

В таблице 1 приведено сравнение результатов расчета прямоугольной консольной пластины по МКЭ в форме классического смешанного метода и с помощью программного комплекса «ЛИРА-САПР». Из этого сравнения можно сделать вывод о большей эффективности МКЭ в форме классического смешанного метода.

Таблица 1

Сравнение результатов расчета прямоугольной консольной пластины по МКЭ в форме классического смешанного метода и с помощью программного комплекса «ЛИРА-САПР»

	<i>Сетка КЭ</i>			
	<i>10×1</i>	<i>20×2</i>	<i>40×4</i>	<i>50×5</i>
Максимальное значение прогиба $w$ , м	0,0975115	0,0966576	0,0930569	0,0961907
Процентное расхождение с точным решением, %; $w=0,09714$	0,38	-0,50	-4,20	-0,98
«ЛИРА», максимальное значение прогиба $w$ , м	0,0957293	0,0958337	0,0958391	0,0958409
Процентное расхождение с точным решением, % ; $w=0,09714$	-1,47	-1,36	-1,36	-1,36

#### Список литературы

1. Игнатъев В. А., Игнатъев А. В., Жиделев А. В. Смешанная форма метода конечных элементов в задачах строительной механики. Волгоград : ВолгГАСУ, 2006. 172 с.
2. Игнатъев В. А., Галишников В. В. Основы строительной механики. Волгоград : ВолгГАСУ, 2007. 640 с.
3. Рождественский В. Б., Барабаш М. С., Шапиро Г. И. Верификационный отчет по программному комплексу «ЛИРА-САПР». Т. II. М., 2015. 232 с.
4. Воронкова Г. В., Рекунов С. С. Особенности расчета пластинок по методу конечных элементов в смешанной форме // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2007. № 7. С. 74–77.

## СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ОПАЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ

*А. С. Протасова*

*Волгоградский государственный технический университет*

В настоящее время широкое распространение получило строительство зданий и сооружений из сборного и монолитного железобетона. Для придания нужной формы конструкции используют специальную форму, которая называется опалубкой. Большое разнообразие форм, размеров и конфигураций строительных объектов приводит к не менее большому количеству видов опалубки. В данной работе проведен обзор современных видов опалубок.

По виду монтажа опалубку разделяют на съемную и несъемную. Съемная опалубка может применяться многократно, так как демонтируется после застывания раствора. Несъемная опалубка играет важную роль в

формообразовании и является частью внутреннего каркаса строения. К этому виду относятся блоки из вспененного полистирола с пустотами; декоративная несъемная опалубка; несъемная опалубка по технологии «Пластбау-3»; армопанели; арболит; стекломгнезитовая каркасная опалубка.

По форме и ориентации в пространстве различают следующие виды опалубки: горизонтальная, вертикальная, криволинейная и для формообразования целых помещений.

Опалубка съемного типа, в свою очередь, подразделяется на несколько видов [3]:

1) мелкощитовая – имеет прочный стальной каркас, широкий ассортимент основных и комплектующих элементов, что позволяет создавать любую по сложности форму для укладки бетонной смеси. Достоинством является максимальная технологическая гибкость, недостатком - высокая трудоемкость и продолжительность строительства (виды опалубки: SAG, Kumkang, DOKAFF, FRAMAXXlife, DOMINO);

2) крупнощитовая – собирается из щитов, которые соединяются под нужным любым углом благодаря угловым и шарнирным щитам. Достоинством является относительно высокая технологическая гибкость и скорость возведения зданий, недостатком – сложность обеспечения качества бетона в углах ячеек и увеличение количества крановых операций (виды опалубки: Дока TOP 50, Титан, ГАММА, DELTA (рис. 1));

3) скользящая – отличительной особенностью от других видов опалубки является то, что она беспрепятственно скользит по поверхности твердеющего бетона, опираясь на домкратные стержни. Достоинством является высокая скорость возведения стен и максимальная технологическая гибкость, недостатком - сложная технология, предъявляющая повышенное требование к организации работ, обеспечение непрерывной подачи бетонной смеси и привлечение большего количества рабочей силы (виды опалубки: Bygging-Uddemann, Гелиос, Радиус, Крамос);

4) блочная – собирается на строительной площадке из опалубочных щитов, которые монтируются из модульных элементов, образующих в плане замкнутый контур. Достоинством является простота технологии, возможность использования рабочей силы низкой квалификации, недостатком - высокий монтажный вес элементов [2];

5) балочно-ригельная опалубка, достоинством является возможность изготовления прямолинейных и криволинейных стен, колонн различного сечения из одних и тех же элементов опалубки, недостатком – большая трудоемкость монтажа и демонтажа (виды опалубки: ХСИ, PSK-CLASSIC, ПУНДА);

6) опалубка пневматического типа, представляет собой гибкую армированную оболочку, которая имеет резиновую, тканевую или полимерную основу, достоинством является низкая масса и как следствие снижение требований к подъемной технике, недостатком – малая оборотность и постоянное нагнетание воздуха.



*Рис. 1. Крупнощитовая опалубка DELTA*

Также опалубочные системы разделяют по типу материала: деревянные, металлические, пластиковые и т. д.; по назначению – стеновые, фундаментные [1, 4], для перекрытий, колонн и т. д.

Кроме соответствия обязательным характеристикам, установленным нормативными документами (прочность, устойчивость), современные опалубочные системы должны обладать следующими достоинствами:

- быть простыми в сборке, ремонтпригодными;
- быть мобильными, то есть иметь возможность быстрого монтажа и демонтажа;
- отвечать требованиям унифицирования и взаимозаменяемости элементов опалубки;
- после снятия опалубки оставлять поверхность бетона ровной и гладкой, без повреждений и зазоров;
- иметь хорошие деформативные свойства, находясь под давлением бетонной смеси;
- точно соответствовать заданным размерам в соответствии с установленными допусками;
- учитывать дополнительные особенности работ на строительной площадке (глубинные вибраторы, расширение бетона при прогреве и т. д.);
- быть экономичной и иметь оптимальное соотношение «цена-качество».

#### **Список литературы**

1. Купчикова Н. В. Предложения по дополнению классификации конструкций готовых и набивных свай с поверхностными уширениями и наклонными боковыми сваями // Строительство и реконструкция. 2015. № 4 (60). С. 32–41.
2. Амбарцумян С. А. Основы проектирования и производства опалубочных работ : дис. ... д-ра тех. наук. Ереван, 1999.
3. Анпилов С. М. Опалубочные системы для монолитного строительства. М., 2005 280 с.
4. Pshenichkina V. A., Voronkova G. V., Rekunov S. S. Research of the dynamical system "beam – stochastic base" // Procedia Engineering. 2016. Т. 150. С. 1721–1728.