

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ЗДАНИЯ

ТЕМА 12

- **Общие сведения**
- **Состояние воздушного режима здания при тепловом и ветровом давлении**
- **Теплопередача через ограждение при наличии инфильтрации**
- **Расчет воздушного режима наружных ограждений**



СОДЕРЖАНИЕ



Click to edit the notes format



СОСТОЯНИЕ ВОЗДУШНОГО РЕЖИМА ЗДАНИЯ ПРИ ТЕПЛОВОМ И ВЕТРОВОМ ДАВЛЕНИИ

Состояние воздушного режима здания при тепловом и ветровом давлении необходимо знать для того чтобы рассчитать величину перепада давления ΔP на поверхностях ограждения, которая оказывает влияние на количество инфильтрирующегося воздуха.

а) Рассмотрим определение величины теплового давления.

В зимнее время воздух в отапливаемых помещениях имеет более высокую температуру, чем наружный воздух $t_{в} > t_{н}$. При этом наружный воздух будет иметь больший объемный вес, чем воздух в здании $\gamma_{н} > \gamma_{в}$.

Разность объемных весов воздуха и создаёт разности его давлений.

На рис. 2 показано отапливаемое помещение с 2^{мя} наружными стенами. Если в таком здании пол и потолок будут воздухонепроницаемыми, то через нижнюю половину воздух будет проникать в здание, а через верхнюю уходить. Величина давления относительно нейтральной зоны в некотором сечении h будет определяться по уравнению:

$$P = \rho \cdot g \cdot h \cdot (\gamma_{н} - \gamma_{в})$$

(1)

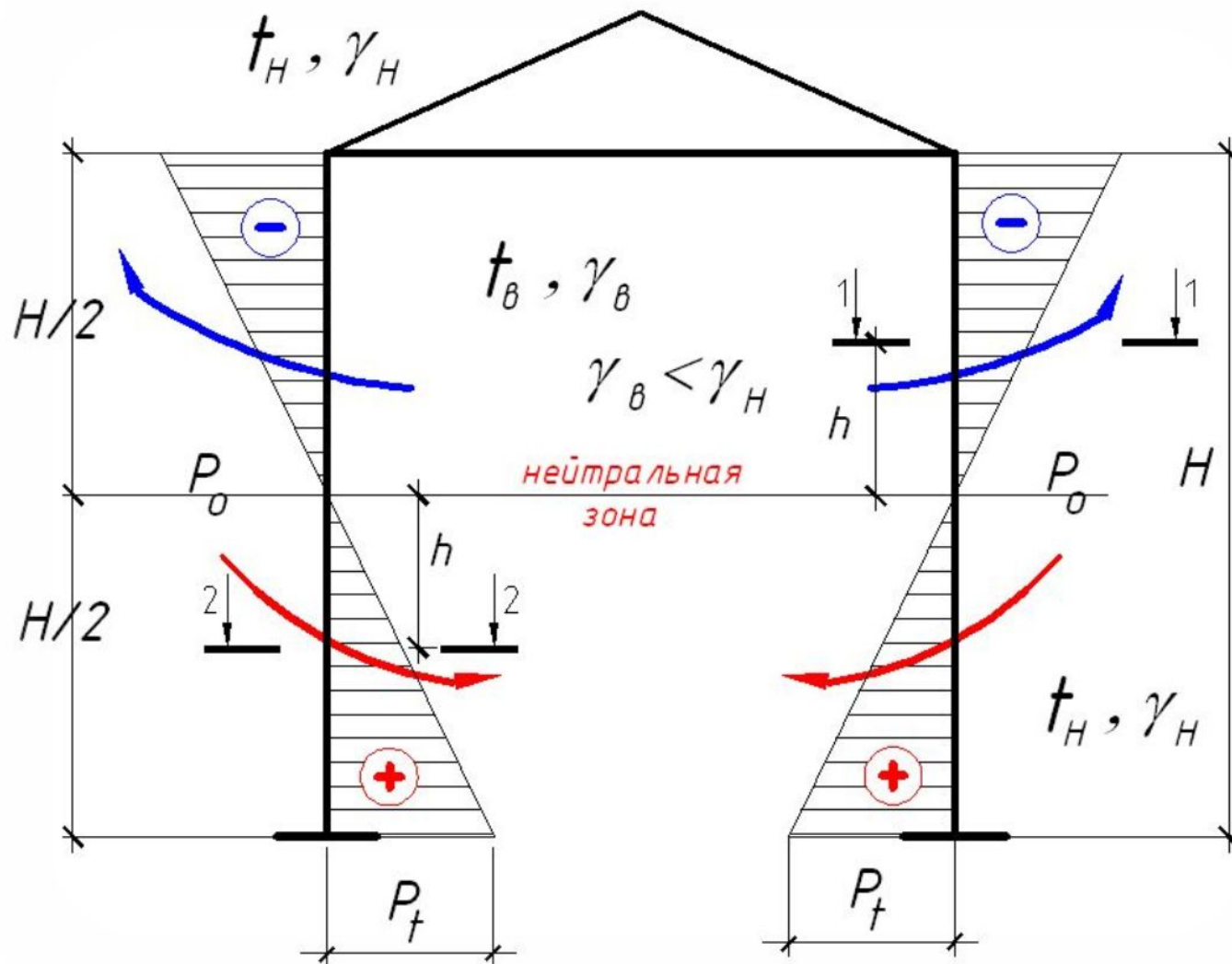


РИСУНОК 2. СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ НЕЙТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕПЛОВОГО ДАВЛЕНИЯ.

На положение нейтральной зоны оказывает влияние работа систем вентиляции.

При положительном дисбалансе ($\Pi > В$) нейтральная зона повышается; при отрицательном ($В > \Pi$) – понижается.

Если нейтральная зона находится в середине помещения, то величина теплового давления определяется по уравнению:

$$P_i = H/2 \cdot (\gamma_n - \gamma_v), \quad (2)$$

где γ_n, γ_v - удельный вес наружного и внутреннего воздуха;

h - расстояние от нейтральной поверхности, м;

H - высота здания, м.

Из уравнений (1) и (2) видно, что величина теплового давления будет возрастать с увеличением высоты здания и с повышением разности температур $t_v > t_n$.

б) Рассмотрим определение величины ветрового давления.

Полное давление ветра, оказываемое им на плоскость, перпендикулярную его направлению, определяется по формуле:

$$c = (v^2 \cdot \gamma_n) / 2, \quad (3)$$

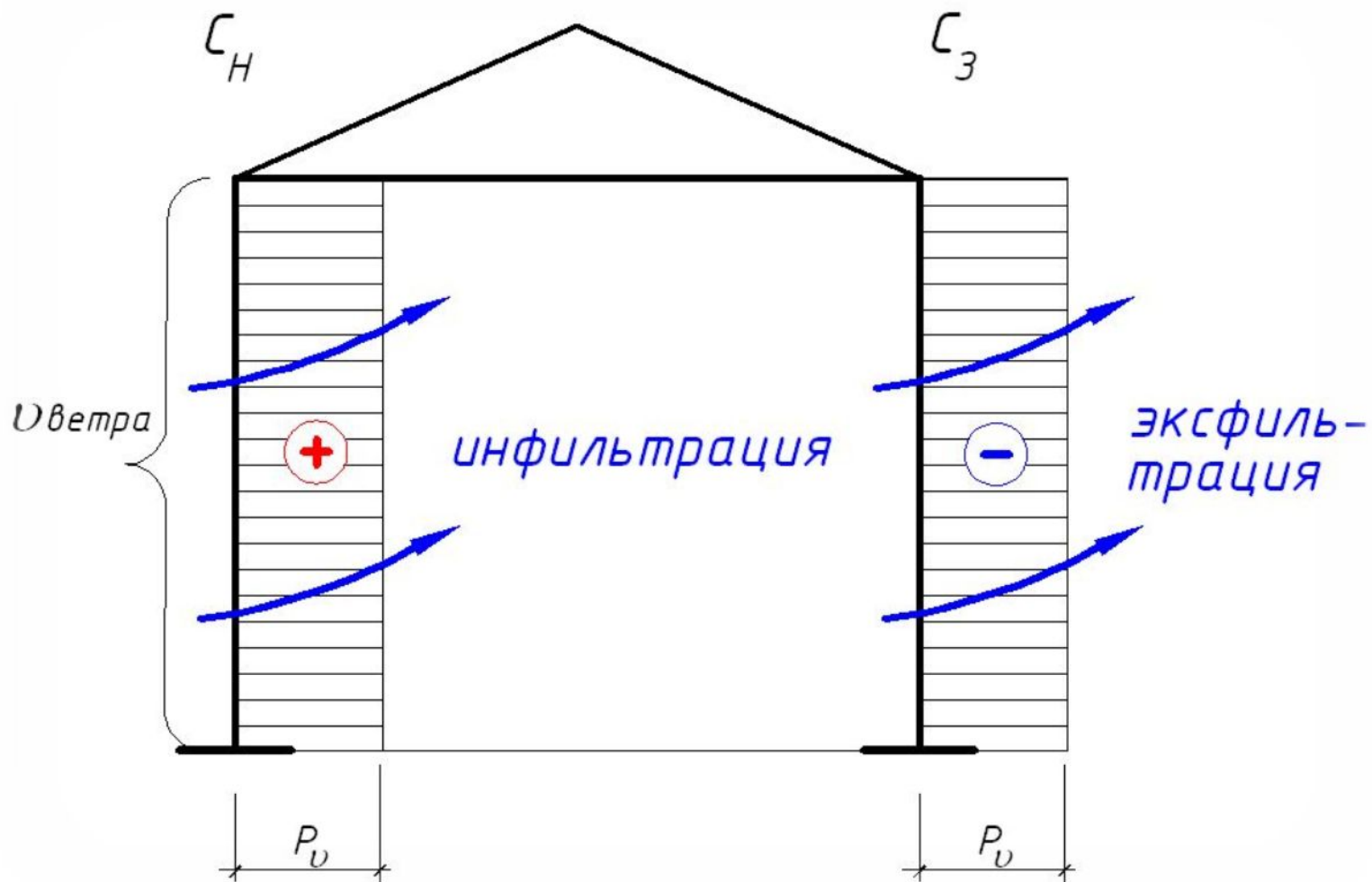


РИСУНОК 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ВЕТРОВОГО ДАВЛЕНИЯ.

Следует отметить, что давление ветра на наружное ограждение будет составлять только некоторую часть от его полного давления, характеризуемого аэродинамическими коэффициентами c_H и c_3 . Тогда ветровое давление можно будет определить по уравнению:

(4)

Практически в природе встречаются условия, когда одновременно $v_{\text{ВЕТРА}} > 0$, и $t_{\text{В}} > t_{\text{Н}}$, в этом случае необходимо определить общее давление:

ветровое и тепловое. Для этого применим принцип независимости действия сил. Тогда эпюра совместных давлений примет вид:

(5)

Для удобства расчетов воздушного режима здания, оказывается удобным построить эпюры давлений так, чтобы по всему контуру здания они были со знаком «+»

Для этого за 0 отсчета следует принимать давление внутри здания равным наибольшему отрицательному давлению. Этому давлению соответствует точка в верхней части здания с заветренной стороны, тогда эпюра давлений примет вид:

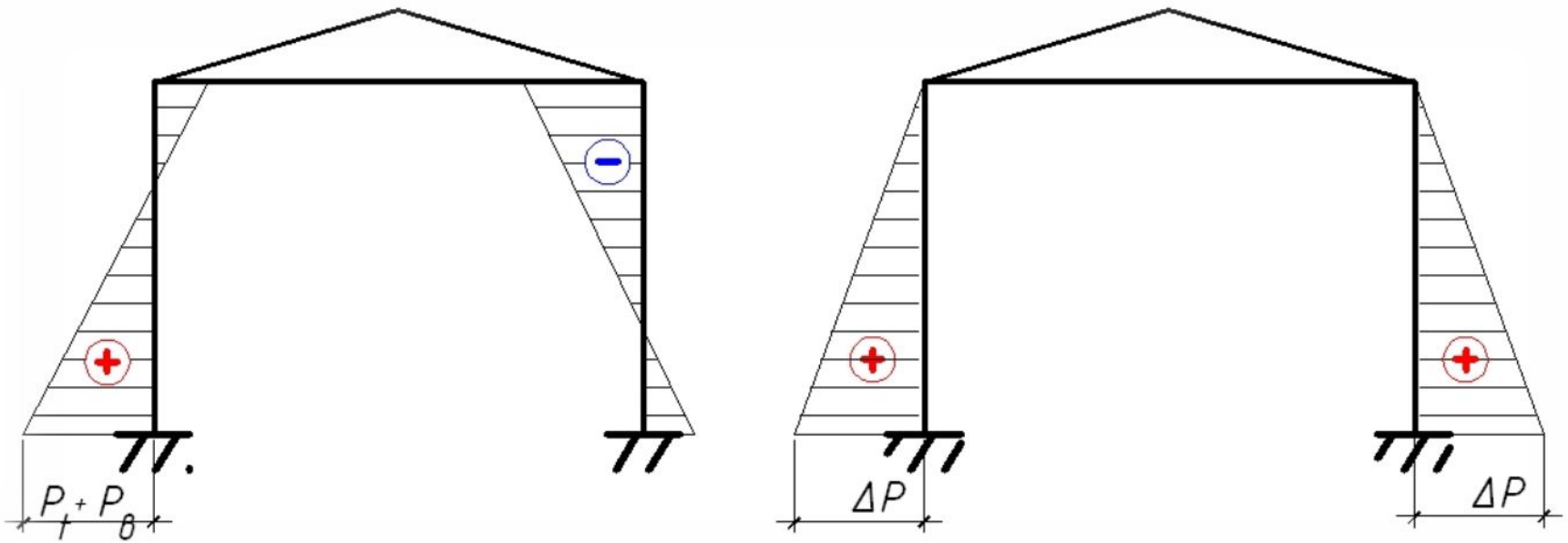


РИСУНОК 4. ЭПЮРЫ ВЕТРОВОГО ДАВЛЕНИЯ.

Величина перепада давлений определяется по уравнению:

(6)

$c_H = 0,8$; и $c_3 = -0,4$.

$$\Delta P = h \cdot (\gamma_H - \gamma_B) + 0,3v^2 \gamma_H, \quad (7)$$

Уравнение (7) применяется для расчета воздушного режима здания, а для расчета теплотерь с учетом инфильтрации применяется уравнение с учетом влияния на величину ΔP работы систем вентиляции:

$$\Delta P = (H - h) \cdot (\gamma_H - \gamma_B) + 0,5(v^2/2) \gamma_H \cdot (c_H - c_3) \cdot k_H - P_H; \quad (8)$$

где $(H - h) \cdot (\gamma_H - \gamma_B)$ - тепловое давление;

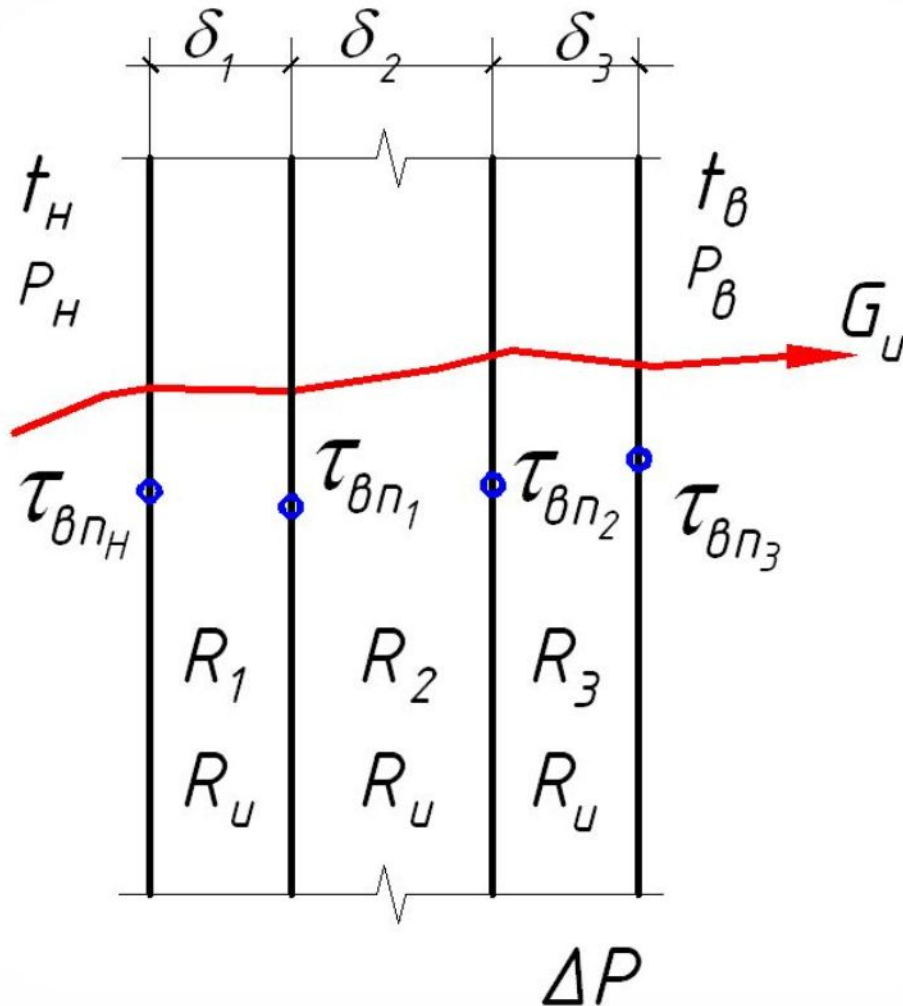
$0,5(v^2/2) \gamma_H \cdot (c_H - c_3) \cdot k_H$ - ветровое давление;

P_H - вентиляционное давление.

Из изложенного следует, что при расчете воздушного режима необходимо иметь в виду наличие инфильтрации как на наветренной, так и с заветренной стороны.



ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЕ ПРИ НАЛИЧИИ ИНФИЛЬТРАЦИИ



При фильтрации воздуха температурное поле и теплообмен на поверхности ограждения заметно изменяются. Происходит это в результате переноса дополнительной теплоты потоком инфильтрующегося воздуха. В многослойных ограждениях перепад температур пропорционален термическим сопротивлениям теплопередачи.

Тогда дифференциальное уравнение одномерного температурного поля при стационарных условиях имеет вид:

$$(\partial^2 t)/(\partial R^2) = 0. \quad (9)$$

При наличии инфильтрации, можем записать:

$$(10)$$

Преобразовывая уравнение (10) и решив его относительно $\tau_{вн(i)}$, получим распределение температуры на внутренней поверхности любого слоя, можно определить:

$$(11)$$

где t_n , t_b - расчетные температуры наружного и внутреннего воздуха, °С;

e - основание ln ;

c_b - теплоёмкость воздуха, кДж/кг°С;

G_u - количество инфильтрирующегося воздуха, кг/г;



G_u - количество инфильтрирующегося воздуха, кг/г ;
 R_0^u – сопротивление теплопередаче всего ограждения, $\text{м}^2\text{°С/Вт}$;
 $\sum R_{ni}$ – термическое сопротивление теплопередаче слоев начиная от наружного воздуха в помещении, $\text{м}^2\text{°С/Вт}$.

Например :

Данное уравнение справедливо в случае инфильтрации, а при эксфильтрации G_u берется со знаком «-».

При отсутствии инфильтрации:

Анализируя уравнение (11) и (12) видим, что $\tau_{вп}$ при инфильтрации ниже, чем при ее отсутствии. Фильтрация воздуха также оказывает влияние и на k теплопередачи, которая определяется по формуле:

(13)

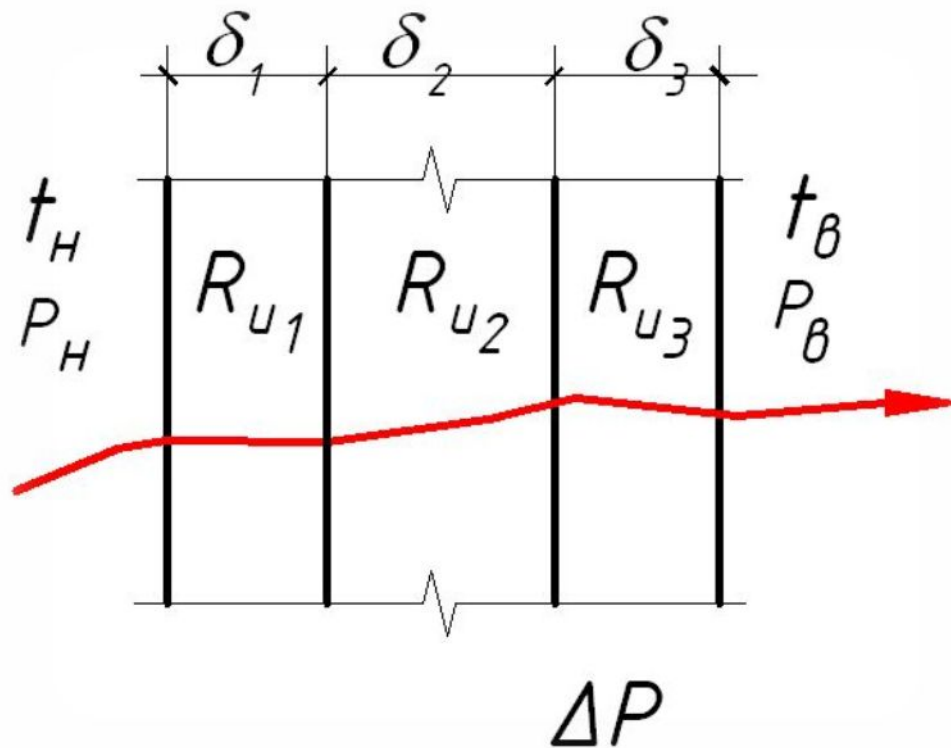
При отсутствии фильтрации:

$k = 1/R_0^\Phi$, (6), анализ показывает, что $k_u > k$, следовательно это приводит к увеличению тепловой мощности систем В и КВ.

Изложенное выше требует осуществлять проверку ограждений воздухопроницанию.



РАСЧЕТ ВОЗДУШНОГО РЕЖИМА НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ



Ограждающие конструкции должны иметь расчет сопротивления воздухопроницания. Для расчетов сначала определяем:

а) для наружных стен:

$$R_u^{тр} = \Delta P / G_u,$$

(14)

где G_u - нормативная воздухо-проницаемость СНиП 23.02-2003;

б) для окон и балконных дверей:

(15)

где ΔP_0 - разность давлений воздуха на противоположных поверхностях при испытании на воздухопроницаемость $\Delta P = 10$ Па.

Для оценки воздухопроницаемости наружных ограждений, необходимо определить фактическое сопротивление воздухопроницанию :

$$R_u^{\phi} = R_{u1} + R_{u2} + R_{u3} + \dots + R_{un} . \quad (16)$$

Ограждение будет отвечать требованиям воздухопроницания если выполняется условие :

$$R_u^{\phi} \geq R_u^{\text{тр}} . \quad (17)$$

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ЗДАНИЯ

ТЕМА 12

