

УДК 69.057.5

д.т.н., професор Тонкачев Г.Н.,  
Кушнарев М.В., Глущенко И.В.,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

## **ПЕРСПЕКТИВЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПАЛУБКИ ИЗ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ПЕНОПОЛИСТИРОЛА ДЛЯ СТЕН И ПЕРЕКРЫТИЙ ЗДАНИЙ**

*Рассматриваются перспективы развития технологии возведения железобетонных монолитных зданий с использованием полистирольной опалубки, приведены требования к технологичности конструкций таких опалубок. Характеризуется эффективность технологии устройства стен.*

**Ключевые слова:** монолитные здания, экструдированный полистирол, изоляционная опалубка, опалубочные блоки, технологический процесс, бетонная смесь.

**Формулировка проблемы.** Изделия из экструдированного полистирола, созданные на основе новейших технологий, позволяют использовать их в виде несъемной опалубки. По своим свойствам они отличаются хорошей теплоизоляцией, звукоизоляцией, водонепроницаемостью и долговечностью. Реализуется одновременно несколько функций – опалубка, теплоизоляция, звукоизоляция, облегчение панелей.

Одними из существенных недостатков пенополистирольных плит при использовании их в качестве несъемной опалубки для монолитных конструкций являются:

- сжимаемость материала;
- сложность процесса устройства панелей стен и перекрытий;
- для сборки плит по вертикали и горизонтали требуется дополнительная оснастка для обеспечения устойчивости и цельности панелей;
- использование опалубки из полистирольных плит увеличивает стоимость строительства.

Проблема заключается в отсутствии рекомендаций по эффективной области применения тех или иных конструкций опалубки из пенополистирола, как по технической возможности применения, так и по экономической целесообразности их применения.

### **Анализ предшествующих исследований и публикаций.**

Опалубочные системы из пенополистирола на рынке Украины и в странах СНГ появились более чем 30 лет тому назад [1]. Основным недостатком таких

систем является низкая прочность фасадных поверхностей стен. В работе [2] рассматривается опалубочная система «АВС», которая нашла широкое применения в Канаде, США и в некоторых странах Европы. Отмечается, что в таких системах опалубки можно возводить здания до 16 этажей. Известны системы «пластбау», по применению которых на Украине был выпущен нормативный документ [3]. Широко используется соответствующая технология, получившая название «теплый дом».

**Цель исследования.** Анализ технологичности конструкций полистирольной опалубки и определение перспективы развития технологии возведения с использованием этого вида опалубочных систем.

#### **Изложение основного материала.**

Опалубка стен и колонн из пенополистирола изготавливается в виде панелей с размерами на высоту этажа или в виде ярусных панелей на высоту кратную высоте этажа. Перед установкой панели собираются в блоки с помощью специальных вставок из пластмасс или металла (рис. 1).

Известна опалубка в виде блоков изготовленных на заводах с отверстиями для устройства бетонной части стен.

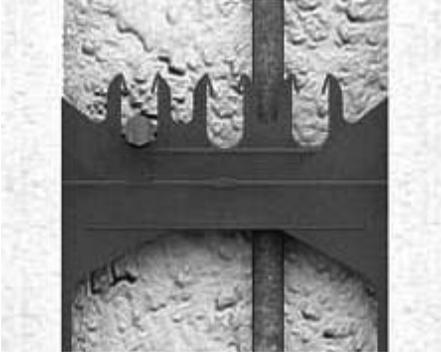


Рис. 1. Общий вид стандартного опалубочного пенополистирольного блока стен ярусного вида.

Системы опалубок с соединительными вставками позволяют бетонировать стены сплошной конструкции (плоские, непрерывные). В случае использования системы опалубки с отверстиями стены зданий представляют собой каркасную систему.

Соединения между отдельными панелями и блоками выполняется с помощью пазовых фиксаторов и специальных канавок или с использованием стыков на клеях и скобах. Известны опалубочные системы с универсальными фиксаторами, которые позволяют укладывать панели опалубки разными сторонами. Такие «обратимые» формы позволяют сэкономить время во время размещения и обеспечить выверку в проектом положении.

Как правило, соединительные пластиковые вставки между панелями изготавливаются с элементами фиксаторами стержней арматуры (рис. 2).



Размеры ярусных панелей и блоков, как правило, составляют 40 см по высоте и 100, 120 см по длине. Толщина пенополистирольных панелей от 3 до 6 см. Размеры полостей для бетона определяются по расчету и могут быть в пределах 15...30 см по толщине.

Рис. 2. Фиксаторы для стержней арматуры в конструкции соединительных вставок.

После установки форм в проектное положение, укладывается арматура и заливается бетонная смесь в опалубку. Для заполнения форм с большей скоростью устанавливаются растяжки для предотвращения смещения. Деформации опалубки позволяет устранить строительная оснастка. При устройстве проемов дверей и окон предусматриваются дополнительные приспособления для удержания бетонной смеси во время укладки.

Для устройства перекрытий используются специальные пенополистирольные блоки, которые совместимы с железобетонными плитами, а также деревянными и металлическими балками. При возведении небольших зданий, используется опалубка стен, в которой предусматриваются отверстия для установки конструкций перекрытий. В больших жилых или промышленных зданиях используются закладные детали или болты, которые предварительно устанавливаются и фиксируются в опалубке.

Поскольку изоляционная пенополистирольная опалубка является универсальной, то к ней можно применить практически любой тип отделки. Стены с пенополистирольными опалубками в виде панелей и блоков подразделяются на решетчатую, столбчатую и непрерывную конструктивные системы.

Стены, изготовленные с использованием панелей из экструдированного полистирола с размерами на высоту этажа здания более эффективны, чем стены из пенополистирольных блоков высотой на ярус бетонирования. Панели соединяются пластмассовыми фиксаторами в виде ферм с параллельными поясами. Фиксаторы устанавливаются в пазы на торцевых гранях панелей (рис. 3).

Пояса ферм фиксаторов дополнительно выполняют функцию опор для крепления облицовки из гипсокартона с внутренней стороны и для крепления сайдинга или камней с внешней стороны.

Одним из основных параметров полистирольных панелей и блоков является их прочность – способность воспринимать давление от бетонной смеси. Основная характеристика – это сжимаемость материала при определенной нагрузке. Например, для панелей из экструдированного полистирола фирм «URSA», «Austrotherm» при сжимаемости 10% обеспечивается прочность панелей на сжатие в пределах 300...500 КПа, что значительно расширяет возможности опалубки облицовки для непрерывной укладки бетонной смеси на всю высоту панелей. Если рассматривать панели с размерами на этаж здания высотой 3 м, то давление внизу панели будет в пределах 70...80 КПа, что намного меньше предельной прочности панелей.

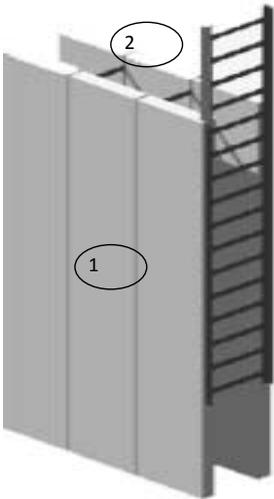


Рис. 3. Конструктивная система опалубки облицовки с панелями на высоту этажа здания.

1 – панель опалубки облицовки из экструдированного полистирола; 2 – модуль фиксатор из пластмассовой фермы с параллельными поясами.

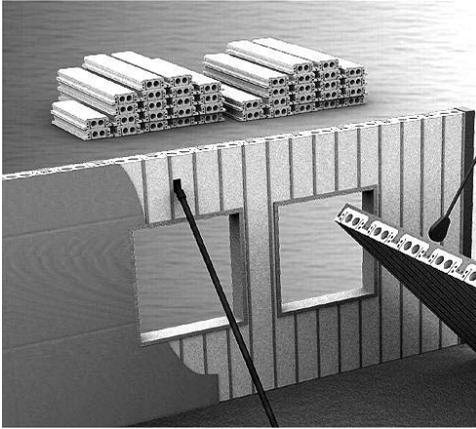
Коэффициент теплопроводности панелей из экструдированного полистирола находится в пределах  $\lambda = 0,03...0,04$  Вт/м\*К. Для обеспечения нормальной теплоизоляции стен достаточно применять одну панель толщиной 80...120 мм. В данных технологиях используется две панели толщиной 60...80 мм. При этом теплоизоляционные слои располагаются с двух сторон, что неэффективно и противоречит правилам утепления стен.

С точки зрения затрат труда на выполнение многооперационных процессов, использование отдельных полистирольных панелей, а тем более мелких блоков – уход от механизации и возврат ручного труда.

Дальнейшее развитие данной технологии видится в использовании блочных опалубочных систем с односторонним применением полистирольных панелей, что значительно повысит индустриальность строительства и обеспечит конкурентоспособность опалубки облицовки из современных экструдированных полистирольных панелей.

Проблему можно решить путем использования технологии изготовления панелей стен или перекрытий на стройплощадке в горизонтальном положении с последующим монтажом в проектное положение (рис. 4). Технология по методу «подъем с поворотом» позволяет значительно уменьшить объем

опалубки, систем обеспечения устойчивости, что уменьшает трудоемкость и ускоряет процесс возведения зданий при повышении качества продукции.



Существенным недостатком данной технологии является увеличение затрат на устройство стыков между панелями, которые усложняют процесс и требуют решения проблемы повышения их технологичности.

Рис. 4. Панели стен с использованием односторонней опалубочной системы.

Многие преимущества монолитных зданий с изоляционной пенополистирольной опалубкой доступны при немного большей стоимости по сравнению с обычной щитовой деревянной опалубкой. Изоляционная опалубка проста в сборке, объединяет несколько этапов возведения конструкций в один. Стены могут быть экономичными, несмотря на использование высококачественных более дорогих материалов.

Стоимость использования любой строительной продукции зависит от десятка факторов, которые изменяются от здания к зданию, но для опытных проектировщиков стоимость изоляционных опалубок довольно предсказуема [4]. Так как здания с использованием изоляционной пенополистирольной опалубкой более энергоэффективны (отопление и охлаждение дешевле), то это сокращает конечную стоимость продукта при эксплуатации, что в итоге компенсирует дополнительные затраты при строительстве зданий.

**Выводы.** Системы пенополистирольных опалубок для изготовления стен и перекрытий зданий получили широкое распространение, помимо функции опалубки реализуют функции снижения веса конструкций, теплоизоляции и звукоизоляции. Однако существуют нерешенные проблемы, связанные с деформациями материала, сложностью выполнения процессов, с появлением дополнительной оснастки, с увеличением стоимости конструкций.

Решение этих проблем возможно путем применения монолитно-сборной технологии и созданием эффективной строительной оснастки для возведения стен и перекрытий зданий.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ

1. Теличенко В.И. Технология возведения зданий и сооружений: учеб. для строит. вузов / В.И.Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лапидус – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: высш. шк., 2004. – 446 с.
2. Анпилов С.М. Опалубочные системы для монолитного строительства: учебное издание / С.М. Анпилов. – М.: Издательство АСВ, 2005. – 280 с.; ил.
3. ДБН В.2.6-6-95. Проектування, будівництво та експлуатація будинків системи «ПЛАСТБУД». – К.: Держкоммістобудування, 1997. – 92 с.
4. <http://forms.org/content.cfm?act=constructioncost>.

### Анотація

Розглядаються перспективи розвитку технології зведення залізобетонних монолітних будівель з використанням полістирольної опалубки, наведені вимоги до технологічності конструкцій такої опалубки. Характеризується ефективність технології влаштування стін.

**Ключові слова:** монолітна стіна, екструдований полістирол, ізоляційна опалубка, опалубні блоки, технологічний процес, бетонна суміш.

### Summary

Perspectives of technology of monolithic reinforced concrete buildings using polystyrene formwork requirements are technological structures such formwork. Efficiency technology of placement of walls has characterized.

Keywords: monolithic wall, extruded polystyrene, insulation formwork, blocks formwork, process, concrete mixture.