

Содержание

Введение.....	4
1 Расчёт допустимого времени устранения аварии и восстановления теплоснабжения.	5
2 Определение испытательного давления при испытаниях трубопроводов ослабленных коррозией.	7
3 Определение часовой и удельной утечки воды.	9
4 Определение времени снижения среднего давления воды в сети, после гидравлического испытания.	11
5 Определение максимально возможной аварийной остановки циркуляции воды тепловой сети.	13
6 Определение отпуска теплоты абоненту тепловой сети.	15
7 Определение максимально допустимого часового расхода подпиточной воды для тепловой сети.	17
Заключение	19
Библиография	20

Введение

На сегодняшний день эксплуатацию систем теплоснабжения можно выделить в отдельный раздел науки. Множество разнообразных задач необходимо решать при эксплуатации тепловых сетей, такие как: расчёт допустимого времени устранения аварии; определение испытательного давления; определение утечек воды; определение времени снижения давления воды, после гидравлического испытания; определение возможной аварийной остановки циркуляции воды; определение отпуска теплоты абоненту; определение допустимого часового расхода подпиточной воды. Большинство из них следует просчитать теоретически, еще до начала использования данных систем. Данный факт легко объяснить, необходимо заранее знать обо всех возможных вариантах развития, организовать постоянную работу всех систем жизнеобеспечения зданий, не допустить возникновения крупных и серьезных аварий. Устранение, которых, приведёт к огромным затратам и может повлечь серьезный экономический и социальный кризис.

					2907.2007.462.11 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

1. Расчёт допустимого времени устранения аварии и восстановления теплоснабжения.

Исходные условия:

В результате аварии на распределительной теплосети диаметром 400, мм отключен ЦТП с группой жилых зданий, среди которых имеется здание заданной конструкции (крупнопанельный дом серии 1-605А). Температура наружного воздуха -25, °С.

Требуется:

Определить допустимое время устранения аварии на распределительной теплосети при указанной наружной температуре и оценить сложившуюся ситуацию.

Расчёт:

1. Определяется коэффициент аккумуляции здания по среднему этажу K_a (выбирается по таблице).

$K_a = 77$ ч (для крупнопанельного дома серии 1-605А).

2. Находится темп падения температуры t_τ (определяется по таблице, методом двойного интерполирования, см. табл. 1).

$t_\tau = 0,56$ °С/ч.

Таблица 1 – Расчёт методом двойного интерполирования.

		-	-	-
		20	30	25
4	1	1	1	1
0	,1	,5	,3	
6	0	1	0	0
0	,8	,9		

7	0	0	0
	,545	,575	,56

3. Определяется время снижения температуры в квартирах с 20 °С до 8 °С (при данной температуре может произойти замерзание теплоносителя в трубах).

$$\tau = (20-8) / t_{\tau} = (20-8) / 0,56 = 21,43 \text{ ч.}$$

4. Находится время устранения аварии Z_p без учёта времени обнаружения места аварии (определяется по таблице, для теплосети диаметром 400 мм).

$$Z_p = 10...12 \text{ ч.}$$

Выводы:

В случае возникновения аварийной ситуации и остановки систем жизнеобеспечения здания в зимний период. Возможные и нежелательные последствия этого происшествия – это замерзание теплоносителя в трубах, что приведет к разрушению систем отопления здания, вследствие расширения теплоносителя при переходе в другое агрегатное состояние. По результатам расчёта, устранение аварии и восстановление работы системы отопления необходимо провести в течении 10...12 часов. Это возможно только при хорошей организации работы аварийной службы, тогда и только тогда не потребуется замены и восстановления систем жизнеобеспечения этого здания.

При отсутствии аварийной службы или плохой организации работ по обнаружению и устранению аварийного повреждения теплосети, персоналу ЖКХ, необходимо постараться в указанные временные рамки, организовать ликвидацию возникшей аварийной ситуации (т.е. 10...12 часов). Также еще на уровне проектирования данных систем, возможно использование альтернативных видов теплоносителей с более низкой температурой

замерзания, или создание резервных источников энергии, специально созданных для таких аварийных ситуаций.

					2907.2007.462.11 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

2. Определение испытательного давления при испытаниях трубопроводов ослабленных коррозией.

Исходные условия:

Определить испытательное давление $p_{исп}$ для отбраковки ослабленных коррозией труб диаметром $d_v = 514$ мм с рабочим давлением $p_p = 1,2$ МПа. Испытательное давление выбрать с таким расчетом, чтобы при проведении испытания разрушились бы стенки участков трубопровода толщиной $\delta_k \leq 0,76$ мм. При расчете временное сопротивление разрыву материала трубы принять $\sigma_B = 380$ МПа.

Расчет:

Испытательное давление для отбраковки в летний период ослабленных коррозией труб, выбранное из условия разрушения сохранившейся толщины стенки трубы определяется по формуле:

$$P_{ИСП} = P_P + \frac{2 \cdot \delta_K \cdot \sigma_B}{d_B},$$

где $p_{исп}$, p_p - испытательное и рабочее давления в трубопроводе, МПа;

σ_B – временное сопротивление стенки трубы разрыву, МПа;

d_B – внутренний диаметр трубопровода, м;

δ_k – запас в толщине стенки на коррозию, м.

$$P_{ИСП} = 1,2 + \frac{2 \cdot 0,00076 \cdot 380}{0,514} = 1,124 \text{ МПа.}$$

Ответ: $p_{исп} = 1,124$ МПа.

					2907.2007.462.11 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Выводы:

Проведение испытаний для отбраковки ослабленных коррозией теплопроводов, необходимо проводить перед началом отопительного сезона, чтобы не допустить, возникновения аварийных ситуаций, которые могут привести к разрушению теплопроводов. В случае проведения данных испытаний, возможно локализовать участки труб (сильно подверженных коррозии) и заменить аварийные участки теплопровода, в то время, когда это не приведет к серьезным последствиям. Коррозия одна из основных проблем современных систем теплоснабжения, существует множество способов борьбы с коррозией, но ни один из них не эффективен на 100%, поэтому необходимо заранее учитывать этот факт и предугадать возникновение аварийных ситуаций, такими видами испытаний.

Определение испытательного давления необходимо для отбраковки только поврежденных трубопроводов, подлежащих замене.

					2907.2007.462.11 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

3. Определение часовой и удельной утечки воды.

Исходные условия:

При испытании герметичности отопительной системы емкостью $V_c = 25 \text{ м}^3$ естественное падение давления воды в ней по манометру с 0,6 до 0,58 МПа, длилось $z_1 = 18,3$ мин. После этого давление в системе было вновь поднято до 0,6 МПа и путем выпуска воды в мерный сосуд в количестве 4,8 л снижено до 0,58 МПа за время $z_2 = 1,2$ мин. Определить часовую и удельную (отнесенную к единице емкости) утечку воды.

Расчет:

Часовая утечка воды из трубопровода по данным испытания при двух режимах с одинаковым изменением давления воды:

$$V_y = \frac{60 \cdot W_B}{z_1 - z_2},$$

$$V_y = \frac{60 \cdot 4,8}{18,3 - 1,2} = 16,84 \text{ л/ч},$$

Удельная часовая утечка воды:

$$\frac{V_y}{V_c} = \frac{16,84}{25} = 0,674 \text{ л/м}^3 \cdot \text{ч}.$$

Ответ: $V_c = 16,84 \text{ л/ч}$, $V_y = 0,674 \text{ л/м}^3 \cdot \text{ч}$.

					2907.2007.462.11 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Выводы:

Определение величины утечки необходимо по следующим причинам.

Во-первых, данные позволяют оценить герметичность системы, и в случае превышения допустимых значений, позволяет говорить о не достаточном качестве монтажа системы, и необходимости проведения дополнительных мероприятий повышающих качество данных систем.

Во-вторых, данные позволяют оценить величину подпитки, что важно при оценке общих схем теплоснабжения района или города в целом. Также при недостаточной величине подпитки, может повлечь нежелательные последствия, такие как: кавитация, недостаточное теплоснабжение, и.т.д.

					2907.2007.462.11 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

4. Определение времени снижения среднего давления воды в сети, после гидравлического испытания.

Исходные данные:

Гидравлическое испытание по проверке герметичности и прочности водяной сети емкостью $V_c = 5500 \text{ м}^3$ намечено проводить при уменьшенном количестве циркулирующей сетевой воды за счет частичного прикрытия задвижки на обратной линии перед подпиточным трубопроводом.

Определить время снижения среднего давления воды в сети по манометру с 1,2 до 0,6 МПа после гидравлического испытания. Максимальный расход подпиточной воды $V_{\text{п}} = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$, средняя утечка воды в период повышения давления $V_y = 12 \text{ м}^3/\text{ч}$. Объем воздуха в трубопроводах сети при абсолютном давлении $p_0 = 0,1 \text{ МПа}$, равен 8 % емкости сети.

Расчет:

Начальное и конечное абсолютное давление воздуха:

$$p_n = 1,2 + 0,1 = 1,3 \text{ МПа};$$

$$p_k = 0,6 + 0,1 = 0,7 \text{ МПа}.$$

Объем воздуха в сети при $p_0 = 0,1 \text{ МПа}$

$$V_0 = \frac{8\% \cdot V_c}{100\%};$$

$$V_0 = \frac{8\% \cdot 5500}{100\%} = 440 \text{ м}^3.$$

Объем воздуха в сети:

$$V_n = \frac{V_0 \cdot p_0}{p_n};$$

$$V_k = \frac{V_0 \cdot p_0}{p_k};$$

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

5. Определение максимально возможной аварийной остановки циркуляции воды тепловой сети.

Исходные данные:

У двухтрубного стального водяного теплопровода с наружным диаметром $d_n = 530$ мм и толщиной стенки трубы $\delta = 8$ мм, проложенного на открытом воздухе, на значительной длине обратного трубопровода была разрушена полностью тепловая изоляция. Определить, через какое время начнётся образование льда в указанном участке после аварийного выключения циркуляции воды при температуре наружного воздуха $t_n = -28$ °С. Температура воды в обратном трубопроводе перед выключением циркуляции воды была $t_n = 70$ °С.

При расчёте принять коэффициент теплоотдачи на внутренней стенке трубопровода $\alpha_b = 200$ Вт/(м²·°С), а на наружной стенке $\alpha_n = 20$ Вт/(м²·°С).

Расчет:

Термическое сопротивление трубопровода: теплопроводности стали:

$$R = \frac{1}{\pi \cdot d_b \cdot \alpha_b} + \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{тр}} \cdot \ln \frac{d_n}{d_b} + \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n},$$

где $\lambda_{тр} = 58$ Вт/(м·°С) – коэффициент теплопроводности стали;

$$R = \frac{1}{3,14 \cdot 0,53 \cdot 200} + \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 58} \cdot \ln \frac{0,53}{0,522} + \frac{1}{3,14 \cdot 0,522 \cdot 20} = 0,034 \text{ м} \cdot \text{°С/Вт};$$

Масса воды в трубопроводе длиной $l = 1$ м:

$$G = \frac{\pi \cdot d_b^2 \cdot l \cdot \rho_b}{4},$$

$$G = \frac{3,14 \cdot 0,522^2 \cdot 1 \cdot 978}{4} = 209,2 \text{ кг/м};$$

					2907.2007.462.11 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Далее определяется величина:

$$R \cdot G \cdot c = 0,034 \cdot 209,2 \cdot 4187 = 29781 \text{ с.}$$

Время начала образования льда:

$$Z = Z = R \cdot G \cdot c \cdot \ln \frac{\tau_n - t_n}{\tau_k - t_n} = 29781 \cdot \ln \frac{70 + 28}{0 + 28} = 37309 \text{ с} \approx 10,4 \text{ ч.}$$

Ответ: лед начнет образовываться через 10,4 ч.

Выводы:

Аналогично первому пункту, определенный временной промежуток, необходим для оценки скорости работы аварийной службы, обслуживающей организации. В случае возникновения, выше описанной ситуации, аварию необходимо ликвидировать в течение 10 часов.

					2907.2007.462.11 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

6. Определение отпуска теплоты абоненту тепловой сети.

Исходные данные:

За январь тепловая станция отпустила в водяную тепловую сеть $Q = 21080$ ГДж теплоты при средней температуре воды в сети $\tau_{cp} = 60$ °С и при средней температуре грунта $t_o = 2$ °С. Суммарный расход сетевой воды за этот период составил $G = 416000$ т, а утечка воды из сети составила $G_y = 850$ т. Температура источника подпиточной воды $t_n = 5$ °С. Тепловые потери сети в единицу времени за счет теплопередачи, определенные испытаниями при средней температуре воды $\tau'_{cp} = 55$ °С и температуре грунта $t'_o = 5$ °С, составляют $q'_n = 0,407$ МВт. Определить отпуск теплоты одному из абонентов тепловой сети, у которого расход воды за месяц составил $G_A = 5000$ т. При расчете принять температурный перепад у всех потребителей одинаковым, а расход воды в течение месяца – постоянным.

Расчет:

Теплопотери сети в единицу времени за счет теплопередачи:

$$q_n = q'_n \cdot \frac{\tau_{cp} - t_o}{\tau'_{cp} - t'_o},$$
$$q_n = 0,407 \cdot \frac{60 - 2}{55 - 5} = 0,472 \text{ МВт}.$$

Теплопотери сети за январь:

$$Q_n = q_n \cdot 31 \cdot 24 \cdot 3600,$$
$$Q_n = 0,472 \cdot 10^6 \cdot 31 \cdot 24 \cdot 3600 = 1264 \cdot 10^9 \text{ Дж}.$$

Тепловые потери за счет утечки:

$$Q_y = c \cdot G_y \cdot (\tau_2 - t_n),$$
$$Q_y = 4187 \cdot 850 \cdot 10^3 \cdot (60 - 5) = 196 \cdot 10^9 \text{ Дж}.$$

					2907.2007.462.11 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Полезный отпуск теплоты абонентам:

$$Q_A^\Sigma = Q - Q_n - Q_y,$$

$$Q_A^\Sigma = 21080 - 1264 - 196 = 19620 \text{ ГДж} .$$

По законам сохранения массы и энергии отпуск теплоты одному из абонентов за январь:

$$Q_A = \frac{Q_A^\Sigma}{G_A^\Sigma} G_A,$$

$$Q_A = \frac{19620}{416000} \cdot 5000 = 236 \text{ ГДж} .$$

Ответ: $Q_A = 236$ ГДж.

Выводы:

Основой любого предприятия является – экономическое планирование. Благодаря данному расчету, возможно оценить расходы на конкретное здание. По этим данным, можно судить об окупаемости теплоснабжения данного здания. В случае превышения требуемых значений, возникает необходимость проведения мероприятий по снижению расходов, например, проведение планового ремонта или переход на другую схему теплоснабжения.

					2907.2007.462.11 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7. Определение максимально допустимого часового расхода подпиточной воды для тепловой сети.

Исходные данные:

Определить максимально допустимый часовой расход подпиточной воды для тепловой сети с присоединенной нагрузкой $Q = 210$ МВт, из которой 80% составляет расчетная отопительная нагрузка. Максимальная часовая норма подпиточной воды составляет 5 л/ч на 1 м³ емкости тепловой сети и системы отопления. Удельную емкость тепловой сети принять 10 м³ на 1 МВт суммарной присоединенной тепловой нагрузки и удельную емкость отопительных систем – 20 м³ на 1 МВт расчетной отопительной нагрузки.

Расчет:

Объем подпиточной воды:

$$V_{\text{подп}} = Q_{\text{от}} \cdot q_{\text{от}} + Q \cdot q_{\text{общ}}$$

где $Q_{\text{от}}$ – расчетная отопительная нагрузка, МВт;

Q – присоединенная суммарная нагрузка, Вт;

$q_{\text{от}}$, $q_{\text{общ}}$ – удельная максимальная часовая норма подпиточной воды отопления и суммарная соответственно, м³/МВт.

$$V_{\text{подп}} = 168 \cdot 20 + 210 \cdot 10 = 5460 \text{ м}^3.$$

Максимально допустимый часовой расход подпиточной воды для тепловой сети:

$$V_{\text{подп}}^{\text{max}} = V_{\text{подп}} \cdot q_{\text{max}}$$

где q_{max} – максимальная часовая норма подпиточной воды, л/ч на м³;

$$V_{\text{подп}}^{\text{max}} = 5460 \cdot 5 = 27300 \text{ л/ч} = 27,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Ответ: $V_{\text{подп}} = 27,3 \text{ м}^3/\text{ч}$.

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Выводы: (Смотри пункт 3)

Превышение данной величины, приводит к возникновению аварийных ситуаций, таких как: кавитация, что приводит к порче насосного оборудования; недостаточное теплоснабжение, что ведет к недовольству потребителей; нарушение общей схемы теплоснабжения, т.е. неустойчивый гидравлический режим, смена расчётных расходов, и.т.д.

					2907.2007.462.11 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Библиография

1. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок.
Утверждены Приказом Минэнерго РФ от 24.03.2003, № 115. – С.192
2. Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда. Госстрой России. Постановление от 27.09.2003, № 170. – С.192
3. СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы. (Внесено Изменение № 1, утвержденное Постановлением Госстроя России от 24 февраля 2000 г. № 17) / . – М.: Госстрой России, 2000.
4. Варфоломеев Ю.М., Кокорин О.Я. Отопление и тепловые сети: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2005, – 480 с.
5. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – 6-е изд., перераб. – М.: Издательство МЭИ, 1999. – 472с.
(шифр в библиотеке ЮУрГУ 621.18.(07) / С 594)
6. Ионин А.А. Газоснабжение. – 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1989. – 439с.
7. Эксплуатация и аудит систем ТГСИВ. Учебное пособие по курсовому проекту. Часть 1. – Челябинск: ЮУрГУ, 2002. – 55 с.
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по определению расхода теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение зданий различного назначения для потребителей тепловой энергии г. Челябинска и Челябинской области Региональная энергетическая комиссия. Челябинская область. Южно-Уральский государственный университет. – Челябинск: 2000. – с.1-34.
9. Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям: Учеб.пособие для вузов. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 232 с
10. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика: Учебное пособие / В.А.Ананьев, Л.Н. Балуева, А.Д. Гальперин и др. – М.: «Евроклимат», Изд. «Арина», 2000. – 416 с.

					2907.2007.462.11 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21