

ется спокойный режим потока. Уменьшение природных скоростей в канале за решеткой достигается установкой поперечной балки на дно канала за или перед продольными балками, которая придает дополнительную жесткость наклонным балкам. Рекомендуемая длина наклонных балок $3h_k$.

В этом случае за гасителем устанавливается спокойное течение, донные скорости выравниваются по поперечному сечению сразу за решеткой, а глубины максимальны по сравнению с другими гасительными устройствами (рис. 1,б).

Анализ изменения максимальных природных скоростей со средними в поперечном сечении канала показывает, что при меньшей длине канала, занимаемой гасительным устройством, на меньшей длине происходит выравнивание придонной скорости со средней.

Несмотря на достоинства, такую конструкцию гасителя можно рекомендовать для условий, когда по каналу отсутствует движение плавающих предметов и льда.

УДК 697.34

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Могилат Г.А., Калининченко Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В тепловых сетях потребителей при различных способах их прокладки с теплоносителем перегретая вода, конденсат и пар на практике часто встречается отсутствие тепловой изоляции на трубопроводах (полное или частичное) на значительной длине трубопровода, утечки теплоносителя через неплотности (при сверхнормативных утечках), а также утечки теплоносителя через полное сечение трубопроводов. В таких случаях необходимо правильно рассчитать потери тепловой энергии в тепловых сетях потребителей.

В статье приводится методика расчета вышеперечисленных потерь тепловой энергии в тепловых сетях потребителей. Она разработана на основании соответствующих строительных норм правил (СНиП), строительных норм (СНБ) и государственных стандартов (ГОСТов) Республики Беларусь и специальной технической литературы [1-7].

Потери тепловой энергии в тепловых сетях потребителей при различных видах прокладки тепловой сети (канальная, бесканальная, прокладка в

помещении и на открытом воздухе) при теплоносителе вода, конденсат и пар неизолированными трубопроводами рассчитываются по формулам:

— теплоноситель горячая вода (перегретая), конденсат

$$Q_{TP}^{cs} = q_{TP}^{cs} \times l \times (1 + \beta) \times \tau, \quad (1)$$

где q_{TP}^{cs} — удельные потери тепловой энергии неизолированными трубопроводами сетевой воды, Вт/м; β — коэффициент, учитывающий тепловыделения опорами труб, арматурой и т.п.; l — длина участка трубопровода при полном или частичном отсутствии тепловой изоляции, м; τ — продолжительность эксплуатации трубопровода сетевой воды (час, смена, цикл и т.д.).

Удельные потери тепловой энергии неизолированными трубопроводами рассчитываются по формуле:

$$q_{TP}^{cs} = (q_{TP_1}^{cs} + q_{TP_2}^{cs}) - q_{TP}^{cs,н}, \quad (2)$$

где $q_{TP_1}^{cs}, q_{TP_2}^{cs}$ — удельные потери тепловой энергии неизолированными подающим и обратными трубопроводами сетевой воды, определяются по общепринятой методике [4, 5] для различных видов прокладки тепловой сети; $q_{TP}^{cs,н}$ — нормативные удельные потери изолированными трубопроводами при различной прокладке, Вт/(м·0С), принимаются согласно [4, 5];

— теплоноситель пар

$$Q_{TP}^n = q_{TP}^n \times l \times (1 + \beta) \times \tau, \quad (3)$$

где q_{TP}^n — удельные потери тепловой энергии неизолированным трубопроводом, Вт/м, рассчитываются по формулам:

— при прокладке в канале

$$q_{TP}^n = \frac{t_{п} - t_{к}}{R_{н}} - q_{TP}^{п,н}, \quad (4)$$

—при бесканальной прокладке

$$q_{TP}^n = \frac{t_{п} - t_{TP}}{R_0} - q_{TP}^{п,н}, \quad (5)$$

—на открытом воздухе или в помещении

$$q_{TP}^n = \frac{t_{п} - t_{н}}{R_{н}} - q_{TP}^{п,н}, \quad (6)$$

где t_n – температура пара, $^{\circ}\text{C}$, измеряется либо принимается согласно температурного графика у потребителя; $t_k, t_{гр}, t_n$ – соответственно температура воздуха в канале, грунта, среднегодовая температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$; R_n, R_0 – соответственно сопротивления теплопередачи на поверхности неизолированного трубопровода при прокладке в канале, на открытом воздухе, в помещении или бесканально, $\text{м}^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, определяются по общепринятой методике [4,5]; $q_{ТР}^{п.н}$ – нормативные удельные потери изолированным трубопроводом при различных способах прокладки, $\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$, принимаются согласно [4,5].

Потери тепловой энергии при утечках теплоносителя $Q_{ут}$ в трубопроводах тепловой сети через неплотности (арматуры, фланцевые соединения, отверстия и т.п.) рассчитываются по формуле:

$$Q_{ут} = q_{ут} \times \tau, \quad (7)$$

где τ – производительность эксплуатации тепловой сети, ч; $q_{ут}$ – удельные потери тепловой энергии при утечках теплоносителя определяются по формуле

$$q_{ут} = G_{ут}^{\phi} \times h, \quad (8)$$

где h – энтальпия теплоносителя, $\text{Дж}/\text{кг}$; $G_{ут}^{\phi}$ – фактический часовой расход теряемого теплоносителя, $\text{кг}/\text{ч}$

$$G_{ут}^{\phi} = G_{ут} - G_{ут}^н, \quad (9)$$

где $G_{ут}$ – часовой расход теряемого теплоносителя, $\text{кг}/\text{ч}$;
 — теплоноситель вода

$$G_{ут} = 3600 \times \rho \times 0,65 \times F \times \sqrt{\frac{2g \times \Delta P \times 10^4}{\rho}}, \quad (10)$$

— теплоноситель пар

$$G_{ут} = 3600 \times \rho \times \varphi \times F \times \sqrt{\frac{2g \times \Delta P \times 10^4}{\rho}}, \quad (11)$$

где ρ плотность теплоносителя при давлении P_1 , $\text{кг}/\text{м}^3$; P_1 – давление в трубопроводе, $\text{кг}/\text{см}^2$; F площадь отверстия, м^2 ; $g = 9,81 \text{ м}/\text{с}^2$; ΔP – перепад давления между окружающей средой и давлением в трубопроводе, $\text{кг}/\text{см}^2$; φ – коэффициент расхода пара; $G_{ут}^н$ – нормативные утечки, $\text{кг}/\text{ч}$;

$$G_{ут}^н = 0,0075 \times V_{уд} \times l, \quad (12)$$

где $V_{уд}$ – удельный объем трубопроводов тепловой сети, м³/км принимается согласно [4,7].

Потери тепловой энергии при утечках теплоносителя через полное сечение трубопроводов рассчитывается по формуле

$$Q_{ум} = G_{ум} \times h \times \tau, \quad (13)$$

где τ фактическая продолжительность утечки, ч; $G_{ум}$ – часовой расход теплоносителя (пар, горячая вода, конденсат), передаваемого через полное сечение трубопровода, находящегося под давлением, кг/ч

$$G_{ум} = 3600 \times \rho \times V \times F, \quad (14)$$

где V – средняя скорость истечения пара, воды, конденсата, м/с.

Приведенная в данной статье методика дает возможность определить потери тепловой энергии при неудовлетворительном техническом состоянии тепловых сетей потребителей и неудовлетворительной организации их эксплуатации. Так как это ведет к большим потерям тепловой энергии, что недопустимо в соответствии с Положением о Государственном энергетическом надзоре в Республике Беларусь, утвержденным Постановлением Совета Министров Республики от 31 июля 1998 г. № 1213.

Литература

1. СНБ 2.04.01–97. Строительная теплотехника.
2. СНиП 2.04.07-89. Тепловые сети.
3. СНиП 2.04.14-88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.
4. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей./Под ред. А.А.Николаева. – М.: Энергоиздат, 1965.
5. Справочник по специальным работам. Тепловая изоляция. /Под ред. М.Ф. Сухарева. – М.: Стройиздат, 1984.
6. Справочник. Термодинамические свойства воды и водяного пара. /Под ред. С.Л. Ривкина, А.А. Александрова. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
7. Справочник. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей./ Под ред. В.Л. Манюк и др. – М.: Стройиздат, 1998.