


ГОССТРОЙ СССР
Главпроектстройпроект
СОУЗСАНТЕХПРОЕКТ
Государственный проектный институт
САНТЕХПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер
ГПИ Сантехпроект

 О.И. Шиллер

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

РЗ-1

Москва 1982

ГОССТРОЙ СССР
Главпроект
СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ
Государственный проектный институт
САНТЕХПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер
ГПИ Сантехпроект

 В.И. Шиллер

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

ГЗ-1

Москва 1982

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

В Рекомендациях учтены изменения в методике расче-
та водонагревателей, принятые при составлении норматив-
ного документа по проектированию тепловых пунктов.

Рекомендации составлены инж. Крутовой И.Н.

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

1. Условия выбора двухступенчатой схемы присоединения водонагревателей.

При соотношении максимальных часовых расходов тепла на горячее водоснабжение и отопление от 0,2 до 1 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 15% 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 15% 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 15% 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:

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

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

где $G_{г.в.}$ - 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

$$G_{ср.} = \frac{Q_{г.в.ср} \cdot 10^{-3}}{c};$$

μ - количество потребителей горячей воды, обслуживаемых водонагревателем;

$Q_{г.в.ср}$ - норма расхода горячей воды в л средним 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/м³;
- c - удельная теплоемкость воды в ккал/(кг.°C);
- $t_{х,з}$ - температура нагреваемой воды на входе в первую ступень водонагревателя, равная температуре холодной воды в хозяйственно-питьевом водопроводе в отопительный период в °C; принимается в зависимости от конкретных условий, а при отсутствии данных - равной 5°C;
- $K_{тп}$ - коэффициент, учитывающий потери тепла трубопроводами систем горячего водоснабжения, принимается по табл. I.

Таблица I

Типы систем горячего водоснабжения	Коэффициент, учитывающий потери тепла, $K_{тп}$	
	при наличии наружных распределительных сетей горячего водоснабжения от ЦТП	без наружных распределительных сетей горячего водоснабжения
С изолированными стояками без полотенцесушителей	0,15	0,1
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 \mathcal{T}_1' следует принимать по графику регулирования температуры воды для тепловой сети, но не менее 70°C .

3.5. Температуру греющей воды на выходе из второй ступени водонагревателя \mathcal{T}_2'' 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)

$$\mathcal{T}_2'' = \mathcal{T}_2'.$$

При независимом присоединении системы отопления вместо \mathcal{T}_2' следует принимать температуру греющей воды после отопительного водонагревателя \mathcal{T}_{02}' .

Как правило, принимается $\mathcal{T}_{02}' = \mathcal{T}_2' + 10^\circ\text{C}$.

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

$$t_n^I = \mathcal{T}_2' - 5^\circ\text{C} \text{ или } t_n^I = \mathcal{T}_{02}' - 5^\circ\text{C}.$$

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

$$\text{для первой ступени } Q_{r.б.}^I = G^I \cdot c \cdot (t_n^I - t_{к.э});$$

$$\text{для второй ступени } Q_{r.б.}^{II} = Q_{r.б.} - Q_{r.б.}^I,$$

где G^I - расход нагреваемой воды в кг/ч, принимается при отсутствии баков-аккумуляторов равным G_2 , а при наличии - G ср.

3.8. Температура греющей воды на выходе из первой ступени водонагревателя $\mathcal{T}_2^{I'}$ определяется по формуле

$$\mathcal{T}_2^{I'} = \mathcal{T}_2'' - \frac{Q_{r.б.}^I}{c \cdot G^I}$$

3.9. Расход нагреваемой воды во второй ступени водонагревателя G^{II} в кг/ч при отсутствии баков-аккумуляторов принимается равным G_2 , 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

$$G^I = \frac{Q_{\text{т.в.}}}{c \cdot (t_{\text{в.}} - t_{\text{н.}}^I)},$$

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

$$G_{\text{г.в.}}^I = \frac{(Q_{\text{в.}} + Q_{\text{т.в.}}^I)}{c \cdot (t_{\text{в.}}^I - t_{\text{н.}}^I)},$$

где $Q_{\text{в.}}^I$ - расход тепла на отопление при температуре наружного воздуха, соответствующей точке излома температурного графика, в ккал/ч,

$$Q_{\text{в.}}^I = Q_{\text{в.}} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^I}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.д.}}}$$

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

$t_{\text{н}}^I$ - температура наружного воздуха, соответствующая точке излома температурного графика;

$t_{\text{р.д.}}$ - температура наружного воздуха для расчета отопления.

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

$$G_{\text{г.в.}}^{II} = \frac{Q_{\text{т.в.}}^{II}}{c \cdot (t_{\text{в.}}^{II} - t_{\text{н.}}^{II})};$$

Примечание. При независимом присоединении систем отопления в формулы для определения G^I г.в. и G^{II} г.в. вместо $t_{\text{н.}}^I$ следует подставлять $t_{\text{о.д.}}^I$.

4. Расчет ступеней водонагревателя

4.1. Для расчета первой ступени водонагревателя используются Q^I г.в., G^I г.в., Q^I , $t_{\text{в.}}^{II}$, $t_{\text{н.}}^{II}$, t х.з. и $t_{\text{н.}}^I$; для расчета второй ступени - Q^I г.в., G^I г.в., G^{II} , $t_{\text{в.}}^I$, $t_{\text{н.}}^{II}$, $t_{\text{н.}}^I$ и $t_{\text{р.}}$.

При наличии в тепловом пункте вакуумной деаэрации $t_{\text{р.}}$ следует принимать 65°C с учетом падения температуры в деаэраторе.

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

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

где K - коэффициент теплопередачи в ккал/(м².ч.°С);

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

α_1, α_2 - коэффициенты теплоотдачи от греющей воды к стенке трубки и от стенки трубки к нагреваемой воде в ккал/(м².ч.°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.°С); принимаемый для стали равным 50, а для латуни - 90 ккал/(м.ч.°С);

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

β - 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

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

для нагреваемой воды в трубках

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

где $t_{ср}$ - средняя температура воды в °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 °С;

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

$d_{э\text{кв}}$ - эквивалентный диаметр межтрубного пространства в м, определяемый по формуле

$$d_{э\text{кв}} = \frac{d_{вн}^2 \cdot n}{d_{вн} + n \cdot d_n}$$

n - число трубок в живом сечении;

- d_n - 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 м².

Скорость воды в трубках рекомендуется принимать не менее 0,5 м/с и не более 1 м/с.

4.4. При расчете водонагревателей следует пользоваться Рекомендациями Сантехпроекта серии А9-10, уменьшая на 190 температурный множитель A_I , приведенный в приложении 4.

4.5. Потеря давления ΔP в кгс/м² 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

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

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;

$\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений в межтрубном пространстве, определяемая по формуле

$$\sum \xi = 13,5 \cdot \frac{f_m}{f_n} ;$$

f_m - площадь живого сечения межтрубного пространства в м²;

f_n - площадь живого сечения патрубка в м²;

W - скорость греющей воды в м/с;

z - количество секций, соединенных последовательно.

Подп. к печ. 1.07.82 г. Л - 77196 Зак. № 823 Тираж 7300 экз.
ПЭМ ВНИИИСа Госстроя СССР Цена 20 коп