УДК 697.112

*А.Д. Жуков***СИСТЕМЫ
ВЕНТИЛИРУЕМЫХ
ФАСАДОВ**

Использование вентилируемых фасадов позволяет облицевать фасад современными отделочными материалами, улучшить теплозащитные показатели ограждающей конструкции, защитить ее от вредных атмосферных воздействий. Рассмотрены конструкции и отдельные элементы фасадных систем, приведен анализ достоинств и недостатков вентилируемых фасадов.

Наличие вентилируемой воздушной прослойки способно существенно улучшить влажностное состояние слоя теплоизоляции. Зона конденсации смещается в наружный теплоизоляционный слой, который граничит с вентилируемой воздушной прослойкой. Расположение теплоизоляции снаружи способствует увеличению теплоаккумулирующей способности массива стены.

В качестве утеплителя в ВФ применяются жесткие плиты, изготовленные из влагостойкой и водоотталкивающей минеральной (каменной или стеклянной) ваты. При выборе теплоизоляционного материала необходимо обращать внимание на возможность возникновения вибрации в вентиляционном промежутке конструкции, где могут возникать мощные воздушные потоки. Существуют два принципиальных решения: применение утеплителей кашированных (т.е. с приклеенной) мембраной, или мембрану натягивают цельными холстами большой площади по некашированному утеплителю при монтаже прямо на стене.

Для обеспечения пожарной безопасности в систему навесных фасадов включаются материалы и изделия, относящиеся к категории трудносгораемых или несгораемых, препятствующих распространению огня.

Ключевые слова: фасад, вентиляция, воздушный зазор, несущая конструкция, изоляция, отделочные материалы.

*A.D. Zhukov***SYSTEMS OF VENTILATED
FACADES**

Application of ventilated facades makes it possible to cover the facades with advanced finishing materials, to improve the thermal protection properties of the envelope, and to protect the structure from adverse impacts of the atmosphere. Structures and separate elements of systems of facades, including facing products, various coatings, thermal insulation materials and sub-facing structures are considered in the article. Analysis of strengths and weaknesses of various ventilated facades is also provided. Systems of facades, designed in accordance with the principle of suspended ventilated facades, assure the protection of external walls from any weather-related impacts and temperature fluctuations. They may be mounted 12 months a year, and the process is not accompanied by any "wet" procedures. The thermal insulation material of the system is well protected; it remains dry and retains its properties to reduce heating costs. This type of facades is applicable in earthquake zones where the magnitude intensity may reach nine points.

The presence of a ventilated air gap may substantially improve the humidity conditions of the thermal insulation layer. In this event, the condensation area is shifted into the outward layer of thermal insulation adjacent to the ventilated air gap. The outward position of the thermal insulation layer improves the thermal storage capacity of the wall.

In the Russian Federation, stiff mineral cotton mats made of moisture-resistant and water-repellent mineral (rock or glass) wool are used for thermal insulation purposes. Whenever a thermal insulation material is selected, attention must be paid to potential vibrations in the ventilated gap of the structure, where strong air flows may be generated. There are two basic solutions available: one represents the use of cashed heat-insulation materials that have a membrane attached to the surface of the mineral wool, the other type of non-cashed material has a membrane spread over the heat insulation material whenever it is mounted onto the wall.

To assure the fire safety of the structure, nonflammable and fireproof materials and products are incorporated into systems of suspended facades to prevent flame spreading. The leading manufacturers of thermal insulation materials propose several solutions that prevent the use of any combustible wind protection membranes, namely, double density mineral cotton mats. A denser layer faces the external side of the façade, while the other layer faces the bearing wall.

Key words: facade, ventilation, air spacing, bearing structure, insulation, finishing materials.

Среди существующих строительных систем внешней отделки с утеплением или без утепления во многих случаях применение навесных вентилируемых фасадов (НВФ) является оправданным (рис. 1), а в некоторых случаях — единственно возможным решением.

Рис. 1. Системы вентилируемых фасадов: А — жилое здание; Б — административное здание

Вентилируемый фасад представляет собой конструкцию, состоящую из материалов облицовки (плит или листовых материалов) и под облицовочной системы, которая крепится к стене таким образом, чтобы между облицовкой и стеной образовалась вентилируемая воздушная прослойка. Для дополнительного утепления между стеной и облицовкой может размещаться теплоизоляционный слой? в этом случае воздушная прослойка образуется между облицовкой и теплоизоляцией.

Вентилируемый фасад как строительная система

В вентилируемом фасаде (ВФ) отдельные слои конструкции располагаются следующим образом (от внутренней поверхности к наружной): ограждающая конструкция (стена), теплоизоляция, воздушная прослойка, защитный экран. Такая схема является оптимальной, так как слои различных материалов до воздушной прослойки располагаются по мере уменьшения коэффициентов теплопроводности и увеличения коэффициентов паропроницаемости.

Наличие вентилируемой воздушной прослойки способно существенно улучшить влажностное состояние слоя теплоизоляции. Зона конденсации сдвигается в наружный теплоизоляционный слой, который граничит с вентилируемой воздушной прослойкой.

Расположение теплоизоляции снаружи способствует увеличению теплоаккумулирующей способности массива стены. Если произойдет отключение источника теплоснабжения то при наличии наружной изоляции, кирпичная стена будет остывать в несколько раз медленнее, чем при внутреннем слое теплоизоляции такой же толщины.

Применение навесного фасада и теплоизоляционного слоя существенным образом повышают звукоизоляционные характеристики ограждающей конструкции. Наружная облицовка ВФ за счет воздушного зазора и утеплителя является акустическим экраном для наружных звуков. Но при этом нельзя забывать, что сам зазор является акустической трубой и любые звуки, производимые в самом зазоре, будут распространяться практически по всему фасаду (в пределах одной плоскости). В первую очередь это относится к пароизоляционной мембране. Натянуть пароизоляционную мембрану так, чтобы можно было гарантировать отсутствие «хлопков» практически невозможно. Соответственно эти «хлопки» будут слышны на большой площади.

Наличие воздушной прослойки в вентилируемом фасаде принципиально отличает его от других типов фасадов, так как в окружающую среду свободно удаляется внутренняя влага.

При проектировании конструкций фасада с вентилируемой воздушной прослойкой особое внимание необходимо обращать на возможность свободной циркуляции воздуха в прослойке. Для высоких зданий рассчитывают циркуляцию воздуха в воздушном промежутке, таким образом, чтобы соблюсти баланс, обеспечивающий беспрепятственный и эффективный воздушный поток по всей внутренней поверхности стены.

Вентилируемая воздушная прослойка снижает также и теплопотери в отопительный период года, так как температура воздуха в ней несколько выше, чем снаружи. Наружный экран из отделочных материалов защищает расположенный за ним слой теплоизоляции, а также саму стену, от атмосферных воздействий. Летом он выполняет функцию солнцезащитного экрана, отражающего значительную часть падающего на него потока лучистой энергии.

Благодаря специально разработанной схеме монтажа вентилируемого фасада к стене конструкция имеет возможность компенсировать термические деформации, возникающие при суточных и сезонных перепадах температур. Это позволяет избегать внутренних напряжений в материале облицовки и несущей конструкции, что исключает появление трещин и разрушение облицовки.

Для обеспечения пожарной безопасности в систему навесных фасадов включаются материалы и изделия, относящиеся к категории трудносгораемых или несгораемых, препятствующих распространению огня. Системы вентилируемых фасадов должны проходить обязательные пожарные испытания, на которых определяется максимальная высота применения системы и ее пожарная пригодность.

Элементы вентилируемого фасада

Облицовочные изделия. Облицовочные материалы в конструкции ВФ выполняют защитно-декоративную функцию. Они защищают утеплитель, под облицовочную конструкцию и стену здания от повреждений и атмосферных воздействий. В то же время облицовочные панели являются внешней отделкой здания и формируют его эстетический облик.

Для изготовления панелей применяют металлы, композитные материалы, бетоны, фиброцемент (цементно-волокнистые материалы), керамический гранит, стекла со специальным покрытием, ламинаты высокого давления. Защитно-декоративные покрытия могут имитировать традиционные материалы: камень, дерево, кирпич; подчеркивать современность и необычность за счет применения металла, цвета, фактуры, и т.п.

Сталь с покрытием. Для изготовления элементов фасадных систем используется холоднокатаная горячеоцинкованная сталь толщиной 0,4...2,0 мм с различными видами полимерных покрытий производства НЛМК, ММК, Северсталь, ArcelorMittal, TATA Steel, Ruukki.

Рис. 2. Структура стального листа с покрытием: 1 — лист стальной; 2 — цинковое покрытие; 3 — покрытие антикоррозионное; 4 — грунтовка; 5 — полимерное покрытие лицевой стороны (Colorcoat Prisma™, Matt Colorcoat Prisma™, Granite® CLOUDY, Викинг МП®, Norman MP, полиэстер, пластизол или ПВДФ); 6 — защитный лак

Виды покрытий

Призма, Colorcoat Prisma™ (ППМ) — разработка компании TATA Steel (ранее Corus, Великобритания), толстослойный материал (50 мкм), превосходная комбинация современного дизайна и надежности. Идеально подобранный состав слоя Galvalloy® (95 % цинка и 5 % алюминия) в совокупности с высокоэффективным полимерным покрытием обеспечивает превосходную антикоррозионную защиту стали. Широкая цветовая гамма включает популярные стандартные цвета и цвета-металлики с отличной стойкостью цвета и глянца.

Призма матовая, Matt Colorcoat Prisma™ (ППМА) — новая разработка компании TATA Steel. Обладая всеми лучшими характеристиками Colorcoat Prisma™, материал имитирует традиционные строительные материалы: кирпич и натуральный камень.

Клауди, Granite® CLOUDY (КЛМА) — специальное покрытие металла на основе модифицированного полиэстера толщиной 35 мкм производства ArcelorMittal (cloudy — англ. облака). Granite® CLOUDY имеет неповторимый внешний вид — рисунок обжига керамики глиняной черепицы (цвет Anticato). Материал стоек к агрессивному солнцу и ультрафиолету, к суточным и сезонным перепадам температуры.

Викинг МП® (ВИК) — совместная разработка компаний Металл Профиль (Россия) и AkzoNobel (Швеция) — особое полимерное покрытие F670 толщиной 35 мкм, которое за счет специальной технологии нанесения и полимеризации имеет уникальную структуру с благородной матовостью. Обладает повышенной пластичностью, устойчивостью к выгоранию, дает надежную защиту от воздействия агрессивных сред.

Полиэстер, полиэфир (ПЭ) — недорогое покрытие (25 мкм) с глянцевой поверхностью для крыш и стен, подходящее для любых климатических условий. Основа покрытия — полиэфирная краска, обладающая удовлетворительной стойкостью цвета. Материал обладает высоким уровнем гибкости и формуемости. Norman MP — торговая марка полиэстера, производящегося под контролем Металл Профиль.

Пластизол (ПЛ) — наиболее толстое покрытие (200 мкм), имеет тисненую поверхность. Основа покрытия — ПВХ (поливинилхлорид). Одно из самых устойчивых к механическим повреждениям, «агрессии» природы и «грубостям» монтажников. Светлые цвета пластизола лучше отражают свет, поэтому меньше нагреваются и выгорают.

ПВДФ, поливинилфторид (ПВФ) — покрытие толщиной 27 мкм, состоящее из поливинилфторида (80 %) и акрила (20 %). Имеет глянцевую поверхность, может быть цвета типа «металлик». ПВДФ обладает самоомываемостью, высокой стойкостью к механическим повреждениям. Этот материал самый стойкий к ультрафиолетовому излучению, он практически не выцветает. Применяется даже в условиях агрессивных сред, таких, как морское побережье.

Таблица 1

Характеристики покрытий

Наименование показателя	Вид покрытий						
	Colorcoat Prisma™ (ППМ)	Matt Colorcoat Prisma™ (ППМА)	Granite® CLOUDY (КЛМА)	Викинг МП® (ВИК)	Полиэстер (ПЭ)	Пластизол (ПЛ)	ПВДФ (ПВФ)
Вид поверхности	Гладкая	Гладкая	Гладкая	Структурная матовая	Гладкая	Тиснение	Гладкая

Наименование показателя	Вид покрытий						
	Colorcoat Prisma™ (ПРМ)	Matt Colorcoat Prisma™ (ПРМА)	Granite® CLOUDY (КЛМА)	Викинг МП® (ВИК)	Полиэстер (ПЭ)	Пластизол (ПЛ)	ПВДФ (ПВФ)
Толщина покрытия лицевой стороны, мкм	50*	50*	35*	35*	25*	200*	27*
Блеск, %	30...40	5	5	< 5	5...80	5...60	5...80
Максимальная температура эксплуатации, °С	120	120	80	100	80	60	110
Цветостойкость	*****	*****	*****	*****	****	***	*****
Устойчивость к механическим повреждениям	****	****	****	****	***	*****	****
Коррозионная стойкость	*****	*****	****	****	***	*****	****
Срок гарантии, лет	до 20**	до 20**	10	3	1(10***)	10	10

*Толщина покрытия вместе со слоем грунта. **Совместная гарантия TATA Steel и Металл Профиль. *** Для NormanMP.

Рис. 3. Фасадная кассета: 1 — планка левая кассетная; 2 — планка верхняя кассетная; 3 — планка нижняя кассетная; 4 — планка правая кассетная

Из стали с покрытием изготавливают профилированный лист, сайдинг, линейные панели, фасадные кассеты. На обратную сторону наносится слой грунта толщиной 10 мкм.

Фасадные кассеты изготавливаются из оцинкованной стали толщиной 0,7...1,2 мм с полимерным покрытием (рис. 3, 4).

Рис. 4. Возможные формы фасадных кассет: А — прямоугольная $H \times W$; Б — угловая $H \times (W_1 + W_2)$; В — угловая $(H_1 + H_2) \times W$; Г — трапециевидная $H \times W$; Д — треугольная $H \times W$; Е — П-образная $H \times (W_1 + W_2 + W_3)$

Металлический профилированный лист из стали с полимерным покрытием (полиэстер, матовый полиэстер, пурал, PVDF) (рис. 5, 6).

Рис. 5. Профилированный лист: А — МП-40х1000-А «Бревно»; Б — С-8х1150-А,В; В — Профилированный лист МП-20х1100-А,В; Г — С-21х1000-А,В

Рис. 6. Профилированный лист «Волна» (а), угловой элемент наружный «Волна» (б)

Линейные панели сочетают в себе эффектность фасадных кассет и экономичность сайдинга. Линейные панели — гибкий продукт: они представлены в вариантах с закрытыми (Т) и открытыми (О) торцами, с рустом (20 мм) или без руста (0), в трех вариантах по ширине, монтируются вертикально или горизонтально. Линейные панели выпускаются длиной от 0,9 до 4 м, толщина металла 0,7 мм.

Обозначения линейных панелей: МП ЛП-Т-24хВ/Р и МП ЛП-О-24хВ/Р, где МП — Металл Профиль; ЛП — линейные панели; Т (О) — торцы закрытые (открытые); 24 — высота панелей, мм; В — рабочая ширина панелей, мм; Р — ширина руста между панелями (20 мм — с рустом, 0 — без руста) (табл. 2, рис. 7).

Таблица 2

Характеристика линейных панелей

Торец	Рабочая ширина В, мм,	Ширина руста R, мм,	Габаритная ширина, мм, В1
Т (закрытый) или О (открытый)	217	0	246
	320	0	349
	404	0	433
	197	20	246
	300	20	349
	334	20	433

Рис. 7. Линейные панели: А — с рустом 20 мм МП ЛП-Т-24хВ/20 (с закрытыми торцами); Б — без руста МП ЛП-О-24хВ/0 (с открытыми торцами)

Металлический сайдинг — фасадная система, изготовленная из стали с полимерным покрытием (полиэстер, матовый полиэстер, пурал, PVDF). Сайдинг может быть изготовлен из алюминия. Например, американский алюминиевый сайдинг Нарсо с акриловым и антикоррозийным покрытием.

Стальной сайдинг типа «корабельная доска». Изготавливается любой длины до 6 м, толщина металла 0,4-0,5 мм. Система монтируется на облегченную вертикальную подконструкцию. Стальной сайдинг, в отличие от ви-

нилового, надежно выдерживает механические нагрузки, не выгорает, негорюч, экологически безопасен (рис. 8).

Виниловый сайдинг — фасадная система, состоящая из панелей и комплектующих из поливинилхлорида. Само понятие сайдинг (siding) в англоязычных странах обозначает отделку фасада панелями или фасадные работы в целом. Наиболее частое применение: самый распространенный материал, используемый в загородном малоэтажном частном домостроении, на дачах, в садоводствах.

Рис. 8. Стальной сайдинг МП СК-14x226 (корабельная доска)

Искусственный камень — материал для отделки фасада, представляющий собой отдельные плитки разных форм, имитирующие натуральный камень. Искусственный камень производится из разных типов портландцемента, легковесных наполнителей и экологически безопасных минеральных красителей. Применяется для обшивки цоколей, фасадов коттеджей, частных домов, а также для отделки внутренних помещений

Фасадные панели — облицовочные композитные панели, имитирующие кладку из камня или кирпича (табл. 3). Наиболее частое применение: коттеджное, загородное домостроение.

Таблица 3

Облицовочные композитные панели

Вид	Характеристики
Кирпич (комбинированный). Фасадная панель, имитирующая кирпичную кладку. Рисунок скомбинирован из целых и сколотых кирпичей. Размер плитки — 198x350x24 мм. Масса 1 м ² — 40 кг
Кирпич (колотая фаска). Фасадная панель, имитирующая кирпичную кладку из сколотого кирпича. Размер плитки — 198x350x24 мм. Масса 1 м ² — 45 кг
Старый кирпич (комбинированный). Фасадная панель, имитирующая кирпичную кладку. Рисунок скомбинирован из целых и сколотых кирпичей разного цвета. Размер плитки — 198x350x24 мм. Масса 1 м ² — 40 кг
Сколотый камень. Фасадная панель имитирующая сколотый камень. Выпускается в двух типоразмерах: 135x270x17 мм и 200x400x30 мм
Каменная мозаика. Фасадная панель, имитирующая кладку из колотого камня в виде мозаики. Размер плитки — 500x250x30 мм. Масса 1 м ² — 45 кг

К преимуществам этой системы относят скорость монтажа, возможность работ в зимнее время. Фасадная плитка крепится к обрешетке саморезами. Между плиткой и стеной дополнительно можно установить утеплитель (рис. 9).

Цокольные панели — пластиковые панели имитирующие кладку из кирпича или камня. Отделка цоколя в загородных домах, а также для обшивки фасадов зданий общественного назначения. Основные преимущества: скорость монтажа, возможность монтажа в зимнее время, возможность поставки со склада

Фасадные HPL панели Puricomact WR1EG и WR1EGR (фасадный пластик) (рис. 10). Панели Puricomact — это биламинат высокого давления на базе специальных видов бумаг, пропитанных синтетическими термореактивными связующими. Определенный процесс производства этого биламината при высоком давлении предоставляет ему большую возможность сопротивления с минимальными деформациями при любых атмосферных влияниях и света (ультрафиолетовые лучи).

Рис. 9. Монтаж фасадных панелей: А — установка утеплителя; Б — крепление с помощью саморезов

Рис. 10. Фасадный пластик

Керамический гранит — экологически чистый материал, имеет низкую пористость и практически не абсорбирует влагу. Керамогранит стоек к перепадам температур, химическим реагентам и загрязнению.

Облицовочные изделия могут крепиться к под облицовочной конструкции с помощью скрытых или видимых элементов крепежа. Причем перевязки между панелями могут быть вертикальными или горизонтальными.

Теплоизоляционные материалы

Теплоизоляционные материалы (ТИМ), используемый для ВФ должны обладать следующими свойствами:

- долговечность, биостойкость, устойчивость к старению;
- высокие теплоизолирующие характеристики;
- стабильность формы, способность монтироваться сплошным слоем, исключая возникновение «мостов холода»;
- иметь разрешение органов пожарного надзора на применение в вентилируемых фасадах;
- позволять водяному пару и влаге попадать в воздушную прослойку, предотвращая образование и скопление в конструкциях конденсата;
- устойчивость к ветровому потоку;
- неагрессивность к металлу под облицовочной конструкции.

В качестве утеплителя в ВФ применяются жесткие плиты, изготовленные из влагостойкой и водоотталкивающей минеральной (каменной или

стеклянной) ваты. При выборе теплоизоляционного материала необходимо обращать внимание на возможность возникновения вибрации в вентиляционном промежутке конструкции, где могут возникать мощные воздушные потоки.

Существуют два принципиальных решения, оба из которых официально разрешены. Первое – применение утеплителей кашированных (т.е. с приклеенной) мембраной и второе – когда мембрана натягивается цельными холстами большой площади по некашированному утеплителю при монтаже прямо на стене.

Для борьбы с вибрациями необходимо применяют кашированный материал с обязательно приклеенной (не просто натянутой) стеклотканью (нетканым геохолстом, Tayvek) на плиту теплоизоляционного материала.

Материал Tayvek является пароизоляционным материалом с односторонней проводимостью влаги из конструкции стены в направлении улицы, таким образом, утеплитель защищен от увлажнения, при этом пары из помещения беспрепятственно выходят в вентилируемое пространство. Также кашировка служит для существенного уменьшения движения воздуха внутри утеплителя и, соответственно, значительного улучшения его теплотехнических свойств.

В настоящее время ведущие производители ТИМ предлагают специальные решения, позволяющие исключить применение горючих ветрозащитных мембран, в частности, минераловатные плиты с двойной плотностью: более плотный слой устанавливается к внешней стороне фасадных конструкций, менее плотный – непосредственно на несущую стену.

Теплоизоляция из минеральной ваты на основе стекловолокна ISOVER: ВентФасад Низ (1170x610x50, 100 мм); ISOVER ВентФасад Верх (1380x1190x30 мм); KNAUF Вентилируемый фасад 034 (1250x600x50, 100 мм).

Теплоизоляция из минеральной ваты на основе базальтового волокна ИЗОБОКС Вент (1200x600x50, 100 мм).

Подоблицовочная конструкция. Подоблицовочная конструкция состоит из кронштейнов, которые крепятся непосредственно к стене и несущих профилей, устанавливаемых на кронштейны, к которым с помощью специальных элементов крепежа прикрепляются плиты (листы) облицовки. Утеплитель фиксируется на наружной поверхности стены с помощью дюбелей, специальных профилей и т.п.

Основное предназначение подоблицовочных конструкций – закрепление плит облицовки и теплоизоляции к стене таким образом, чтобы между теплоизоляцией и отделочной панелью осталась вентилируемая воздушная прослойка. При этом исключаются клеевые и другие «мокрые» процессы, а все соединения осуществляются механически (рис. 11).

Подоблицовочная конструкция должна обладать высокой степенью устойчивости к воздействию ветровых нагрузок; достаточной прочностью при действии нагрузки от веса облицовки; антикоррозийной устойчивостью; определенной подвижностью узлов для выдерживания статических (собственный вес конструкции включая вес панелей и утеплителя) и динамических (ветер, температурные перепады и т.д.) нагрузок; возможностью выравнивания стен; легкостью и высокой скоростью монтажа и т.д.

Наиболее широкое распространение имеют следующие подоблицовочные системы:

Россия: ДИАТ, АЛКОН ТРЕЙД (U-kon), МОСМЕК завод металлоконструкция (КТС), ТЕХНОКОМ, ГРАНИТОРГЕСС, МеталлПрофиль и др.;

Австрия: SLAVONIA (SPIDI), EUROFOX;
Германия: WAGNER-SYSTEM.

Рис. 11. Подоблицовочная конструкция: 1 — теплоизоляция; 2 — стена; 3 — анкер для изоляционных материалов; 4 — крепежный профиль Г-образный; 5 — крепежный кронштейн усиленный ККУ4; 6 — крепежный профиль шляпный КПШ-90х20х3000 КПШ-50х20х3000; 7 — гидроизоляционная ветрозащитная мембрана

Системы всех выше перечисленных производителей полностью удовлетворяют требованиям к подоблицовочным конструкциям. В каждой системе есть свои особенности — специальные решения, позволяющие преодолевать неровности стен, минимизировать «мостики холода», обеспечивать возможность крепления мелкогабаритной облицовки, надежное крепление теплоизоляционных плит.

Подконструкция может выполняться из нержавеющей стали, оцинкованной стали, оцинкованной стали с порошковой окраской (черной), сплавов или алюминия.

Системы крепления из алюминия. При кажущейся привлекательности применения таких систем, они имеют ряд проблем. Температура плавления алюминия 630...670 °С (в зависимости от сплава). Температура при пожаре на внутренней поверхности плитки (по результатам испытаний Центра противопожарных исследований ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко) достигает 750 °С. Это может привести к расплавлению подконструкции и обрушению части фасада (в зоне оконного проема). Для корректного решения этой проблемы необходимы специальные мероприятия (защитные экраны, замена части алюминиевых элементов подконструкции на стальные, применение особой конструкции оконных обрамлений и т.д.). Это, кроме возможного образования гальванических пар, приводит к удорожанию и сводит на «нет» многие преимущества алюминиевых подсистем.

Несущая способность алюминия и его сплавов так же может быть разной. Так, например, предел прочности (несущая способность) алюминия АД-31 — 18 кг/мм², алюминиево-магниевого сплава АМг6 — 31 кг/мм². Для примера предел прочности стали 3 — 40 кг/мм², а нержавеющей стали 12х18Н10Т — 55 кг/мм². Кроме того, необходимо учитывать, что из алюминиевых сплавов поддаются процессу экструзии только АД-31, а алюминиево-магниевого сплавы практически никогда не бывают экструдированными. Проектировщикам, при выборе и расчете системы, с нашей точки зрения, необходимо учитывать эти показатели для определения количества кронштейнов на 1 м² и толщины металла.

Приведенное сопротивление теплопередаче стены характеризует теплозащитные свойства стены и нормируется СНиП II-3-79*. Оно равно условному сопротивлению теплопередаче стены (без учета теплопроводных включений)

умноженному на коэффициент теплотехнической однородности (который не может превышать единицу). Коэффициент теплотехнической однородности определяется влиянием теплопроводных включений и показывает эффективность использования теплоизоляции: чем он меньше, тем больше толщина теплоизоляции требуется для обеспечения требуемого сопротивления теплопередаче стены. А ведь толщину утеплителя при навесной конструкции пронижают неоднородные металлические включения. И чем они массивнее, чем больше коэффициент теплопроводности металла, чем больше их количество и площадь сечения приходящаяся на 1 м^2 стены, тем больше необходим слой утеплителя (относительно расчетного) для компенсации их влияния. Для примера усредненный коэффициент теплопроводности нержавеющей стали 12х18Н10Т — $40 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{С)}$, а сплав АД-31 — $221 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{С)}$. Таким образом, сплав АД-31 является *значительно* большим проводником холода внутрь утеплителя. Необходимо так же учесть, что предел прочности алюминия в 3 раза меньше, чем у нержавеющей стали, т.е. для достижения той же несущей способности системы необходимо либо применять материал в три раза большей толщины, либо ставить кронштейны в три раза чаще. Если некорректно учесть эти параметры, то можно свести на «нет» все преимущества вентилируемого фасада (так как могут появиться промерзания по стенам, выпадение конденсированной влаги и т.д.). ООО «ДИАТ-2000» одно из первых провели исследования системы в НИИ Строительной Физики и получили коэффициент теплотехнической однородности 0,92, что лучше, чем у трехслойных железобетонных панелей с гибкими связями.

Анкерные крепления — обеспечивают механическое крепление кронштейнов подблицовочной конструкции к стене. К ним предъявляются самые высокие требования: прочность заделки анкеров в стенах из различных материалов при действии продольных и поперечных относительно оси анкера сил, долговечность, сохранение физических свойств в условиях высоких или очень низких температур и т.д.

Диаметры анкеров (дюбелей и шурупов), глубина их заделки подбирается в зависимости от усилий действующих на кронштейн крепления конструкции к стене в зависимости от величины усилий направленных вдоль (усилие вырыва) и перпендикулярно (срезающее усилие) оси анкера и материала стены, в которую устанавливается данный тип анкера.

В России при сооружении ВФ приходится сталкиваться с проблемами, которые не знакомы западным производителям конструкций (например, значительные неровности стен). Это приводит к тому, что западную систему (даже очень высокого уровня) приходится приспосабливать к российским условиям. Каждая серьезная система запатентована и проходит очень серьезную проверку.

Подконструкция не может быть единой для всех типов зданий. Для того, чтобы подобрать и рассчитать требуемую номенклатуру изделий, ведущие фирмы требуют от заказчика предоставить ряд данных, например: климатический район застройки (по СНиП 2.01.07-85*), местонахождение (пустырь, плотная застройка и т.п.), высота и конфигурация здания, вид материала несущей стены, толщина и тип утеплителя, тип облицовки и способ ее крепления (видимый, невидимый) и т.п.

Только проанализировав эти данные и сделав соответствующий расчет, можно подобрать требуемую номенклатуру изделий для конкретного фасада здания, а также составить калькуляцию (стоимость) подблицовочной конструкции. Расчет конструкций вентилируемого фасада должны выполнять только специалисты.

Системы вентилируемых фасадов

Система с облицовкой из фасадных кассет. Наиболее популярная система вентилируемого фасада с облицовкой из фасадных кассет *со скрытым креплением*. Система монтируется на перекрестную или вертикальную подконструкцию (на рис. 12, а представлен вариант с перекрестной подконструкцией). Стандартные фасадные кассеты с помощью специальных электроножниц для резки фасадных кассет подрезаются по месту непосредственно на объекте, а планки кассетные позволяют скрыть место среза.

Рис. 12. Облицовка фасадными кассетами: А — со скрытым креплением; Б — с видимым креплением: 1 — фасадная кассета; 2 — стык фасадных кассет; 3 — фасадная кассета угловая; 4 — доборные элементы; 5 — крепежный профиль шляпный; 6 — теплоизоляция; 7 — стена; 8 — анкер для изоляционных материалов; 9 — крепежный профиль z-образный; 10 — декоративная полоса; 11 — крепежный кронштейн усиленный ККУ с шайбой и изолирующей прокладкой (вылет 90...320 мм); 12 — крепежный профиль Г-образный

Система с облицовкой из фасадных кассет с видимым креплением применяется в условиях, требующих крепления кассет со всех сторон для восприятия больших ветровых нагрузок или фасадов с необычной геометрией. Фасадные кассеты МП 1005 изготавливаются практически любой формы из оцинкованной стали толщиной 0,7...1,2 мм с полимерным покрытием. Система монтируется на перекрестную или вертикальную подконструкцию (на рис. 12, б приведен вариант с вертикальной подконструкцией).

Система с облицовкой профилированным листом. Экономичный вариант вентилируемой фасадной системы в стиле хай-тек. Новые формы профилированного листа, его вертикальное, горизонтальное или диагональное расположение, угловые элементы, современные полимерные покрытия придают фасаду особую выразительность.

Малый вес системы позволяет монтировать ее на облегченную горизонтальную или вертикальную подконструкцию (на рис. 13 приведены варианты с вертикальной подконструкцией).

При облицовке профлистом «Волна», сочетание волнистой формы профиля МП-18 и закругленного углового элемента позволяет придать фасаду здания визуальную законченность. Необычность и уникальность внешнего вида подчеркивается уходом от привычных прямых углов.

Система с облицовкой линейными панелями монтируется на облегченную горизонтальную (линейные панели) и вертикальную (профлист) подконструкцию. Линейные панели легко сопрягаются с другими видами фасадных систем, например с фасадным профлистом МП-18х1000 «Волна» (рис. 14).

Рис. 13. Система с облицовкой профилированным листом: А — профлист «Бревно»; Б — профлист «Волна»; 1 — профилированный лист МП-18х1000-А,В «Волна»; 2 — угловой элемент наружный для МП-18 «Волна»; 3 — доборные элементы; 4 — теплоизоляция; 5 — стена; 6 — анкер для изоляционных материалов; 7 — крепежный кронштейн усиленный ККУ или КК с шайбой и изолирующей прокладкой (вылет 50-320 мм); 8 — крепежный профиль Г-образный; 9 — профилированный лист МП-40х1000-А «Бревно»; 10 — планка стыковочная профлиста; 11 — планка угла профлиста

Система с облицовкой керамогранитом выполняется с вертикальной и перекрестной подконструкциями. Широкий выбор цвета плиток керамогранита позволяет сделать фасад красивым и выразительным. Применение облицовки из мелких штучных материалов только на первый взгляд приводит к удешевлению фасада. Действительно, стоимость, к примеру, керамогранита размером 600х600 мм в районе 22...25, а 300х300 — около 12...14 долл. Но применение более мелких форматов, чем 600х600 ведет к увеличению количества «железа» на фасаде ~ в 1,7 раза. Это на 80 % снижает экономию при закупке облицовки (рис. 15).

Рис. 14. Облицовка линейными панелями: А — горизонтальное расположение; Б — вертикальное расположение: 1 — линейные панели; 2 — стык линейных панелей; 3 — доборные элементы; 4 — декоративная полоса; 5 — теплоизоляция; 6 — стена; 7 — анкер для изоляционных материалов; 8 — крепежный кронштейн усиленный ККУ или КК с шайбой и изолирующей прокладкой (вылет 50-320 мм); 9 — крепежный профиль Г-образный; 10 — планка угла наружного; 11 — профилированный лист «Волна»

Рис. 15. Облицовка керамогранитом: А – вертикальная подконструкция; Б – перекрестная подконструкция: 1 — плитка керамогранита; 2 — крепежный кляммер завершающий; 3 — крепежный кляммер рядовой; 4 — доборные элементы; 5 — крепежный кляммер промежуточный; 6 — теплоизоляция; 7 — анкер для изоляционных материалов; 8 — стена; 9 — крепежный профиль шляпный; 10 — крепежный профиль Г-образный; 11 — крепежный кронштейн усиленный ККУ с шайбой и изолирующей прокладкой (вылет 90...320 мм); 12 — стык плит керамогранита

Система с облицовкой стальным сайдингом. Традиционный тип облицовки — стальной сайдинг типа «корабельная доска». Изготавливается любой длины до 6 м, толщина металла 0,4-0,5 мм. Система монтируется на облегченную вертикальную подконструкцию. Стальной сайдинг, в отличие от винилового, надежно выдерживает механические нагрузки, не выгорает, негорюч, экологически безопасен (рис. 16).

Некоторые вентилируемые фасады имеют один очень неприятный недостаток. При определенном ветре они свистят или гудят. Особенно часто это происходит в местах завихрений ветровых потоков. Для решения этой проблемы нами привлекались специалисты по аэродинамике из МАИ. Но задача оказалась настолько сложной и многовариантной, что, безусловно, необходимы дополнительные исследования. Единственно, что однозначно отметили специалисты — применение малых (4 мм) зазоров между плитами облицовки значительно снижает вероятность этих неприятных явлений.

Фасадные системы, построенные по принципу навесного вентилируемого фасада, обеспечивают защиту наружных стен от погодных воздействий и перепадов температуры. Существует возможность круглогодичного монтажа, отсутствуют «мокрые» процессы. Теплоизоляционный материал в системах надежно защищен, остается сухим и полностью сохраняет свои свой-

Рис. 16. Облицовка стальным сайдингом: 1 — стальной сайдинг (корабельная доска); 2 — планка стыковочная сложная; 3 — планка угла наружного сложного; 4 — доборные элементы; 5 — теплоизоляция; 6 — стена; 7 — анкер для изоляционных материалов; 8 — крепежный кронштейн (вылет 50...180 мм); 9 — крепежный профиль Г-образный 40x40; 10 — стык элементов сайдинга

ства, экономя затраты на отопление. Возможно применение в сейсмически опасных районах до 9 баллов.

Вентилируемый фасад — очень ответственная инженерная конструкция. Обычно серьезные производители систем берут на себя техническое проектирование таких фасадов, так как проектировщики «общего профиля» могут не учесть многих нюансов. Очень важно, чтобы фирма-производитель имела свою проектную группу, а в идеальном варианте и лицензию на проектирование.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проблемы при проектировании и строительстве вентилируемых фасадов / Е.Ю. Цыкановский, В.Г. Гагарин, А.В. Грановский, М.О. Павлова // [http: ac-hlding.ru](http://ac-hlding.ru).
2. Жуков А.Д. Технология теплоизоляционных материалов. Ч. 2. Теплоэффективные конструкции. М. : МГСУ, 2011.
3. Жуков А.Д., Чугунков А.В., Жукова Е.А. Системы фасадной отделки с утеплением // Вестник МГСУ. 2011. № 1.

REFERENCES

1. Tsykanovskiy E.Yu., Gagarin V.G., Granovskiy A.V., Pavlova M.O. *Problemy pri proektirovani i stroitel'stve ventiliruemyykh fasadov* [Problems with the design and construction of ventilated facades], available at: [http: ac-hlding.ru](http://ac-hlding.ru).
2. Zhukov A.D. *Tekhnologiya teploizolyatsionnykh materialov. Ch. 2. Teploeffektivnye konstruksii* [The technology of thermal insulating materials. Part 2. Thermal efficiency design], Moscow, MSUCE, 2011.
3. Zhukov A.D., Chugunkov A.V., Zhukova E.A. *Sistemy fasadnoy otdelki s utepleniem* [System of facade decoration with warming]. Vestnik MGSU [Proceedings of the Moscow State University of Civil Engineering], 2011, no. 1.

Поступила в редакцию в сентябре 2011 г.

Об авторе: **Жуков Алексей Дмитриевич**, доцент, кандидат технических наук, профессор кафедры технологии отделочных и изоляционных материалов, **ФГБОУ ВПО «МГСУ»**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, taurusj@rambler.ru

About author: **Zhukov Alexei Dmitriuevich**, Assistant Professor, Candidate of Technical Science, Professor of finishing and insulating materials technology department, **Moscow State University of Civil Engineering (MSUCE)**, 26 Yaroslavskoye shosse, 129337, Moscow, Russian Federation, taurusj@rambler.ru

Для цитирования:

Жуков А.Д. Системы вентилируемых фасадов // Научно-практический Интернет-журнал «Наука. Строительство. Образование». 2012. Вып. 1. Режим доступа: <http://www.nso-journal.ru>.

For citation:

Zhukov A.D. *Sistemy ventiliruemyykh fasadov* [System of ventilated facades]. *Nauchno-prakticheskiy Internet-zhurnal «Nauka. Stroitel'stvo. Obrazovanie»*. [Science, construction, education], 2012, no. 1. Available at: <http://www.nso-journal.ru>.