

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМ НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

*Национальная академия природоохранного и курортного строительства, Симферополь, АР Крым*

*Получены соотношения для определения теплового потока в нижерасположенные помещения в зависимости от тепловой мощности и сопротивления теплопередаче слоев отопительной панели напольного отопления. Предложена последовательность расчета тепловой мощности напольного отопления многоэтажного здания. Тепловая мощность, ограждающие конструкции, сопротивление теплопередаче, тепловой поток, напольное отопление.*

### ВВЕДЕНИЕ

При эксплуатации зданий определяющим является тепловой режим помещений, от которого зависит ощущение теплового комфорта людей. Наиболее близким к обеспечению идеального распределения температур в помещении являются лучистые и конвективно-лучистые системы панельного отопления. Применение таких систем дает возможность обеспечить тепловой комфорт при меньших температурах внутреннего воздуха. Получаемое уменьшение расчетной разности температур сокращает теплопотери через наружные ограждения и с удаляемым вентиляционным воздухом, это позволяет уменьшить расчетную тепловую мощность системы отопления. В последнее время такие системы все чаще применяются при строительстве и реконструкции зданий.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью настоящей работы является уточнение расчета теплового баланса помещения и определение тепловой мощности отопительной панели многоэтажного жилого здания с учетом влияния теплового потока от вышерасположенного межэтажного перекрытия.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПАНЕЛИ НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ НА ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС НИЖЕРАСПОЛОЖЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ

В соответствии с нормативными требованиями СНиП 2.04.05-91 [1] тепловую мощность отопительных приборов,  $Q_{np}$ , Вт, для отапливаемого помещения жилого здания следует определять по формуле

$$Q_{np} = Q_a + Q_s + Q_{вн} - Q_б - 0,9 \cdot Q_{mp} \quad (1)$$

где  $Q_a$  – тепловой поток через внешние ограждения,  $Bm$ ;  $Q_g$  – потери теплоты на нагревание вентиляционного воздуха,  $Bm$ ;  $Q_{en}$  – потери теплоты через внутренние стены в помещение с пониженной температурой,  $Bm$ ;  $Q_6$  – бытовые теплопоступления,  $Bm$ ;  $Q_{mp}$  – тепловой поток от трубопроводов отопления, прокладываемых в помещении,  $Bm$ .

Во время работы системы напольного отопления распределение тепловых потоков зависит от термического сопротивления слоев пола, расположенных выше нагревательных элементов,  $R_{si}, (m^2 \cdot K) / Bm$ , в основном лицевого покрытия и термического сопротивления слоев, расположенных ниже,  $R_{se}, (m^2 \cdot K) / Bm$ , где основное влияние оказывает толщина и коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя.

Общее термическое сопротивление слоев пола, расположенного выше элементов нагрева

$$R_{si} = \sum \frac{\delta_{si}}{\lambda_{si}} + \frac{1}{\alpha_{si}}, \quad (2)$$

где  $\delta_{si}$  и  $\lambda_{si}$  – толщина,  $m$  и коэффициент теплопроводности материала,  $Bm / (m \cdot K)$   $i$ -го слоя конструкции пола расположенного выше элементов нагрева соответственно;  $\alpha_{si}$  – коэффициент теплоотдачи пола,  $Bm / (m^2 \cdot K)$ .

Общее термическое сопротивление слоев межэтажного перекрытия, расположенного ниже элементов нагрева

$$R_{se} = \sum \frac{\delta_{se}}{\lambda_{se}} + \frac{1}{\alpha_{se}}, \quad (3)$$

где  $\delta_{se}$  и  $\lambda_{se}$  – толщина,  $m$  и коэффициент теплопроводности материала,  $Bm / (m \cdot K)$   $i$ -го слоя конструкции пола расположенного ниже элементов нагрева соответственно;  $\alpha_{se}$  – коэффициент теплоотдачи потолка нижерасположенного помещения,  $Bm / (m^2 \cdot K)$ .

Тепловая мощность нагревательной секции  $Q_{ht}, Bm$  в соответствии с ДБН В.2.5-24-2003 [2], определяется по формуле:

$$Q_{ht} = Q_{si} \cdot (R_{si} + R_{se}) / R_{se}; \quad (4)$$

Удельный тепловой поток в отапливаемое помещение  $q_{si}, Bm / m^2$ :

$$q_{si} = Q_{si} / A_{si}; \quad (5)$$

где  $Q_{si}$  – расчётная потребность помещения в тепле,  $Bm$ ;  $A_{si}$  – площадь греющего пола,  $m^2$ ;

Удельная тепловая мощность нагревательной секции  $q_{ht}, Bm / m^2$

$$q_{ht} = q_{si} \cdot (R_{si} + R_{se}) / R_{se} = q_{si} \cdot \left( \frac{R_{si}}{R_{se}} + 1 \right) = \frac{Q_{ht}}{A_n} \cdot \left( \frac{R_{si}}{R_{se}} + 1 \right); \quad (6)$$

Тепловой поток в сторону нижерасположенного помещения  $q_{se}, Bm / m^2$

$$q_{se} = q_{ht} - q_{si} \quad (7)$$

После подстановки и преобразований имеем

$$q_{se} = q_{si} \cdot \left( \frac{R_{si}}{R_{se}} \right) = \frac{Q_{si}}{A_{si}} \cdot \left( \frac{R_{si}}{R_{se}} \right). \quad (8)$$

Теплопоступление в нижнее помещение  $Q_{se}, Bm$ :

$$Q_{se} = Q_{nm} = Q_{si} \cdot \left( \frac{R_{si}}{R_{se}} \right). \quad (9)$$

где  $Q_{nm}$  – теплота отдаваемая потолком в нижерасположенное помещение,  $Bm$ .

По требованию норматива [2] следует соблюдать соотношение между термическими сопротивлениями слоев пола над греющей панелью  $R_{si}$  и под ней  $R_{se}$ , для междуэтажного перекрытия над отапливаемым помещением  $R_{se} \geq 4,0R_{si}$ , но при этом передача тепла в нижние помещения не должна превышать  $20, Bm/m^2$ . С учетом выше сказанного запишем

$$q_{se} \leq 0.25 \cdot q_{ht} \leq 20. \quad (10)$$

Из уравнений (6) и (10) следует:

$$q_{se} \leq 0.25 \cdot q_{si} \cdot \left( \frac{R_{si}}{R_{se}} + 1 \right) \leq 20. \quad (11)$$

После преобразований минимальное термическое сопротивление теплоизоляционного слоя  $R_{se.min}, (m^2 \cdot K) / Bm$

$$R_{se.min} \geq \frac{R_{si}}{\left( \frac{80}{q_{si}} - 1 \right)}. \quad (12)$$

При реконструкции существующих зданий суммарная толщина слоя греющей панели ограничена, исходя из этого, подбирается материал теплоизоляции, который должен удовлетворять условию:

$$\lambda_{uz} \leq \frac{\delta_{uz}}{\frac{R_{si}}{\left( \frac{80A_{si}}{Q_{si}} - 1 \right)} - \frac{1}{\alpha_{se}}}. \quad (13)$$

Теплопоступления в помещение через межэтажное перекрытие от нагреваемой секции выше расположенного помещения зависит от нескольких факторов: общего термического сопротивления слоев пола, расположенного выше нагревательной секции  $R_{si}, (m^2 \cdot K) / Bm$ ; расчетной плотности теплового потока на отопление выше расположенного помещения  $q_{si}, Bm/m^2$ ; толщины  $\delta, m$  и коэффициента теплоизоляции  $\lambda_{uz}$  слоя под нагревательной секцией. Определенная комбинация значений влияющих факторов может привести к повышенному тепловому потоку в нижнее помещение, который может достичь предельной величины  $q_{se} = 20 Bm/m^2$ . Наибольшее влияние на плотность теплового потока в нижнее помещение  $q_{se}, Bm$ , (Рис.1.) оказывает термическое сопротивление лицевого покрытия пола.

При расчете параметров принимались следующие исходные данные: температура воздуха в помещении  $t_e = 18^\circ C$ ; температура поверхности пола

$t_n = 26^\circ C$ ; коэффициент теплоотдачи пола  $\alpha_{si} = 9,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot K)$ ; коэффициент теплоотдачи потолка  $\alpha_{se} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot K)$ ; коэффициент теплопроводности теплоизоляции  $\lambda_{si} = 0,05 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot K)$ . Термическое сопротивление лицевого покрытия пола  $R_{si}, (\text{м}^2 \cdot K)/\text{Вт}$  принималось с первого по пятый график соответственно: керамическая плитка  $R_{si} = 0,01 (\text{м}^2 \cdot K)/\text{Вт}$ ; линолеум  $R_{si} = 0,05 (\text{м}^2 \cdot K)/\text{Вт}$ ; ламинированный паркет  $R_{si} = 0,1 (\text{м}^2 \cdot K)/\text{Вт}$ ; ковер  $R_{si} = 0,15 (\text{м}^2 \cdot K)/\text{Вт}$ ; деревянный настил пола  $R_{si} = 0,2 (\text{м}^2 \cdot K)/\text{Вт}$ . Толщина теплоизоляционного слоя под нагревательной секцией  $\delta_1 = 0,02 \text{ м}$  (1);  $\delta_2 = 0,03 \text{ м}$  (2);  $\delta_3 = 0,04 \text{ м}$  (3);  $\delta_4 = 0,05 \text{ м}$  (4).

$q_{se} \text{ Вт}/\text{м}^2$

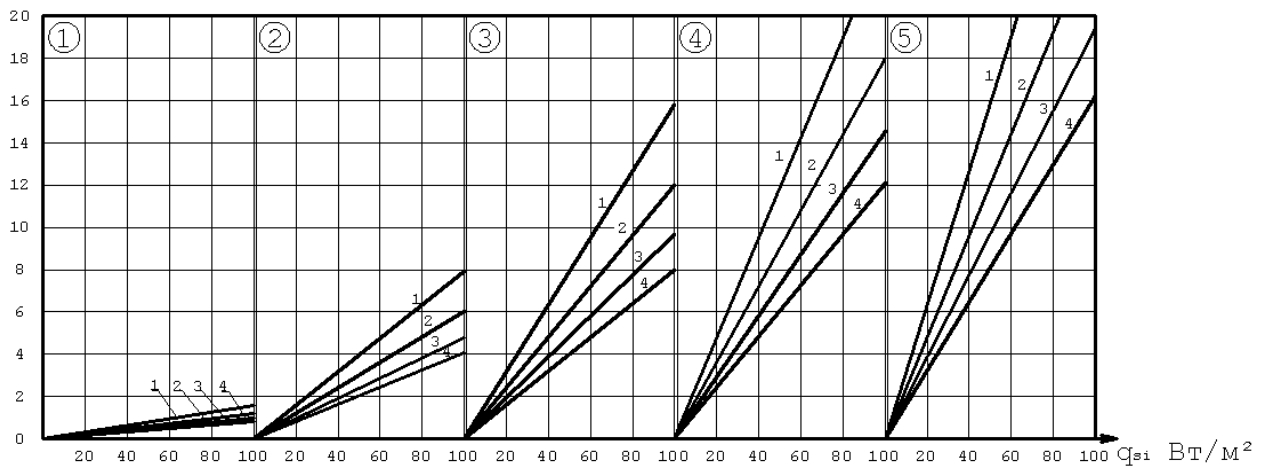


Рис. 1. Удельная плотность теплового потока в сторону нижерасположенного помещения

При использовании напольных систем для отопления зданий, в силу конструктивных особенностей, отпадает необходимость учитывать тепlopоступления от трубопроводов, открытого проложенных в отапливаемом помещении. Тепlopоступления от нагревательной секции, расположенной в междуэтажном перекрытии  $Q_{nm}$  влияют на тепловой баланс помещения расположенного ниже и при расчете тепловой мощности отопительной панели их необходимо учитывать.

При определении тепlopотребности помещения многоэтажного здания расчет следует начинать с верхнего этажа по формулам: для верхнего этажа

$$Q_{np} = (Q_a + Q_b + Q_{вн} - Q_{\bar{o}}) \cdot (R_{si} + R_{se}) / R_{se}; \quad (14)$$

для нижерасположенных этажей

$$Q_{np} = (Q_a + Q_b + Q_{вн} - Q_{\bar{o}} - Q_{nm}) \cdot (R_{si} + R_{se}) / R_{se}. \quad (15)$$

## ВЫВОДЫ

1. На стадии разработки технического задания на проектирование систем напольного отопления необходимо задавать материал лицевого покрытия и конструкцию пола.

2. В рамках теплотехнического расчёта необходимо определять термическое сопротивление слоёв междуэтажного перекрытия и толщину теплоизоляционного слоя.
3. При определении тепловой мощности системы напольного отопления многоэтажного здания расчет необходимо выполнять для каждого помещения начиная с верхнего этажа по формулам (9), (14) и (15).

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. СНиП 2.04.05-91\* Отопление, вентиляция и кондиционирование. Київ. КиевЗНИИЭП, 1996 - с. 89.
2. ДБН В.2.5-24: 2003. Электрическая кабельная система. МБАЖКГ України К; 2003.

Аннотація

### **ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ТЕПЛОВОЇ ПОТУЖНОСТІ СИСТЕМ НАПІЛЬНОГО ОПАЛЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ**

*Маркін О.В.*

Національна академія природоохоронного і курортного будівництва,  
Сімферополь, АР Крим

Отримано співвідношення для визначення теплового потоку в нижні приміщення залежно від теплової потужності і опору теплопередачі слоїв нагрівальної секції напольного опалення. Запропоновано послідовність розрахунку теплової потужності системи опалення «тепла підлога» багатоповерхової будівлі.

Теплова потужність, огорожуючи конструкції, опір теплопередачі, тепловий потік, напільне опалення.

AV Markin

National Academy of Environmental and Resort Construction, Simferopol,  
Crimea

### **FEATURES OF CALCULATING THERMAL POWER SYSTEMS UNDERFLOOR HEATING IN MULTI-STOREY BUILDING**

Relations are obtained to determine the density of heat flow in the lower areas, depending on the heat output heating section of floor heating and heat transfer resistance of layers of gender, material selection rules are recommended insulation. A consistent calculation of heat capacity under floor heating high-rise building.

Thermal power, building envelope, heat resistance, heat flow, under floor heating.