

УДК 628.83

**КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОВЕРХНОСТНО-РАЗВИТОГО
ОБОГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ***к.т.н., доц. Петренко В.О., к.т.н., Петренко А.О.,**к.т.н., доц. Юрченко Е.Л.**ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и
архитектуры», г. Днепропетровск*

Постановка проблемы. Развитие систем отопления и кондиционирования воздуха не стоит на месте. Доказательством этого является все более широкое внедрение систем поверхностно-развитого обогрева и охлаждения помещений. Расчет таких систем осложнен трудностями при определении, как теплопотерь, так и теплопоступлений в помещение, а также конструктивными расчетами таких панелей. На сегодняшний день существуют методики расчета панелей обогрева [1, 2, 3, 4], но они не имеют универсальности из-за привязки к определенному типу трубопроводов или матов из капиллярных трубочек, поэтому стоит задача усовершенствовать способы конструирования панелей систем поверхностно-развитого обогрева и охлаждения, а также их расчета.

Анализ последних исследований и публикаций. Большинство рекомендаций по конструированию систем поверхностно-развитого обогрева и охлаждения в помещении сводится к расчету укладки трубопроводов с равномерным шагом между ними, хотя при этом и предлагаются схемы укладки с различным шагом между витками [5, 6]. Эти методики не дают возможности произвести расчет укладки трубопроводов с различным шагом. Другие методики направлены на подбор панелей с готовой укладкой трубопроводов небольшого диаметра и равномерной их укладкой по номограммам представленных заводом-изготовителем.

Выделение нерешенных ранее вопросов. Что одна, что вторая методики они не позволяют учитывать особенности организации системы поверхностно-развитого обогрева и охлаждения в помещении. Можно выделить при организации таких систем несколько особенностей:

- более плотная укладка трубопроводов у приоконной зоны для локализации холодных потоков воздуха от остекления в холодный период года;
- при организации настенной панели более плотная укладка трубопроводов в нижней части и менее плотная в верхней.

Изложение основного материала исследования. Конструирование панели поверхностно-развитого обогрева можно производить по требуемому распределению температуры по высоте помещения.

Как видно с рис. 1. для комфортного самочувствия человека температура воздуха по высоте помещения должна быть различной. В области ног (ступней) она должна быть на $1\div 2$ °C больше чем в зоне пояса и груди, а в зоне головы, наоборот, на $1\div 2$ °C ниже по сравнению с зоной пояса и груди.

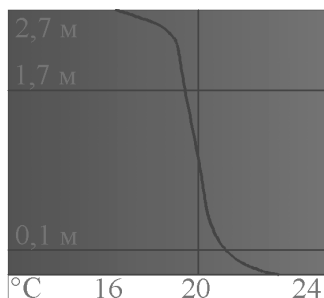


Рис. 1. Схема идеального распределения температуры по высоте помещения.

Исходя из этих рекомендаций, предлагается несколько способов размещения теплообменных элементов в толще наружной стены.

Первый способ относится к способу подачи теплоносителя в греющие трубопроводы (см. рис. 2).

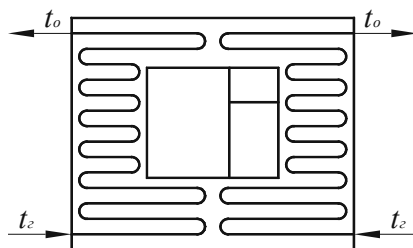


Рис. 2. Схема раскладки и подачи теплоносителя в греющие элементы наружной греющей панели

При таком способе теплоноситель подается снизу, чем можно добиться более равномерного распределения температуры по высоте помещения. Но в области ног температура может быть выше на $0,5 \div 1 \text{ } ^\circ\text{C}$, чем в области пояса и груди, а в зоне головы наоборот — температура будет ниже.

Второй способ относится к способу подачи теплоносителя и регулированию плотности витков змеевика (см. рис. 3).

При таком способе организации, теплоноситель также подается снизу более горячий, а сверху уходит охлажденный, в нижней части системы шаг между витками меньше чем в верхней ее части.

При первом и втором случае организации поверхностно-развитого обогрева, расчет количества витков можно производить по известным методикам [2, 4] в которых плотность укладки трубопроводов усредняется по всей панели.

Исходя из вышесказанного, о первом и втором способе организации поверхностного развитого обогрева, нами предложен следующий способ организации поверхностно-развитого обогрева или охлаждения в помещении.

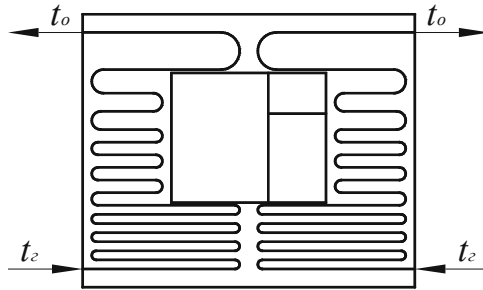


Рис. 3. Схема раскладки и подачи теплоносителя в греющие элементы наружной греющей панели.

Ориентируясь на схему идеального распределения температуры по высоте помещения, разбиваем ее на три характерные зоны. Первая зона – область ног, высотой 0,5 м. Вторая зона – область пояса груди, третья зона – область головы, высотой 0,5 м.

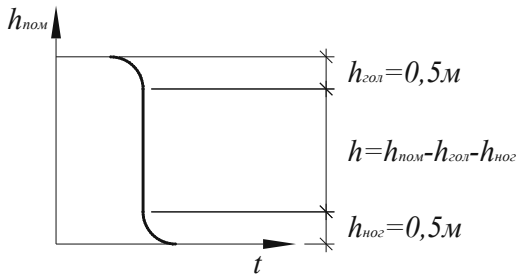


Рис. 4. График распределения температур по высоте помещения.

Согласно графика на рис. 1 принимаем, что в нижней зоне нужно поддерживать температуру на уровне $t = 20,5 - 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$, в средней зоне - $t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, в верхней зоне - $t = 19 - 19,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

В такой системе можно регулировать количество тепла, которое будет отдаваться каждой отдельной зоной несколькими способами:

- 1 способ, количеством витков при определенных условиях теплоносителя на подачи;
- 2 способ, количеством подаваемого теплоносителя в каждый контур;

- 3 способ, температурой теплоносителя.

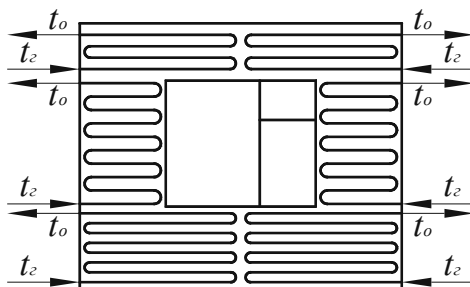


Рис. 5. Схема раскладки и подачи теплоносителя в греющие элементы наружной греющей панели.

Определения шага раскладки трубопроводов отопительной поверхности.

Определяем количество тепла, которое необходимо отдавать каждой зоной отопительной поверхности:

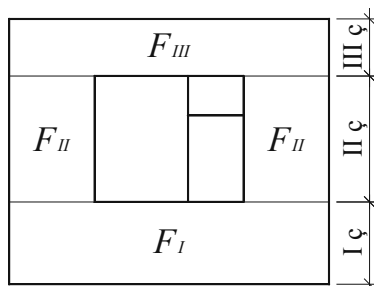


Рис. 6. Схема разбивки наружной стены на зоны

$$Q_I = \frac{F_I \cdot Q_{общ}}{F_{общ}}, Вт \quad (1)$$

$$Q_{II} = \frac{F_{II} \cdot Q_{общ}}{F_{общ}}, Вт \quad (2)$$

$$Q_{III} = \frac{F_{III} \cdot Q_{общ}}{F_{общ}}, Вт \quad (3)$$

где $F_{общ}$ – общая площадь стены под поверхностно-развитый обогрев, $м^2$;

F_I, F_{II}, F_{III} – площадь наружного ограждения под I, II, III зону обогрева, M^2 ;

$Q_{общ}$ – теплопотери помещения, Bm .

Определим температуру теплоносителя на выходе с каждого контура, по формуле:

$$t_{вых} = t_z - 0,86 \cdot \frac{\sum Q_i}{G_{см}}, \text{ } ^\circ C \quad (4)$$

где $\sum Q_i$ – тепловая нагрузка по ходу движения теплоносителя, Вт;

$G_{см}$ – расход теплоносителя через всю отопительную панель, $KZ/\text{ч}$;

t_z – температура теплоносителя на входе в отопительную панель, $^\circ C$.

$$G_{см} = \frac{3,6 \cdot Q_{общ}}{c(t_z - t_o)}, \text{ } KZ/\text{ч} \quad (5)$$

где t_o – температура теплоносителя на выходе с отопительной панели, $^\circ C$.

В первом приближении задаемся коэффициентом теплоотдачи $\alpha_{вс} = 11,63 \frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}$, после расчетов она уточняется.

Определяем температуру массива посредине, между трубами, по формуле:

$$t_{s/2} = \frac{2 \cdot (t_{ср.воды} - t_г) \cdot e^{5,5 \cdot s \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda_m d_n \left(\sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_g} \right)} + \frac{1}{\lambda_m d_n \left(\sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_n} \right)}}}}{1 + e^{s \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda_m d_n \left(\sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_g} \right)} + \frac{1}{\lambda_m d_n \left(\sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_n} \right)}}}} + t_г \quad (6)$$

где $t_{ср.воды}$ – средняя температура теплоносителя на входе и выходе в отопительную панель, $^\circ C$;

$t_г$ – расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ C$;

λ_m – коэффициент теплопередачи массива, в котором замоноличен греющий трубопровод, $\frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}$;

δ, λ – соответственно, толщины, M , и коэффициенты теплопередачи, $\frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}$, конструкций находящихся от греющего трубопровода по направлению к наружному и внутреннему воздуху;

e – натуральное число, $e=2,72$.

Определяем температуру поверхности панели непосредственно над трубой, по формуле, $^{\circ}C$:

$$\tau_o^{nl} = \frac{t_{cp. воды} + \alpha_{\theta}^n \cdot t_{\theta} \cdot \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}}{1 + \alpha_{\theta}^n \cdot \sum \frac{\delta}{\lambda}} \quad (7)$$

Определяем температуру поверхности панели непосредственно между трубами, по формуле, $^{\circ}C$:

$$\tau_{s/2}^{nl} = \frac{t_{s/2} + \alpha_{\theta}^n \cdot \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} \cdot t_{\theta}}{1 + \alpha_{\theta}^n \cdot \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad (8)$$

Определяем среднюю температуру поверхности греющей части панели определяем, по формуле, $^{\circ}C$:

$$\tau_{nl} = \tau_{s/2}^{nl} + \frac{1}{3} \cdot (\tau_o^{nl} - \tau_{s/2}^{nl}) \quad (9)$$

Определяем реальный коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности внутреннему воздуху, по формуле, $\frac{Bm}{m^2 \cdot ^{\circ}C}$;

$$\alpha_{\theta}^n = \alpha_{\kappa} + \alpha_{\lambda} \quad (10)$$

где α_{κ} - коэффициент теплоотдачи конвекцией, $\frac{Bm}{m^2 \cdot ^{\circ}C}$;

$$\alpha_{\kappa} = a \cdot \sqrt[4]{\tau_{nl} - t_{\theta}} \quad (11)$$

τ_{nl} - средняя температура греющей поверхности, $^{\circ}C$;

a – коэффициент, зависящий от положения греющей поверхности; ($a=1$ - для потолка, $a=2,8$ - для пола, $a=2,2$ - для стен);

α_{λ} - коэффициент теплоотдачи излучением, определяется по формуле,

$$\frac{Bm}{m^2 \cdot ^{\circ}C}:$$

$$\alpha_{\lambda} = \frac{\left(\frac{\tau_{nl} + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_{\theta} + 273}{100}\right)^4}{t_1 - t_2} \cdot C \quad (12)$$

где C - коэффициент лучистого теплообмена, $\frac{Bm}{m^2 \cdot K^4}$.

Определяем теплоотдачу 1 m^2 поверхности греющей части пола, по формуле, Bm :

$$q_{nl} = \alpha_e^n \cdot (\tau_{nl} - t_e) \quad (13)$$

Определяем ориентировочный поток тепла в помещение, по формуле, $\frac{Вт}{м^2}$:

$$q_0 = Q / F_p \quad (14)$$

где F_p – площадь ограждения под греющую поверхность, $м^2$;

Определяем необходимую длину греющего контура панели, по формуле:

– если $q_n \approx q_o$, то

$$l = \frac{Q_{cm}}{s \cdot \alpha_e \cdot (\tau_{nl} - t_e)} \quad (15)$$

где Q_{cm} – тепловая нагрузка на греющую панель, $Вт$;

s – расстояние между трубопроводами, $М$.

– если $q_n < q_o$, то необходимо увеличить площадь обогрева за счет использования других поверхностей под греющие панели;

– если $q_n > q_o$, то необходимо увеличить шаг между трубами в греющей панели до $q_n \approx q_o$.

Выводы

1. В статье предложен новый способ организации системы поверхностно-развитого обогрева и охлаждения в помещении, которое заключается в разбивке панели на характерные зоны по высоте помещения и организации в каждой из них своего температурного режима;

2. Предложена методика конструктивного расчета системы поверхностно-развитого обогрева и охлаждения в помещении разбитой на характерные зоны по высоте помещения.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений: Расчет комфортных параметров по теплоощущениям человека /Пер. с венг. В. М. Беляева; Под ред. В. И. Прохорова и А. Л. Наумова/ – М.: Стройиздат, 1981, 248 с.
2. Миссенар Ф.А. Лучистое отопление и охлаждение /Пер. с французского инж. И. С. Утевского; Под ред. к.т.н., доц. А. П. Протопопова. – М.: ГСИ, 1961. – 299 с.
3. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция: Учеб. Пособие. Ч.2 Вентиляция. – М.: Высшая школа. 1984. – 263 с.
4. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 1. Отопление/ В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, С.А. Сканапи и др.; Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
5. Каталог фирмы «KAN».
6. Каталог фирмы «HERZ».