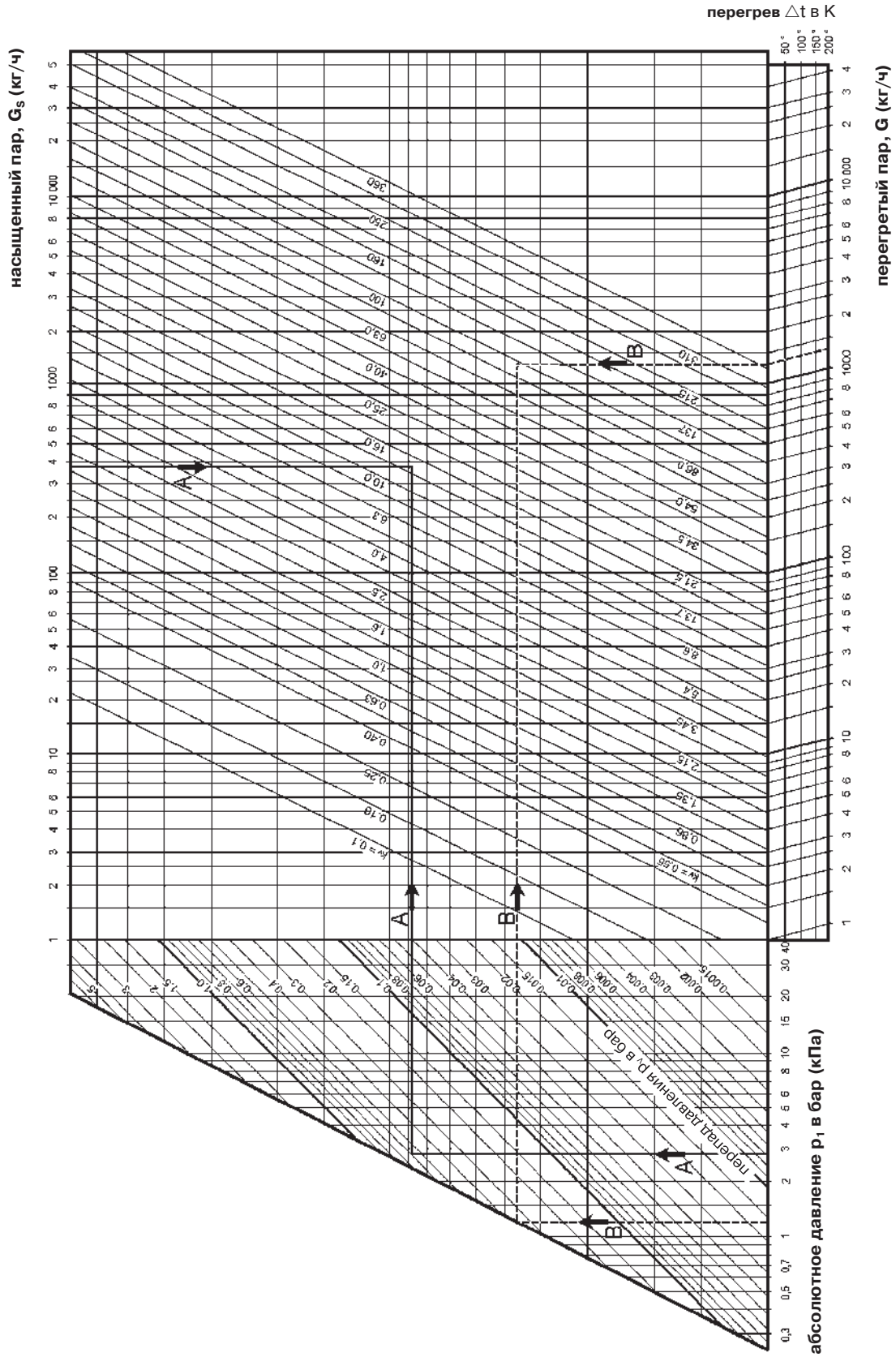


Рис. 28: Пример подбора значения  $k_{VS}$  для рабочей среды - пар.

Направление Бытовой Автоматики  
ЗАО “Хоневелл”

г. Москва  
119048, Лужники, 24, 4-й этаж  
Тел.: (495) 797-99-13, 797-63-01  
Факс: (495) 796-98-92

г. Санкт-Петербург  
191123, Шпалерная ул., д. 36,  
Бизнес-центр “Голдекс”, офис 224.  
Тел./Факс: +7(812) 327-63-42

<http://www.honeywell-ec.ru>  
E-mail: [ec@honeywell.ru](mailto:ec@honeywell.ru)

Возможно внесение изменений без предварительного уведомления.

**Honeywell**

R0508