

РАСЧЕТ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

При проектировании жилых зданий и помещений производственного значения необходимо учитывать воздухопроницаемости ограждающих конструкций. Эта величина, в свою очередь, кроме других факторов зависит от климатических особенностей регионов Кыргызской Республики /8-10/.

Расчет воздухопроницаемости необходим для обеспечения гигиенических норм жилых и производственных помещений /1-7/.

Под действием ветра и теплового напора, возникающего при разности температур внутреннего и наружного воздуха, возможна фильтрация холодного наружного воздуха, которая может существенно изменить теплозащитные свойства ограждения.

Физический механизм переноса вещества в капиллярно-пористых материалах значительно отличается от механизма переноса тепла. Перенос воздуха фильтрационного потока возникает в случаях, когда разность давлений на наружной и внутренней поверхностях ограждения превышает (по энергетическому уровню) сопротивление прохождению воздушного потока. Эти сопротивления возникают на наружной поверхности стены (в виде облицовки, отделки масляной краской, пластифицированных бетонов и др.) и в толще ограждения (в виде прослоек из пластмассы, битума, фольги и др.) /7/.

В качестве константы воздухопроницаемости материалов можно принять коэффициент воздухопроницаемости G , который показывает количество воздуха (кг), проходящее через равномерно пористый материал толщиной 1 м, сечением 1 м² в течение 1 ч при разности давлений 1 Па. Коэффициент воздухопроницаемости зависит от плотности и структуры материала и плотности сопряжений между отдельными элементами, т.е. герметичности стыков.

Сопротивление, оказываемое фильтрации воздуха ограждающей конструкцией, или воздухоизоляционные свойства строительных материалов и конструкций в целом или ее отдельными слоями характеризуются сопротивлением их воздухопроницанию R_{inf}^{des} , м²ч-Па/кг, которое должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию R_{inf}^{reg} , определяемого согласно разделу 8 СНиП КР 23-01.

Оно показывает разность давлений (Па), при которой поток воздуха через 1 м² ограждающей конструкции будет равен 1 кг/ч.

При заданном коэффициенте воздухопроницаемости материала G сопротивление воздухопроницанию R_{infres} определяется по формуле

$$R_{inf}^{des} = \delta / G, \quad (1)$$

где δ – толщина слоя материала, м.

Сопротивление воздухопроницанию многослойной ограждающей конструкции R_{inf}^{des} , м²·ч-Па/кг, следует определять по формуле

$$R_{inf}^{des} = R_{inf1} + R_{inf1} + \dots + R_{inf n}, \quad (2)$$

где R_{inf1} , R_{inf1} , ... $R_{inf n}$ – сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев ограждающей конструкции, м²·ч-Па/кг, принимаемые по табл. 2.

Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей), зданий и сооружений R_{inf}^{des} должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию R_{inf}^{reg} , м²·ч-Па/кг, определяемого по формуле

$$R_{inf}^{reg} = \Delta p / G_n \quad (3)$$

где Δp – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяемая в соответствии с формулой (4);

G_n – нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций, кг/(м²·ч), следует принимать по табл. 1.

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций Δp , Па, следует определять по формуле

$$\Delta p = 0,55 H(\gamma_{ext} - \gamma_{int}) + 0,03 \gamma_{ext} v^2, \quad (4)$$

где H – высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты), м; γ_{ext} , γ_{int} – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³, определяемый по формуле

$$\gamma = 3463 / (273 + t), \quad (5)$$

t – температура воздуха:

внутреннего (для определения γ_{int}) – принимается согласно оптимальным параметрам по ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 30494-96 и действующим нормативным документам на санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям КР;

наружного (для определения γ_{ext}) – принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по таблице 1 СНиП КР 23-02;

v – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более, принимаемая по табл. 6 СНиП

КР 23-02; для зданий высотой свыше 60 м v следует принимать с учетом коэффициента изменения скорости ветра по высоте (по СП КР 23-101).

Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий, а также окон и фонарей производственных зданий R_{inf}^{des} должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию R_{inf}^{req} , $m^2 \cdot ч / кг$, определяемого по формуле

$$R_{inf}^{req} = (1/G_n) \cdot (\Delta p / \Delta p_0)^{2/3}, \quad (6)$$

где $\Delta p_0 = 10$ Па – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию R_{inf}^{des} .

Оконные блоки и балконные двери в жилых и общественных зданиях следует выбирать согласно классификации воздухопроницаемости притворов по ГОСТ 26602.2-99: 3-этажных и выше – не ниже класса Б; 2-этажные и ниже – в пределах классов В-Д.

Средняя воздухопроницаемость жилых квартир и помещений общественных зданий (при закрытых приточно-вытяжных вентиляционных отверстиях) должна обеспечивать в период испытаний воздухообмен кратностью n_{50} , $ч^{-1}$, при разности давлений 50 Па наружного и внутреннего воздуха при вентиляции:

- с естественным побуждением $n_{50} \leq 4$ $ч^{-1}$;
- с механическим побуждением $n_{50} \leq 2$ $ч^{-1}$;

Кратность воздухообмена зданий и помещений при разности давлений 50 Па и их среднюю воздухопроницаемость определяют по ГОСТ 31167-2003.

Для городской застройки характерно уменьшение ветрового давления у поверхности земли и значительное повышение его в верхних этажах.

Нормативная воздухопроницаемость ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции	Воздухопроницаемость G_n (кг/(м ² ·ч)), не более
1. Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений	0,5
2. Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1,0
3. Стыки между панелями наружных стен:	
а) жилых зданий	0,5 *
б) производственных зданий	1,0 *
4. Входные двери в квартиры	1,5
5. Входные двери в жилые, общественные и бытовые здания	7,0
6. Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в деревянных переплетах; окна и фонари производственных зданий с кондиционированием воздуха	6,0
7. Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в пластмассовых или алюминиевых переплетах	5,0
8. Окна, двери и ворота производственных зданий	8,0
9. Фонари производственных зданий	10,0
* в кг/(м·ч)	

При применении в жилых и общественных зданиях стен из сборных элементов (крупноразмерных панелей и блоков) необходимо обеспечивать малую проницаемость воздуха в стыках и сопряжениях между сборными элементами.

Расчетные сопротивления воздухопроницанию распространенных ограждений приведены в табл. 2.

Сопротивление воздухопроницанию материалов и конструкций

№ п.п.	Материалы и конструкции	Толщина слоя, мм	Сопротивление воздухопроницанию R_{inf} , $\text{м}^2\text{чПа/кг}$
1	2	3	4
1	Бетон сплошной (без швов)	100	19620
2	Газосиликат сплошной (без швов)	140	21
3	Известняк-ракушечник	500	6
4	Картон строительный (без швов)	1,3	64
5	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	18
6	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	120	2
7	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	9
8	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в полкирпича	120	1
9	Кладка кирпича керамического пустотного на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	—	2
10	Кладка из легкогобетонных камней на цементно-песчаном растворе	400	13
11	Кладка из легкогобетонных камней на цементно-шлаковом растворе	400	1
12	Листы асбестоцементные с заделкой швов	6	196
13	Обои бумажные обычные	—	20

14	Обшивка из обрезных досок, соединенных впритык или вчетверть	20-25	0,1
15	Обшивка из обрезных досок, соединенных в шпунт	20-25	1,5
16	Обшивка из досок двойная с прокладкой между обшивками строительной бумаги	50	98
17	Обшивка из фибролита или из древесно-волоконистых бесцементных мягких плит с заделкой швов	15-70	2,5
18	Обшивка из фибролита или из древесно-волоконистых бесцементных мягких плит без заделки швов	15-70	0,5
19	Обшивка из жестких древесно-волоконистых листов с заделкой швов	10	3,3
20	Обшивка из гипсовой сухой штукатурки с заделкой швов	10	20
21	Пенобетон автоклавный (без швов)	100	1960
22	Пенобетон неавтоклавный	100	196
23	Пенополистирол	50-100	79
24	Пеностекло сплошное (без швов)	120	>2000
25	Плиты минераловатные жесткие	50	2
26	Рубероид	1,5	Воздухонепроницаем
27	Толь	1,5	490
28	Фанера клееная (без швов)	3-4	2940
29	Шлакобетон сплошной (без швов)	100	14
30	Штукатурка цементно-песчаным раствором по каменной или кирпичной кладке	15	373
31	Штукатурка известковая по каменной или кирпичной кладке	15	142
32	Штукатурка известково-гипсовая по дереву (по дроби)	20	17
33	Керамзитобетон плотностью 900 кг/м ³	250-400	13-17

34	То же, 1000 кг/м ³	250-400	53-80
35	То же, 1100-1300 кг/м ³	250-450	390-590
36	Шлакопемзобетон плотностью 1500 кг/м ³	250-400	0,3

Примечания: 1. Для кладок из кирпича и камней с расшивкой швов на наружной поверхности приведенное в настоящей таблице сопротивление воздухопроницанию следует увеличивать на 20 м²ч Па/кг.

2. Сопротивление воздухопроницанию воздушных прослоек и слоев ограждающих конструкций из сыпучих (шлака, керамзита, пемзы и т.п.), рыхлых и волокнистых (минеральной ваты, соломы, стружки и т.п.) материалов следует принимать равным нулю независимо от толщины слоя.

3. Для материалов и конструкций, не указанных в настоящей таблице, сопротивление воздухопроницанию следует определять экспериментально.

Сопротивление воздухопроницанию некоторых видов стыков приведено в табл.3.

Таблица 3

Значения R_{inf} стыков панелей

Характеристика стыков	Сопротивление воздухопроницанию на 1м. длины стыка, м ² ·ч·вод.ст./кг	Примечание
Стык прямой с нащельником при ширине щели 3мм	0,07	Приведенные данные получены экспериментально
Стык прямой с нащельниками и с прокладкой пергамина под ними	4	Приведенные данные получены экспериментально
Стык с округленными гранями плотно проконопаченный с двумя нащельниками по пергамину	6,7	То же
Стык ромбический с прокладкой асбестового шнура	4,2	»
Стык с рейкой в шпунтах	0,8	»

Окна и двери представляют наиболее слабые в физическом отношении элементы здания. Для уменьшения воздухопроницаемости окон и дверей и повышения их звукоизолирующей способности целесообразно в сопряжениях

между створными и глухими переплетами, а также в притворах дверей предусматривать уплотняющие упругие прокладки. Схемы некоторых сопряжений приводятся на рис. 1.

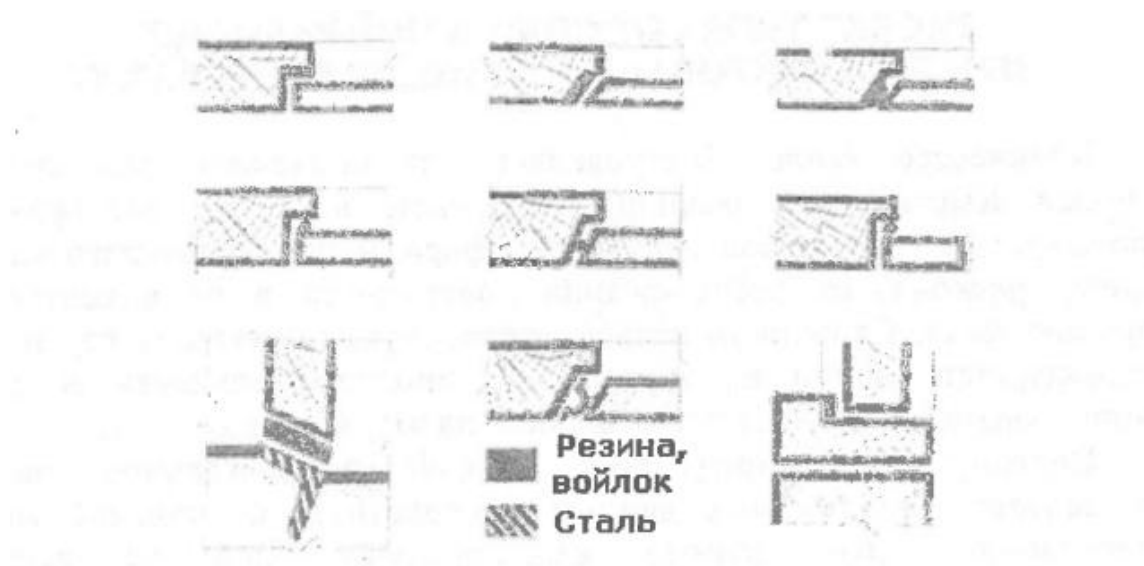


Рис. 1. Детали сопряжения между створными и глухими переплетами окон и дверей

Список литературы

1. Свод правил по проектированию и строительству Кыргызской Республики. СП КР 23-101:2009. «Проектирование тепловой защиты зданий».
2. Строительные нормы и правила Кыргызской Республики. СНиП КР 23-01:2009. «Строительная теплотехника».
3. Строительные нормы и правила Кыргызской Республики. СНиП КР 23-02-00. «Строительная климатология».
4. Свод правил по проектированию и строительству. СП 23-101-2004. «Проектирование тепловой защиты зданий».
5. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. – М.: Высшая школа, 1970.
6. Гусев Н.М. Основы строительной физики. – М.: Стройиздат, 1975.
7. Ильинский В.Е. Строительная теплофизика. – М.: Высшая школа, 1974.
8. web.manas.kg/cv/sbe/tkoychiyevkg.do... Концепция социально-экономического развития Кыргызской Республики на период до 2015 года. – Б.: 2008.
9. Кутуев М.Д., Укуев Б.Т. Строительная механика. – Бишкек, 2008.
10. Кутуев М.Д., Укуев Б.Т., Матозимов Б.С., Мамбетов Э.М. Теория и практика сейсмозащиты сооружений. – Бишкек: Алтын принт, 2010. – С. 370.