

Методика расчета расширительных баков и систем поддержки давления Пневматекс (с примерами)

Содержание:

Расчет расширительных баков для систем отопления Statico

Расчет систем поддержки давления с компрессорами Compresso

Расчет систем поддержки давления с гидравлическими насосами Transfero

Промежуточные баки

Расчет расширительных баков для систем водоснабжения Aquapresso

Для расчета баков и систем поддержки давления для систем с температурами до 110 С можно воспользоваться программой Select-P работающей в интерактивном режиме на сайте компании Пневматекс и доступной каждому пользователю:

www.pneumatex.com

Методика экспресс – расчета баков и систем поддержки давления для температур не выше 110 С изложена в брошюре “Техника Пневматекс для проектировщиков” (см. также сайт www.manoterm.ru)

Поскольку рабочий интервал температур бутиловых камер лежит в пределах 5 - 70 С, рекомендуется установка баков на обратных линиях. Если температура теплоносителя в месте установки выходит за пределы рекомендуемой, между расширительным баком и системой должен быть установлен промежуточный бак без бутиловой камеры, действующий как теплообменник.

Расчет расширительных баков для систем отопления

Исходные данные, необходимые для расчета баков для систем отопления:

- объем теплоносителя в системе V_A
- максимальная температура в системе T_{max}
- температура обратного потока T_R
- максимальное давление PSV в системе
- статическая высота теплоносителя HST
- состав теплоносителя

Последовательность расчетов при выборе баков для систем отопления:

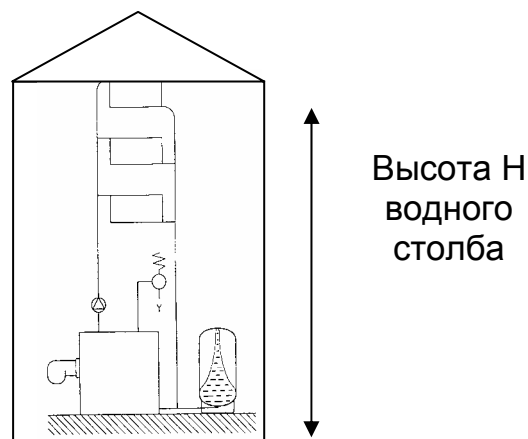
- предварительное давление P_0
- максимальное рабочее давление P_e
- коэффициент расширения e
- объем расширения V_e
- коэффициент сжатия K
- номинальный объем бака V_N
- давление заполнения P_{fil}
- объем промежуточного бака

1. **Предварительное давление воздушной подушки** бака вычисляется по формуле

$$P_0 = P_{стат.} + 0,3 \text{ bar} + P_D$$

где $P_{стат.} = H / 10$,

P_D – давление насыщенного пара при максимальной температуре (см. таблицу 1)



2. Максимальное рабочее давление P_e

- $P_e = PSV - 0,5$ бар для PSV меньше 5 бар
- $P_e = 0,9 * PSV$ для PSV больше 5 бар

3. Коэффициент расширения “e” в зависимости от температуры

При вычислении используется значение коэффициента расширения e для максимальной температуры (см. таблицу 1).

Tabelle 1: e Ausdehnungskoeffizient und p_D Verdampfungsdruck

t (TAZ, t _{max} , t _R) °C	40	50	60	70	80	90	100	105	110
e 0% Glykol = 0 °C	0,0074	0,0118	0,0168	0,0224	0,0287	0,0356	0,0432	0,0472	0,0514
p_D bar	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,4
e 40% Glykol = -24 °C	0,0239	0,0300	0,0364	0,0431	0,0502	0,0576	0,0653	0,0693	0,0734
p_D bar	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2

Антифриз = Glycol с разным процентным содержанием
 P_D – давление пара

4. Объем расширения V_e вычисляется по формуле

$$V_e = V_A * e + V_r$$

где:

физический объем расширения

$$V_e = V_A * e$$

резервный объем для баков Statico

$$V_r = V_A * 0,5\% + 0,8 \text{ л}$$

Если внутренний объем системы V_A неизвестен, то оценить его можно оценить, зная состав оборудования в контуре отопления, используя коэффициенты пересчета (см. таблицу 2, литр/кВт) для следующих приборов:

секционные радиаторы, панельные радиаторы, конвекторы, фен, теплые полы

Tabelle 2: V_A ca. Wasserinhalt von Heizungsanlagen bezogen auf die installierte Heizflächenleistung

t _{max} t _R	°C	90 70	80 60	70 55	70 50	60 40	50 40	40 30
Radiatoren	V_A Liter/kW	14,0	16,5	20,1	20,6	27,9	36,6	-
Plattenheizkörper	V_A Liter/kW	9,0	10,1	12,1	11,9	15,1	20,1	-
Konvektoren	V_A Liter/kW	6,5	7,0	8,4	7,9	9,6	13,4	-
Lüftung	V_A Liter/kW	5,8	6,1	7,2	6,6	7,6	10,8	-
Fussbodenheizung	V_A Liter/kW	9,2	10,3	11,8	11,9	14,7	18,0	26,8

Внутренний объем генераторов тепла (котлы, теплообменники и т.д.) приводится в паспортах на эти устройства.

Пример 1:

Мощность системы отопления 150 kW, максимальная температура 90°C, панельные радиаторы.

Объем воды в системе $V_A = 150 \times 9,0 / 1000 = 1,350 \text{ m}^3$
 Резервный объем $V_r = 1,350 \times 0,5\% + 0,8 \text{ л} = 8 \text{ л}$
 Коэффициент расширения e (температура 90 C) = 0,0356

Объем расширения $V_e = 1350 \times 0,0356 + 8 = 56 \text{ литров}$

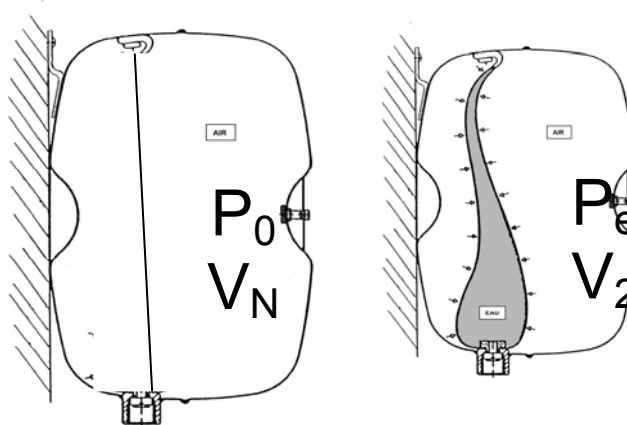
5. Коэффициент сжатия К

Закон Бойля-Мариотта для начального давления P_0 и предельного давления P_e :

$$P_0 V_N = P_e V_2 \quad (1)$$

$$P_0 V_N = P_e (V_N - V_e) \quad (2)$$

$$V_N (P_e - P_0) = P_e V_e \quad (3)$$



В начальном состоянии газ занимает весь объем бака V_N .

В конечном состоянии газ занимает объем V_2

$V_2 = V_N - V_e$ (объем расширения воды).

Соответственно давление воздушной подушки увеличилось до величины P_e

Из уравнения (3) получим:

$$V_N = V_e / K$$

где $K = (P_e - P_0) / P_e$ – коэффициент сжатия

Используются абсолютные давления!

Пример 1 (продолжение):

Мощность системы отопления 150 kW, максимальная температура 90°C, панельные радиаторы, статическая высота 7 m, давление клапана безопасности 3,0 bar

Объем расширения = 56 литров

Коэффициент сжатия $K = 0,4286$

Объем бака = $56 / 0,4286 = 131 \text{ литра}$

Рекомендуется модель SE 180 литров

6. Расчет давления заполнения бака P_{fil}

При заполнении системы водой давление в системе P_{fil} должно быть достаточным для заполнения резервного объема, так называемого эффективного резерва V_{res} . Этот объем не совпадает с резервным объемом V_r , вычисляемым ранее. При вычислении P_{fil} мы исходим из имеющегося реального объема бака V_G и известных параметров.

В этом случае режим работы бака оптимален.

Пример 1 (продолжение):

Реальный объем бака (SE 180) $V_G = 180 \text{ л}$

Объем расширения (с резервом) 56 л

Резервный объем = 8 л

Физический объем расширения – $59 - 8 = 48 \text{ л}$

Коэфф. сжатия $K = 42.86 \%$

Эффективный резервный объем при начальных условиях заполнения

$V_{res} = (\text{Реальный объем бака} \times \text{Коэфф. сжатия}) - \text{Физический объем расширения} = 29 \text{ л}$

Из закона Бойля – Мариотта:

$$V_G \times (P_0 + 1) = (V_G - V_{res}) \times (P_{fil} + 1)$$

Величины давления считаются избыточными.

$$P_{fil} = V_G \times (P_0 + 1) / (V_G - V_{res}) - 1 \quad (4)$$

Давление заполнения $P_{fil} = 180 \times (1.0 + 1) / (180 - 29) - 1 = 1,4$ бар

Пример 2:

Мощность = 1500 kW, панельные радиаторы, статическая высота 25 м, максимальная температура 90°C, давление клапана безопасности 4,0 бар

Объем воды в системе: 13,5 м³

Объем расширения: 549 л

Коэффициент сжатия: 16 %

Номинальный объем бака: 3432 л

Системы поддержки давления

Чтобы избежать установки большого кол-ва баков для систем большой мощности Пневматекс рекомендует системы поддержки давления Compresso (с компрессорами) или Transfero (с насосами).

Объем бака систем поддержки давления обоих типов рассчитывается по формуле:

$$V_N = (V_A * e + V_r) \times D_f \quad (5)$$

где:

объем системы V_A

фактор компрессии $D_f = 1,1$ (одинаков для обоих типов систем)

коэффициент расширения e

резервный объем $V_r = V_A * 0,5\%$

Пример 3: расчет бака системы Compresso

Мощность системы 900 KW, максимальная температура 90°C, температура обратного потока 70°C, радиаторы, статическая высота 35 м

Объем системы = $900 \times 14,0 / 1000 = 12.6$ м³

Объем расширения = $12600 \times (0,0356 + 0.005) = 512$ л

Номинальный объем бака = $512 \times 1,1 = 563$ л

Выбор: станция Compresso – расширительный бак CU 600.6

Пример 4: расчет бака системы Transfero

Мощность системы отопления 1300 KW, максимальная температура 90°C, температура обратного потока 70°C, панельные радиаторы, статическая высота 30 м

Объем системы = $1300 \times 9,0 / 1000 = 11.7$ м³

Объем расширения (с резервом) = $11700 \times (0,0356 + 0.005) = 475$ л

Объем бака = $475 \times 1,1 = 523$ л

Выбор: станция Transfero – расширительный бак TU500

Промежуточные баки DE/DU/DG

Промежуточные баки устанавливаются в случае если температура теплоносителя в месте установки выше 70 С, или ниже 5 С.

Номинальный объем промежуточного бака вычисляется по формуле:

$$V_N \geq V_A * \Delta e$$

V_A – объем теплоносителя в системе

Δe – фактор расширения (таблица 3)

T_R °С	80	90	100	105	110
Δe	0,0069	0,0143	0,0221	0,0262	0,0304

T_{min}	- 34	- 28	- 20	- 10	
Δe	0,0110	0,0086	0,0049	0,0014	

Баки Aquapresso для систем водоснабжения

Формулы расчета баков Aquapresso для систем горячего водоснабжения и бустерных систем водоснабжения представлены в брошюре “Техника Пневматекс для проектировщиков”.