

**Технико-экономическое обоснование
возможности применения цементно-керамзитовых листов
в системе вентилируемых фасадов**

Савицкая А.А., Рабенюк А.В.

(научный руководитель – Корбан Л.К.)

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Навесные вентилируемые фасады в Беларуси начали применяться сравнительно недавно, но в ряде стран (например, в Германии, Финляндии) накоплен уже достаточный опыт по их использованию. Само понятие «вентилируемый фасад» возникло в Германии. Едва появившись, вентилируемые фасады завоевали популярность как у архитекторов, так и среди заказчиков.

В основном вентилируемые фасады используются в общественных, административных зданиях (в том числе банках, офисах и т.п.), а также при реконструкции жилых акцентных домов, играющих градообразующую роль.

Многообразие цветовых и текстурных решений при выборе фасадного экрана позволяет существенно преобразить внешний вид здания, сделать его облик современным и стильным. В Финляндии и Швеции вентилируемые системы утепления применяются на большей части объектов гражданского назначения.

Данная система представляет собой конструкцию, закрепляемую на наружной («холодной») поверхности стены, состоящую из облицовки (плит, листовых или мелкоштучных материалов) и подоблицовочной конструкции (деревянных или металлических каркасов, опорных столиков или кронштейнов). Для увеличения сопротивления теплопередаче между стеной и облицовкой устанавливается утеплитель, прикрепляемый к стене. В этом случае вентфасад представляет собой вентилируемую систему утепления наружных стен, в которой, в отличие от так называемых совмещенных систем утепления (легкая и тяжелая штукатурные системы утепления) декоративно-защитный слой (облицовка) отнесен на некоторое расстояние от поверхности утеплителя, что позволяет осуществлять его проветривание наружным воздухом, т.е. вентилировать.

Использование навесных фасадов позволяет, с одной стороны, «одеть» фасад в современные отделочные материалы, а с другой – улучшить теплотехнические характеристики ограждающей конструкции и защитить её от вредных атмосферных воздействий.

Основными достоинствами вентилируемых фасадов являются:

- возможность сохранения влажности утеплителя в пределах максимальной сорбционной влажности, что затруднительно, например, в легкой или тяжелой штукатурных системах утепления, где практически неизбежно образование капельно-жидкой влаги и ее накопление в утеплителе (ограниченное при правильном проектировании);

- вентилируемый зазор между облицовочным камнем и утеплителем служит дополнительным теплоизолятором, сохраняя внутри здания зимой тепло, а летом прохладу;

- навесные фасады выполняют звукоизоляционную функцию. Известный факт, что навесные системы улучшают звукоизолирующие показатели капитальных стен в 1,5–2 раза. Эта особенность делает данную технологию актуальной в шумных городах;

- технологичность устройства вентфасадов, позволяющая производить весь комплекс работ как в летних, так и в зимних, т.к. отсутствуют «мокрые» процессы;

- утеплитель, который при «мокрой» отделке фасадов принимает на себя дополнительную нагрузку от штукатурки, в вентфасадах выполняет только свою основную функцию – утепление стен.

- широкие возможности по использованию современных фасадных отделочных материалов;

- длительный межремонтный период (25–50 лет в зависимости от применяемого материала).

Однако, кроме указанных преимуществ, следует обратить внимание и на существующие недостатки:

- некоторые вентилируемые фасады при определенном ветре создают звуковой фон. Особенно часто это происходит в местах завихрений ветровых потоков. Однако, применение малых зазоров между плитами облицовки в 4 мм значительно снижает вероятность этих неприятных явлений.

- зачастую проблемы с вентилируемым фасадом возникают из-за воздушного зазора. Если он окажется маленьким (менее 20 мм), то в наших климатических условиях, почти наверняка, будет проис-

ходить прилипание утеплителя к облицовке, в результате чего произойдет его намокание. Это приведет к существенному снижению теплоизоляционных характеристик и увеличит вес утеплителя, что может привести к обрушению конструкции. Чтобы избежать этих проблем, следует предусмотреть воздушный зазор 30-50 мм, что, практически, не повлияет на стоимость конструкции, а улучшит характеристики фасада и обезопасит от нежелательных последствий.

Таким образом, все преимущества вентилируемого фасада гарантированы только в том случае, если работу по его монтажу выполняют специалисты высокой квалификации.

Вентфасады отличаются друг от друга материалом облицовочного слоя, конструкцией каркаса, способом крепления к стене. Однако, в любом вентфасаде имеются следующие обязательные элементы:

- подоснова (утепляемая стена);
- под облицовочную конструкцию;
- теплоизоляционный слой;
- вентпрослойка;
- облицовка.

Последняя в конструкции вентилируемого фасада выполняет защитно-декоративную функцию. Она защищает утеплитель, облицовочную конструкцию и стену здания от повреждения и атмосферных воздействий. В то же время облицовочные панели являются внешней оболочкой здания, формируют его эстетический облик, являются как бы визитной карточкой.

Кроме высоких декоративных качеств материалы, применяемые для облицовки, должны обладать необходимой прочностью, морозостойкостью, влагостойкостью, долговечностью, ремонтпригодностью.

В Беларуси разработаны следующие вентилируемые системы утепления стен зданий: «НИПТИС», «Радекс», «Люксалон», «ФЭ-РАБУД», «Диат», «Парок Вент-Си» и многие другие.

В качестве облицовочного материала применяются:

- керамический гранит
- композитные алюминиевые панели
- фиброцементные плиты
- природный и искусственный камень
- архитектурное стекло

- сэндвич-панели
- профнастил
- металлические кассеты и др.

Отметим, что применяемые конструктивно-технологические решения постоянно совершенствуются. Практика показывает, что значительное снижение их стоимости может быть достигнуто заменой дорогостоящих импортных облицовок отечественными аналогами.

Специалистами института НИПТИС и Белорусского национального технического университета были проведены работы по созданию нового облицовочного материала – цементно-керамзитового листа (ЦКЛ), состоящего из сердечника на основе мелкозернистого лёгкого бетона, все плоскости которого (лицевая, тыльная сторона, продольные кромки) кроме торцевых кромок армированы стеклосеткой, а специальная форма продольной кромки усилена стеклянными волокнами. Его толщина может составлять от 8 до 20 мм, размеры листа – 1000×2000 мм, 1000×2500 мм, 1000×3000 мм. Необходимая прочность обеспечивается использованием цемента и армированием с двух сторон стеклосеткой.

Свойства ЦКЛ:

- не содержит асбест;
- высокая устойчивость к поражению плесневыми грибами;
- альтернатива кирпичным перегородкам;
- высокая влагостойкость;
- долговечность и негорючесть;
- технологичность в обработке;
- легкость и быстрота монтажа;

Технологические характеристики ЦКЛ:

- размер листа 1200×2400, 1200, 800 мм;
- толщина листа 10–12 мм;
- предел прочности на изгиб 12 МПа;
- ударная вязкость 8 кДж/м²; морозостойкость не менее 50 циклов;
- плотность 1200 кг/м³;
- водопоглощение 12,5%;
- остаточная прочность не менее 90%;
- стойкость к статическому воздействию жидкостей не менее 24 ч;
- стойкость к воздействию климатических факторов 90 циклов.

Область применения ЦКЛ:

- утепление фасадов методом "вентилируемого фасада";
- изготовление легких, термоэффективных стеновых панелей;
- обшивка стен эксплуатируемых во влажной среде (наружные стены, обшивка ванн, кухонь, бань, автомобильных моек, прачечных, душевых, зон вокруг бассейнов, гаражей, подвалов, надворных и квартирных туалетов);
- устройство выравнивающего основания для укладки линолеума, ламината, паркета и керамической плитки по старому деревянному настилу;
- устройство стяжек пола "сухим способом";
- в качестве щитов несъемной опалубки.

ЦКЛ производят на предприятии ООО «ОршаКемБел» с 2009 г. Данный продукт является аналогом листового материала «Аквапанель» производства Гента КНАУФ, Германия. Предварительные испытания показали, что ЦКЛ по своим характеристикам ничуть не уступает импортному материалу, а по некоторым показателям даже превосходит «Аквапанель». Так, при равной плотности 1200 кг/м^3 предел прочности на изгиб составил 12 МПа против 5-6 МПа «Аквапанели». Водопоглощение не превысило 5% («Аквапанель» – 8%), а испытаниями на морозостойкость установлено, что после 75 циклов снижение прочности на изгиб составило порядка 55% от контрольных образцов.

Необходимо отметить, что при изготовлении керамзитобетонных листов используются отечественные компоненты (керамзитовый песок Новолукомльского завода керамзитового гравия и стеклосетка ОАО «ПолоцкСтеклоВолокно»). Таким образом, данный материал согласуется с программой импортозамещения, действующей на территории Республики Беларусь, и является более экономичным по сравнению с зарубежными аналогами (45 000 руб. за м^2 ЦКЛ против в среднем 145 000 руб. за м^2 «Аквапанели»).

Помимо вышеупомянутого сравнения ЦКЛ можно сопоставить с другим облицовочным материалом, широко используемым на территории РБ – металлическими кассетами, которые могут разнообразить оформление фасадов при помощи сочетания разных цветов и фактур.

При изготовлении металлических кассет используют любые тонкокатаные металлические листы: стальные, алюминиевые, а также

металлопрофиль, как с покрытием, так и без покрытия. Особым спросом пользуются фасадные кассеты, металлопрофиль которых выполнен из оцинкованной стали. Для сравнения с ЦКЛ мы будем использовать фасадные кассеты из металлопрофиля МП 2005.

Основные преимущества вентилируемых фасадных систем с облицовкой фасадными кассетами МП 2005:

- Небольшой вес системы в сравнении с отделкой керамогранитом или фиброцементными листами.
- Сравнительная дешевизна системы среди других систем вентилируемых фасадов.
- Пожаробезопасность.
- Снижает электромагнитное воздействие.
- Внешняя поверхность кассет защищена пленкой от повреждений при транспортировке и монтаже.
- Имеет отверстия в нижней части кассет для лучшей вентиляции.
- Повышенная точность изготовления кассет упрощает монтаж и улучшает внешний вид.
- Возможность изготовления угловых, треугольных, трапециевидных и др. видов кассет.
- Длительный срок службы (не менее 30 лет).
- Стойкость к солнечному воздействию (не выгорают).
- Широкий выбор цветов и покрытий, в том числе металлики.

Технология их устройства во многом сходна с монтажом ЦКЛ, поэтому для анализа использована только та часть затрат труда, которая соответствует отличающимся элементам технологического процесса.

В основу расчёта технико-экономических показателей использованы данные следующих технологических карт:

- типовая технологическая карта на устройство вентилируемых фасадов с облицовкой фасадными кассетами (панелями) типа МП 1005(1000), МП 2005(2000);
- типовая технологическая карта на монтаж фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором с металлической подосновой и облицовкой из листов цементно-керамзитовых армированных стеклосеткой.

Расчёт технико-экономических показателей проводился по составляющим прямым затратам:

- стоимости материалов
- затрат на эксплуатацию машин и механизмов
- основной заработной плате рабочих за единицу измерения с целью упрощения расчётов принимаются 100 м² сплошной стены здания. Стоимость 1 м² цементно-керамзитового листа в текущих ценах составляет 45 000 руб. Заработная плата рабочих определялась исходя из затрат труда и среднечасовой тарифной ставки рабочего четвёртого разряда, а также индекса изменения затрат на основную заработную плату. Затраты на эксплуатацию машин и механизмов также определялись базисно-индексным методом. В результате была получена стоимость прямых затрат, которая по вариантам составляет:

$$C_{\text{пр}}(\text{ЛЦК}) = 4\,500\,000 + 8\,644 \times 2,6940 + 714\,515 \times 2,3169 = \\ = \underline{9\,762\,507 \text{ руб.}}$$

$$C_{\text{пр}}(\text{МП2005}) = 32\,681\,818 + 1\,401 \times 2,6940 + 731\,209 \times 2,3169 = \\ = \underline{34\,379\,732 \text{ руб.}}$$

Полученные результаты позволяют утверждать, что применение ЦКЛ позволит снизить затраты на устройство облицовочного слоя фасада в 3,52 раза.

По материалам изучения вентилируемых фасадов можно сделать следующие **выводы**:

- ЦКЛ согласуется с программой импортозамещения, действующей на территории Республики Беларусь;
- по ряду технологических характеристик фасадные кассеты превосходят отечественный аналог, но ЦКЛ более выгодны по цене;
- в настоящее время в Республике Беларусь вентилируемые фасады применяют в основном в административных зданиях, торговых центрах, бассейнах, а в жилых домах такой фасад – редкость. В первую очередь это объясняется тем, что по стоимостным показателям вентфасады уступают лёгким штукатурным системам. Но при стремлении к экономии на стадии строительства следует задуматься и о последующей эксплуатации здания. Оштукатуренный фасад необходимо постоянно подновлять и ремонтировать, что отразится на эксплуатационных затратах. Поэтому, по мнению экспертов через 15 лет стоимость оштукатуренного и навесного фасада могут сравняться в цене.

Рассмотренное направление имеет перспективы, т.к., по мнению специалистов, уже через несколько лет не менее 40% утепляемых

фасадов будут за навесными вентфасадами, а из-за дороговизны импортных облицовочных материалов цементно-керамзитовые листы, несомненно, будут пользоваться популярностью на строительном рынке.

УДК 005.932

**Использование инструментария логистики
для снижения запасов в строительстве**

Сапегин А.С.

(научный руководитель – Мойсак О.И.)

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

На современном этапе преобразования отечественной экономики весьма важной, актуальной и масштабной задачей является скорейшая адаптация хозяйствующих субъектов к условиям рынка.

Отказ от государственной монополии в сфере капитального строительства привел к радикальному изменению всей системы материально-технического обеспечения строительного производства. Получив свободу выбора заказчика, субподрядчика, поставщика и других контрагентов хозяйственных связей, многие строительные организации так и не сумели перестроить собственную систему материально-технического обеспечения строительства в соответствии с требованиями рынка.

Несмотря на это, среди отечественных строительных фирм управление материальными запасами на принципах логистики не получило сколько-нибудь широкого распространения. В связи с необходимостью повышения эффективности строительного производства возникают проблемы ее измерения, оценки, а также актуализируется поиск способов воздействия на факторы, от которых зависит уровень эффективности производства.

В экономической литературе существуют различные подходы в решении задачи измерения эффективности производства и управления запасами. В строительстве так же нет единой точки зрения, касающейся этих вопросов. Все вышеизложенное обусловило необходимость дальнейших исследований в указанном направлении.