ГОССТРОЙ СССР
Г л а в п р о м с т р о й п р о е к т
СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ
Государственный проектный институт
САНТЕХПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер
ГПИ Сантехпроект

Ю.И.Шиллер

Рекомендации по расчету водонагревателей горячего водоснабжения, присоединяемых по двухступенчатой смешанной схеме

ГЗ-I

Москва 1982

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ СССР

Г л а в п р о м с т р о й п р о е к т

СОЮЗСАНТЕХПРСЕКТ

Государственный проектный институт

САНТЕХПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер
ГПИ Сантехпроект

Ю.И.Шиллер

Рекомендации по расчету водонагревателей горячего водоснабжения, присоединяемых по двухступенчатой смешанной схеме

ГЗ-I

Москва 1982

Рекомендации разработаны техническим отделом ГПИ Сантехпроект взамен "Рекомендаций..." серии К3-90, выпущенных в 1974 году.

В Рекомендациях учтены изменения в методике расчета водонагревателей, принятые при составлении нормативного документа по проектированию тепловых пунктов.

Рекомендации составлены инж. Крутовой И.Н.

© Государственный проектный институт Сантехпроект Главпромстройпроекта Госстроя СССР (ГПИ Сантехпроект), 1982

I. Условия выбора двухступенчатой схемы присоединения водонагревателей.

При соотношении максимальных часовых расходов тепла на горячее водоснабжение и отопление от 0,2 до I в закрытых системах теплоснабжения двухступенчатая смешанная схема присоединения водонагревателей горячего водоснабжения применяется:

а) в тепловых пунктах производственных и общественных зданий с расходом тепла на приточную вентиляцию более I5% от расхода тепла на отопление - независимо от графика регулирования температуры воды в тепловых сетях и от принятых средств регулирования в тепловом пункте расходов воды или тепла;

б) в тепловых пунктах жилых, общественных и производственных зданий с расходом тепла на приточную вентиляцию не более I5% от расхода тепла на отопление - при отопительном графике регулирования температуры воды в тепловых сетях и применении в тепловом пункте регуляторов расхода воды на отопление;

в) в тепловых пунктах жилых, общественных и производственных зданий с расходом тепла на приточную вентиляцию не более I5% от расхода тепла на отопление - независимо от графика регулирования температуры воды в тепловых сетях при применении в тепловом пункте регуляторов расхода тепла на отопление манометрического типа, либо электронного с использованием в качестве исполнительного органа водоструйного элеватора.

При определении расхода тепла на отопление следует учитывать все виды отопительных нагрузок - отопление водяное, воздушное и совмещенное с приточной вентиляцией.

2. Описание двухступенчатой смешанной схемы.

Смешанная схема характеризуется тем, что первая ступень водонагревателя горячего водоснабжения присоединяется к обратному трубопроводу греющей воды после систем

отопления и вентиляции, а вторая ступень присоединяется к подающему и обратному трубопроводам греющей воды параллельно с системами отопления и вентиляции,

Отбор греющей воды к первой ступени водонагревателя может осуществляться от общей сборной гребенки или от обратного трубопровода греющей воды после присоединения к нему систем отопления и вентиляции. Обратный трубопровод греющей воды от первой ступени водонагревателя присоединяется непосредственно к обратному трубопроводу тепловой сети после сборной гребенки, а при ее отсутствии - после присоединения обратных трубопроводов от местных систем и отбора из сборного обратного трубопровода в первую ступень водонагревателя. При этом между точками врезки ответвлений к первой ступени и от нее на сборном обратном трубопроводе следует устанавливать дроссельную диафрагму, рассчитанную на гашение напора, равного потере давления в первой ступени водонагревателя при расчетном расходе греющей воды.

Греющая вода из тепловой сети должна поступать в межтрубное пространство водонагревателя, нагреваемая водопроводная вода - в трубки. При наличии в системе горячего водоснабжения циркуляционного трубопровода в тепловом пункте устанавливаются циркуляционные или повысительно-циркуляционные насосы. Циркуляционный трубопровод присоединяется к трубопроводу нагреваемой воды между первой и второй ступенями водонагревателя.

3. Исходные данные для расчета водонагревателя

3.1. Расчет поверхностей нагрева первой и второй ступеней водонагревателя рекомендуется производить только при температуре греющей воды в тепловой сети, соответствующей точке излома температурного графика (t_1').

При максимальном часовом расходе тепла на горячее водоснабжение 2 МВт (1,7 Гкал/ч) и более в каждой ступени подогрева рекомендуется устанавливать параллельно два водонагревателя по 50% производительности каждый.

3.2. Расчетную производительность водонагревателей систем горячего водоснабжения следует принимать согласно указаниям СНиП П-34-76 по проектированию горячего водоснабжения с учетом потерь тепла подающими и циркуляционными трубопроводами системы:

при отсутствии баков-аккумуляторов нагреваемой воды - по максимальным часовым расходам тепла Q г.в.макс., определяемым по подпункту "а" п. 4.10 главы СНиП на горячее водоснабжение;

при наличии баков-аккумуляторов нагреваемой воды в местах ее разбора (у потребителей) - по расходам тепла, определяемым по подпункту "б" п.4.10 и приложению 9 главы СНиП на горячее водоснабжение;

при наличии баков-аккумуляторов нагреваемой воды в ЦТП - по среднечасовым расходам тепла Q г.в.ср., определяемым по подпункту "в" п.4.10 главы СНиП на горячее водоснабжение.

3.3. При отсутствии данных о величине потерь тепла трубопроводами систем горячего водоснабжения расходы тепла на горячее водоснабжение можно с достаточной точностью определять по формулам:

$$Q_{г.в.макс.} = c \cdot (G_ч + G_{ср} \cdot K_{т.п}) \cdot (55 - t_{х.з.});$$

$$Q_{г.в.ср.} = G_{ср} \cdot c \cdot (55 - t_{х.з.}) \cdot (1 + K_{т.п}),$$

где $G_ч$ - часовой расход нагреваемой воды в час наибольшего водопотребления в кг/ч, определяемый по главе СНиП на горячее водоснабжение;

$G_{ср.}$ - среднечасовой за отопительный период расход нагреваемой воды в кг/ч, определяемый по формуле

$$G_{ср} = \frac{u \cdot g_{ис} \cdot 10^{-3} \cdot \rho}{n};$$

u - количество потребителей горячей воды, обслуживаемых водонагревателем;

$g_{ис}$ - норма расхода горячей воды в л средняя в сутки за отопительный период на одного потребителя, принимаемая по главе СНиП на горячее водоснабжение;

T – период потребления горячей воды (за сутки или смену) в ч.;

ρ – объемная плотность воды в кг/м^3;

c – удельная теплоемкость воды в ккал/(кг.^{0}С);

$t_{х.з}$ – температура нагреваемой воды на входе в первую ступень водонагревателя, равная температуре холодной воды в хозяйственно-питьевом водопроводе в отопительный период в ^{0}С; принимается в зависимости от конкретных условий, а при отсутствии данных – равной 5^{0}С;

$К_{тп}$ – коэффициент, учитывающий потери тепла трубопроводами систем горячего водоснабжения, принимается по табл. I.

Таблица I

Типы систем горячего водоснабжения	Коэффициент, учитывающий потери тепла, К тп	
	при наличии наружных распределительных сетей горячего водоснабжения от ЦТП	без наружных распределительных сетей горячего водоснабжения
С изолированными стояками без полотенцесушителей	0,I5	0,I
То же, с полотенцесушителями	0,25	0,2

Примечание. Таблица I приведена по данным Московского научно-исследовательского института типового и экспериментального проектирования (МНИИТЭП).

Схема обозначения температур и расходов воды,

используемых в расчетах, приведена на рисунке.

3.4. Температуру греющей воды на входе во вторую ступень водонагревателя τ_1' следует принимать по графику регулирования температуры воды для тепловой сети, но не менее 70°С.

3.5. Температуру греющей воды на выходе из второй ступени водонагревателя $\tau_2^{II'}$ и на входе в первую ступень следует принимать равной температуре греющей воды, возвращаемой из системы отопления при температуре наружного воздуха, соответствующей точке излома температурного графика (см. табл. 2) $\tau_2^{II'} = \tau_2'$.

При независимом присоединении системы отопления вместо τ_2' следует принимать температуру греющей воды после отопительного водонагревателя τ_{02}'.

Как правило, принимается $\tau_{02}' = \tau_2' + 10°С$.

3.6. Температура нагреваемой воды на выходе из первой ступени водонагревателя $t_п^I$ принимается на 5°С ниже температуры греющей воды на входе в первую ступень, т.е.

$$t_п^I = \tau_2' - 5°С \quad или \quad t_п^I = \tau_{02}' - 5°С.$$

3.7. Распределение расчетной производительности между первой и второй ступенями водонагревателя производится по формулам:

для первой ступени $Q_{г.в.}^I = G^I \cdot c \cdot (t_п^I - t_{х.з})$;

для второй ступени $Q_{г.в.}^{II} = Q_{г.в.} - Q_{г.в.}^I$,

где G^I – расход нагреваемой воды в кг/ч, принимается при отсутствии баков-аккумуляторов равным $G_г$, а при наличии – G ср.

3.8. Температура греющей воды на выходе из первой ступени водонагревателя $\tau_2^{I'}$ определяется по формуле

$$\tau_2^{I'} = \tau_2^{II'} - \frac{Q_{г.в.}^I}{c \cdot G^I}$$

3.9. Расход нагреваемой воды во второй ступени водонагревателя G^{II} в кг/ч при отсутствии баков-аккумуляторов принимается равным $G_г$, при их наличии и без циркуляционного трубопровода – G ср., а с баками-аккумуляторами и

Таблица 2

Расчетная температура наружного воздуха, °С	Фактическая температура наружного воздуха, °С										
	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
-5	41,4	52,0	61,5	70,0							
-6	40,6	50,8	60,1	68,7							
-7	40,0	49,9	58,9	67,6							
-8	39,3	49,0	57,7	65,0							
-9	38,6	47,9	56,3	64,0							
-10	38,2	47,2	55,4	62,9	70,0						
-11	37,5	46,2	54,2	61,6	68,4						
-12	37,0	45,7	53,5	60,6	67,3						
-13	36,5	45,1	52,8	59,8	66,3						
-14	36,2	44,3	51,7	58,5	65,1						
-15	35,8	43,8	51,0	57,8	64,2	70,0					
-16	35,4	43,3	50,4	57,0	63,3	69,0					
-17	34,9	42,6	49,4	55,9	62,0	67,5					
-18	34,6	42,0	48,8	55,1	61,0	66,5					
-19	34,2	41,3	48,1	54,3	60,1	65,5					
-20	34,0	41,0	47,6	53,6	59,3	64,8	70,0				

Продолжение табл.2

Расчетная температура наружного воздуха, °С	Фактическая температура наружного воздуха, °С										
	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
-21	33,6	40,7	47,0	52,9	58,5	63,8	69,0				
-22	33,3	40,2	46,4	52,2	57,7	63,0	68,0				
-23	33,0	39,8	45,9	51,6	57,0	62,2	67,0				
-24	32,7	39,4	45,4	51,0	56,3	61,4	66,3				
-25	32,5	38,9	44,8	50,4	55,6	60,6	65,4	70,0			
-26	32,3	38,6	44,5	49,8	55,0	59,8	64,6	69,1			
-27	32,0	38,3	44,0	49,3	54,2	59,2	63,8	68,3			
-28	31,8	37,9	43,5	48,8	53,8	58,5	63,0	67,7			
-29	31,5	37,6	43,1	48,3	53,2	57,8	62,4	66,6			
-30	31,3	37,3	42,7	47,8	52,6	57,2	61,6	65,9	70,0		
-31	31,1	37,0	42,3	47,4	52,1	56,6	60,9	65,2	69,2		
-32	31,0	36,7	41,9	46,9	51,6	56,0	60,3	64,4	68,4		
-33	30,7	36,4	41,6	46,5	51,1	55,4	59,7	63,7	67,7		
-34	30,6	36,1	41,2	46,0	50,5	54,9	59,0	63,1	66,9		
-35	30,3	35,9	40,9	45,6	50,1	54,3	58,5	62,4	66,3	70,0	
-36	30,2	35,7	40,6	45,3	49,6	53,8	57,9	61,8	65,6	69,3	
-37	30,0	35,4	40,3	44,8	49,2	53,4	57,3	61,2	64,9	68,6	
-38	29,8	35,2	40,0	44,5	48,8	52,9	56,8	60,6	64,3	67,9	
-39	29,7	34,9	39,7	44,1	48,4	52,4	56,3	60,0	63,7	67,3	
-40	29,5	34,7	39,4	43,8	48,0	52,0	55,8	59,5	63,1	66,6	70,0

циркуляционным трубопроводом определяется по формуле

$$G^{I} = \frac{Q^{II}_{г.в.}}{c \cdot (60 - t^{I}_{п})},$$

3.10. Расход греющей воды в первой ступени водонагревателя определяется по формуле

$$G^{I}_{г.в.} = \frac{(Q'_{о} + Q^{II}_{г.в.})}{c \cdot (\tau'_{1} - \tau'_{2})},$$

где $Q'_{о}$ - расход тепла на отопление при температуре наружного воздуха, соответствующей точке излома температурного графика, в ккал/ч,

$$Q'_{о} = Q_{о} \cdot \frac{t_{вн} - t'_{н}}{t_{вн} - t_{р.о}},$$

$t_{вн}$ - температура воздуха внутри помещения;

$t'_{н}$ - температура наружного воздуха, соответствующая точке излома температурного графика;

$t_{р.о}$ - температура наружного воздуха для расчета отопления.

3.11. Расход греющей воды во второй ступени водонагревателя определяется по формуле

$$G^{II}_{г.в.} = \frac{Q^{II}_{г.в.}}{c \cdot (\tau'_{1} - \tau'_{2})};$$

Примечание. При независимом присоединении систем отопления в формулы для определения G^{I} г.в. и G^{II} г.в. вместо τ'_{2} следует подставлять $\tau'_{о2}$.

4. Расчет ступеней водонагревателя

4.1. Для расчета первой ступени водонагревателя используются Q^{I} г.в., G^{I} г.в., G^{I}, τ^{II}_{2}, $\tau^{I'}_{2}$, t х.з. и $t^{I}_{п}$; для расчета второй ступени - Q^{II} г.в., G^{II} г.в., G^{II}, τ'_{1}, τ^{II}_{2}, $t^{I}_{п}$ и $t_{г}$.

При наличии в тепловом пункте вакуумной деаэрации $t_{г}$ следует принимать 65°С с учетом падения температуры в деаэраторе.

4.2. Поверхность нагрева каждой ступени водонагревателя в м^2 определяется по формуле

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{ср.}},$$

где К – коэффициент теплопередачи в ккал/(м^2.ч.^{0}С);

$$K = \frac{\varepsilon}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{нак}}{\lambda_{нак}}}$$

α_1, α_2 – коэффициенты теплоотдачи от греющей воды к стенке трубки и от стенки трубки к нагреваемой воде в ккал/(м^2.ч.^{0}С);

$\delta_{ст}$ – толщина стенки трубки в м;

$\delta_{нак}$ – толщина накипи в м, обычно принимаемая равной 0,0005 м;

$\lambda_{ст}$ – коэффициент теплопроводности материала стенки трубок в ккал/(м.ч.^{0}С); принимаемый для стали равным 50, а для латуни – 90 ккал/(м .ч.^{0}С);

$\lambda_{нак}$ – то же, слоя накипи, принимаемый равным 2 ккал/(м .ч.^{0}С);

ε – коэффициент, учитывающий неоднородность трубного пучка, принимается равным 0,95;

4.3. Коэффициенты теплоотдачи α_1 и α_2 для скоростных секционных водонагревателей (при продольном омывании водой в области турбулентного движения) определяются по уточненным формулам, рекомендуемым ВТИ им.Дзержинского:

для греющей воды в межтрубном пространстве

$$\alpha_1 = (1210 + 18t_{ср} - 0{,}038t_{ср}^2) \cdot \frac{W^{0{,}8}}{d_{экв}^{0{,}2}}$$

для нагреваемой воды в трубках

$$\alpha_2 = (1210 + 18t_{ср} - 0{,}038t_{ср}^2) \cdot \frac{W^{0{,}8}}{d_{вн}^{0{,}2}}$$

где $t_{ср}$ – средняя температура воды в ^{0}С, определяемая по формуле $t_{ср} = \frac{t_{вх} + t_{вых}}{2}$;

$t_{вх}$, $t_{вых}$ – температуры воды на входе и на выходе из ступени водонагревателя в ^{0}С;

$d_{вн}$ – внутренний диаметр трубок в м;

$d_{экв}$ – эквивалентный диаметр межтрубного пространства в м, определяемый по формуле

$$d_{экв} = \frac{D_{вн}^2 - n \cdot d_н^2}{D_{вн} + n \cdot d_н}$$

n – число трубок в живом сечении;

$d_н$ – наружный диаметр трубок в м;

$D_{вн}$ – внутренний диаметр водонагревателя в м;

W – скорость движения воды в межтрубном пространстве или в трубках в м/с, определяемая по формуле

$$W = \frac{G}{f \cdot 3600 \cdot \gamma};$$

f – площадь живого сечения межтрубного пространства или всех трубок в м^2.

Скорость воды в трубках рекомендуется принимать не менее 0,5 м/с и не более I м/с.

4.4. При расчете водонагревателей следует пользоваться Рекомендациями Сантехпроекта серии А9-I0, уменьшая на I90 температурный множитель A_I, приведенный в приложении 4.

4.5. Потеря давления ΔP в кгс/м^2 нагреваемой воды в трубках водонагревателя определяется в соответствии с указаниями главы СНиП на горячее водоснабжение.

4.6. Потеря давления греющей воды в межтрубном пространстве определяется по формуле

$$\Delta P = \left(\frac{\lambda \cdot l}{d_{экв}} + \sum \zeta \right) \cdot \frac{W^2}{2g} \cdot \rho \cdot z,$$

где λ – коэффициент сопротивления трения, определяемый в соответствии с указаниями п.7.8 главы СНиП по проектированию тепловых сетей при величине эквивалентной шероховатости 0,0002 м;

l – длина секции водонагревателя в м;

$\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений в межтрубном пространстве, определяемая по формуле

$$\sum \zeta = 13{,}5 \cdot \frac{f_м}{f_п};$$

$f_м$ – площадь живого сечения межтрубного пространства в м^2;

$f_п$ – площадь живого сечения патрубка в м^2;

W – скорость греющей воды в м/с;

z – количество секций, соединенных последовательно.

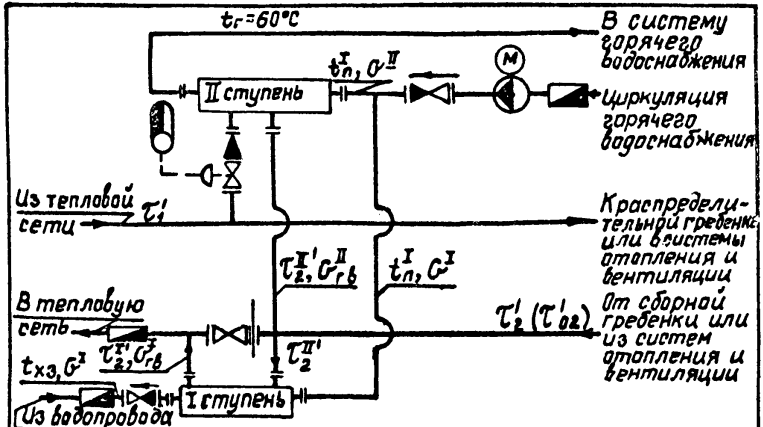

Рис. Схема обозначения температур и расходов воды, используемых в расчетах

Подп. к печ. I.07.82 г. Л - 77196 Зак. № 823 Тираж 7300 экз.
ПЭМ ВНИИИСа Госстроя СССР Цена 20 коп

gost.e-ecolog.ru