

УДК 69.057.5:624.012.35

к.т.н., доцент Г.Н. Тонкачеев, В.В. Хортюк,
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ВЫБОР ОПАЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМ.

В статье представлена характеристика конструктивных решений различных опалубочных систем, тех, которые применяются для возведения монолитных стен бескаркасных зданий. Рассматриваются проблемы, связанные с большим количеством деталей, подлежащих перемещению при сборе и разборе опалубки, а также основные пути усовершенствования опалубочных систем. Предоставляются отдельные оценочные показатели для выбора опалубки.

Важная роль при монолитном домостроении возлагается на опалубочные системы. На сегодняшний день их ассортимент на рынке весьма разнообразен. Наряду с относительно простыми видами опалубки в строительном комплексе встречаются механизированные опалубочные системы.

Комплексный процесс возведения монолитных конструкций включает:

- подготовительный этап по изготовлению или закупке опалубки, по изготовлению арматурных каркасов, арматурно-опалубочных блоков;
- основной этап, связанный непосредственно с возведением здания, включающий установку опалубки, укладку арматуры, подачу и укладку бетонной смеси, выдерживание бетона, демонтаж опалубки и т.п..

В настоящее время на рынке Украины представлен широкий ассортимент различных систем вертикальной опалубки для стен и колонн. Более 70% опалубочных систем, представленных на рынке, принадлежат таким компаниям, как: Paschal, Peri, Hunnebeck, NOE Schaltechnik, Meva (Германия), Doka (Австрия), Pilosio (Италия), Altrad Mostostal, Baumann Mostostal (Польша). Из известных отечественных следует отметить фирму ООО "Гипро-М".

Выбор опалубки и наиболее целесообразного способа производства опалубочных работ зависит от вида бетонируемых конструкций, а также от применяемых механизмов, монтажной оснастки, общей организации работ, директивных сроков строительства, технических возможностей строительной организации.

Наиболее важными требованиями к опалубке являются простота в сборке и разборке, минимальная трудоемкость и стоимость в эксплуатации. Тип опалубки может быть определен только при всестороннем экономическом анализе с учетом первоначальных затрат строительной организации, капитальных вложений, перспектив строительства, числа оборотов, темпа оборачиваемости, наличия подъемных механизмов.

Вертикальные конструкции зданий чаще всего возводят в разборно-переставных щитовых опалубках. Используют разборно-переставные мелко-щитовые и крупно-щитовые опалубки. Установку первых можно осуществлять вручную, крупно-щитовая опалубка требует кранового монтажа.

Опалубочные системы (ОС) имеют различное функциональное назначение и различные параметры, поэтому для сравнения при выборе той или иной системы следует дать характеристику опалубкам, которые чаще всего применяются в строительстве.

ОС-1. Характеристика щитовой мелкой опалубки стен.

Опалубочная система включает небольшие по размеру щиты из стали, фанеры, пластика, или комбинированных материалов, элементы креплений и поддерживающих устройств.

К одной из современных систем относится опалубка типа «Стар тек» Стальная рама с алюминиевыми ребрами является универсальной системой; она имеет в основе стальные рамы из неразъемных полых профилей с сформированным гофром (рис. 1). Ширина профиля 4 см, высота – 12 см, толщина профиля определена по условиям статической работы и принята до 3,6 см. Поверхность рамы лакированная. Для уменьшения массы внутренние элементы жесткости – подкосы и распорки выполнены из алюминия и крепятся к стальной раме методом клеевого сцепления. Такое решение каркаса обеспечивает жесткость конструкции для кранового монтажа при площади щитов до 40 м² и позволяет осуществлять ручной монтаж отдельных элементов. Опалубка рассчитана на статическую нагрузку 70 кН/м². Область применения опалубки - фундаменты и стены.

В качестве палубы принята высококачественная многослойная плита



(alkus). Alkus - это пластмассовые опалубочные щиты в комбинированном исполнении, пригодные для утилизации и без применения дерева. Преимущества такой палубы заключается в том, что она не впитывает воду, поэтому не разбухает и сохраняет свою несущую способность при постоянном модуле упругости. Лучшее качество бетонных поверхностей.

Рис. 1. Возведение стен в опалубке «Стар тек».

Повышается производительность труда благодаря упрощению процесса очистки палубы. Снижается расход смазочных материалов для палубы. Как минимум в три раза более долгий срок службы по сравнению с фанерой.

Комплекующие и замковые соединения аналогичны соединениям других фирм опалубок таких как, Doka, Paschal, Peri, Hunnebeck. Замок (зажимное приспособление) устанавливают одной рукой (можно при этом находиться на лестнице), он стягивает примыкающие щиты, при легком ударе молотком по штырю-зажиму щиты выравниваются без смещения, образуется жесткий узел. Для соединения и раскрепления щитов опалубки приняты и винтовые стяжки, для установки которых в рамах опалубки предусмотрены сквозные отверстия.

Технико-экономическая характеристика. Применение этой опалубки характеризуется большим количеством деталей, следовательно, большой трудоемкостью сборки и разборки, но при этом опалубка легкая и ее масса не более 25 кг/м² опалубки. Опалубка универсальна, применима для самых разнообразных вертикальных монолитных конструкций с различными размерами.

ОС-2. Характеристика щитовой крупной опалубки стен.

К одной из современных систем относится опалубка типа «Тиссен», которая представляет собой сборно-разборную модульную конструкцию. Модульные элементы высотой 270 и 330 см состоят из контурного металлического каркаса, поперечных профилей жесткости и щитовых панелей небольшой толщины. Опалубка предназначена для восприятия давления бетонной смеси до 80 кН/м² (рис. 2).

Каркас рамы состоит из оцинкованного металлического профиля сложной формы высотой 14 см, обеспечивающего высокую устойчивость на изгиб. Горячая оцинковка облегчает щиты, исключает коррозию, резко снижает адгезию каркаса. Принятые размеры рамы в сочетании с другими элементами устойчивости придают щитам особую прочность, позволяют выдерживать гидростатическое давление бетонной смеси высотой до 3,3 м. Конструкция рам, соединение их между собой самовыверяющимися замковыми соединениями создают высокую жесткость и устойчивость системы.



Рис. 2. Крупнощитовая опалубка стен фирмы «Тиссен»

Рядовые щиты опалубки выпускают высотой 330, 270, 120 и 60 см и шириной от 45 до 330 см. Все щиты в любом положении комбинируются друг с другом горизонтально и вертикально, со смещением по высоте или по горизонтали. Щиты опалубки можно признать универсальными, так как имеющиеся с внутренней стороны их обрамления два функциональных желобка гарантируют оптимальное применение различных соединительных средств, разработанных разными фирмами. Все щиты имеют по контуру стальной обрамляющий профиль, который предохраняет палубу из многослойной фанеры от ударов и повреждений. Для соединения щитов между собой применяют специальные замки-сжимы, которые обеспечивают простое, быстрое, надежное, хорошо противостоящее растяжению и вибрации соединение двух элементов. Жесткость и прочность соединения позволяют при крановом монтаже поднимать опалубочные панели площадью до 40 м² без дополнительного раскрепления.

Для соединения двух щитов опалубки максимальных размеров достаточно двух замков. Для облегчения труда рабочих и сокращения времени на монтаж при наращивании щитов применяют выравнивающий замок соединяющий щиты по одной прямой, с достаточной прочностью к растяжению и вибрации.

Технико-экономическая характеристика. Применение этой опалубки характеризуется меньшим по сравнению с ОС-1 количеством деталей, следовательно, меньшей трудоемкостью сборки и разборки, но при этом опалубка более тяжелая и ее масса более 75 кг/м² опалубки. Опалубка менее универсальна, применима не для всех вертикальных монолитных конструкций с различными размерами.

ОС-3. Характеристика блочной горизонтальной опалубки стен.

Одновременное бетонирование стен и перекрытий достигается за счет применения туннельной опалубки, состоящей из двух секций, которые имеют прямоугольное сечение длиной 2,5 м и состоят из двух вертикальных щитов высотой, равной высоте бетонируемой стены, и одного горизонтального щита, ширина которого соответствует половине ширины перекрытия. Вертикальные панели имеют ту же конструкцию, что и стеновая опалубка со стальным листом толщиной 3 мм. Каждая стандартная панель длиной 1,25 и 2,5 м оснащена двумя винтовыми домкратами для выставления уровня по высоте и двумя роликовыми колесами. Отдельные туннели могут соединяться вместе в один элемент длиной от 3,75 до 12,5 м, при этом разборка опалубки будет осуществляться уже этими крупными модулями. Вертикальная панель не имеет фермы для восприятия давления бетонной смеси, поэтому в туннеле на трех уровнях с шагом 1,25 м предусмотрено крепление с помощью винтовых стяжек.

Раздвижные подкосы регулируются по высоте с помощью винтовых стяжек с переставными пальцами, что позволяет выставить панели под прямым углом и отрегулировать стрелу выпуклости. Каждая полусекция оборудована костылем с роликовым колесом, который вместе с нижней шарнирной тягой и роликовыми колесами вертикальных щитов образует распалубочную выкатную тележку и одновременно служит стойкой-подпоркой плиты в момент распалубки первой туннельной полусекции (рис. 3). В процессе установки опалубки и при бетонировании этот костыль, закрепленный шарнирно, отводят в сторону вертикальной панели опалубки.

Когда необходимо одновременно с поперечными стенами туннеля забетонировать внутренние продольные стены в торце туннельной опалубки монтируют заднюю панель. Ее собирают из двух элементов с соединением в паз и закреплением соединительными замками с туннельной опалубкой. Эти панели оборудуют домкратами выставления уровня и роликовыми колесами. Соединение с вертикальными панелями туннеля аналогично угловому соединению стеновой опалубки. Так формируется одна сторона опалубки стены. Вторую сторону собирают из элементов мелкощитовой опалубки; соединение этих двух опалубочных панелей выполняют на винтовых стяжках.



Рис. 3. Туннельная опалубка стен и перекрытий «Утинор».

Распалубку полусекций осуществляют путем опускания опорных домкратов, при этом горизонтальная панель отрывается от забетонированного перекрытия в результате опускания домкратов подкосов.

Туннельную секцию перемещают путем поочередного выкатывания полусекций на распалубочные площадки-подмости при этом, когда одна из полусекций демонтирована.

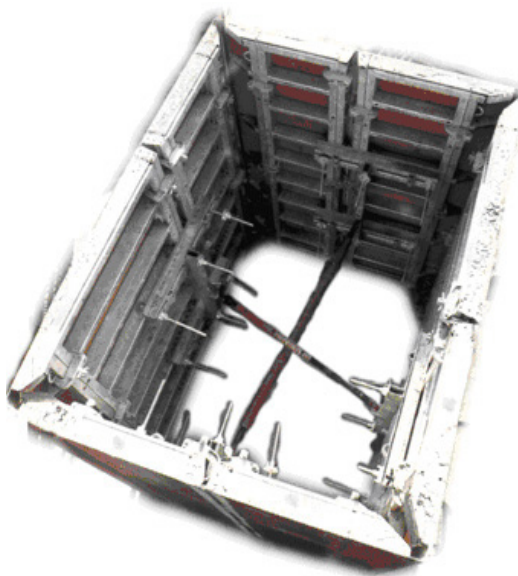
Перед демонтажем второй полусекции перекрытие подпирают опорными стойками в центре пролета по оси соединения полусекций до набора бетоном необходимой прочности. Для экономии времени и уменьшения трудоемкости сборки, разборки при достижении бетоном необходимой прочности опалубку ОС-3 извлекают через торец туннеля, образуемого поперечными стенами и перекрытием с выкатыванием на консольные подмости, укрепляемые на уровне этажей вдоль фасада, или через оставляемые проемы в перекрытии, которые затем бетонируют.

Технико-экономическая характеристика. Применение этой опалубки характеризуется меньшим по сравнению с ОС-2 количеством деталей, следовательно, меньшей трудоемкостью сборки и разборки, но при этом опалубка более тяжелая и ее масса более 105 кг/м² опалубки. Опалубка менее универсальна, применима не для всех вертикальных монолитных конструкций с различными размерами. Одним из существенных достоинств опалубки является ее приспособленность для возведения монолитных плит перекрытий.

Высокая размерная точность туннельной опалубки позволяет механизировать отделку забетонированных и распалубленных поверхностей. Для работы с двухсекционной опалубкой требуется меньше рабочих. Технологический процесс легко осваивается за счет повторяемости одних и тех же операций, причем доля тяжелого ручного труда минимальна.

ОС-4. Характеристика блочной вертикальной опалубки стен.

Разработка фирмы «I.V.E» заключается в сборке из элементов стеновой опалубки, шарнирных углов, а также тяг, которые позволяют регулировать размер замкнутого контура ячеек. Тяги крепятся к горизонтальным ребрам панелей; при высоте 3м – по два уровня тяг, для соединения шарнирных углов с панелями необходимо использовать винтовые пары (рис. 4). После завершения бетонирования и набора необходимой прочности бетона при помощи тяг изменяют периметр контура, что позволяет отсоединить опалубку от бетона. В дальнейшем, при помощи крана опалубка целиком извлекается и переставляется на новое проектное положение. Предлагаемый способ существенно экономит время при монтаже и демонтаже опалубки.



Для безопасной работы монтажников, сокращения времени и трудозатрат по монтажу – демонтажу, проведении работ по заливке бетона применяется опорная площадка. Площадка устанавливается и передвигается с этажа на этаж краном. Конструкция устроена таким образом, что фиксирование площадки на уровне перекрытия происходит автоматически.

Решение проблемы повышения надежности системы заключается в сокращении количества деталей, подлежащих перемещению в процессе работы.

Рис. 4 Блочная опалубка I.V.E.

Свободные секции переставляют краном на новую позицию. А опалубку ОС-4 при помощи тяг изменяют периметр замкнутого контура, что позволяет отсоединить опалубку ячейки от бетона. Благодаря этому блок опалубки вынимается вертикально краном без разборки щитов. В дальнейшем контур зацепляется строго за линейные щиты в четырех токах с помощью четырех монтажных захватов, при помощи крана целиком извлекается и переставляется на новое проектное положение.

Основными критериями при выборе опалубочных систем являются:

- облегчение труда рабочих;
- качество стен (особенно внутренней части) и соблюдение линейных размеров лифтовых шахт, лестничных клеток;
- высокий темп оборачиваемости опалубки, ускорение процесса строительных работ;
- экономия кранового времени (является узким местом при строительстве многоэтажных зданий), для чего необходимы быстрые и универсальные опалубочные системы;
- обеспечение безопасности людей;

Удельные показатели, по которым могут выбираться опалубочные системы:

- необходимый запас деталей (детальность в шт/м² и масса в кг/м²) и количество деталей, перемещаемых при одном обороте опалубки;
- количество щитов, шт;
- трудоемкость сборки, разборки и перемещения деталей, чел·час/м²;
- стоимость, грн/м².

Таблица

Технико-экономические показатели опалубочных систем

<i>Опалубочные системы</i>	<i>Детальность системы, шт/м²</i>	<i>Трудоемкость, чел*час/м²</i>	<i>Удельная масса системы, кг/м²</i>	<i>Удельная стоимость, грн/м²</i>	<i>Оборачиваемость, цикл</i>
<i>ОС-1</i>	<i>15...22</i>	<i>0.65...1.1</i>	<i>21.28...34.6</i>	<i>1300...2000</i>	<i>30...60</i>
<i>ОС-2</i>	<i>8...12</i>	<i>0.9...1.65</i>	<i>43...83</i>	<i>1750...2600</i>	<i>100...150</i>
<i>ОС-3</i>	<i>14...22</i>	<i>1.0...1.44</i>	<i>75...95</i>	<i>2250...3200</i>	<i>250...500</i>
<i>ОС-4</i>	<i>12...16</i>	<i>1.45...1.9</i>	<i>80...105</i>	<i>2000...2900</i>	<i>300...400</i>

Рабочее время опалубочных работ зависит от количества деталей подлежащих перемещению, сборке и разборке.

Преимущество опалубки ОС-1 над ОС-2, ОС-3, ОС-4 при возведении самых разнообразных вертикальных монолитных конструкций с постоянными, переменными и повторяющимися размерами происходит за счет ее

универсальности, при которой можно все конструкции здания. ОС-1 характеризуется большой трудоемкостью за счет большого количества деталей, но их малая масса всего в 25 кг/м^2 дает возможность осуществлять ручной монтаж, в тот момент, когда невозможна подача краном.

Опалубка ОС-2 имеет меньше деталей по сравнению с опалубками ОС-1, но при этом позволяет бетонировать большую площадь, почти в 3 раза, а вес элементов такой опалубки в 2,5 раза больше по сравнению с ОС-1.

В варианте сравнений опалубок по технологии возведения зданий большое преимущество имеют системы ОС-3 и ОС-4. Опалубка ОС-3 более универсальна при одновременном бетонировании стен и перекрытий, которое достигается за счет полусекций туннельной опалубки при производительности труда $0,22 \dots 0,25 \text{ м}^2/\text{ч}$.

Опалубки ОС-3 и ОС-4 экономичнее на 10-15%.

Для того чтобы ответить на вопрос о рациональности применения той или иной опалубочной системы для конкретных конструктивных решений зданий, необходимо продолжить исследование.

Литература:

1. Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений – Березовский Б.И. М:Стройиздат. 1981 - 120с.
2. Система монолитного домостроения – Научно-проектно-строительное объединение «Монолит» 1988 - 35с.
3. Технология возведения зданий и сооружений –Липидус А.А., Теличенко В.И., Москва 2005 - 425с.
4. Руководство по технологии возведения монолитных бескаркасных зданий –ЦНИИЭП жилища ГОСГРАЖДАНСТРОЯ, 1982 – 90с.

Анотація

У статті надана характеристика конструктивних рішень різних опалубкових систем, тих, що застосовуються для зведення монолітних стін безкаркасних будівель. Розглядаються проблеми, що пов'язані з великою кількістю деталей, які підлягають переміщенню при збиранні та розбиранні опалубки, а також основні шляхи удосконалення опалубкових систем. Надаються окремі оціночні показники для вибору опалубки.

Annotation

The article presented the characteristics of different design solutions formwork systems, those used to build a monolithic wall frameless buildings. The problems associated with many details to be moving to the assembly and dismantling of formwork, as well as basic ways to improve formworks systems. Provides specific performance indicators for formwork selection.