

Расчёт теплового баланса здания

Тепловой баланс

$Q_{от} = Q_{огр} + Q_{инф} + Q_{вент} + Q_{ох} - \sum Q_{ТВ}$
 $Q_{от}$ — количество тепла, необходимое для отопления здания, кВт;

$Q_{огр}$ — теплопотери через строительные ограждения здания, кВт;

$Q_{инф}$ — расход тепла на подогрев инфильтрующего воздуха, кВт;

$Q_{вент}$ — расход тепла на подогрев принудительно вентилируемого воздуха, кВт;

$Q_{ох}$ — расход тепла на подогрев холодных предметов, кВт;
 $\sum Q_{ТВ}$ — тепловыделения в помещении, кВт.

Теплопотери через ограждающие конструкции

$$Q = k \cdot F \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n$$

$k = \frac{1}{R_0}$ - коэффициент теплоотдачи ограждающих конструкций, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}$

R_0 - термическое сопротивление ограждающих конструкций, $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$

F - площадь ограждения, м^2 ;

$t_{\text{в}}$ и $t_{\text{н}}$ - расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха, $^\circ\text{С}$;

n - поправочный коэффициент на разность температур.

Добавочные теплопотери – север – 10%, остальные – 5%

Выбор значения n

- ✓ $n = 0.80$ для чердачных перекрытий при стальной, черепичной
- ✓ или асбоцементной кровлях по сплошному настилу.
- ✓ $n = 0.40$ для перекрытия над подпольями, расположенными ниже
- ✓ уровня земли, при непрерывной конструкции цоколя с $R_o > 0.86$
- ✓ $n = 0.75$ для перекрытия над подпольями, расположенными выше
- ✓ уровня земли, при непрерывной конструкции цоколя с $R_o < 0.86$

Расчёт сопротивления теплопотерям

$$R_0 = R_{\text{в}} + \sum R_c + R_{\text{вп}} + R_{\text{н}}$$

$\sum R_c$ – сумма термических сопротивлений отдельных слоев

$R_{\text{в}}$ – сопротивление теплообмену и теплоотдаче внутренней поверхности,

$R_e = 0.114 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$ для внутренней поверхности стен, полов, а также потолков

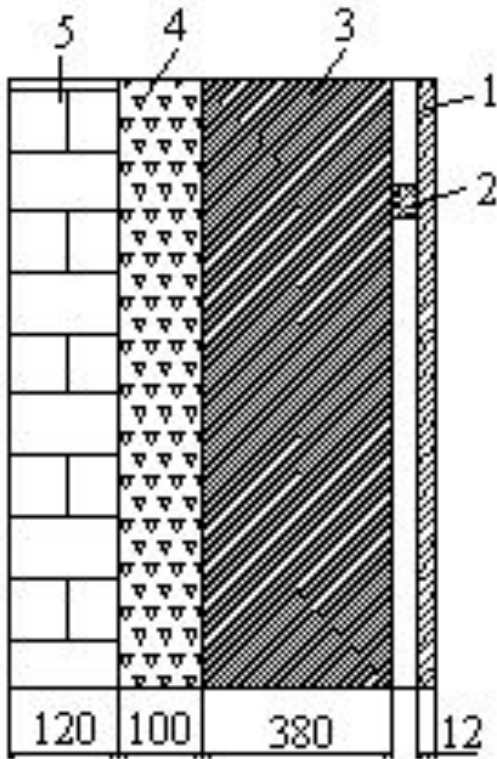
✓ $R_{\text{н}} = 0.043 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$ (наружные стены, безчердачные покрытия).

✓ $R_{\text{н}} = 0.086 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$ выходящих на чердак

$R_{\text{н}} = 0.17 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$ поверхностями над холодными подвалами и подпольями;

$R_{\text{вп}}$ – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки

Конструкция стены



- 1.Гипсоволокнистая плита – 12 мм;
- 2.Замкнутая воздушная прослойка – 20 мм;
- 3.Арболитовые блоки – 380 мм;
- 4.Утеплитель (пенополистерол) 100 мм;
- 5.Облицовочный кирпич – 120 мм.

Параметры слоёв стены

Гипсоволокнистая плита толщиной $\delta_1=12$ мм, $\lambda_1=0.21$ Вт/м·°С.

Замкнутая воздушная прослойка $\delta_2=20$ мм, $R_{вп} = 0.14$ м·°С/Вт.

Арболитовые блоки $\delta_3=380$ мм, $\lambda_3=0.16$ Вт/м·°С.

Утеплитель (пенополистирол) $\delta_4=250$ мм, $\lambda_4=0.04$ Вт/м·°С.

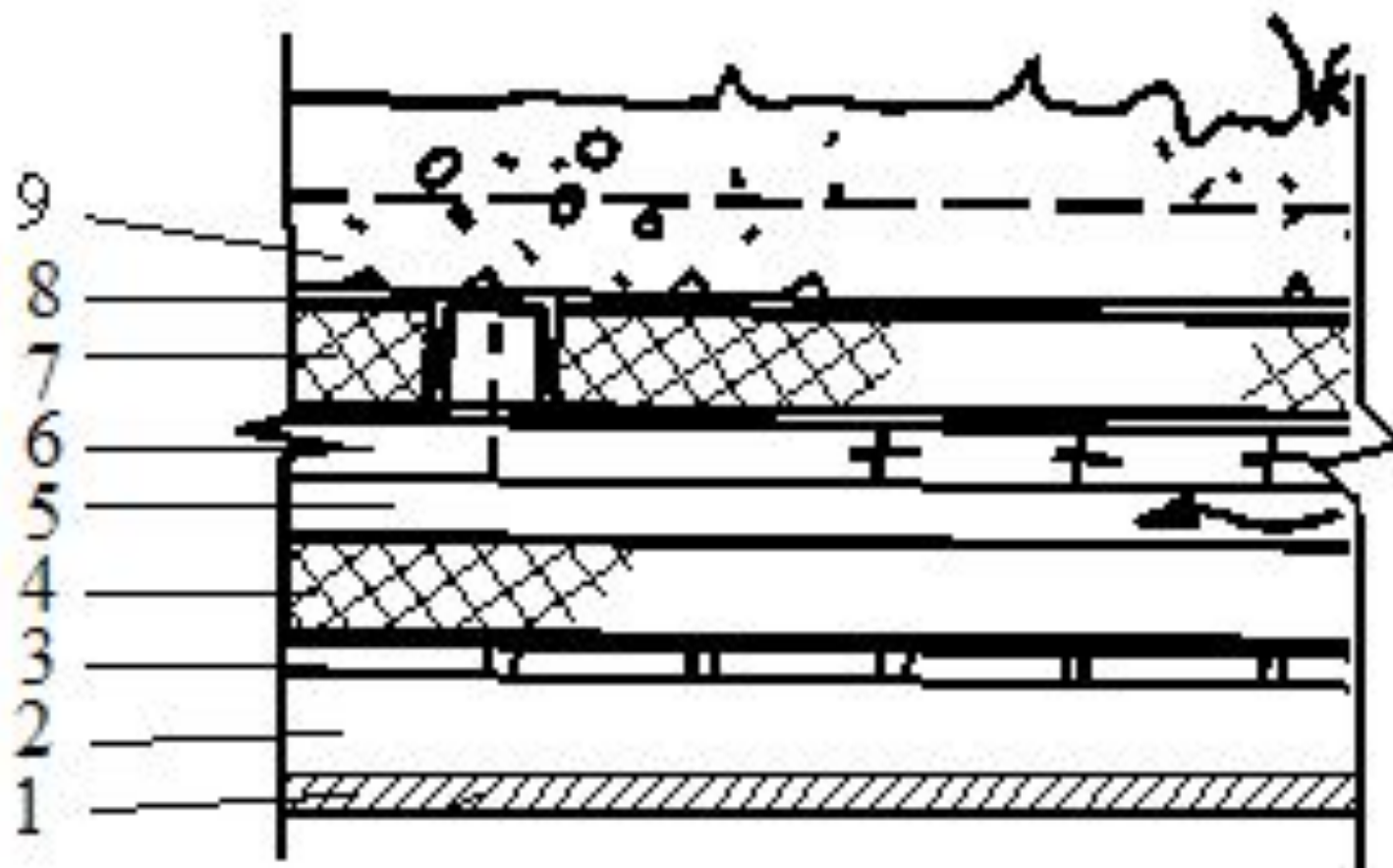
Облицовочный кирпич $\delta_5=120$ мм, $\lambda_5=0.9$ Вт/м·°С.

$$R_0 = (R_B + \frac{\sigma_1}{\lambda_1} + R_{B\Pi} + \frac{\sigma_3}{\lambda_3} + \frac{\sigma_4}{\lambda_4} + \frac{\sigma_5}{\lambda_5} + R_H)$$

$$R_0 = \left(0.014 + \frac{0.012}{0.21} + 0.14 + \frac{0.38}{0.16} + \frac{0.25}{0.04} + \frac{0.12}{0.9} + 0.043 \right) = 9 \frac{\text{M}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{BT}}$$

$$k = \frac{1}{9} = 0.111 \frac{\text{BT}}{\text{M}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Разрез совмещенной кровли жилого дома



Размеры совмещённой кровли

- 1. Гипсоволокнистая плита – 12 мм;
- 2. Черепной брусок 50х50;
- 3. Сплошной настил толщиной 20 мм;
- 4. Утеплитель плиты теплоизоляционные ПНТВ 50 мм;
- 5. Замкнутая воздушная прослойка ;
- 6. Сплошной настил из шпунтованных досок 30х150 с гидроизоляцией;
- 7. Утеплитель плиты теплоизоляционные ПНТВ 60 мм;
- 8. Мембрана кровельной системы “IMPER”;
- 9. Растительный слой 100 мм.

Параметры совмещённой кровли

Гипсоволокнистая плита $\delta_1=12$ мм; $\lambda_1=0.21$ Вт/м·°С.

Замкнутая воздушная прослойка $R_{вп}= 0.14$ м²·°С/ Вт

Сплошной настил $\delta_3=20$ мм, $\lambda_3=0.18$ Вт/м·°С.

Утеплитель $\delta_4=50$ мм, $\lambda_4=0.07$ Вт/м·°С

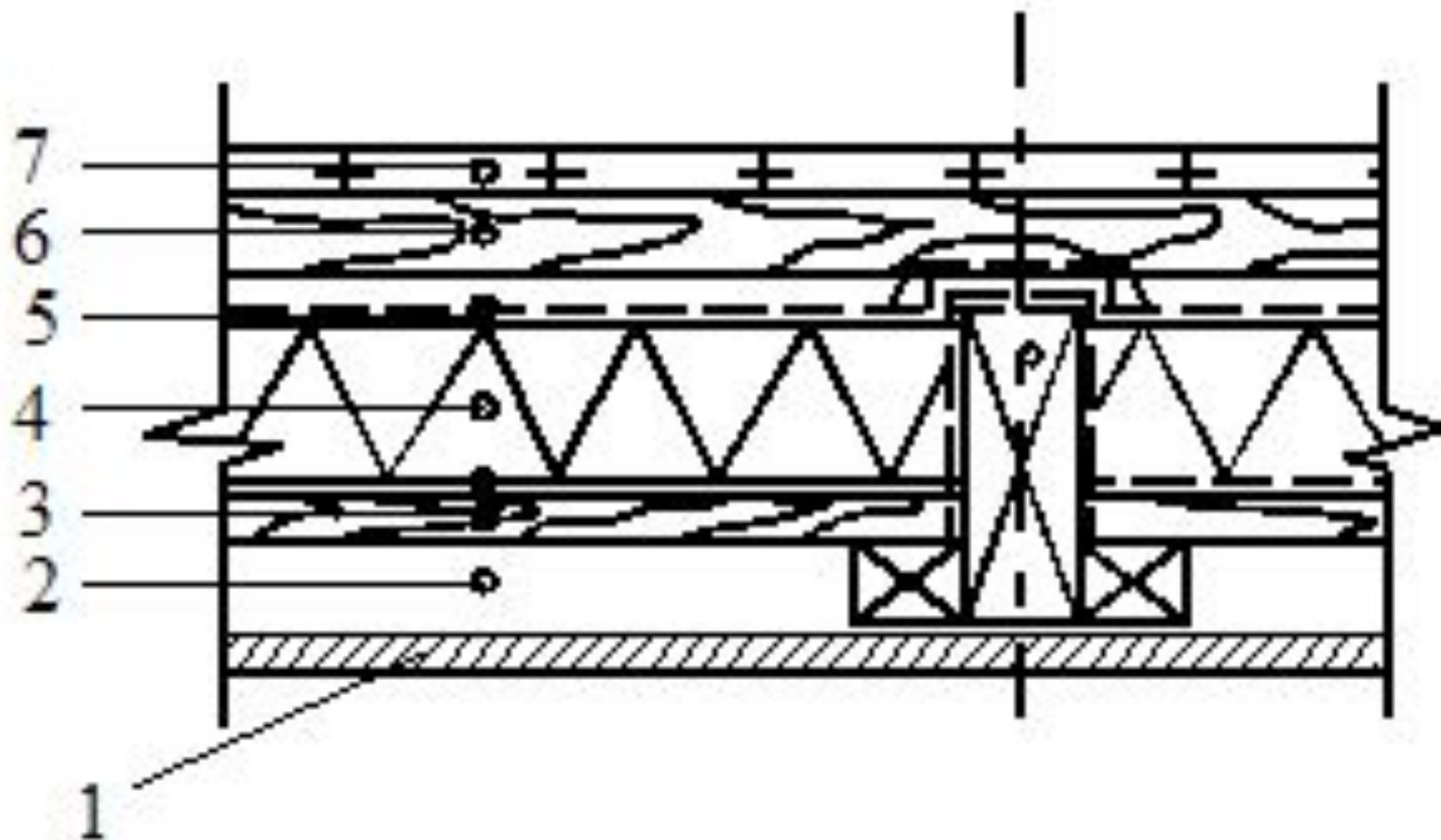
Замкнутая воздушная прослойка $R_{вп}= 0.14$ м²·°С/ Вт

Сплошной настил из досок, $\delta_6=30$ мм, $\lambda_6=0.18$ Вт/м·°С.

Утеплитель $\delta_7=60$ мм, $\lambda_7=0.07$ Вт/м·°С

Растительный слой $\delta_8=100$ мм, $\lambda_8=0.73$ Вт/м·°С.

Конструкция потолка



Параметры потолка

- Гипсоволокнистая плита $\delta_1=12 \text{ мм}$, $\lambda_1=0.21 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$.
- Замкнутая воздушная прослойка $\delta_2=40 \text{ мм}$, $R_{\text{вп}}=0.14 \text{ м}^2\cdot\text{°C/ Вт}$)
- Дощатый настил $\delta_3=20 \text{ мм}$, $\lambda_3=0.18 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$.
- Утеплитель $\delta_4=80 \text{ мм}$, $\lambda_4=0.07 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$
- Полосовая прокладка ДСП $\delta_5=11 \text{ мм}$, $\lambda_5=0.15 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$.
- Замкнутая воздушная прослойка $\delta_6=40 \text{ мм}$, $R_{\text{вп}}=0.14 \text{ м}^2\cdot\text{°C/ Вт}+18^\circ\text{C}$
- Шпунтованные доски $\delta_7=22 \text{ мм}$, $\lambda_7=0.18 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$.

Термическое сопротивление потолка

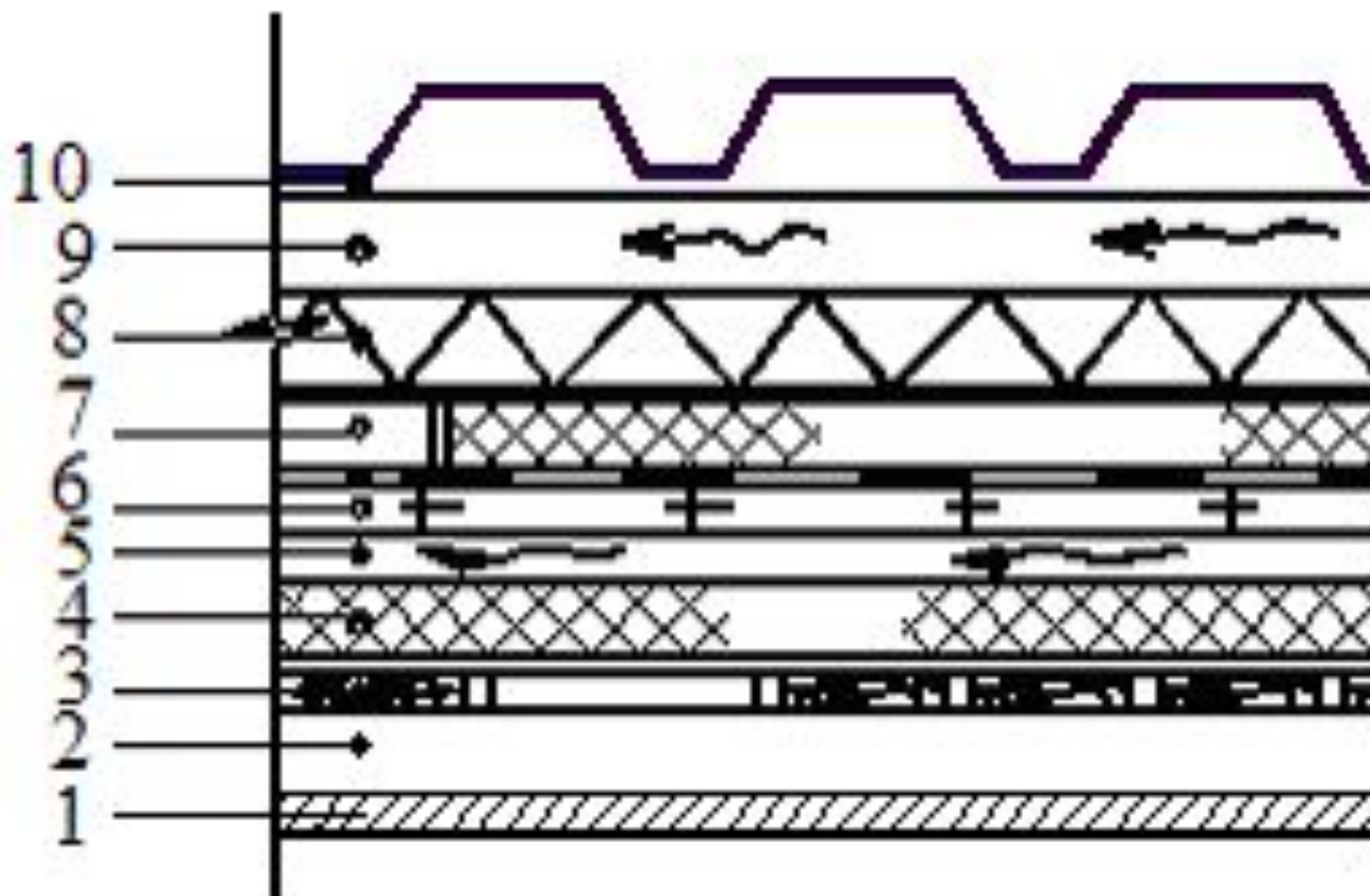
$$R_0 = (R_{\text{в}} + \frac{\sigma_1}{\lambda_1} + R_{\text{вп}} + \frac{\sigma_3}{\lambda_3} + \frac{\sigma_4}{\lambda_4} + \frac{\sigma_5}{\lambda_5} + R_{\text{вп}} + \frac{\sigma_7}{\lambda_7} + R_{\text{н}})$$

$$R_0 = \left(0.114 + \frac{0.012}{0.21} + 0.14 + \frac{0.02}{0.18} + \frac{0.08}{0.07} + \frac{0.011}{0.15} + 0.14 + \frac{0.02}{0.18} + 0.086 \right) =$$

2.15 $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$

$$k = \frac{1}{2.15} = 0.46 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

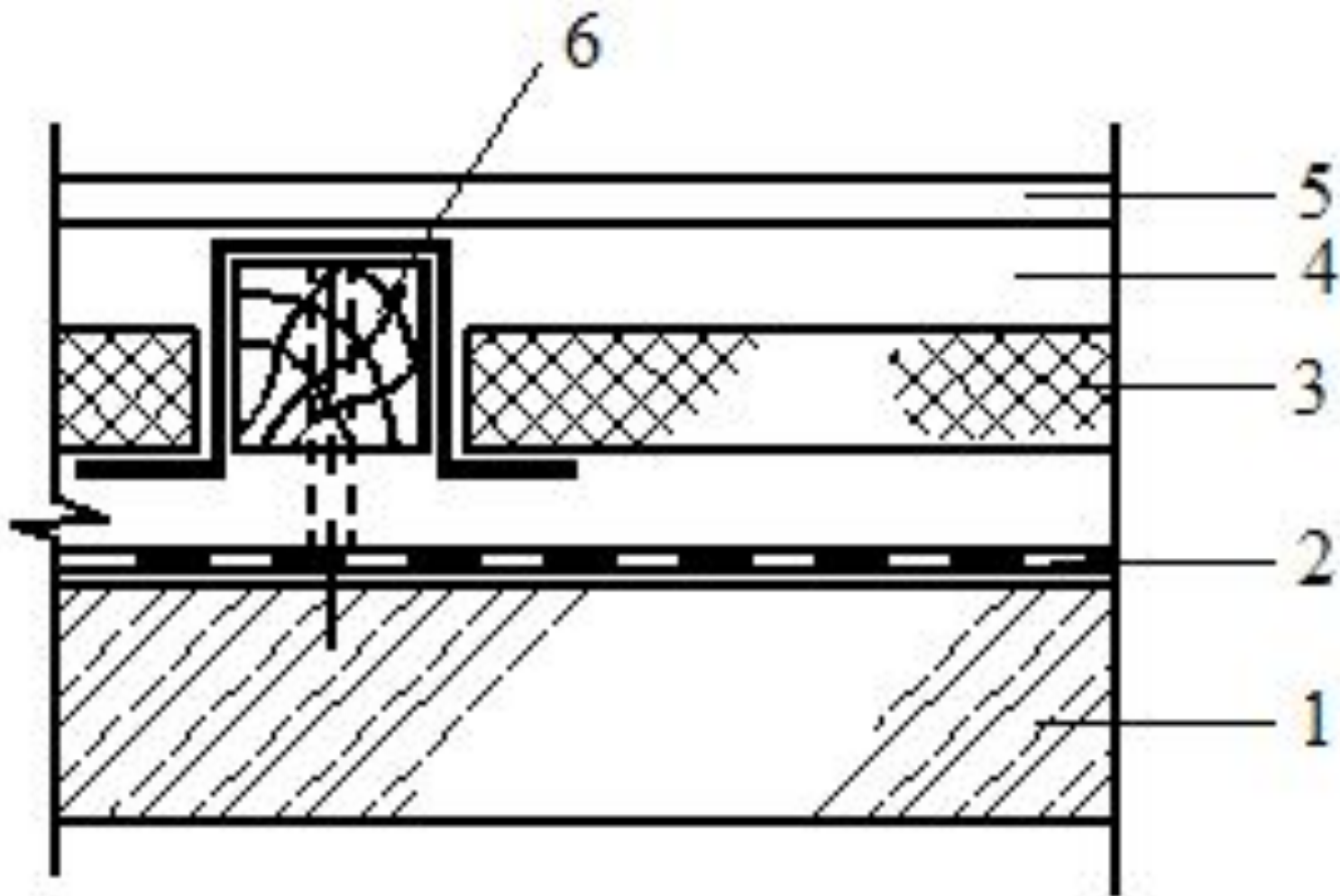
Разрез кровли под коллектором



Параметры кровли под коллектором

- Гипсоволокнистая плита $\delta_1=12$ мм, $\lambda_1=0.21$ Вт/м·°С.
- Замкнутая воздушная прослойка +18°С
- $\delta_2=50$ мм, $R_{вп}=0.14$ м²·°С/Вт
- Сплошной настил из досок $\delta_3=20$ мм, $\lambda_3=0.18$ Вт/м·°С.
-
- Утеплитель $\delta_4=50$ мм, $\lambda_4=0.07$ Вт/м·°С
- Не вентилируемая воздушная прослойка $\delta_5=30$ мм; $R_{вп}=0.14$ м²·°С/Вт
- Сплошной настил из досок $\delta_6=30$ мм, $\lambda_6=0.18$ Вт/м·°С.
- Утеплитель $\delta_7=100$ мм, $\lambda_7=0.07$ Вт/м·°С
- Воздушная прослойка $\delta_8=50$ мм; $R_{вп}=0.14$ м²·°С/Вт
- Металлический профиль

Разрез пола первого этажа



Конструкция пола

- 1) – Монолитное перекрытие 120 мм;
- 2) – пароизоляция - битумная мастика с двумя армирующими прокладками из стеклосетки, выравнивающая смесь
- 3) – Рулонные маты из стекловаты толщиной 50 мм;
- 4) – Замкнутая воздушная горизонтальная прослойка 100 мм;
- 5) – Шпунтованные доски (сосна) толщиной 25 мм;
- 6) – Лага 100x100мм.

Параметры пола

- Шпунтованные доски $\delta_1=25 \text{ мм}$, $\lambda_1=0.18 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$.
- Замкнутая воздушная прослойка $\delta_2=100 \text{ мм}$, $R_2=0.2 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ (при потоке теплоты сверху вниз, температура в прослойке положительная).
- Рулонные маты из стекловаты $\delta_3=50 \text{ мм}$, $\lambda_3=0.07 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$.
- Монолитное перекрытие $\delta_1=120 \text{ мм}$, $\lambda_1=0.16 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$.

Расчёт теплопотерь

- потери тепла через двери.

В доме установлены двойные деревянные входные двери.

$$k = 2.33 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}$$

$$Q^{\text{входная}} = 2.33 \cdot 2.9 \cdot (20 + 20) \cdot 1 = 274.19 \text{ Вт}$$

$$\sum Q^{\text{огр.конструкции}} = Q^{\text{стены}} + Q^{\text{окна}} + Q^{\text{двери}} + Q^{\text{кровля}} + Q^{\text{потолок}} + Q^{\text{пол}}$$

Стены – 718,58 Вт; Окна – 3561,68 Вт;

Двери – 274,26 Вт;

Кровля – 864,35 Вт; Потолок – 736,66 Вт;

Пол – 40,12 Вт.