

# Определение размеров и области применения клапанов

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА РЕГУЛИРУЮЩЕГО КЛАПАНА:

При регулировании параметров теплового потока, в большинстве случаев возникает необходимость ограничения его качественно-количественной характеристики. В зависимости от типа системы и требований к ее параметрам количественно качественного регулирования, могут применяться клапаны различного типа. Двухходовые клапаны применяются в системах, не критичных к широкому изменению баланса давления и расхода в системе, или при подключении к тепловой сети по независимой схеме, В системах, где необходима минимизация нарушений в балансе давления и расхода рекомендуется применять трехходовые смесительные или разделительные клапаны, или использовать двухходовые клапаны с байпасными линиями.

## ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ИХ СООТНОШЕНИЯ:

Основным параметром клапана является его пропускная способность  $K_v$ .

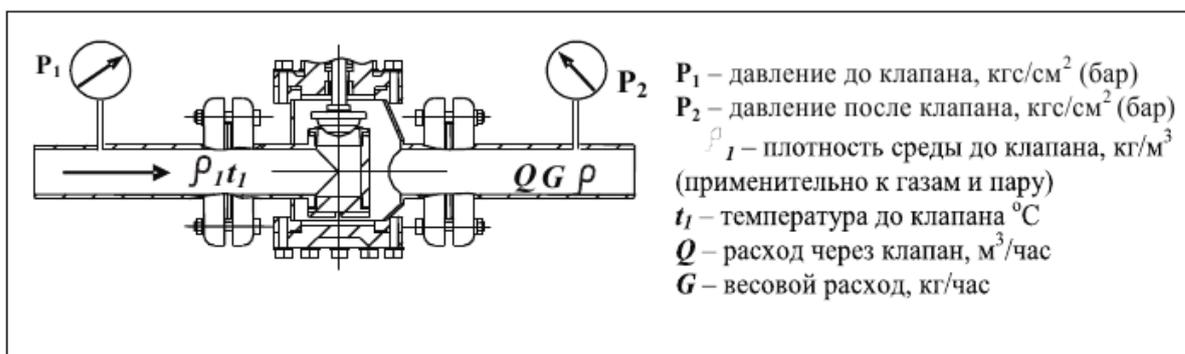
Условная пропускная способность ( $K_v$ ) - это номинальное значение расхода жидкости плотностью  $1000 \text{ кг/м}^3$  пропускаемого клапаном при перепаде (потерях) давления на нем  $1 \text{ кгс/см}^2$  (1бар) при открытом затворе на его полный условный ход.

Пропускная способность клапана (расход среды через клапан при заданных условиях) определяется по общепринятым формулам:

Среда \ Градация давления	Жидкость	Водяной пар	газы
$P_2 > P_1/2$ $\Delta P < P_1/2$	$K_v = Q \cdot \sqrt{\frac{\rho}{1000 \cdot \Delta P}}$ или	$K_v = \frac{G}{31,62} \sqrt{\frac{V_2}{\Delta P}}$	$K_v = \frac{Q_G}{519} \sqrt{\frac{T_1 \cdot \rho_G}{P_2 \cdot \Delta P}}$
$P_2 < P_1/2$ $\Delta P > P_1/2$	$K_v = \frac{G}{\sqrt{1000 \cdot \Delta P \cdot \rho}}$	$K_v = \frac{G}{31,62} \sqrt{\frac{V_1}{P_1}}$	$K_v = \frac{Q_G}{259,5 \cdot P_1} \sqrt{T_1 \cdot \rho_G}$
<p>Где: <math>P_1</math> – абсолютное давление, бар  <math>P_2</math> – абсолютное давление, бар  <math>\Delta P</math> – перепад давления, бар  <math>Q</math> – расход через клапан, м<sup>3</sup>/час  <math>G</math> – весовой расход, кг/час  <math>\rho</math> – плотность среды, кг/м<sup>3</sup> (также применительно к жидкостям)  <math>V_1</math> – удельный объем пара при <math>P_1</math> и <math>t_1</math>, м<sup>3</sup>/кг  <math>V_2</math> – удельный объем пара при <math>P_2</math> и <math>t_1</math>, м<sup>3</sup>/кг  <math>Q_G</math> – расход газообразных веществ при 0°С и 1013 мбар, м<sup>3</sup>/час  <math>\rho_G</math> – плотность газообразных веществ при 0°С и 1013 мбар, кг/м<sup>3</sup>  <math>T_1 = 273 + t_1</math>, °К  <math>\Delta P = P_1 - P_2</math></p>			

При определении расчетной пропускной способности клапана  $K_v$  перепад давлений на нем при температурах теплоносителя более  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  не должен превышать максимально допустимого значения по условиям возникновения кавитации. К установке рекомендуется принимать клапан, у которого конструктивная пропускная способность  $K_{vs}$  превосходит расчетную не менее чем на 20 %.

Основные расчетные параметры:



В связи с тем что плотность воды при температуре до 150 °С составляет значения близкие к 1000кг/м<sup>3</sup>, то формулу пропускной способности можно выразить в упрощенном виде:

$$K_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}} \quad \text{или} \quad K_v = \frac{G}{1000 \sqrt{\Delta P}} \quad (1)$$

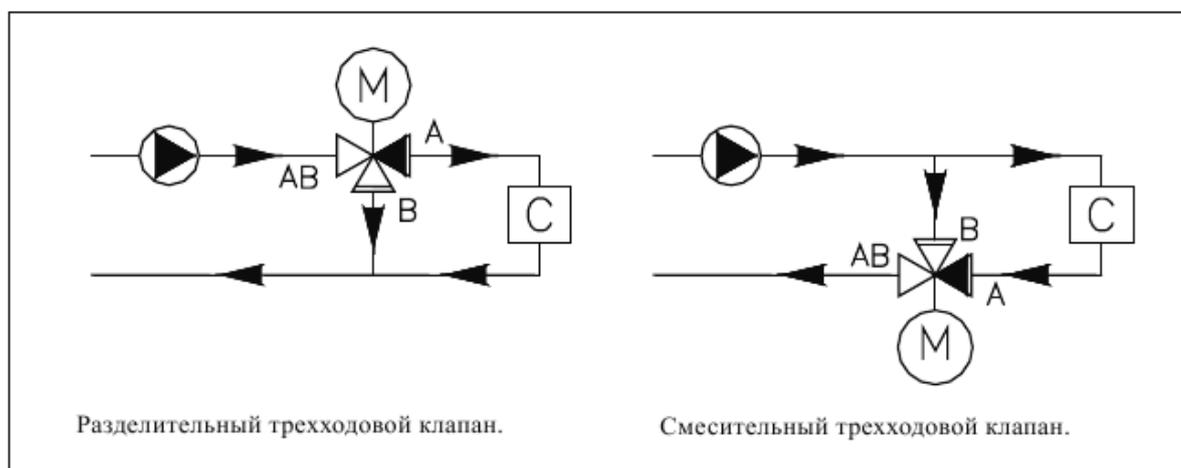
Откуда, если известен расход воды через клапан и его пропускная способность, возможно определить потери давления на нем:

$$P = \frac{Q^2}{K_v^2} \quad (2)$$

Или определить расход воды через клапан при известной его пропускной способности и известных потерях на нем:

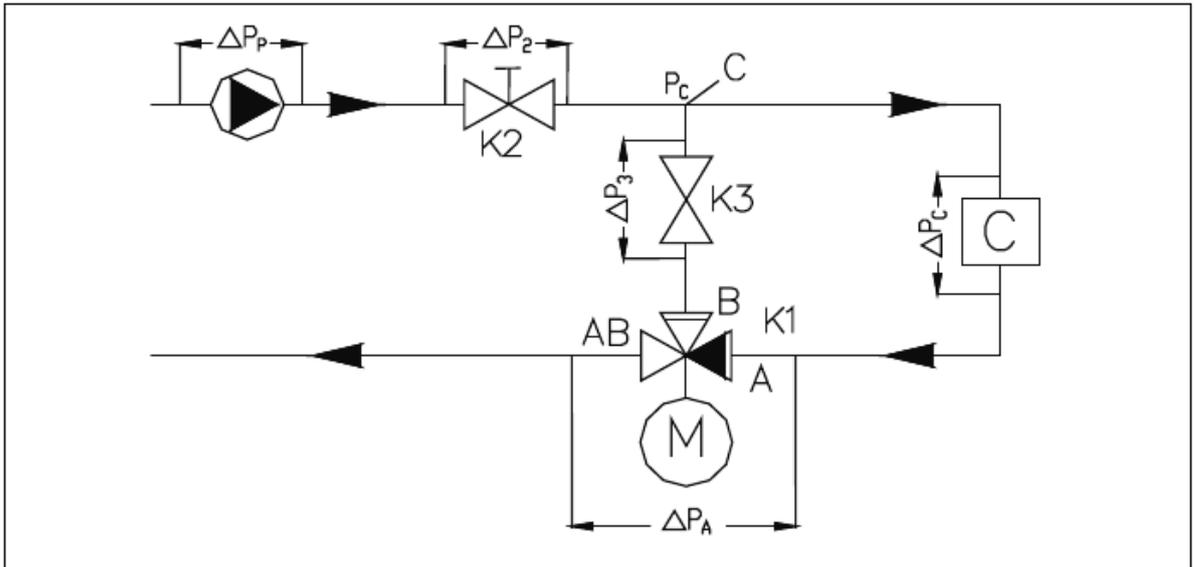
$$Q = K_v \sqrt{\Delta P} \quad (3)$$

**СМЕСИТЕЛЬНЫЕ ИЛИ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТРЕХХОДОВЫЕ КЛАПАНЫ.** В каждом контуре управления при качественно-количественном регулировании существуют точки смешения или разделения. В основном в новых конструкциях клапан устанавливается в точке смешения. При реконструкции систем, где изначально использовался разделительный клапан, следует применять разделительные клапаны. Различие в установке приведены на схеме:



**ПОНЯТИЕ ПАДЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ НА ТРЕХХОДОВОМ КЛАПАНЕ.** Зачастую понятие давления создаваемого насосом и падение давления на

трехходовом клапане путают. В трехходовом клапане всегда имеется какой-то открытый проток воды, что значит, что общее давление насоса не влияет на перепад давления на смесительном клапане. Для определения перепада давления на седле клапана рассмотрим схему его работы. Опустим падение давления в трубах, изгибах и отводах. Перекроем порт В Клапана К1. При таком условии поток через балансировочный клапан К3 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 клапана К1 . Поэтому можно записать:  $P_B = P_C$ :



Поток от точки С проходит через нагрузку «С» и порт А клапана К1. Клапан выбирается из условия падения давления  $\Delta P_A$  для заданного расхода. Для такого же расхода падение давления на нагрузке «С» будет  $\Delta P_C$ . Давление за портом АВ клапана К1 определится по формуле:  $P_A = P_C - \Delta P_C - P_A$ . Перепад давления на затворе клапана:  $\Delta P = P_B - P_A = P_C - (P_C - \Delta P_C - \Delta P_A)$ .  $\Delta P = \Delta P_C + \Delta P_A$ . Такие же рассуждения применимы и при закрытом порте А. Перепад давления, нагружающий трехходовой клапан, равен полному падению давления при открытом протоке, рассчитанном от точки, где поток разделяется (С), до общего порта клапана (АВ). Данное правило распространяется на двухходовые клапаны любого типа.

**ВОЗМОЖНОСТИ ( «АВТОРИТЕТ» ) КЛАПАНА.**

Авторитет клапана должен рассчитываться только для части контура, в котором расход регулируется данным клапаном. Авторитет клапана представляет собой отношение падения давления на полностью открытом клапане при максимальном расходе нагрузки к полному падению давления в регулируемом контуре и определяется по формуле:

$$B = \frac{\Delta P}{\Delta P + \Delta P_C} \geq 0,5 \quad (4)$$

Где: P – перепад (потери) давления на клапане;  $\Delta P_C$  – потери давления на регулируемой нагрузке.

**ВЫБОР РАЗМЕРА КЛАПАНА.**

Выбор размера клапана производится по его условной пропускной способности, определяемой по формулам таблицы 2 или для воды по упрощенной формуле 6

раздела 4.2, а также по графическим диаграммам приведенным ниже, по таблицам спецификации клапанов. Условную пропускную способность клапана принимают с коэффициентом запаса:  $K_{vu}=1,2$   $K_v$  ( $m^3/час$ ).

**ПРИМЕР**

**ВЫБОРА**

**Задача:** Подобрать запорно-регулирующий клапан для системы ГВС здания с независимым присоединением с тепловой нагрузкой 0,24 Гкал/час, при графике отопления 130-70, давление на вводе 8кг/см<sup>2</sup>, давление на выходе 6,9кг/см<sup>2</sup>.

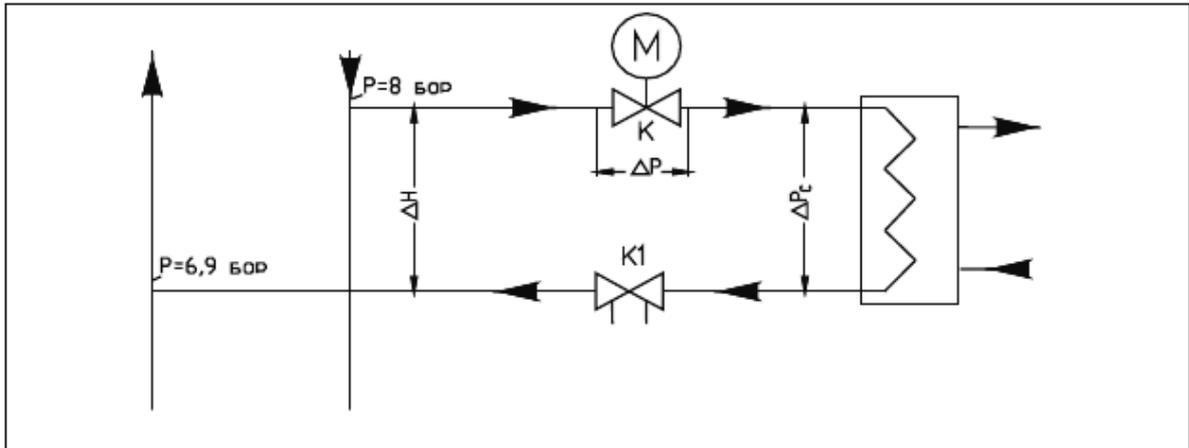


Схема задачи. Регулирующий клапан для системы ГВС при независимом присоединении.

**Решение:** Т.к. при независимом присоединении через теплообменник клапан устанавливается на линии первичного контура то определим расход воды на ГВС по формуле:

$$G = 3,6 \cdot \frac{Q_o \max}{(T_1 - T_2,0) \cdot c} = 3,6 \cdot \frac{0,24 \cdot 10^6 \cdot 1,163}{(130 - 70) \cdot 4,2} = 4003,6 \text{ кг/час} = 4,0 \text{ т/час}$$

Перепад давления на клапане с учетом падения давления на теплообменнике:  $\Delta P = \Delta H - \Delta P_c$   
 $\Delta P = \Delta H - \Delta P_{T1} = (8 - 6,9) - 0,3 = 0,8 \text{ бар}$ . (принимаем  $\Delta P_c = 0,3 \text{ бар}$ )

Пропускную способность клапана определяем по формуле 6:

$$K_v = \frac{G}{1000 \sqrt{\Delta P}} = \frac{4,003,6}{1000 \sqrt{0,8}} = 4,5 \text{ м}^3/\text{час} \quad K_{vu} = 1,2 \cdot 4,5 = 5,4 \text{ м}^3/\text{час}$$

Из таблиц спецификаций клапанов выбираем КЗР 25/17 с условной пропускной способностью  $K_{vu} = 6,3 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Потери давления на клапане при расходе 5,4 т/час по формуле 7:

$$\Delta P = \frac{Q^2}{K_v^2} = \frac{5,4^2}{6,3^2} = 0,73 \text{ бар}$$

авторитет клапана соответствует условию регулирования по формуле 9:

$$\beta = \frac{\Delta P}{\Delta P + \Delta P_c} = \frac{0,73}{1,03} = 0,66$$

Требуемый перепад давления в балансировочном клапане К1

$$\Delta P_{T1} = \Delta H - \Delta P - \Delta P_c = 1,1 - 0,73 - 0,3 = 0,07 \text{ бар} = 0,7 \text{ кПа}$$

ПОЯСНИТЕЛЬНЫЕ	ПРИМЕРЫ	ПОЛЬЗОВАНИЯ	ДИАГРАММАМИ
Рабочая среда	вода	-	вода
Дано:	-	Объемный расход	$Q = 20,5 \text{ м}^3/\text{час}$
-	Перепад давления	Значение $\Delta P = 0,82 \text{ бар} (= 82 \text{ кПа})$	$= 8,2 \text{ м}$
Найти:	-	Значение $K_v$	$K_v$
Используем диаграмму	1	для рабочей среды	- вода

Точка пересечения двух штриховых линий, проведенная от координатных осей расхода и перепада давления, находится между линиями  $Kv=22\text{м}^3/\text{час}$  и  $Kv=16\text{м}^3/\text{час}$  ближе к линии со значением  $Kv=22$ .  
 Результат: выбираем клапан с условной пропускной способностью  $Kvu = 22\text{м}^3/\text{час}$ .

Рабочая среда – насыщенный пар  
 Используем диаграмму 2 для рабочей среды – пар  
 Дано: - Максимальный весовой расход насыщенного пара  $G_s=505\text{кг}/\text{час}$   
 - Давление в первичном контуре (абсолютное)  $P_1=2,7$  бар  
 - Перепад давления  $\Delta P=0,5$  бар  
 Найти: Значение  $Kv$   
 Используем диаграмму 2 для рабочей среды – пар  
 От точки пересечения  $P_1=2,7$  бар с  $\Delta P=0,5$  бар проводим горизонтально линию в область значений  $Kv$ . Затем от оси массового расхода насыщенного пара  $G_s=505\text{кг}/\text{час}$  опускаем вертикаль до проведенной горизонтальной линии. Точка пересечения находится между значениями  $Kv=16$  и  $22$ .  
 Результат: выбираем клапан с условной пропускной способностью  $Kvu = 22\text{м}^3/\text{час}$ .

Рабочая среда – перегретый пар  
 Дано: - Максимальный весовой расход перегретого пара  $G=1500\text{кг}/\text{час}$   
 - Давление в первичном контуре (абсолютное)  $P_1=1,2$  бар  
 - Перепад давления  $\Delta P=0,35$  бар  
 - Перегрев пара  $\Delta t=100^\circ\text{C}$   
 Найти: Значение  $Kv$   
 Используем диаграмму 2 для рабочей среды – пар  
 От точки пересечения  $P_1=1,2$  бар с  $\Delta P=0,35$  бар проводим горизонтально линию в область значений  $Kv$ . Затем от значения массового расхода перегретого пара  $G=1500\text{кг}/\text{час}$  проводим параллельно наклонной линии до горизонтали температуры перегрева  $t=100^\circ\text{C}$ , а затем из точки пересечения наклонной линии с горизонталью температурного перегрева проводим линию вертикально вверх до пересечения с горизонталью. Точка пересечения находится между значениями  $Kv=105$  и  $160$ .  
 Результат: выбираем клапан с условной пропускной способностью  $Kvu = 160\text{м}^3/\text{час}$ .

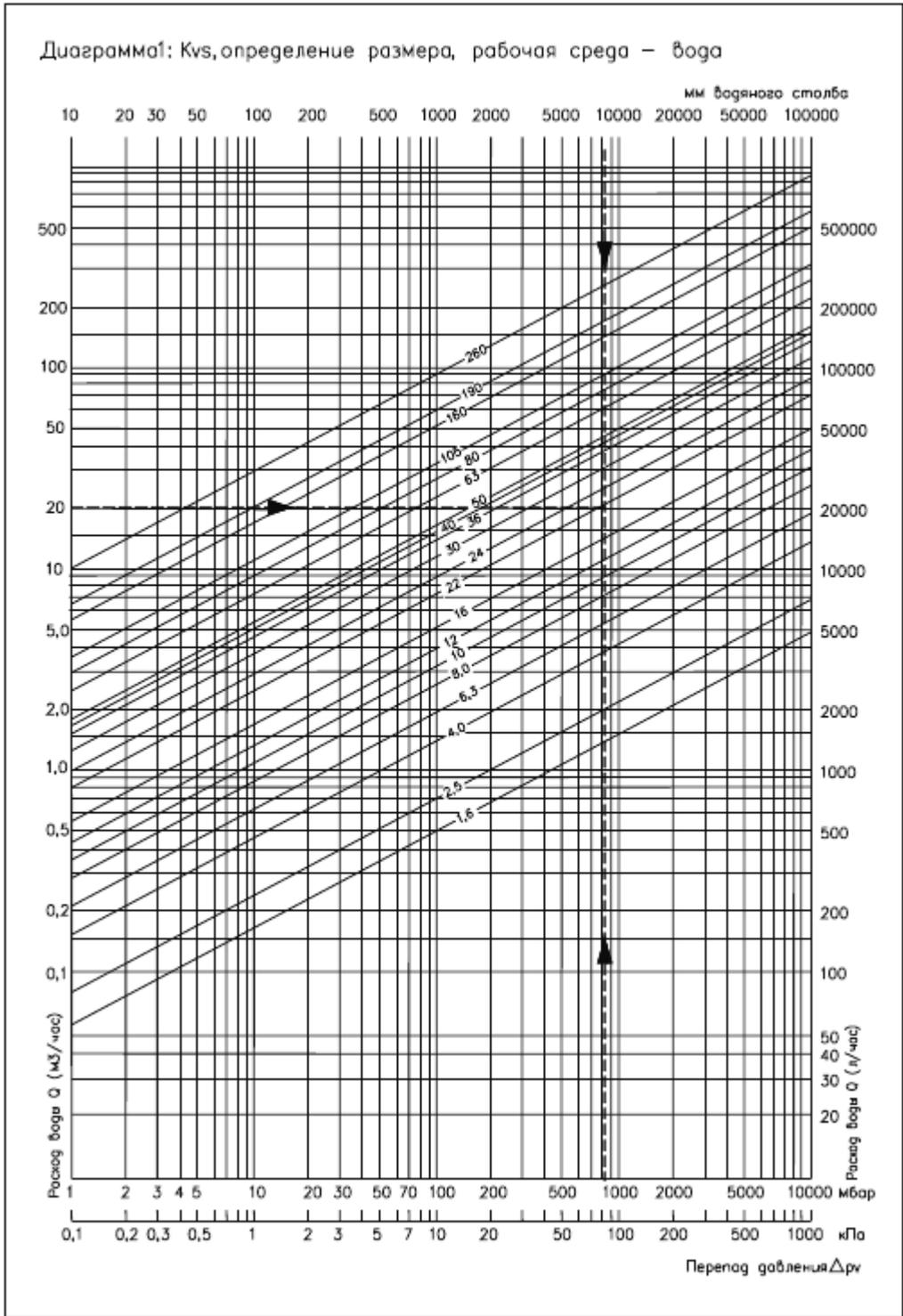


Диаграмма определения пропускной способности клапана для воды.

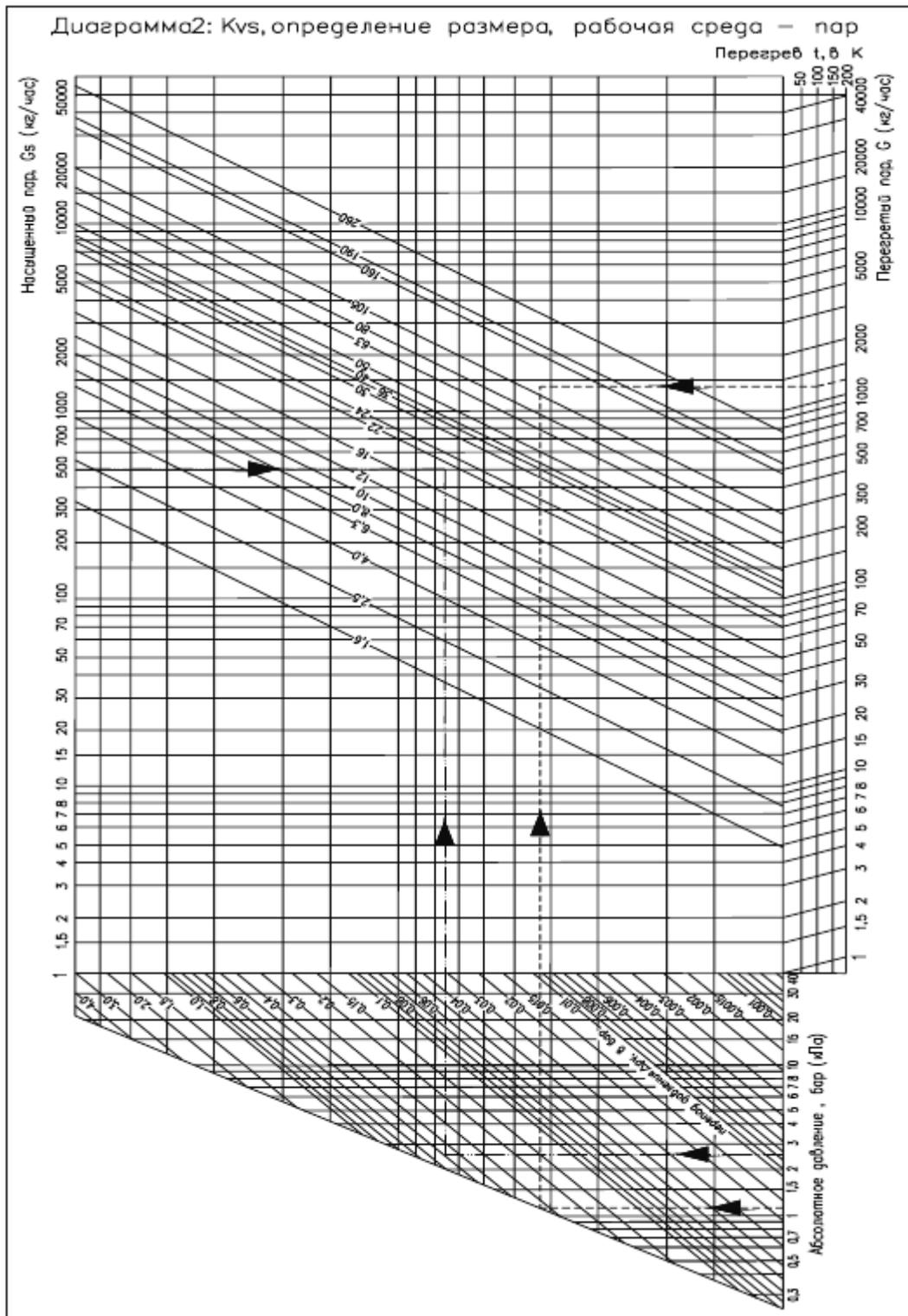


Диаграмма определения пропускной способности клапана для пара.