

УДК 533.6.07:624.042.41

д.т.н., профессор С.Г. Кузнецов,  
В. А. Лозинская,

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ С ВЕНТИЛИРУЕМЫМ ВОЗДУШНЫМ ЗАЗОРОМ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

*В данной статье приведена актуальность применения фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором при реконструкции фасадов зданий. Рассмотрены конструктивные особенности и существующие методы расчета несущих элементов вентилируемых фасадов. Выявлены основания для проведения ряда экспериментальных исследований для определения фактической ветровой нагрузки, действующей на вентилируемые фасады, что является основным фактором обеспечения эксплуатационной надёжности как конструкции в целом, так и её отдельных элементов.*

**Ключевые слова:** вентилируемый фасад, конструктивные особенности, ветровая нагрузка, несущие элементы, воздушный зазор, скоба, кляммер.

### 1. ВВЕДЕНИЕ.

Нарастающие темпы развития строительства оставляют за собой множество зданий и сооружений, которым требуется не только восстановление, но и модернизация. Однозначно, реконструкция зданий это большой состав организационно строительных действий и строительно-монтажных процессов связанных с изменением функционального профиля здания, преобразования количества и качества помещений, необходимостью повышения общей площади объекта и так далее. Но каким бы ни был состав выполняемых работ, реконструкция фасада здания является неотъемлемой частью комплекса процессов. Вариантов реконструкции фасадов зданий большое количество, но всё большую популярность приобретают навесные фасадные системы с вентилируемым воздушным зазором или как их называют вентилируемые фасады.

Большинство источников информации о данных системах носят рекламный характер и перечисляют только достоинства вентилируемых фасадов. Несомненно, все свойства вентилируемых фасадов, такие как энергосбережение, звукоизоляция, гидроизоляция, безремонтный срок службы 25-50 лет и, конечно же, разнообразие декоративно-художественных решений являются важными показателями для их использования. Однако, несмотря на

весь перечень преимуществ, встречаются разрушение элементов (см. рис. 1, 2) вентилируемых фасадов, что даёт основания для изучения этого вопроса.



Рис.1. Разрушение слоя утеплителя из-за отсутствия влагоудаления [4].

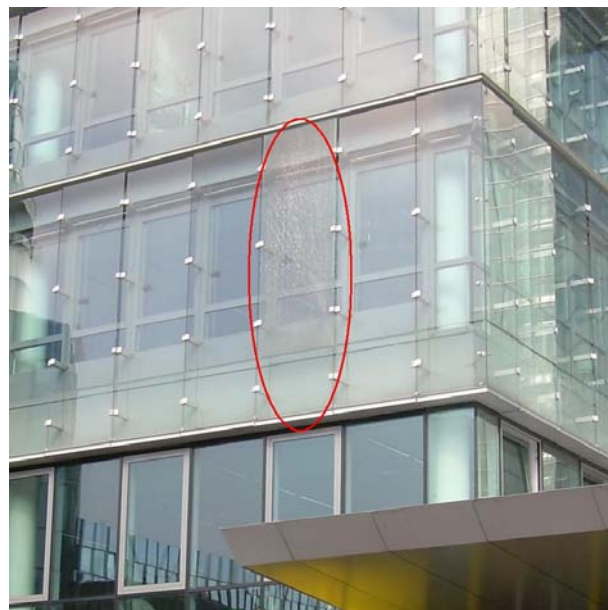


Рис. 2. Разрушение облицовочного материала (стекло).

Таким образом чтобы обеспечить надежность и широкую область применения конструктивных решений навесной фасадной системы, требуется провести целый комплекс научно-технических исследований самой различной направленности.

## **2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ.**

С середины 1950-х годов вентилируемые фасады начали активно применяться в Европе, а также в сыром и ветреном климате Канады. Основной

особенностью вентилируемого фасада является воздушный зазор между защитным экраном и стеной (или утеплителем). Благодаря перепаду давления воздуха, этот зазор работает по принципу действия «вытяжной трубы» (см. рис. 3). В результате этого, из конструкции в окружающую среду удаляется влага, попавшая туда или образовавшаяся за счет конденсации в утеплителе (см. рис. 1). Так же воздушный зазор снижает теплопотери, выполняя роль температурного буфера [3].

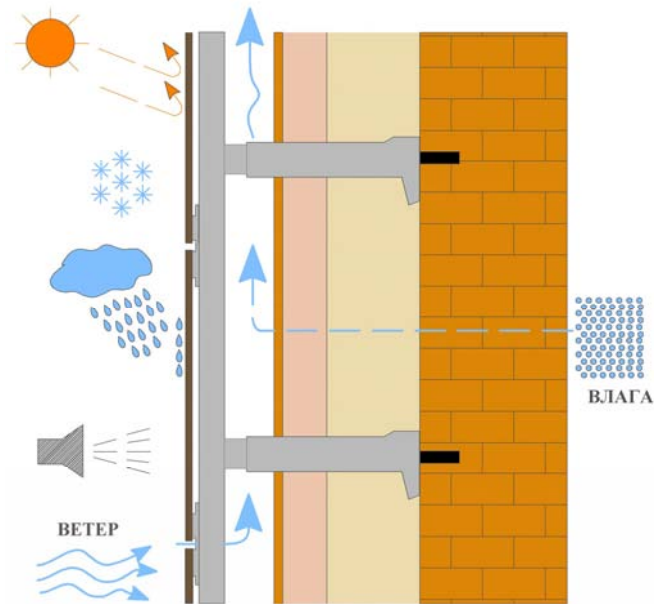


Рис. 3. Принцип работы фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором.

Конструкция вентилируемого фасада (см. рис. 4) сложна и требует ответственного и квалифицированного подхода к монтажу. Подоблицовочная конструкция вентилируемого фасада состоит из кронштейнов, которые крепятся непосредственно на стену, и несущих профилей, устанавливаемых на кронштейны. На несущих профилях, образующих каркасную систему, крепежными элементами монтируются плиты или листы облицовки. Теплоизоляционный слой фиксируется на наружной поверхности стены дюбелями и профилями.

В настоящее время насчитывается более 40 типов материалов, применяемых в качестве защитного экрана (облицовки) вентилируемого фасада.

В качестве теплоизоляции используются специализированные маты из минеральной ваты жесткостью не менее 35 кг/м<sup>3</sup>, которые крепятся непосредственно к стене. Благодаря свойству этих утеплителей пропускать воздух они удаляют влагу, образующуюся за счет диффузии водяного пара, изнутри здания.

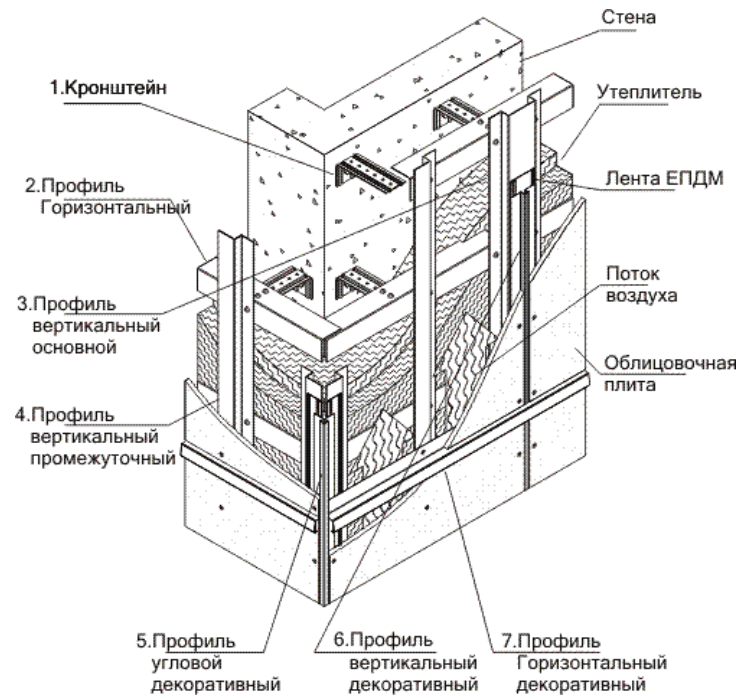


Рис. 4. Конструкция навесной фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором.

Система крепления облицовочных плит может быть видимой и невидимой. В видимой системе крепления плиты охватываются декоративными профилями, скобами или кляммерами сверху и снизу, а в невидимой системе в плите (при ее достаточной толщине) с внутренней стороны высверливаются четыре отверстия, в которых закрепляются держатели, непосредственно на которые и монтируется плита.

### 3. РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.

Ветровые нагрузки на конструкции навесной фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором являются основными и в настоящее время определяются в соответствии с ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия» как для несущих конструкций зданий по формуле:

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C, \quad (1)$$

где  $\gamma_{fm}$  – коэффициент надежности по предельному расчетному значению ветровой нагрузки, определяемый по 9.14 [1];

$W_0$  – характерное значение ветрового давления по 9.6 [1];

$C$  – коэффициент:

$$C = C_{aer} C_h C_{alt} C_{rel} C_{dir} C_d, \quad (2)$$

где  $C_{aer}$  – аэродинамический коэффициент, определяемый по 9.8 [1];

$C_h$  – коэффициент высоты сооружения, определяемый по 9.9 [1];

$C_{alt}$  - коэффициент географической высоты, определяемый по 9.10 [1];

$C_{rel}$  - коэффициент рельефа, определяемый по 9.11 [1];

$C_{dir}$  - коэффициент направления, определяемый по 9.12 [1];

$C_d$  - коэффициент динамичности, определяемый по 9.13 [1].

Расчетные схемы скобы и кляммера приведены на (см. рис. 5) Вертикальные нагрузки на кляммеры (скобы) от веса облицовки воспринимаются двумя нижними скобами (элементами кляммера), горизонтальные (ветровые) нагрузки – четырьмя скобами (элементами кляммера) на одну плитку. Гололедная нагрузка в расчете не учитывалась.

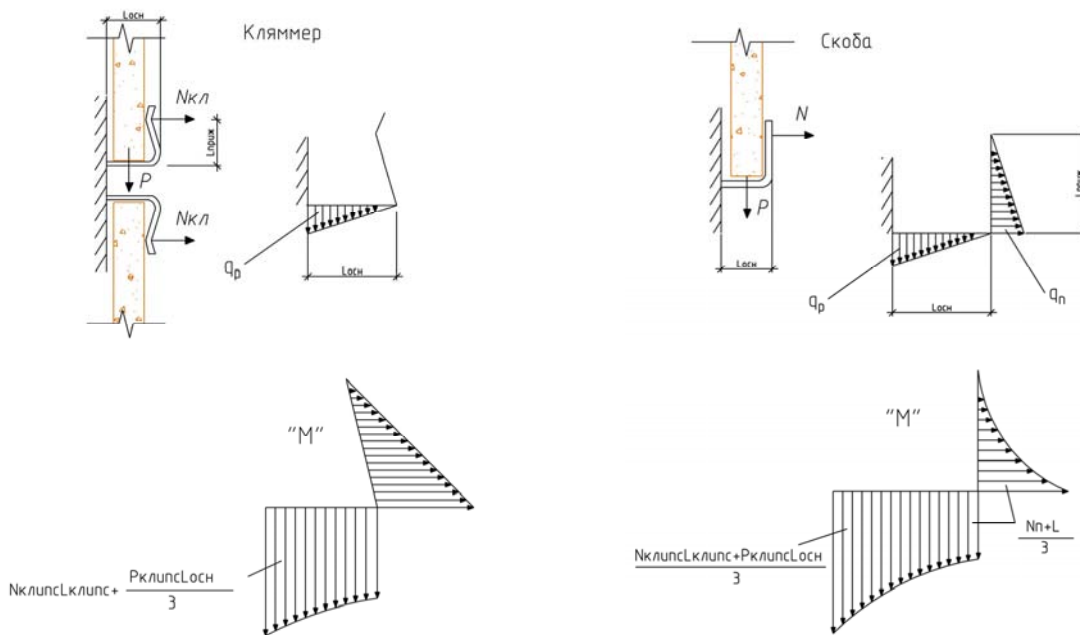


Рис. 2. Расчетные схемы скобы и кляммера

Вертикальная сосредоточенная нагрузка на одну скобу (кляммер) от отвеса облицовки, (кгс):

$$P_p = \rho t S / 2 \quad (1.2)$$

Горизонтальная ветровая нагрузка на одну скобу (кляммер):

$$N_p = W_m S / 4 \quad (1.3)$$

где:  $p = 2500$  кг/м<sup>2</sup> – плотность керамогранита,  $t = 0,01$  м – толщина,  $S$  – площадь плитки, м<sup>2</sup>.

Расчетная нагрузка от веса облицовки принимается как неравномерно распределенная, изменяющаяся по закону треугольника с максимальной интенсивностью  $q_p$ :

$$q_p = 2P / L_{осн} \quad (1.4)$$

где  $L_{осн}$  – длина основания скобы (кляммера).

Типы приложения ветровой нагрузки, передаваемой от облицовки, для скобы и кляммера различны. В кляммере облицовка прижимается лапкой, выполненной в виде пружины, поэтому контакт с плиткой (и передача ветровой нагрузки) осуществляется в одной точке. В этом случае тип приложения нагрузки – сосредоточенный.

Тогда изгибающий момент в заделке кляммера  $M_x$ :

$$M_x = N_p L_{\text{приж.}} + P_p L_{\text{осн}} / 3 \quad (1.5)$$

где  $L_{\text{приж.}}$  – длина прижимной части (см. рис. 5). В скобе контакт осуществляется по всей длине лапки (облицовка поджимается уплотнителем по ее внутренней поверхности), поэтому в этом случае тип приложения нагрузки распределенный, изменяющийся по закону треугольника с максимальной интенсивностью  $q_n$ :

$$q_n = 2P_p / L_{\text{приж.}} \quad (1.6)$$

Тогда изгибающий момент в заделке скобы  $M_x$ :

$$M_x = N_p L_{\text{приж.}} / 3 + P_p L_{\text{осн}} / 3 \quad (1.7)$$

Из формул (1.5) и (1.7) видно, что первое слагаемое в формуле (1.5) в 3 раза больше, чем в (1.7). Следовательно, можно предположить, что при прочих равных условиях скоба сможет выдержать большую нагрузку, чем кляммер. Расчет прочности выполняем согласно условию (50), [6]:

$$\left( \frac{N_p}{A_n} \pm \frac{M_x}{W_x} \right) \cdot \gamma_n \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (1.8)$$

Данные для расчета: длина основания кляммера  $L_{\text{осн}} = 1,5$  см, скобы  $L_{\text{осн}} = 1,65$  см (при толщине плитки 10-12 мм), длина прижимной части  $L_{\text{приж.}} = 1,1$  см; принимая во внимание индивидуальные поставки для стали, принимаем  $R_y = 2500$  кгс/см<sup>2</sup>, коэффициенты надежности  $\gamma_c = 1$ ,  $\gamma_n = 0,95$ , толщина стенки скобы или кляммера  $t$  и ширина основания  $H_{\text{осн}}$  (для различных типов систем) приведены в таблице 1.

Максимально допустимая высота применения для III-го ветрового региона (согласно приведенных расчетов) для различных кляммеров и скоб (при креплении облицовки на 4 точки) представлена в таблице 1. При этом усилие прижима облицовки не учитывалось.

При расчете кляммеров и скоб (несущие элементы облицовочного материала) выясняется, что расчетные схемы различны и зависят от типа приложения ветровой нагрузки, передаваемой от облицовки, (сосредоточенной и распределенной соответственно). В результате расчета их прочность недостаточна как на рядовых, так и на угловых участках здания и сильно ограничивает их применение по высоте.[3].

Таблица 1. Предельно допустимые высоты применения кляммеров и скоб

Размер керамо- гранита, мм	Участки фасада	Кляммер		Скоба	
		Толщина $t=1$ мм, ширина основания $H_{осн}=11$ мм $W_x=0,00183$ $см^3$ $A_n=0,11$ $см^2$	Толщина $t=1,2$ мм, ширина основания $H_{осн}=14$ мм $W_x=0,00336$ $см^3$ $A_n=0,168$ $см^2$	Толщина $t=1$ мм, ширина основания $H_{осн}=11$ мм $W_x=0,00183$ $см^3$ $A_n=0,11$ $см^2$	Толщина $t=1,2$ мм, ширина основания $H_{осн}=14$ мм $W_x=0,0033$ $бсм^3$ $A_n=0,168$ $см^2$
600x600	Угловые участки	Ниже 5 м	Ниже 5 м	7 м	120 м
	Рядовые участки	Ниже 5 м	30 м	40 м	Выше 150

#### 4. ВЫВОДЫ

Рассмотренный пример расчета показывает, что отсутствует единая методика определения расчетных схем на конструкции вентилируемых фасадов, при использовании существующих схем расчета требуемая прочность некоторых элементов вентилируемых фасадов не обеспечивается.

Все вышеперечисленные вопросы дают основание для проведения ряда экспериментальных исследований для определения: фактической ветровой нагрузки, действующей на вентилируемые фасады, что является основным фактором обеспечения эксплуатационной надёжности как конструкции в целом, так и её отдельных элементов, а так же разработки единой методики расчета несущих элементов конструкций.

#### Литература

1. История вентилируемых фасадов. Принцип работы вентилируемого фасада. Конструкция вентилируемого фасада. Основные функции вентилируемого фасада [Электронный ресурс]/Кудрявцев С//. Современные строительные системы и технологии-2006. Режим доступа: [http://ssst.ru/modules.php?name=Articles&pa=showarticle&articles\\_id=7](http://ssst.ru/modules.php?name=Articles&pa=showarticle&articles_id=7)

2. Эксплуатационная надёжность навесной фасадной системы [Электронный ресурс]/С.М.Гликин. Э.Н.Кодыш. Е.Ю. Цыкановский// Промышленное и гражданское строительство: ежемесячный научно-

технический и производственный журнал -8/. 2009. Режим доступа: <http://pgs1923.ru/russian/rindex.htm>

3. Результаты натурных обследований вентилируемых фасадов зданий города Якутска [Электронный ресурс]/Т.А.Корнилов.// Промышленное и гражданское строительство: ежемесячный научно-технический и производственный журнал -8/. 2009. Режим доступа: <http://pgs1923.ru/russian/rindex.htm>.

4. ДБН В.1.2-2:2006 Нагрузки и воздействия

5. Три основных проблемы, возникающих при расчетах конструкций вентилируемых фасадов [Электронный ресурс]/ Фленкин М.Н.//Фасады Украины. Режим доступа:<http://fasady.com.ua/ru/article/252/>

6. Технические рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем. ГУ Центр Энлаком. М.,2005.

### Анотація

У даній статті наведена актуальність застосування фасадних систем з вентиляційним повітряним зазором при реконструкції фасадів будівель. Розглянуто конструктивні особливості та існуючі методи розрахунку несучих елементів вентиляційних фасадів. Виявлено підстави для проведення ряду експериментальних досліджень для визначення фактичного вітрового навантаження, що діє на вентиляційні фасади, що є основним чинником забезпечення експлуатаційної надійності як конструкції в цілому, так і її окремих елементів.

**Ключові слова:** вентиляційний фасад, конструктивні особливості, вітрове навантаження, несучі елементи, повітряний зазор, скоба, кляммер.

### Annotation

In given article the urgency of application of front systems with a ventilated air gap is resulted at reconstruction of facades of buildings. Design features and existing methods of calculation of supporters of ventilated facades are considered. The bases for carrying out of some experimental researches for definition of the actual wind load operating on ventilated facades that is a major factor of maintenance of a use reliability as designs as a whole, and its separate elements are revealed.

**Keywords:** a ventilated facade, design features, a wind load, supporters, an air gap, a crampon, klammer.