

УДК 725

Т.Л.Чирва, Г.В.Гетун, Б.Г.Криштоп

## РАЦИОНАЛЬНЫЕ СТЕНОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ БЫСТРОМОНТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

Увеличение темпов роста строительства способствует появлению новых материалов и технологий, которые позволяют заметно сократить уровень издержек и сроки строительства различных типов зданий, при этом обеспечивая очень высокое качество постройки. Постоянный рост общей потребности в производственных, жилых, складских помещениях, офисах заставляет специалистов строительной отрасли постоянно искать новые способы сокращения сроков строительства.

Наиболее широкое распространение на нынешнем этапе получили быстровозводимые здания на основе прочного каркаса и легких ограждающих конструкций, которые обладают достаточной прочностью и невысокой ценой. По сроку службы такие здания сопоставимы со зданиями из обычных традиционных материалов (кирпич, железобетон), при этом их использование позволяет снизить затраты на проектирование, монтаж, демонтаж и последующую эксплуатацию до 40%. Их активное применение позволяет быстро возводить здания различной этажности, размеров и формы.

Основными конструктивными элементами быстровозводимых зданий, как и для всех видов зданий, являются несущие и ограждающие конструкции. Среди материалов для ограждающих конструкций быстровозводимых зданий наиболее востребованы стеновые сэндвич-панели. Важными параметрами, по которым оценивается строительный материал для возведения стен, являются теплотехнические характеристики, цена, качество, и эстетичность изделия. Основные характеристики сэндвич-панелей выгодно отличают их от других строительных материалов, используемых в качестве ограждающих конструкций. Отечественный рынок прогрессивного строительного материала в виде сэндвич-панелей развивается невероятно быстрыми темпами. Кроме того, сэндвич-панели обладают высокими огнеупорными свойствами, устойчивостью к неблагоприятной внешней среде и экологичностью. Этот материал соответствует всем санитарным нормам, а полимерное покрытие внутренней поверхности может подвергаться многократной очистке, что позволяет с успехом применять его в зданиях специального назначения, в частности, пищевой промышленности. В настоящее время для ограждающих конструкций используют сэндвич-панели заводского изготовления и панели полистовой сборки, изготавливаемые на месте строительства.

Возможность использования как вертикального, так и горизонтального

монтажа сэндвич-панелей предоставляют безграничные архитектурные возможности. Работы по монтажу зданий можно проводить при любых погодных условиях, в том числе и в зимнее время. Качественные материалы от производителей имеют высокую герметичность стыков панелей, что исключает возникновение «мостиков холода» и проникновения атмосферной влаги внутрь помещения. Использование новых качественных материалов при изготовлении сэндвич-панелей гарантируют долговечность зданий, так как ни металлическая обшивка, ни наполнитель этих материалов не подвержены разложению и гниению, при этом стойко переносят воздействия агрессивной промышленной среды, равнодушны к атмосферным факторам, в том числе и к сезонным перепадам температур, резким оттепелям и заморозкам. Ограждающие конструкции в виде сэндвич-панелей способны прослужить более полувека. При обновлении фасада и стен их можно будет легко демонтировать и легко утилизировать, учитывая, что стандартная панель весит 50-80 кг.

Сэндвич панели также могут быть использованы с целью утепления. Не секрет, что теплоизоляция зданий, построенных в советские времена, не отвечает современным нормам проектирования. Утепление с помощью сэндвич-панелей повышает уровень теплоизоляции, при этом сам процесс утепления оказывается несложным и финансово не затратным. Сэндвич-панели не требуют дополнительной отделки, легко монтируются, не оказывают заметной дополнительной нагрузки на фундамент, не требуют дополнительной окраски (можно сразу заказать нужной окраски).

Поверхность панелей не требует наружной и внутренней отделки. Некоторые панели могут быть облицованы любой навесной системой: профлистом, искусственным и натуральным камнем, стеклом, кассетами из алюминия, штукатуркой.

С помощью сэндвич-панелей возможны частные строительные операции, такие, например, как отделка откосов окон, ремонт крыш, установление дополнительного кровельного ограждения.

Важную роль играют сэндвич-панели в создании различных холодильных и морозильных систем. Они идеально подходят для строительства складов низкотемпературного хранения.

С помощью сэндвич-панелей возможно повышение шумоизоляции уже построенных зданий. Шумоизоляционные свойства сэндвич-панелей очень высоки, поэтому они подходят для уменьшения шума внутри помещения. С этим же связано использование сэндвич-панелей для создания шумовых преград (например, вдоль железных и автомобильных дорог). Ограждение источника шума сэндвич-панелями позволяет легко, недорого и быстро решить проблему с распространением шума. При этом приятный внешний вид сэндвич-

панелей не производит негативного впечатления на проходящих мимо людей.

Объемы реализации сэндвич-панелей при строительстве быстровозводимых зданий в Украине в 2008 г. может составить свыше 900 тысяч м<sup>2</sup>. На украинском рынке сэндвич-панели представляют свыше 50 компаний, среди которых 20 компаний продают отечественную продукцию. Крупными импортерами поставки панелей являются Польша (Metalplast-Oborniki), Финляндия (Paroc, Rannila), Словения (Tito), Турция (ОКО-Izpoli), Китай (Alucomp), Balex Metal, Kingspan, «Руукки Украина», Paroc (MB), TRIMO, Lindab.

Лидерами в Украине среди производителей панелей являются такие предприятия, как «Алюмбуд», завод «Мастер Профи» (Днепропетровск), «ЮСКулер», «Пантекс» (Киев), «ФасТех» (Киев), «Пантек», «ПСГ Групп» (Киев), «Західспецпрофіль» (Киевская обл.), «Будимпекс-Днепр» (Днепропетровск), «Промстан» (Николаев), «Термобуд» (Червоноград), «Стройиндустрия» (Харьков), «ЮК-Постачання» (обухов), «ПСМ-Профіль» (Полтава), «Сімо» (Полтава), «Коман», «ЮС Кулер» (Киев) и др.

В современном строительстве под сэндвич-панелями понимается многослойный материал, который состоит из двух облицовочных, профилированных окрашенных листов и теплоизоляционного слоя, соединенных между собой специальным клеем. Толщиной изолирующего материала определяется толщина сэндвич-панели, а шириной металлопрофиля — ширина изделия. Таким образом, из сэндвич-панелей можно создавать конструкции любых размеров.

Выбор ограждающих конструкций зависит от теплоизоляционных характеристик быстровозводимого здания: сопротивления теплопередаче в зимнее время года, а также теплоустойчивости в летний период. Наиболее распространенные ограждающие конструкции для «теплых» зданий - сэндвич-панели и полистовая сборка, а для «холодных» - профилированный стальной лист. По функциональному назначению сэндвич-панели можно разделить на несколько основных подвидов: стеновые, кровельные и облицовочные. Для наружных конструкций применяются отделочные сэндвич-панели. Облицовка имеет устойчивое к коррозии покрытие, обеспечивает эстетичный внешний вид, ударостойкость, твердость поверхности и жесткость панели.

В Украине представлена продукция таких типов производства: автоматической, полуавтоматической сборки и панели, собранные вручную (стендовым методом). Наиболее популярны сэндвич-панели автоматической сборки, они более качественные, так как в их производстве к минимуму сведен человеческий фактор. Кроме того, использование сэндвич-панелей автоматической сборки позволяет ускорить и упростить монтаж ограждающих

конструкцій, поскольку это уже полностью готовые конструкции с наличием в них специальных замков, с помощью которых осуществляется соединение панелей.

Наружная обшивка может быть выполнена из оцинкованных листов разных цветов, а также из стали с полимерным покрытием (полиэстер, пластизол, пурал, PVF). Для обшивки возможно применение материалов с пластиком, древесно-стружечными плитами, композитами на основе цемента и металла, алюминия, гипсокартона, картона, влагостойкой фанеры. Стандартный материал для внешней обшивки «сэндвича» — оцинкованный профнастил толщиной 0,5—0,8 мм с полиэстеровым покрытием или без него. А для внутренней обшивки в качестве удешевленного варианта применяется как профнастил, так и другие материалы: от армированной фольги до пластика и гипсокартона. Выбор облицовочного материала во многом определяется назначением конструкции.

В качестве утеплителя в панелях «сэндвич» применяют материалы, обладающие высокими водоотталкивающими свойствами. Общее содержание влаги, конденсируемой из воздуха во внутреннем объеме утеплителя, по нормативам не должно превышать 0,09%, даже при относительной влажности воздуха 95%. Основные же различия между продукцией разных торговых марок связаны с использованием утеплителя — минераловатной плиты (стекловата, базальтовая вата), пенополистирола или пенополиуретана. Около 70% всего объема производимых и потребляемых сэндвич-панелей составляют панели с наполнителем из минеральной ваты, 25% — пенополистирол, 5% — пенополиуретан. Такая ситуация складывается в связи с существующей нормативно-правовой базой. Выбор типа утеплителя часто становится нелегким для покупателя «сэндвичей». Дело в том, что самый «теплый» из них — пенополиуретан, однако он горючий, а это может спровоцировать проблемы с пожарными службами, которые участвуют в приеме зданий к эксплуатации. Минеральная вата лишена этого изъяна, но и теплоизолирующие свойства у нее несколько ниже. Выходом из этой трудной дилеммы может стать новинка, появившаяся в этом году на европейском рынке сэндвич-панелей — «универсальные» панели, в которых сочетаются полезные свойства двух видов утеплителя — минеральной ваты и пенополиуретана. Для этого с внутренней стороны панели укладывают около 2 см минеральной ваты, которая выполняет роль негорючего материала.

Сэндвич-панели с пенополистирольным утеплителем зарекомендовали себя как наиболее экономичные и дешевые. Пенополистирол — строительный материал, который обладает уникальными тепло- и звукоизоляционными свойствами, абсолютно не подвержен влиянию влаги и механическим

повреждениям. Он применяется в строительстве на протяжении уже 40 лет. Обладает низкой степенью теплопроводности и паропроницаемости. Коэффициент теплопроводности материала в  $0,04—0,055 \text{ Вт/м}^2\text{К}$  обеспечивает низкие теплотери. Пенополистирол практически не проводит тепло, сохраняя его в помещении зимой и не позволяя ему проникать внутрь здания летом, вследствие чего его наиболее широко применяют в конструкциях холодильного и морозильного оборудования. Плотность пенополистирола — от 14 до 25 кг/м<sup>3</sup>. Сэндвич-панель с пенополистирольным утеплителем толщиной 100 мм по теплоизоляционным свойствам соответствует 150-миллиметровой панели с утеплителем из минеральной ваты или стене из обычного кирпича толщиной 900 мм. Преимуществом использования сэндвич-панелей с пенополистирольным утеплителем является длительный срок службы (50 лет) даже в самых сложных условиях. Кроме того, сэндвич-панели с пенополистирольным утеплителем легче в полтора-два раза, чем панели с минераловатным утеплителем, что облегчает их транспортировку и монтаж. В зданиях, где требуется повышенная огнестойкость, могут быть использованы специальные типы пенополистирольного утеплителя. Самым большим недостатком пенополистирола является горючесть и выделение токсичных газов при горении.

Сэндвич-панели с экологически чистым минераловатным утеплителем являются эффективными ограждающими конструкциями. Они обладают практически теми же теплоизоляционными свойствами, что и панели с пенополистиролом в качестве наполнителя. Минеральная вата — теплоизоляционный материал с волокнистой структурой. Пространство между волокнами заполнено воздухом, который, по сути, и является теплоизолятором. Основной недостаток — довольно высокая теплопроводность ( $0,06—0,07 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ). Показатели огнестойкости этого материала (180 минут) позволяют применять такие сэндвич-панели в качестве наружных ограждающих конструкций и противопожарных перегородок. Такие «сэндвичи» обладают высокой тепло- и звукоизолирующей способностью (при толщине минераловатного наполнителя в 100 мм «сэндвич» сберегает такое же количество тепла, как стена из силикатного кирпича толщиной 1705 мм), устойчивостью к температурным деформациям и химическим воздействиям окружающей среды, долговечностью в эксплуатации. Для достижения наилучшего эффекта, минеральную вату укладывают в определенном порядке, учитывая расположение волокон, что обеспечивает таким сэндвич-панелям непревзойденную теплостойкость. Недостатком минеральной ваты по сравнению с пенополиуретаном и пенополистиролом является повышенная теплопроводность, что приводит к увеличению толщины плиты, а также

высокая стоимость утеплителя.

Около 95 % сэндвич-панелей, которые производятся во всем мире, используют в качестве наполнителя пенополиуретан. По многим показателям он превосходит все остальные материалы, за исключением показателей горючести. Сертификаты пожарной безопасности дают пожарную стойкость панелей из пенополиуретана до 30 минут. Он обладает самым низким коэффициентом теплопроводности и самыми высокими гидроизолирующими свойствами. Его коэффициент теплопроводности, задекларированный производителями, составляет 0,022 Вт/м<sup>2</sup>К, а фактический может быть еще меньше — 0,019. Пенополиуретан обладает небольшой массой (средняя плотность — 40 кг/м<sup>3</sup>), отличной адгезией к покровным листам, высокой химической и термостойкостью. Сэндвич-панели с пенополиуретановым утеплителем могут изготавливаться с оцинкованной обшивкой, окрашенной с одной или двух сторон. Толщина листа облицовки — 0,7 мм, что приводит к довольно высокому весу данного вида панелей. При толщине 100 мм панель по теплоизоляционным свойствам соответствует 150-миллиметровой панели с утеплителем из минеральной ваты или стене из обычного кирпича толщиной 900 мм. Нагрузки на фундамент могут быть снижены в 100 раз и более. Это обстоятельство, как правило, дает возможность отказаться от проведения геологических исследований грунта, существенно снизить расходы на устройство фундамента.

Комбинированные панели представляют собой изделия, в которых в качестве наполнителя используют минеральную вату (20—30 мм) и пенополиуретан (12—200 мм). Такая сэндвич-панель (при монтаже минеральной ваты внутрь здания) имеет жаростойкость, аналогичную минераловатным панелям, а цену, теплопроводность и вес — как у пенополиуретановых. Монтаж панелей производится минеральной ватой внутрь здания.

На сегодняшний день наибольшей популярностью на рынке сэндвич-панелей пользуются металлические панели с минераловатным, пенополистирольным или пенополиуретановым утеплителем.

Сэндвич-панели в Украине изготавливаются:

- толщиной 40,50, 60, 75, 80,100,120, 125, 150, 170, 200,250,300 мм;
- длиной 1800-14500мм;
- шириной 980,1000, 1150, 1200 мм;
- толщиной стали 0,4-1 мм;
- с наполнителем из минеральной ваты, пенополистирола, пенополиуретана.

Качество сооружений, смонтированных с использованием сэндвич-

панелей, зависит от многих факторов: качества профнастила, соответствия свойств наполнителя задачам и условиям эксплуатации здания, точности и надежности стыковочных узлов, корректности монтажа и т. п.

Существует два типа монтажа сэндвич-панелей — горизонтальный и вертикальный. В Украине более популярен вертикальный монтаж. Различия между горизонтальным и вертикальным монтажом заключаются, прежде всего, во внешнем виде здания. Однако вертикальный монтаж сэндвич-панелей исключает попадание воды под нащельники при отсутствии специальной заделки, а при возведении невысокого здания позволяет обойтись без грузоподъемного оборудования. Кроме того, конструкция получается дешевле из-за отсутствия устройства дополнительных элементов фахверка.

Сэндвич-панели монтируются на деревянную, железобетонную или металлическую несущую конструкцию здания. Различают два вида крепления к каркасу здания: скрытое (крепление находится под крепежным листом панели) и видимое (видно снаружи и является частью панели). Для крепления используют специальные самонарезающиеся винты или специальные крепежные элементы.

Большое значение для монтажа сэндвич-панелей имеют стыки, от которых зависит прочность соединения конструкции, отсутствие зазоров. Панели соединяются между собой в замок. Некоторые фирмы предлагают специальный, архитектурный замок, который закрывает крепежные элементы. Швы и стыки для герметизации заливаются герметиком, торцевые швы закрываются металлическими планками.

Стоимость сэндвич-панелей зависит от ряда параметров: их толщины, назначения (стеновая или кровельная), вида утеплителя, материала и покрытия наружных облицовок. Так, например, стоимость «сэндвичей» с пенополистиролом колеблется от 32 до 40 евро/кв.м, с минеральной ватой — от 41 до 56 евро/кв.м.. Диапазон цен на продукцию отечественных предприятий сегодня колеблется в пределах 150–250 грн./м<sup>2</sup>. Импортные материалы дороже в среднем на 10–15%. Цены на эти материалы зависят, в первую очередь, от типа наполнителя. Самые дорогие — изделия с наполнителем из минеральной ваты (220—250 грн./м<sup>2</sup>). Несколько дешевле панели с полиуретановым (около 200 грн./м<sup>2</sup>) и пенополистирольным (160—180 грн./м<sup>2</sup>) наполнителями.

Среди основных недостатков сэндвич-панелей отмечают необходимость осторожного обращения с ними в процессе монтажа и эксплуатации, поскольку неаккуратное обращение может повредить не только защитное покрытие, но и саму внешнюю панель (в этом случае возможен косметический ремонт или полная замена панели). Кроме того, панели могут промерзнуть на стыках или образовывать лед на поверхности в зимнее время. Однако данные проблемы

могут возникать лишь при несоблюдении технологии монтажа панелей, поэтому установка зданий из сэндвич-панелей должна выполняться опытными специалистами.

#### Литература

- 1.С.Галюн. Сэндвичи для быстрого строительства.// «Технологии быстрого строительства», тематич. прилож. к журналу «Будмастер», с.10-14,авг., 2006.
2. Б.Малиновський. Неїстівний бутерброд // «Фасадні системи», с.20-23, вер.,2005.
3. <http://petroros.com.ua>
4. Быстровозводимые здания: революция в строительной промышленности. // «Строительство и архитектура, с.22, №3, 2006.
- 5.<http://www.budimprex-dnepr.dp.ua/>

#### Аннотация

В статье рассматриваются вопросы рационального применения сэндвич-панелей для использования их при возведении быстромонтируемых зданий различного назначения. Приведены основные сведения о конструктивных и характерных особенностях сэндвич-панелей. Анализируется украинский рынок по изготовлению и использованию панелей при строительстве, их ценовая политика. Рассматриваются основные преимущества и недостатки сэндвич-панелей для строительства быстромонтируемых зданий.

#### Анотація

У статті розглядаються питання раціонального використання сандвіч-панелей для будівель швидкого зведення різного призначення. Наведені основні дані про конструктивні та характерні особливості сандвіч-панелей. Аналізується український ринок по виготовленню та використанню панелей в будівництві, їх цінова політика. Розглядаються основні переваги та недоліки сандвіч-панелей для будівництва будівель швидкого зведення.