

Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

С. Г. Абрамян, А. М. Ахмедов

СОВРЕМЕННЫЕ ОПАЛУБОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

Учебное пособие



Волгоград. ВолГАСУ. 2015



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет», 2015

УДК 69.057.5(075.8)
ББК 38.626.103 я73
А164

Рецензенты:

В. И. Атопов, заслуженный работник высшей школы РФ, кандидат технических наук, профессор кафедры технологий строительного производства Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета;

А. В. Александрин, директор ООО «ВОЛГАТЕЛЕКОМИНВЕСТ»

*Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

- Абрамян, С. Г.**
А164 Современные опалубочные системы [Электронное издание]: учебное пособие / С. Г. Абрамян, А. М. Ахмедов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (15,8 Мбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2015. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-98276-765-3

Рассмотрены современные опалубочные системы, их особенности, недостатки и преимущества. Предлагается новая классификация опалубок, подходы для индексации и маркировки. Приведены существующие критерии оценки эффективности применения опалубочных систем. Особое внимание уделено вопросам вариантного использования опалубочных систем и выбора самого оптимального.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений», по профилю подготовки «Промышленное и гражданское строительство», также может оказать существенную помощь при разработке выпускной квалификационной работы.

Для удобства работы с изданием рекомендуется пользоваться функцией Bookmarks (Закладки) в боковом меню программы Adobe Reader и системой ссылок.

УДК 69.057.5(075.8)
ББК 38.626.103 я73

ISBN 978-5-98276-765-3



© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И СУЩЕСТВУЮЩИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ ОПАЛУБОЧНЫЕ СИСТЕМЫ...	7
1.1. Современное состояние монолитного строительства.....	7
1.2. Современные опалубочные системы.....	11
Модульная опалубка.....	13
Балочно-ригельная опалубка.....	13
Тоннельная опалубка.....	14
Система <i>TRTF</i>	14
Система <i>ERTF</i>	14
Система <i>KR</i>	15
Специальные виды опалубочных систем.....	15
Радиусная опалубка.....	15
РАХ-колонны.....	16
Контрфорсная или односторонняя опалубка.....	16
Опалубка перекрытий.....	19
Опалубка плоских перекрытий.....	19
Опалубка ребристых перекрытий.....	19
Опалубка наклонных перекрытий.....	19
Опалубка перекрытий на телескопических стойках.....	19
Опалубка перекрытий на объемных стойках.....	20
Опалубка перекрытий на опорных лесах.....	22
Опалубка перекрытий на рамах.....	22
Алюминиевые рамы.....	23
Стальные рамы.....	23
Опалубка перекрытий на столах.....	23
Алюминиевые столы.....	23
Столовая опалубка.....	23
1.3. Особенности современных вертикально перемещающихся опалубочных систем	25
Скользящая опалубка.....	25
Вариант <i>а</i>	30
Вариант <i>б</i>	30
Вариант <i>в</i>	31
Вариант <i>г</i>	32
Вариант <i>д</i>	33
Контрольные вопросы.....	40
2. КЛАССИФИКАЦИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОПАЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ.....	41
2.1. Классификация опалубочных систем.....	41
2.2. Критерии оценки эффективности применения опалубочных систем.....	42
Контрольные вопросы.....	47
3. ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПАЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ.....	48
Контрольные вопросы.....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	51
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	52
Приложение 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ОПАЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ.....	54
Приложение 2. ОПАЛУБКА СТЕНОВАЯ И ДЛЯ ПЕРЕКРЫТИЙ.....	63
Приложение 3. ОПАЛУБКА ВЕРТИКАЛЬНО ПЕРЕМЕЩАЕМАЯ.....	69

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие написано в соответствии с учебной программой курса «Технологические процессы в строительстве» для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений», а также по направлению «Строительство» по профилю подготовки «Промышленное и гражданское строительство».

Возрастающие объемы монолитного домостроения в России, выбор наиболее эффективных опалубочных систем, их применения для повышения технологичности строительства подтверждается тем, что бетон является одним из наиболее распространенных в мире материалов. Его ежегодное применение составляет около 6 млрд т, или более 1 т бетона в год на каждого жителя планеты.

Изучение известных отечественных и зарубежных опалубочных систем, применяемых в монолитном строении, и разработка методики выбора эффективной опалубочной системы при возведении монолитных зданий, являются очень важной задачей. И насколько студент будет информирован о существующих технологиях монолитного строительства и применяемых опалубочных системах, настолько будет обоснован выбор опалубочных систем при выполнении дипломного или курсового проекта по возведению монолитных конструкций зданий и сооружений.

Пособие может быть полезно инженерно-техническим работникам, занимающимся возведением монолитных зданий и сооружений.

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость возведения объектов различного функционального назначения, требующих индивидуальных архитектурных и уникальных конструктивных решений, в последние десятилетия привела к изменениям строительной отрасли России: уменьшилось использование сборного железобетона и повсеместно внедряются технологии монолитного строительства. Данный вид строительного производства является основной областью применения бетона в качестве конструкционного материала во всем мире [1, 2]. Создание криволинейных форм при проектировании и строительстве уникальных, большепролетных, высотных зданий и сооружений, имеющих особую архитектурную выразительность, свободную планировку, невозможно без технологий монолитного домостроения, без совершенствования всех, особенно опалубочных, систем. Хотя монолитное строительство стало популярным относительно недавно (первый опыт в России был приобретен в 30-х гг. XX в.), его история насчитывает не одно тысячелетие. Впервые этот «новейший» метод возведения зданий использовали древние египтяне при строительстве египетских пирамид. Они заливали цементом специальные конструкции, в результате получались цементные блоки требуемой формы и размера. Следовательно, первые опалубки (от слов «палуба», «опалубить», т. е. покрыть досками) тоже возникли со времен возведения египетских пирамид. С тех пор способ монолитного строительства претерпел ряд изменений: улучшались и варьировались составы растворов и материалы, из которых изготавливались опалубки, менялся способ возведения каркасных конструкций, кроме того, на смену опалубкам одноразового использования пришла новая усовершенствованная система, которая может применяться многократно. Многократное использование опалубки, которое сейчас характеризуется ее оборачиваемостью, позволило удешевить процесс строительства [3].

По другим данным [4], первые упоминания об использовании опалубки встречаются в документах Римской империи. Во времена ее расцвета строительство там развивалось огромными темпами. Как свидетельствует история, для патрициев возводили великолепные дворцы, на новых аренах проводились бои гладиаторов. Тогда же использовался современный аналог бетона, применение которого подразумевало наличие специальных форм, т. е. опалубки, для заливки такого бетона. При помощи опалубки возводили достаточно большие здания, например пантеоны, которые и на сегодняшний день выглядят довольно крупными объектами, построенными не без применения опалубочных систем. Далее опалубку использовали в других странах. В течение веков она изменялась и стала одним из главных атрибутов монолитного строительства. В Средние века с ее помощью возводились церкви, монастыри, небольшие храмы. В дореволюционной России опалубка тоже была одним из основных атрибутов строительства, хотя она имела более простую конструкцию, но уже тогда была более совершенной и ближе к современной по своей конструкции [4].

В настоящее время благодаря опалубке можно возводить самые сложные здания и сооружения вне зависимости от их назначения. В последние 100 лет технологические операции монолитно-бетонного строительства с применением опалубки не претерпели ощутимых изменений, но опалубочные системы совершенствовались и совершенствуются из года в год.

Свидетельством повышенного интереса к опалубочным системам являются различные публикации, монографии, учебники и учебные пособия, диссертационные работы, освещающие вопросы технологии производства, материалов конструктивных частей, области применения, расчетов под нагрузки, выбора опалубки и др.

Из ранних работ повышенный интерес представляют работы С. С. Атаева, Н. Н. Данилова, Б. В. Прыкина, А. А. Афанасьева, О. М. Шмита [5—8] и др.

К последним (начало XXI в. и по настоящее время) более значимым работам относятся работы следующих ведущих ученых в области монолитного домостроения и опалубочных систем: С. М. Анпилова [2], Д. Ю. Красного, Ю. М. Красного [9], Ю. С. Волкова, А. И. Звезда [10], В. И. Теличенко, А. А. Лапидуса, О. М. Терентьева, В. В. Соколовского [11,12], Л. В. Зиневича, С. А. Амбарцумяна, А. С. Мартиросяна, А. В. Галумяна [13,14], П. П. Олейника [15], А. О. Адамцевича, А. П. Пустовгара [16] и др.

За последние годы строительный комплекс России перешел на рыночные отношения, что дает все основания полагать, что уже в ближайшие годы произойдет заметный количественный и качественный сдвиг в сторону повышения технического уровня строительства из монолитного бетона.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И СУЩЕСТВУЮЩИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ ОПАЛУБОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.1. Современное состояние монолитного строительства

Инновационный подход к вопросам монолитного строительства, выбор и обоснование методов технологии и организации работ стали приоритетным направлением не только для развития строительной отрасли, качественного обеспечения зданий и сооружений различного функционального назначения, но и стратегического прорыва в совершенствовании новых опалубочных систем, научного подхода их выбора и обоснования. Архитектурная выразительность, индивидуальность, повышенное качество, долговечность, надежность зданий и сооружений, наименьшие материальные, трудовые, энергетические затраты на их возведение сделали монолитное строительство самым высокотехнологическим видом строительства во всем мире.

Об этом вполне может свидетельствовать доля монолитного бетона и железобетона от общего объема бетонных конструкций, производимых в различных странах мира. Однако статистические данные, исследования и даже мировые рейтинги в области монолитного строительства, выполненные соответствующими организациями, входящими в ООН, настолько противоречивы, что не показывают реальную картину динамики и факторов развития монолитного строительства.

Приведенные на рис. 1.1 данные [16] характеризуют долю возведения конструктивных частей зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона в указанных двенадцати странах, т. е. остальная часть направлена на производство сборных железобетонных конструкций.

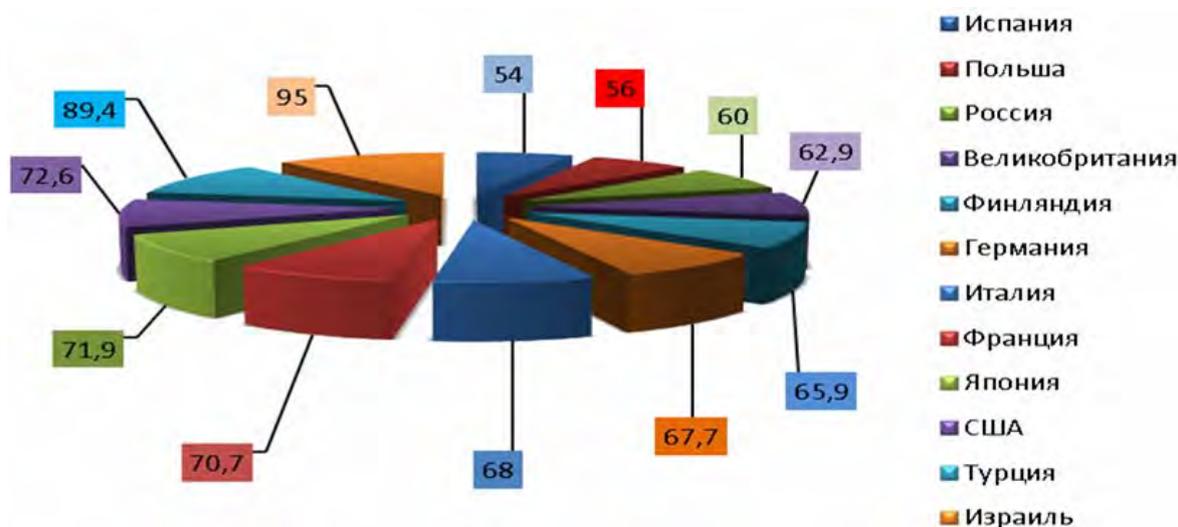


Рис. 1.1. Доля монолитного бетона и железобетона от общего объема бетонных конструкций, производимых в различных странах, %

Максимальное представление об объемах монолитного строительства в вышеуказанных двенадцати странах можно получить, зная душевой показатель применения монолитного бетона и железобетона. На рис. 1.2 приведены исследования десятилетней давности [17], согласно которым Израиль, Япония и Италия занимают первые три места по производству монолитного бетона на одного жителя страны.

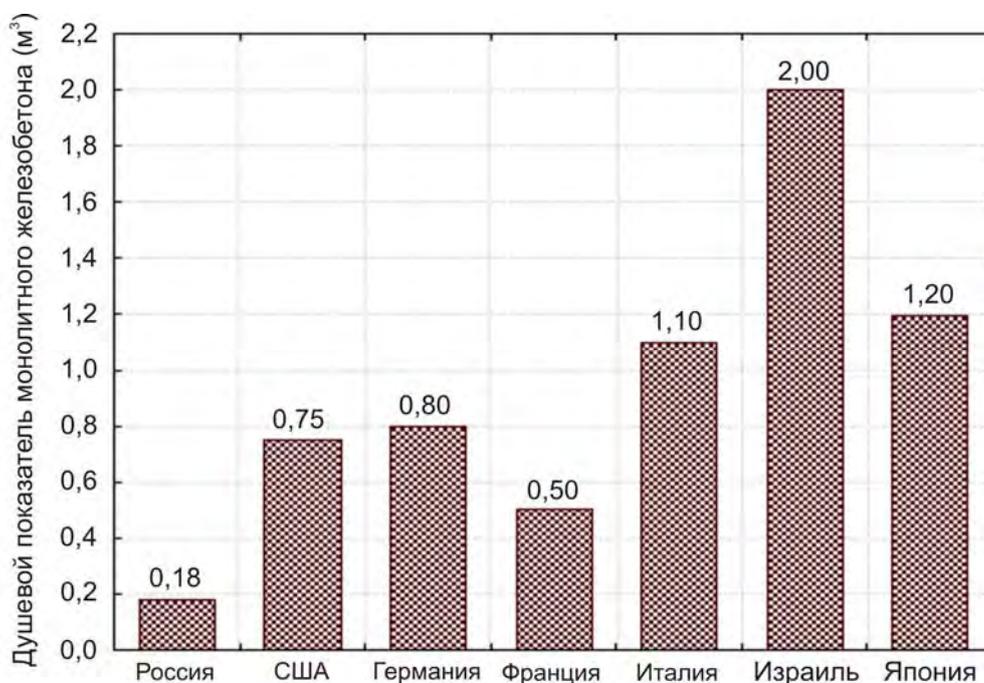


Рис. 1.2. Душевой показатель применения монолитного бетона и железобетона, м³, [17]

Для полного представления динамики развития монолитного строительства в остальных странах, указанных на рис. 1.1, в табличной форме приведены значения по уровню урбанизации, доли применения монолитного бетона и железобетона на тыс. чел. и других показателей (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Объем производства бетона в различных странах в зависимости от урбанизации

Страна	Доля производимого бетона и железобетона от общего объема бетонных конструкций, %	Население страны*, тыс. чел.	Уровень урбанизации *, %	Площадь страны ² , тыс. км ²	Значение, %
1. Израиль	95	8 132	91,9	22	0,01168
2. Турция	89,4	75 627	70,1	781	0,00118
3. США	72,6	317 321	82,6	9 519	0,00023
4. Япония	71,9	146 039	67	378	0,00049
5. Франция	70,7	63 929	85,9	547	0,00111
6. Италия	68	59 685	68,6	310	0,00114

Страна	Доля производимого бетона и железобетона от общего объема бетонных конструкций, %	Население страны*, тыс. чел.	Уровень урбанизации *, %	Площадь страны*, тыс. км ²	Значение, %
7. Германия	67,7	80 524	74	357	0,00084
8. Финляндия	65,9	5 456	85,4	337	0,01208
9. Великобритания	62,9	63 888	79,8	245	0,00098
10. Россия	60	163 655	73,2	17 125	0,00037
11. Польша	56	38 533	60,9	313	0,00145
12. Испания	54	46 006	77,6	505	0,00117

* — данные согласно [18].

На основании табличных показателей на рис. 1.3 и 1.4 приведена доля применения монолитного бетона и железобетона на тыс. чел. Анализ показывает (сравнение рис. 1.2 и 1.3), что высокоурбанизированная страна Израиль занимает ведущее место в строительстве зданий и сооружений из монолитного бетона. Снизилась объемы использования монолитного бетона в Японии, США и Германии. В России, где традиционно наравне с монолитным бетоном используется и сборный железобетон, наоборот, идет резкий скачок в пользу монолитного железобетона.

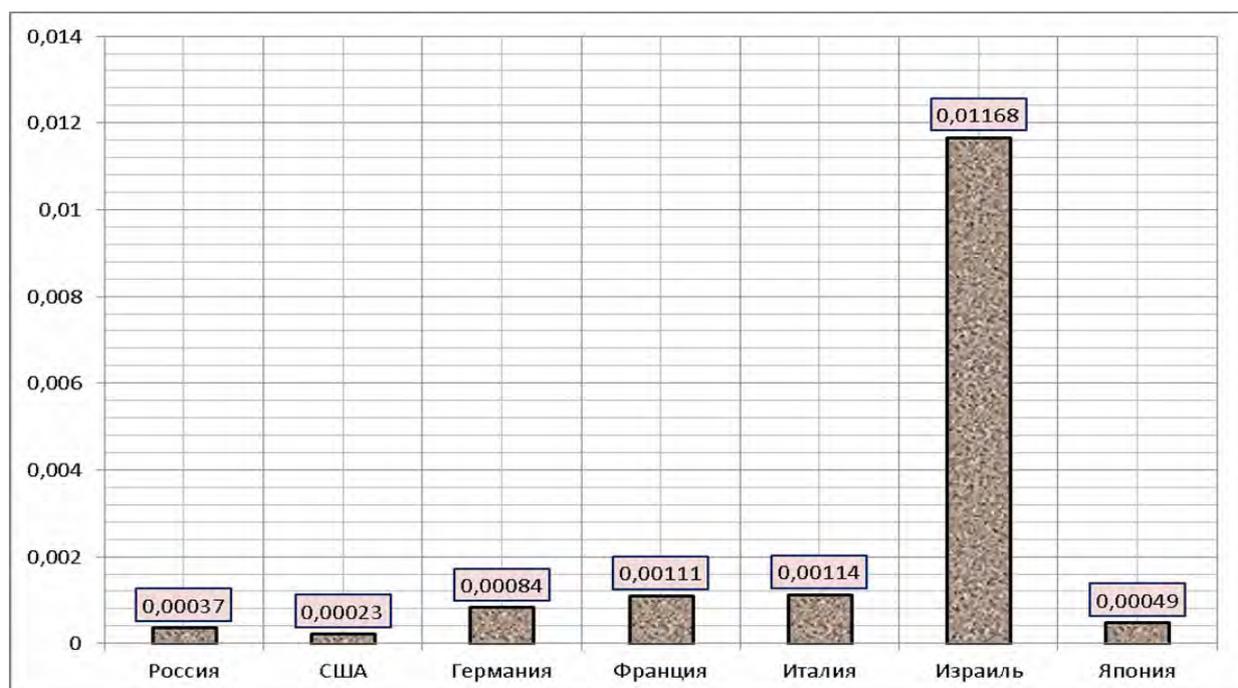


Рис. 1.3. Доля применения монолитного бетона и железобетона на тыс. чел. для исследуемых семи стран

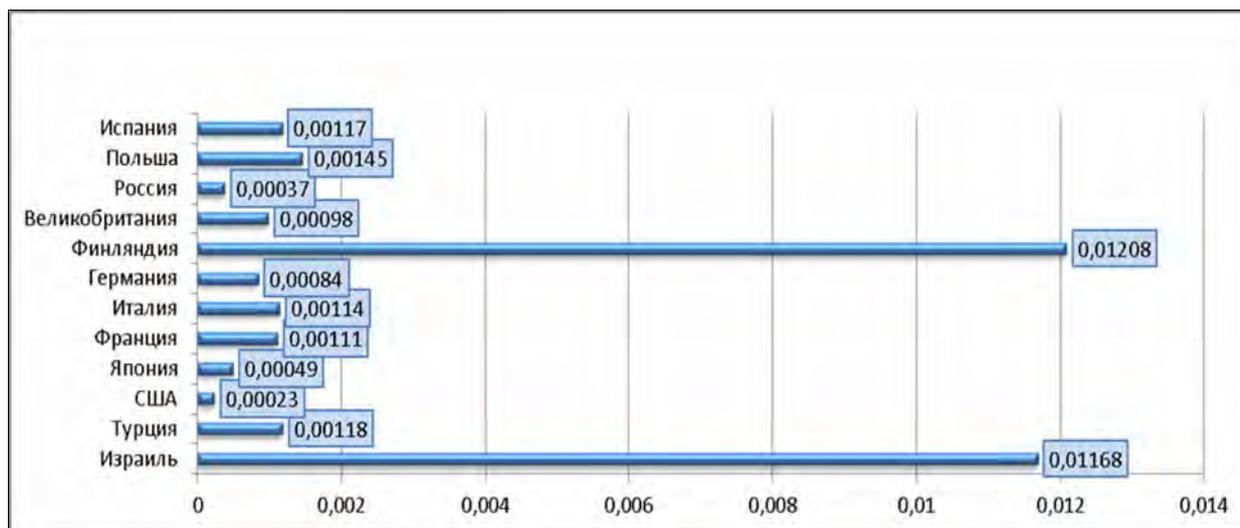


Рис. 1.4. Доля применения монолитного бетона и железобетона на тыс. чел. для исследуемых двенадцати стран

Сопоставление приведенных на [рис. 1.2](#) и 1.4 значений показывает тенденцию развития строительства зданий и сооружений из монолитного железобетона в последние десять лет в таких странах как Финляндия, Польша, Турция, Испания. Это объясняется тем, что монолитные здания обладают целым рядом преимуществ. В силу технологических особенностей, монолитные здания более устойчивы к влиянию техногенных и прочих неблагоприятных факторов окружающей среды, обладают высокой сейсмостойкостью, что обеспечивается жесткостью и особой прочностью конструкций [\[19\]](#).

Другие преимущества монолитного строительства:

- 1) бесшовная конструкция, обеспечивающаяся отсутствием стыков;
- 2) низкие сроки возведения зданий и сооружений;
- 3) долговечность, насчитывающая 150...200 лет;
- 4) небольшой вес зданий, которые на 15...20 % легче кирпичных;
- 5) удешевление отделочных работ, так как стены и потолки готовы к отделке практически сразу после возведения;
- 6) возможность работы в зимний период при температуре воздуха до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 7) экономичность возведения опалубочных и монолитных конструкций [\[20\]](#).

Указанные преимущества стали основными факторами возведения грандиозных сооружений. Стальные гиганты в сочетании с монолитным бетоном увеличили масштабность применения монолитного бетона в различных континентах мира. Но небоскребы — это не только характерный признак современного развитого мегаполиса, центра деловой и политической активности, а также мощный двигатель развития инновационных технологий монолитного строительства, соревнований инженерной и архитектурной мысли, конструкторских и технологических решений.

Технология изготовления бетона для каждого небоскреба имеет свои особенности. Например, компания CAPITAL GROUP (девелопер проекта «ОКО») впервые в истории московского домостроения использовала бетон марки прочности В100, специально разработанной под этот проект. Высокопрочный бетон дал возможность делать сечение несущих колонн на этаже более узким, что, в свою очередь, позволило без ущерба для опорных характеристик сократить толщину конструкций [20]. При возведении 828-метрового небоскреба «Бурдж Халифа» в Дубае только на устройство фундамента было использовано 45 000 м³ бетона, в который добавляли лед, учитывая климатические особенности страны. Для устройства фундамента каждой из 452-метровых башен-близнецов PETRONAS TOWERS в Куала-Лумпуре использовали 13 000 м³ бетона, при этом в бетон добавляли кварц. Большой объем бетона потребуется при возведении фундамента первого петербургского небоскреба «Лахта центр», по расчетам — 46 000 м³.

Возведению сверхгигантских сооружений из стали и монолитного бетона способствует увеличение населения городов (уровень урбанизации) в условиях недостатка земли: Израиль, Франция, Финляндия (см. [табл. 1.1](#)). Не менее ярким примером является также столица небоскребов Дубай.

На [рис. 1.1](#) не приведены страны, доля монолитного строительства которых составляет более 98 %. Например, Китай, где в таких мегаполисах, как Шанхай, Пекин, Харбин и др., сейсмоактивность которых достигает 8...9 баллов, основной упор делается на строительство небоскребов из монолитного железобетона. Китай по количеству самых высоких сооружений занимает первое место в мире. Об этом свидетельствует возведение зданий Шанхайского всемирного финансового центра высотой 492 м (4 место в мире), Международного коммерческого центра в Гонконге высотой 484 м (5 место в мире), финансового центра Наньцзин «Гринлэнд». В башне высотой 450 м разместился деловой центр китайского города Нанкин (7 место в мире), небоскреб KINGKEY 100 в Шэньчжэнь имеет высоту 441,8 м (9 место в мире), Международный финансовый центр Гуанчжоу — высоту 437,5 м (10 место в мире). Следует отметить, что перечисленные здания построены в последние пять лет.

Сейчас проектируются не менее привлекательные и грандиозные сооружения, что свидетельствует о перспективе применения как монолитного бетона, так и развития высочайших технологий их возведения.

1.2. Современные опалубочные системы

В период с 1997 по 2000 годы почти все российские строительные компании в основном использовали импортные опалубочные системы. Многие считают [21], что это связано с нарушением «производственных и товарных связей между регионами, малой мощностью российских компаний-производителей опалубочных систем и низким качеством самих систем, а также малой развитостью инженерной поддержки и ассортимента продукции». В этот период основную долю рынка делили между собой компании

DOKA, MEVA, ALUMA и PERI. Незначительные поставки осуществляли компании BAUMA и OUTINOOR. Западные компании поставляли в РФ практически только стальные системы, единственным исключением являлась компания ALUMA SYSTEM, ввозившая легкосплавную балочно-ригельную систему стеновой опалубки и опалубки перекрытий на алюминиевых рамах. В то же время традиционные российские производители опалубочных систем, такие как «Старооскольская опалубка», «Батайский завод строительного оборудования», «Воронежский механический завод», не проявляли должной активности, ввиду чего их доля на рынке опалубочного оборудования постоянно сокращалась [21]. Однако новообразованные предприятия, активно занявшиеся производством опалубочных систем, организованные уже в период экономических реформ, хорошо оснащенные и изначально нацеленные на конкуренцию с западными компаниями, в период с 2001 по 2007 годы неукоснительно увеличивали свое присутствие на рынке опалубки таким образом, что к 2007 году более 65 % потребностей в опалубочном оборудовании в РФ покрывалось российскими же производителями. Важным фактором перераспределения рынка стало производство высококачественных легкосплавных опалубочных систем 1 класса, освоенных основными российскими производителями опалубки ДАК, Крамос и Агрисовгаз. Так как данные системы разрабатывались в середине 90-х годов, они лучше отвечали современным требованиям строительной отрасли. Низкий удельный вес облегчал работу с такими видами опалубок, а невысокая стоимость алюминиевого профиля придавала этим системам дополнительные конкурентные преимущества. Важно и то, что все три системы начали производиться одновременно в разных регионах страны и были вполне взаимозаменяемы, что открывало дополнительный простор для потребителей в отношении смены поставщика и/или допоставки основного оборудования или комплектующих материалов и частей. В это же время на рынок опалубки вышли и производители стальных опалубочных систем, наибольших успехов из которых добились компании ТехноКомБМ (система Гамма) и Пекомо, осуществляющие производство системы, совместимой с опалубкой PERI, и компания Опрус.

На фоне усиливающейся конкуренции со стороны отечественных производителей и роста качества отечественных опалубочных систем, поставщики опалубочных импортных систем существенным образом сдали позиции. По оценкам Росстроя в 2007—2008 гг., потребность в опалубочном оборудовании в РФ удовлетворялась за счет отечественных производителей на 75...85 % [21].

Особой популярностью в то время пользовались «стеновые опалубки» [21], предназначенные для возведения вертикальных элементов зданий (стен, колонн, лифтово-лестничных узлов, шахт и т. п.). Огромный спрос имели также «опалубки перекрытий» [21] для возведения горизонтальных элементов зданий и сооружений (плит перекрытия, балок и ригелей, иногда лестничных маршей, пандусов и т. д.).

Для возведения вертикальных элементов зданий наиболее часто применяли следующие опалубочные системы и оборудования.

Модульная опалубка. Эта инженерная система предназначена для производства монолитных работ, позволяет производить формирование бетонной смеси, состоит из разного размера инвентарных щитовых элементов, формирующих поверхность и крепежных элементов, служащих как для крепления щитов между собой, так и для восприятия давления бетонной смеси. Большую популярность таких систем обуславливает возможность их применения на самых разнообразных объектах. Благодаря большому числу стандартных элементов и логичной компоновочной схеме данные виды опалубочных систем позволяют реализовать разнообразные архитектурные решения. По сути, принцип компоновки модульной опалубки напоминает конструктор LEGO, собранные в разной последовательности элементы системы образуют карты опалубки практически любой конфигурации. В современных системах взаимозаменяемость компонентов высока настолько, что элементы опалубки колонн или лифтовых шахт при необходимости интегрируются в стеновую карту, и наоборот, линейные щиты из стеновой карты используются при заливке колонн или лифтовых шахт.

Модульная опалубка подразделяется:

на крупнощитовую — наиболее известными системами являются DOKA FRAMAX, PERI TRIO, MEVA MAMUT (рис. 1.5), а также российские аналоги Гамма, ДАК, Пекомо, Опрус, Агрисовгаз и Крамос. Меньшую популярность имеют системы компаний PILOSIO, FARESIN, RINGER MASTER;

мелкощитовую — наиболее известными в РФ являются Арсенал, «Батайская опалубка», ХСИ, а также не получившие широкого распространения ввиду необоснованно высокой стоимости системы PERI DOMINO, PASCHAL, DALLI.



Рис. 1.5. Модульные крупнощитовые опалубки: *а* — PERI TRIO; *б* — DOKA FRAMAX; *в* — MEVA MAMUT

Балочно-ригельная опалубка (балочно-ригельная система, или БРС) (рис. 1.6). Данный вид опалубочного оборудования представляет собой каркасную конструкцию, собранную из ригелей, соединенных между собой специальными крепежными элементами. Данная опалубка не предполагает наличия готовых каркасов щитов. Каркас набирается из балок и специальных ригелей, а также палубы, которая монтируется к балкам «по месту». К недостаткам такой системы можно отнести большую трудоемкость монтажа и демонтажа, однако в ряде случаев данная система является незаменимой (например, при строительстве градирен). В качестве палубы щита используется

ламинированная фанера толщиной 18 и 21 мм. Преимуществом балочно-ригельной опалубки является ее небольшая стоимость по сравнению с другими видами опалубки, а также возможность использования ламинированной фанеры и балок для опалубки перекрытия. Балочно-ригельная опалубка обеспечивает высокое качество бетонной поверхности, что исключает необходимость их последующей обработки.

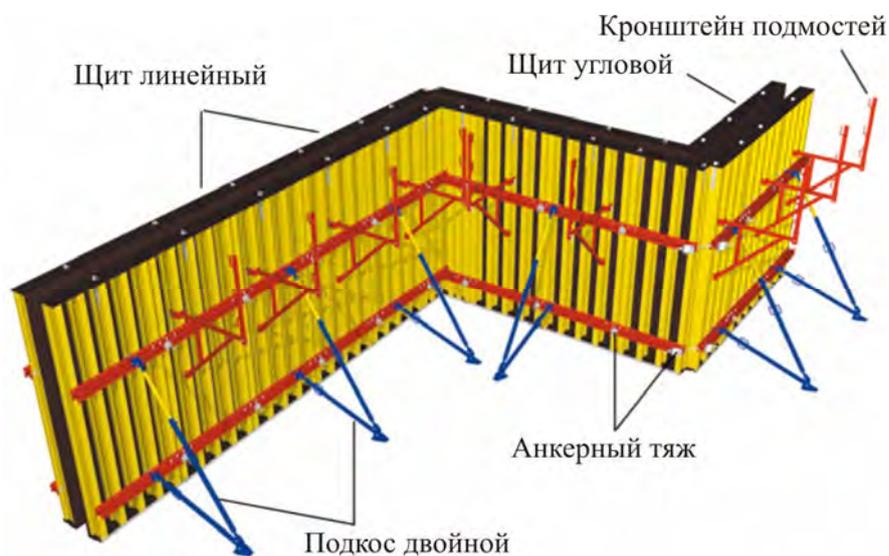


Рис. 1.6. Балочно-ригельная опалубка

Тоннельная опалубка. Представляет собой систему, позволяющую одновременно производить заливку и стен и перекрытий, по сути — коробку, поставленную вверх дном и снабженную домкратами, облегчающими распалубливание, и часто роликами для более удобного извлечения из готового помещения. Применяется для массового строительства однотипных зданий. В России применялась тоннельная система OUTINOOR (Франция) и MESA (Турция) ([рис. 1.7](#)). В СССР существовали и отечественные аналоги. Тоннельная опалубка не очень распространена на территории нашей страны. Тем не менее, во всем мире эта система зарекомендовала себя как одна из самых перспективных для жилищного строительства многоэтажных многоквартирных зданий, обеспечивая высокий темп и качество работы, в том числе для районов с высокой сейсмической активностью (т. е. получается только один шов бетонирования — в районе пола каждого этажа). Тоннельные опалубки турецкого производства MESA IMALAT имеют следующие системы:

1. **Система TRTF** — классическая система, является более простой, чем другие системы. Она легче и поэтому не требует значительных начальных инвестиций. Недостаток этой системы — немодульность. Является наиболее выгодной и подходящей для проектов из нескольких зданий с одинаковой планировкой;

2. **Система ERTF** — модульная система тоннельной опалубки. Неоспоримое преимущество этой системы в том, что ее возможно приспособить под любой проект за счет доборных вставок, как на вертикальные, так и на горизонтальные элементы.

3. Система *KR* на сегодняшний день, пожалуй, самая инновационная система тоннельной опалубки. Объединяет в себе все преимущества предыдущих систем. Более толстая палуба (стальной лист $t = 4$ мм), уменьшено количество лонжеронов (горизонтальных ребер жесткости), что приводит к уменьшению количества тяжей, уменьшена масса панелей. Также упрощена технология сборки и повышено удобство работы с системой.



Рис. 1.7. Тоннельная опалубка: *a* — MESA IMALAT; *б* — OUTINOOR

Специальные виды опалубочных систем применяются при возведении мостовых конструкций, эстакад, быков и пр. Как правило, изготавливаются под конкретный проект, имеют крайне высокую стоимость и очень узкую специализацию. В РФ применяются как российские системы, изготовленные под заказ, так и белорусские, изготовленные в БелНИИС, известны системы компании ULMA, ENKOFORM VMK (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Специальная опалубочная система ENKOFORM VMK

Радиусная опалубка. Вариант опалубочной системы, позволяющей формировать радиальные конструкции (рис. 1.9). Возможны разные по сложности системы: от обычной БРС, снабженной специальными устройствами, за-

дающими радиус изгиба, и системы, набранной из линейных и шарнирных щитов, позволяющей получать радиусы с дискретностью, равной ширине щита, или системы, набранной из линейных щитов и дугообразующих элементов (чаще всего щитов, в которых в качестве палубы используется стальной лист и устройство, задающее радиус изгиба), до сложных систем, позволяющих производить работы по заливке радиусных конструкций, с изменяемой протяженностью сектора. Такие системы производят в Германии, Испании, Турции. Например, турецкая компания TMS производит радиусные опалубки, предназначенные для возведения градирен.

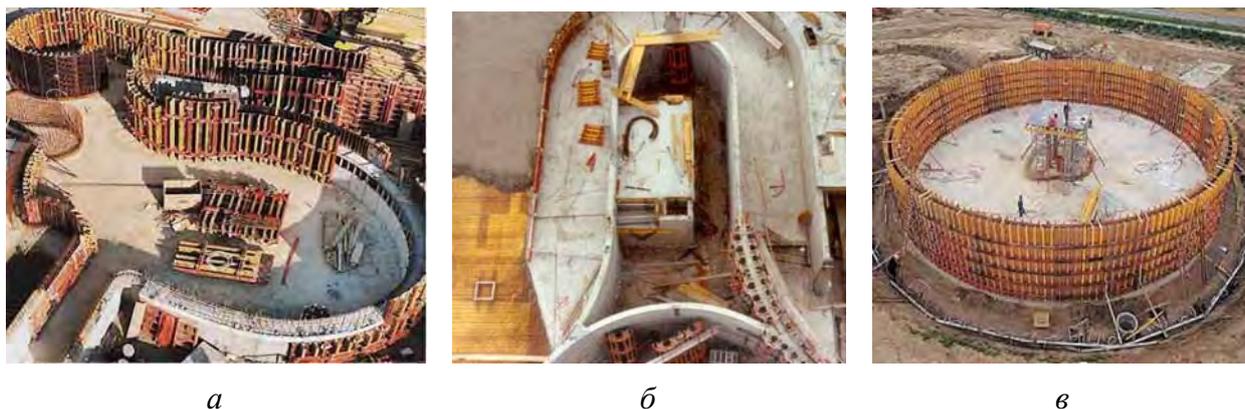


Рис. 1.9. Радиусные опалубки производства Германии (а), Испании (б), Турции (в)

РАХ-колонны. Узкоспециализированная система для заливки колонн (рис. 1.10). Позволяет существенно увеличить скорость бетонирования. Конструкция представлена в системах RINGER, MESA, MEVA, PERI и др.



Рис. 1.10. Опалубка РАХ-колонны: а — PERI; б — RINGER

Контрфорсная или односторонняя опалубка. Эта система применяется в случаях, когда необходимо производить заливку бетона в условиях, исключающих применение «ответной стороны щитов» (рис. 1.11). Применяется для бетонирования стенок котлованов, подпорных стен или оснований, толщина, конфигурация или диаметр которых исключает возможность закрепления стяжных болтов на ответной стороне (например, бетонирование ядерного острова (основания под реактор) для атомной электростанции).



a



б

Рис. 1.11. Контрфорсная или односторонняя опалубка: *a* — MESA IMALAT; *б* — OUTINDOOR

Технический прогресс любых систем, в том числе и опалубочных, основан на совершенствовании существующих, ранее разработанных систем, имеющих конкретные недостатки или преимущества (табл. 1.2). Поэтому приведенные в этом параграфе современные опалубки имеют взаимозаменяемые аналоги (табл. 1.3).

Таблица 1.2

Положительные и отрицательные стороны наиболее распространенных систем

Преимущества	Недостатки
Производитель / наименование	
PERI / PERI TRIO	
Высокая инженерная развитость системы. Возможность решать практически любые задачи. Надежность и качество изготовления	Завышенная цена. Большой вес конструкций, затрудняющий монтаж. Высокая стоимость запчастей и расходных материалов
ТехноКом БМ / Гамма	
Достойное качество. Конструкция, по некоторым показателям превосходящая «материнскую» систему. Невысокая цена. Производство, подготовленное специалистами PERI	Большая масса элементов. Меньшая «развитость» и недостаточный уровень инженерного сопровождения для сложных объектов
Пекомо / Пекомо	
Невысокая цена	Качество, уступающее Гамме. В остальном — то же
Крамос / ТЕМВО	
Немецкий инжиниринг. Копия турецкого TMS. Производитель утверждает, что для производства применяется профиль австрийского производства	Неоправданно завышенная цена (стоимость турецкого аналога, TMS, практически вдвое меньше). Низкое качество покраски и антикоррозийной защиты элементов. Малое количество элементов и неразвитость системы. Полностью отсутствует опыт применения. Большая масса элементов
TMS / TMS	
Приемлемое качество изготовления. Хорошие отзывы потребителей из разных стран. Невысокая цена. Положительное отношение владельцев бизнеса к покупателям. Хорошо защищена от коррозии	Невысокое качество инженерного сопровождения, что компенсируется сотрудничеством со швейцарскими и немецкими компаниями. Большая масса элементов

Преимущества	Недостатки
Производитель / наименование DOKA / DOKA FRAMAX	
Простота и надежность в каждой детали. Оцинкованные элементы устойчивы к коррозии	Упрощенность системы. Оцинкованные элементы очень адгезивны для бетона. При ремонте опалубки оцинкованные элементы мешают проведению сварочных работ. Завышенная цена. Большая масса элементов
RINGER / RINGER STAHL MASTER	
Полная копия DOKA. У каждой из названных компаний хранится копия решения австрийского арбитража о невозможности выяснения первенства в разработке данной системы опалубки. Абсолютная взаимозаменяемость элементов на фоне очень невысокой цены и высокого качества. Порошковая окраска каркасов. Очень маленькие сроки поставок. Развитость регионального сервиса	Большая масса элементов. Системе присущи плюсы и минусы DOKA
AGS St2 (Агрисовгаз) / AGS St2	
Совместима с DOKA. Каркасы оцинкованы, следовательно, имеют хорошую антикоррозионную защиту	Каркасы оцинкованы, следовательно, высокая адгезионность к бетонным смесям, затруднена очистка щитов. Большой вес элементов
AGS AL / AGS AL	
Совместима с ДАК, Крамос. Малый вес элементов. Малый ассортимент щитов и элементов, логичная и внятная система размеров. Достойное качество изготовления	Имеет все недостатки, присущие системам-близнецам (ДАК, Крамос)
ДАК / ДАК	
Совместима с AGS AL и Крамос. Малый вес элементов и низкая цена. 1460 типоразмеров и конструкций щитов. Наименьший срок поставки. Высокий уровень сервиса в регионах. Достойное качество изготовления	Ввиду большого количества подделок необходимо работать только с официальными дилерами головного предприятия
Крамос / Крамос	
Высокая развитость системы. Совместима с ДАК и AGS. Много инноваций	Необоснованно завышенная цена. Неритмичность поставок. Низкий уровень сервиса
MEVA / MEVA MAMMUT	
Надежность и качество изготовления. Хорошая инженерия. Хорошая антикоррозионная стойкость	Устаревшая система. Большая масса элементов. Высокая цена
Опрус / Опрус	
Невысокая стоимость	Невысокое качество изготовления. Низкая антикоррозионная стойкость. Большая масса элементов
FARESIN / FARESIN	
Невысокая цена. Приемлемое качество	Большие сроки поставок. Высокая стоимость запчастей

Аналоги и взаимозаменяемые опалубочные системы

Название системы	Страна происхождения	Аналог или копия
PERI	Германия	TMS, TEMBO, Гамма, Пекомо
DOKA	Австрия	RINGER
MEVA	Германия	Опрус, «Старооскольская опалубка»
FARESIN	Италия	OFICINA VILALTA
Пекомо	Россия	TMS, TEMBO, Гамма, PERI
TMS	Турция	TEMBO
RINGER	Австрия	DOKA
Гамма	Россия	PERI, TMS, TEMBO, Пекомо

Опалубка перекрытий. Для возведения перекрытий различают следующие виды опалубки:

опалубка плоских перекрытий используется при заливке пролетов до 6 м, в качестве опалубки используют ригели вместе со щитами. Ригели устанавливают с передвижных подмостей, вышек тур, или приставных лестниц с площадками [22]. По установленным ригелям укладывают щиты опалубки. Вместо щитов могут быть использованы строганные доски, древесностружечные плиты (ДСП), ламинированная фанера или другие материалы;

опалубка ребристых перекрытий состоит из боковых щитов, высота которых равна высоте балок, и щитов днища. Раздвижная струбцина имеет специальные натяжные домкраты, с помощью которых обеспечивается плотное соединение вертикальных щитов опалубки и щитов днища балки;

опалубка наклонных перекрытий характеризуется одной особенностью: кроме вертикальной нагрузки на нее действует еще и горизонтальная. Поэтому устанавливают опоры и связи, воспринимающие горизонтальную нагрузку.

Опалубочную систему условно можно разделить на две основные части: опорная часть (поддерживающая система) и собственно сама «палуба», функциональная часть, куда заливается раствор бетона.

В зависимости от опорной части современные опалубки перекрытий делятся на следующие виды:

Опалубка перекрытий на телескопических стойках. Самый дешевый и наиболее трудоемкий процесс опалубливания. Позволяет заливать перекрытия высотой до 4,5 м, толщиной 20...30 см. Для сборки опалубочной системы используют следующие комплектующие: тренога, стойка телескопическая (домкрат опалубки), унвивилка, балка деревянная, ламинированная фанера (рис. 1.12). Невысокая изначальная стоимость оборудования сочетается с большим объемом работ при каждой перестановке системы (то есть при переходе на каждый новый этаж). Это оправдано при работе с малоэтажными зданиями или при постоянно изменяющейся конфигурации помещений и небольшой высоте межэтажных перекрытий. Большая парусность конструкции, трудоемкость, малая скорость и неустойчивость являются дополнительной платой за невысокую стоимость.

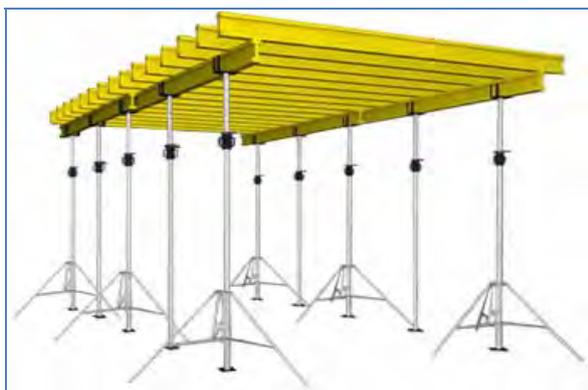


Рис. 1.12. Опалубка перекрытий на телескопических стойках

Опалубки перекрытий на объемных стойках. Данная опалубка позволяет заливать перекрытия типа «прямой стол», перекрытия, усиленные железобетонной балкой, а также перекрытия с капителями (рис. 1.13). Также возможна расстановка объемных стоек отдельными турами и блоками. Характеризуется способностью воспринимать различные нагрузки в зависимости от массы, формы и конфигурации находящейся сверху конструкции.

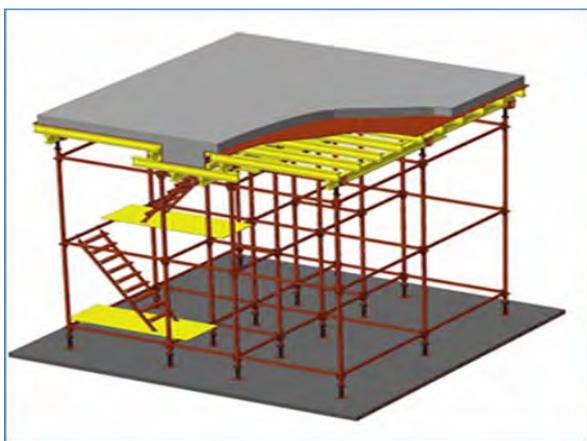


Рис. 1.13. Опалубки перекрытий на объемных стойках

Универсальная система объемных стоек — GW — модульная система разборно-переставной опалубки для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций.

Система стоек объемных опорных GW может применяться как опалубка перекрытий и пролетных строений (мостов, эстакад и других подобных сооружений), а также при проведении монолитных работ по прокладке тоннелей, возводимых открытым и закрытым способом в качестве тоннельной опалубки. Система стоек объемных опорных GW представляет собой металлическую конструкцию, состоящую из ряда вертикальных элементов, диагональных, вертикально-горизонтально расположенных элементов, а также дополнительных комплектующих. Исполнение изделия в части воздействия климатических условий умеренного климата — при температуре окружающей среды от минус 40 °С до плюс 40 °С. Стойка объемная опорная GW обеспечивает простоту и безопасность работ по возведению высоких перекрытий на порядок выше, чем аналогичные системы. В основании опалубочного стола расставляются

опорные башмаки или домкраты, на которые устанавливаются стартовые стойки. Набор необходимой высоты стола обеспечивается доборными стойками, имеющими различную высоту, благодаря чему расстояние от опорной поверхности до нижней грани перекрытия может быть любым. На стойках имеются фланцы для крепления ригелей. В зависимости от толщины перекрытия задается ячейка, формирующаяся из ригелей стандартного номенклатурного ряда. На верхние доборные стойки устанавливаются домкраты, применяемые при монтаже нижнего ряда. Для укладки деревянных балок используются унивилки. Подъем рабочих при монтаже и демонтаже производится по лестницам, верхний конец закрепляется на ригеле при помощи крюка, низ устанавливается на временный настил. Использование системы «стойка объемная» позволяет заливать перекрытия различных типов:

- прямой стол;
- прямой стол, усиленный железобетонной балкой;
- перекрытия с капителями.

Также возможна расстановка стоек отдельными турами и блоками. Стойка и ригель системы GW соединяются и фиксируются между собой при помощи клина, образуя надежный самозаклинивающийся клиновой узел (рис. 1.14).

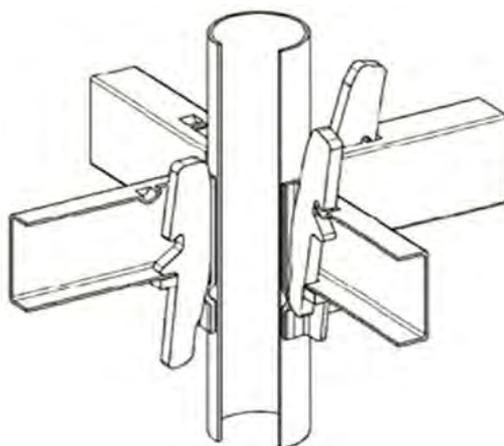


Рис. 1.14. Самозаклинивающийся узел

Таким образом, система имеет следующие положительные свойства:

- 1) новый клиновой узел обладает повышенной надежностью соединения;
- 2) система является саморасклинивающейся;
- 3) не требуется удержания клина при монтаже ригеля в отличие от старого клинового узла;
- 4) удобство при расклинивании и выбивании клина;
- 5) данная система клинового узла позволяет перемещать собранную конструкцию.

Универсальная система объемной стойки GW имеет целый ряд экономически выгодных преимуществ:

- способность воспринимать различные нагрузки в зависимости от вышележащей конструкции любой конфигурации;
- высокая гибкость за счет шага длины, ширины и высоты;

конструкция клинового узла обеспечивает надежное соединение, которое закрепляет стойку относительно ригеля под углом в 90° и придает конструкции повышенную жесткость и устойчивость конструкции;

сборка на начальном этапе производится двумя монтажниками, а впоследствии может производиться и одним человеком;

максимально допустимая нагрузка на ригель, что дает возможность одновременно с заливкой палубы производить и заливку ригеля;

жесткость конструкции в целом и ее надежность сводит возможность обрушения при неправильной эксплуатации к минимуму.

Опалубка перекрытий на опорных лесах. Она устроена сходным с предыдущей опалубкой образом, только вместо стоек используются рамные, либо клиновые опорные леса. Характеризуется повышенной надежностью и максимальной устойчивостью к нагрузкам. Позволяет возводить горизонтальные конструкции любой высоты и уровня сложности. Прочность конструкции зависит от таких факторов, как горизонтальные и ветровые нагрузки, крепежные промежутки между вертикальными стойками и высота всего сооружения.

Например, опорные леса под опалубку и системы опалубки перекрытий LAYNER — это незаменимое решение везде, где требуется повышенная несущая способность при колоссальных нагрузках, будь то строительство и ремонт мостов, обслуживание энергоустановок, замена опор зданий или бетонно-укладочные работы. При помощи специальных деталей стальные опорные леса ALLROUND комбинируются в более прочные конструкции, позволяющие выдерживать нагрузки в десятки тонн. Несущая способность опор зависит от таких факторов, как горизонтальные и ветровые нагрузки, крепежные промежутки между вертикальными стойками и высота сооружения (рис. 1.15).



Рис. 1.15. Опалубка перекрытий на опорных лесах

Опалубка перекрытий на рамах. Опалубка перекрытий на рамах подразумевает наличие в системе конструкции, имеющей высокие нагрузочные характеристики и устойчивость. С помощью рам возможно опалубить перекрытия до 60 м, а взаимозаменяемость рам позволяет применять одно и то же оборудование как при строительстве жилых помещений, так и при возведении сложных инженерных конструкций ([рис. 1.16](#)).



Рис. 1.16. Опалубка перекрытий на рамах

Рамную опалубку перекрытий различают по материалам, из которых она изготовлена:

Алюминиевые рамы. Невысокая сравнительная стоимость и недостижимые для стоек нагрузочные характеристики вкупе с феноменальной устойчивостью и гибкостью системы снискали рамной алюминиевой опалубке широкое признание со стороны строителей. Опалубка перекрытий на алюминиевых рамах собирается из отдельных плоских рам, соединенных между собой крестовыми связями. При помощи вставки и скобы их можно устанавливать в несколько ярусов для безопасного проведения работ на большой высоте;

Стальные рамы. В последнее время появились системы, основанные на опорных лесах и/или так называемых объемных стойках. По сути это стальные рамы, поэтому эти системы можно отнести к данной группе.

Опалубка перекрытий на столах. Данная группа также должна подразделяться на системы алюминиевых (легкосплавных) столов и системы стальных столов:

Алюминиевые столы. Наиболее распространена система столов «MODULEX» — это система, позволяющая опалубивать большие площади и, главное, производить перенос столов без их демонтажа. Такая методика позволяет существенным образом сократить сроки строительства. Кроме того, данная система обладает непревзойденной устойчивостью, что уменьшает риск вреда здоровью рабочих;

Столовая опалубка на основе систем с «падающей головкой». Данная система представляет собой, по сути, опалубку перекрытий на телескопических стойках, оборудованных дополнительно устройством, облегчающим процесс распалубки и позволяющим производить демонтаж поля одновременно, не снимая палубу с второстепенных балок. Распространение получили два конкурирующих инженерных решения:

TYSSON-HYNEBECK — снабжает стойки унвилками особой конструкции, фиксирующими как сами стойки, так и балки, закрепленные в них;

RINGER — предлагает использовать стойки и специальную главную балку, обеспечивающую и расслабление конструкции и фиксацию второстепенных балок. Такая система несколько дешевле и менее трудоемка в применении.

Технологичность опалубочных систем характеризуется их оборачиваемостью и трудозатратами на их монтаж и демонтаж. Приведем трудозатраты на монтаж и демонтаж различных опалубочных систем при устройстве монолитных плит перекрытий зданий с разными в плане конфигурациями (рис. 1.17), выполненных на основании исследований [13, 14].

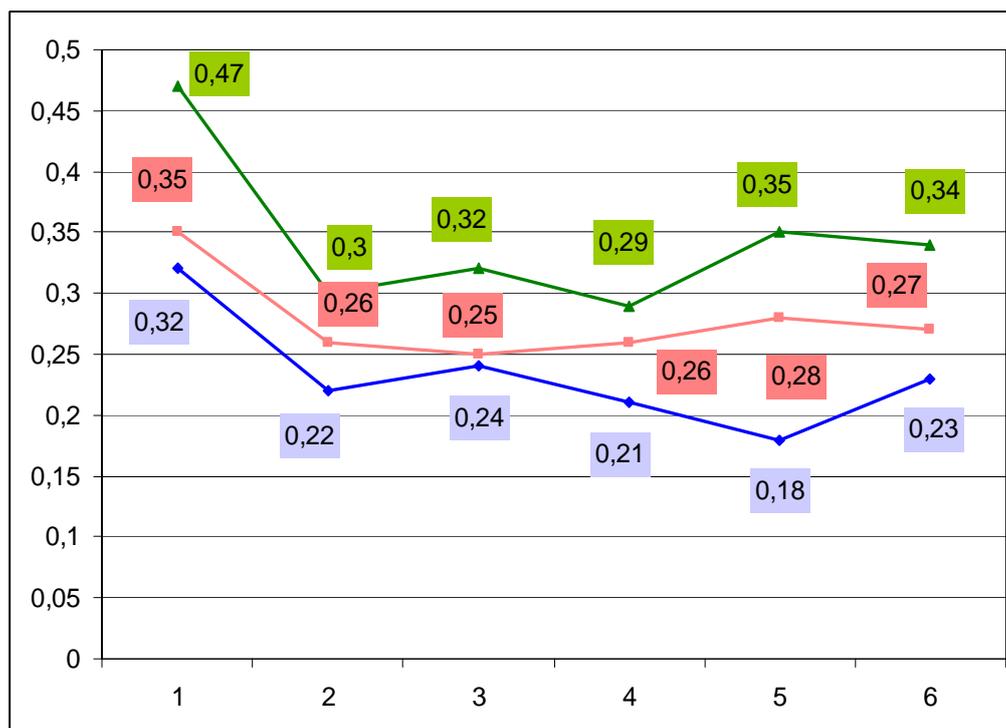


Рис. 1.17. Трудозатраты на устройство опалубки монолитных перекрытий для зданий прямоугольных в плане (—); трапециевидного (—) и сложного (—) очертаний: 1 — конструкции ЦНИИОМТП; 2 — фирмы «MEVA»; 3 — фирмы «OUTINORD»; 4 — «ALUMA SYSTEMS»; 5 — несъемная опалубка из тонких железобетонных плит; 6 — то же, из стального профнастила (горизонтальная ось)

Как видно из графиков, опалубочные системы ALUMA SYSTEMS и MEVA самые технологичные с точки зрения их сборки. Из существующего многообразия опалубочных систем на рынке MEVA имеет самую высокую цену, считается, что это устаревшая и тяжелая (по массе) система. Но надежность, качество изготовления, хорошая инженерия, антикоррозионная защита, оборачиваемость этих систем обеспечивают их использование при возведении самых уникальных и ответственных зданий и сооружений: Бурдж Халифа (ОАЭ), здание Q1 — апартамент Тауэр (Австралия); культурный и художественный центр Дебрецена (Венгрия); гидросооружение Лох Катрин (Шотландия); мост на скоростной автотрассе Лидса (Англия) и др.

При возведении небоскребов невозможно подавать бетонную смесь на самые верхние этажи, поэтому устраиваются промежуточные бетонные станции на средних этажах, и с помощью мощных помп бетон подается на проектные

отметки. Учитывая надежность опалубочных систем MEVA, можно изготавливать пакеты плит перекрытий на промежуточных отметках и далее поднимать их на проектные отметки по направляющим опорам, в качестве которых могут быть монолитные стволы ядер жесткости и железобетонные колонны [19].

1.3. Особенности современных вертикально перемещающихся опалубочных систем

Эффективность выполнения монолитного строительства во многом зависит от совершенствования опалубочных систем — систем, требующих на современном этапе развития монолитного домостроения как технического сопровождения, так и предоставления программного обеспечения. Опалубочные системы — сложные конструкции, состоящие из формообразующих, поддерживающих, соединительных, технологических и других элементов. Иными словами, современные опалубочные системы значительно повышают технологичность современного строительства. Согласно [1], опалубка — конструкция, представляющая собой форму для укладки и выдерживания бетонной смеси, и обеспечивающая проектные характеристики монолитных конструкций. Опалубки классифицируются по ряду признаков, но к сожалению, до настоящего времени нет универсальной классификации. Все это связано с тем, что динамика внедрения инновационных опалубочных систем намного уступает динамике разработки нововведений в области опалубочных систем, следовательно, и в монолитном домостроении, по прогнозам ученых, примерно в 4...5 раз.

Современные опалубочные системы характеризуются следующими конструктивными особенностями: разборно-переставная, подъемно-переставная, скользящая, блок-форма, катящая, несъемная (опалубка-оболочка) и др.

Накопленный международный опыт застройки современных мегаполисов свидетельствует о том, что самые уникальные здания и сооружения возводились с помощью вертикально поднимающихся и катящихся опалубок, поэтому более подробно остановимся на некоторых из них.

Скользящая опалубка. Скользящую опалубку применяют для возведения монолитных высотных сооружений, ядер жесткости, жилых и общественных зданий с компактным периметром, постоянным и переменным сечением сооружения по высоте. Использование скользящей опалубки позволяет осуществлять одновременно большое количество операций (которые при других методах монолитного строительства осуществляются последовательно), что приводит к значительному сокращению сроков строительства. За счет четкого шага технологического потока, что обусловлено технологией бетонирования в скользящих опалубках, обеспечивается непрерывность производства работ и устраняются простои. Обеспечивается высокая эквивалентная оборачиваемость щитов и других элементов (около 150...500 циклов). Отечественный и зарубежный опыт применения скользящих опалубок показывает, что одним комплектом с высотой щита 1...1,2 м можно возвести несколько зданий с общей высотой стен 200...600 м для деревянной опалубки и 1800...2400 м для металлической [9].

Скользящая опалубка позволяет обеспечить высокую скорость возведения стен (до 6 м в сутки), высокое качество работ при значительной экономии арматурной стали за счет монолитности стен и перекрытий, расширить возможности архитектурно-планировочных решений, обеспечить хорошую звукоизоляцию и эксплуатационные характеристики зданий.

Эффективность возведения монолитных зданий в скользящей опалубке зависит от безупречной организации работ и строительной площадки, обеспечения непрерывности бетонирования, подбора специальных составов бетонов, характера армирования и других факторов.

Скользящая опалубка состоит из опалубочных щитов, подвешенных к домкратным рамам, домкратов, маслостанции и маслопроводов к домкратам, рабочих площадок и подвесных подмостей (рис. 1.18, 1.19).

Домкратные рамы являются основными несущими элементами, на них закрепляются щиты опалубки, которые воспринимают давление бетонной смеси.

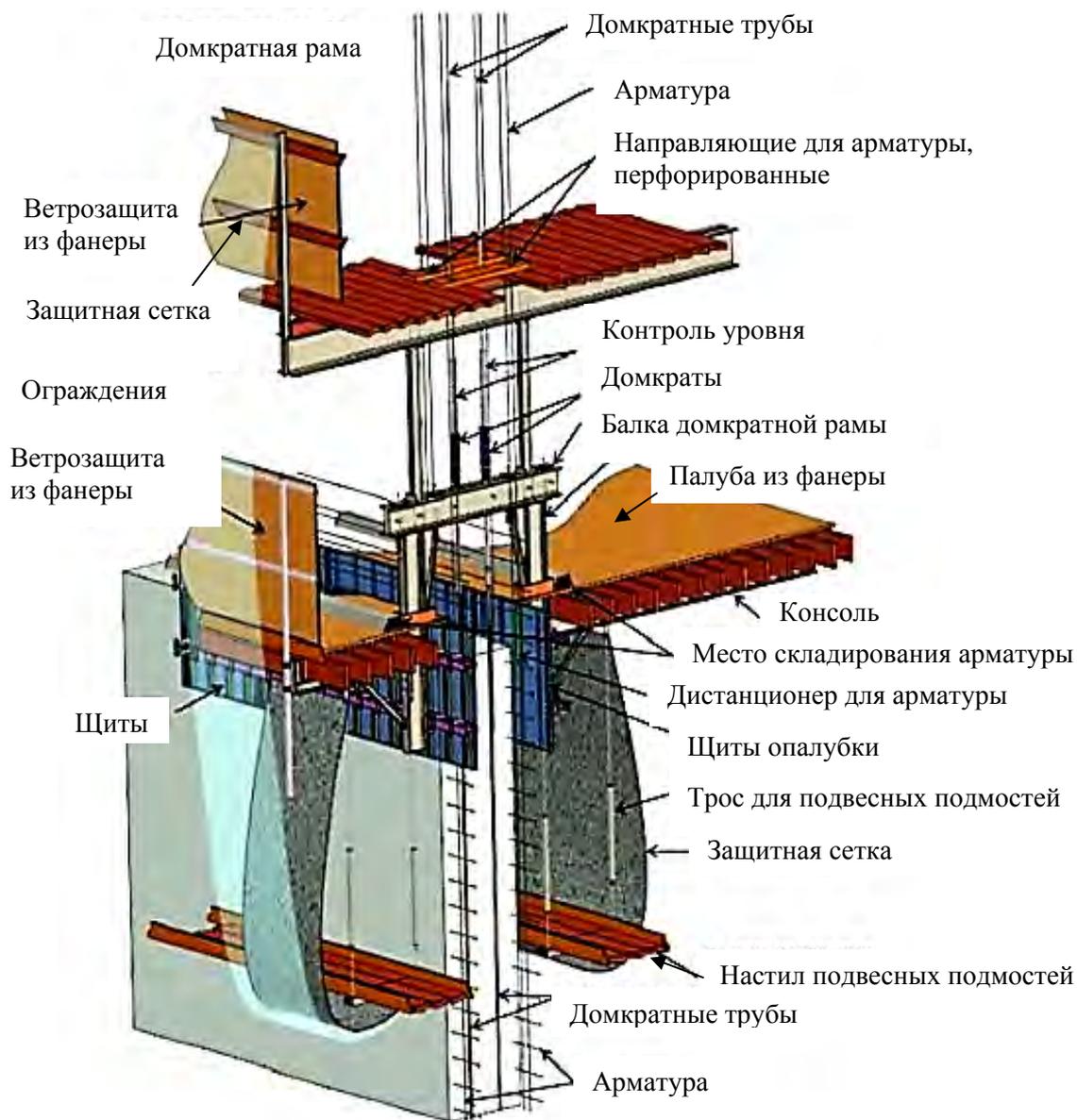


Рис. 1.18. Элементы и конструкция скользящей опалубки [23]

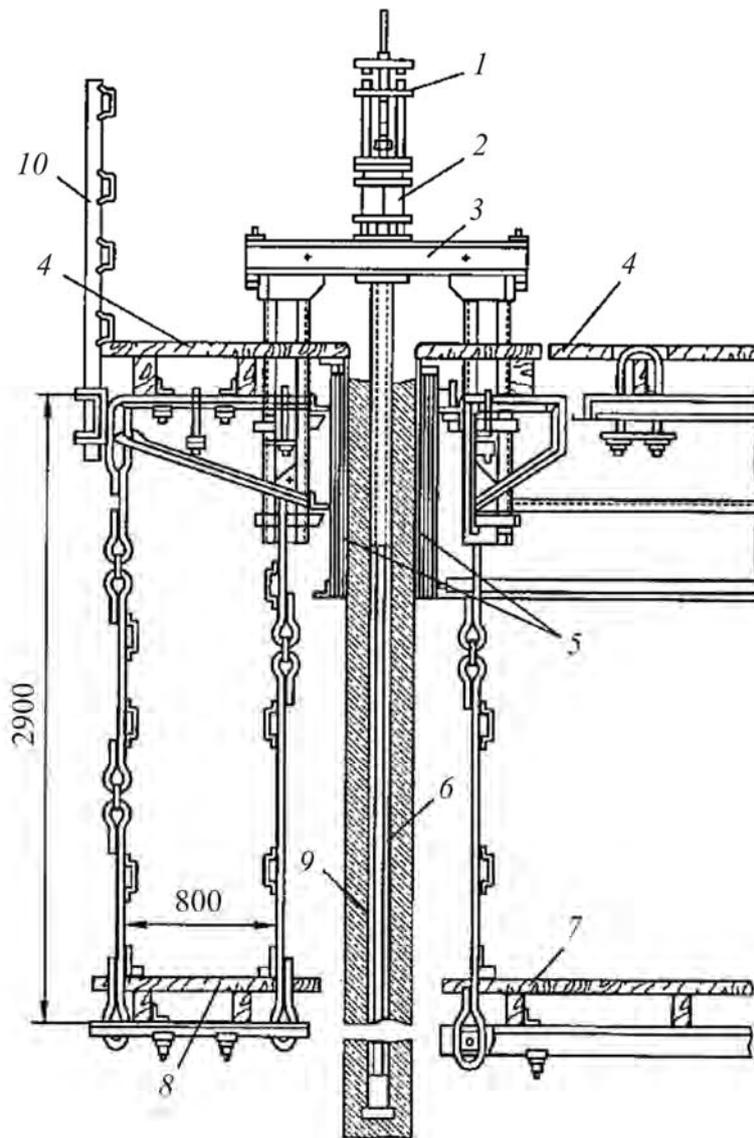


Рис. 1.19. Конструкция скользящей опалубки: 1 — регулятор горизонтальности; 2 — гидравлический домкрат; 3 — домкратная рама; 4 — рабочий настил; 5 — щиты опалубки; 6 — домкратный стержень; 7 — подвесные подмости внутренние; 8 — подвесные подмости наружные; 9 — металлическая труба; 10 — наружное ограждение [24]

К домкратным рамам подвешиваются подмости и устанавливается рабочий настил. Они имеют жесткую сварную конструкцию и рассчитываются на восприятие всех нагрузок, включая боковое давление бетонной смеси, сцепление с бетоном, трение, временные нагрузки, собственный вес опалубки. На домкратные рамы устанавливают домкраты (механические, гидравлические, электрические, электромеханические), которые, опираясь на домкратные стержни, поднимают всю конструкцию опалубки. Щиты опалубки устанавливают так, чтобы расстояние между ними увеличивалось книзу, образуя конусность в пределах $1/500 \dots 1/200$ высоты щитов или $5 \dots 7$ мм на каждую сторону при высоте щитов $1 \dots 1,2$ м. Внутренний щит опалубки устанавливают с наклоном. Наружный щит устанавливают без наклона, что позволяет получать более высокое качество поверхности стен.

Домкратные рамы выполняют с двумя, тремя и четырьмя стойками. Трех- и четырехстоечные рамы устанавливают на пересечении стен и применяют при возведении зданий с большим количеством различных пересечений в плане, оконных и дверных проемов. Чаще применяются двухстоечные рамы. Рама состоит из вертикальных стоек и горизонтального ригеля. На стойках устанавливают кронштейны для крепления ригелей, кружал и щитов. Для бетонирования стен различной толщины домкратные рамы изготавливают со съемным ригелем нескольких типоразмеров. Насосно-распределительная станция может располагаться на земле или на рабочем настиле в зоне работ. По настилу прокладывают систему гидроразводок, соединяющих каждый домкрат с насосной станцией. Грузоподъемность домкратов 6...10 т, масса домкратов 15...21 кг, число одновременно работающих домкратов на объекте может достигать 160—200.

По конструкции щитов опалубку разделяют на крупно- и мелкощитовую. Последняя более универсальна, но трудоемкость ее монтажа и демонтажа значительно выше. При использовании мелких щитов их укрупняют с помощью элементов укрупнительных соединений. В крупноразмерных щитах балки входят в конструкцию щита. Щиты выполняют плоскими и криволинейными, что позволяет разнообразить архитектурные формы фасадов зданий.

Щиты опалубки обычно имеют высоту 1,1...1,2 м; их делают с 0,5%-й конусностью (уширением книзу), поэтому расстояние между щитами в верхней части меньше на 10...12 мм расстояния в нижней части опалубки. Для облегчения скольжения перед бетонированием внутренние стенки опалубки смазывают соляровым маслом.

Минимальная толщина стенок бетонируемой конструкции определяется расчетом и равна 12 см. Необходимо обеспечивать порядок и темп работ таким образом, чтобы при подъеме опалубки не происходил отрыв бетона за счет сил трения. При толщине стенки 12 см масса бетона, свежеложенного выше образовавшегося зазора между опалубкой и ранее уложенным бетоном, будет больше сил трения между бетоном и стенками опалубки.

Итак, скользящая опалубка подвижна, ее поднимают вверх без перерыва в бетонировании и применяют при возведении высотных железобетонных сооружений с монолитными вертикальными стенами постоянного и переменного сечений. Применение опалубки особенно эффективно при строительстве высотных и уникальных зданий и сооружений с минимальным количеством оконных и дверных проемов, закладных деталей и элементов (рис. 1.20). К ним относятся хранилища различных материалов, дымовые трубы высотой до 400 м, градирни, ядра жесткости высотных и уникальных зданий и сооружений, резервуары для воды, радио- и телевизионные башни. Важным достоинством возведения таких объектов в скользящей опалубке является значительное повышение темпов строительства, снижение трудоемкости, стоимости, сроков работ.

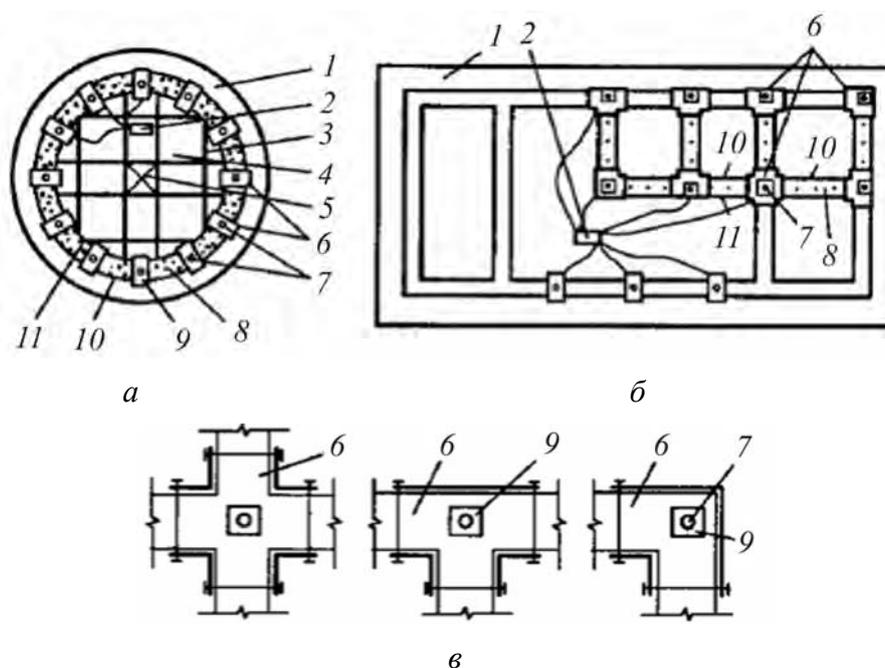


Рис. 1.20. Скользящая опалубка: *а* — план для круглого сооружения; *б* — то же, для прямоугольного; *в* — варианты домкратных рам (для узла пересечения стен, примыкания и угла здания); 1 — рабочий настил; 2 — насосная станция; 3 — прогон; 4 — настил; 5 — шахтный подъемник; 6 — домкратные рамы; 7 — домкратные стержни; 8 — бетонизируемая конструкция; 9 — домкраты; 10 и 11 — наружный и внутренний щиты опалубки [24]

В традиционной форме скользящей опалубки с расположением внутри нее опорных стержней имеется много недостатков: сложность, а иногда и невозможность установки арматуры в виде сеток, пакетов, каркасов, невозможность устройства больших проемов в стенах.

Применение опалубки требует большого объема вспомогательных работ по устройству проемов, высока трудоемкость устройства перекрытий, все это ограничивает применение опалубки в жилищном строительстве. Дополнительные недостатки опалубки — сложность контроля вертикальности сооружения и необходимость использования бетонов более высоких марок.

Сдерживающими факторами развития и широкого распространения скользящей опалубки являются:

- резкое удорожание работ в зимних условиях;
- использование рабочих только высокой квалификации;
- резкое снижение эффективности при нарушении технологического процесса;
- большие затраты на ликвидацию дефектов бетонирования.

Одним из конструктивных решений может быть автоматизация работы гидродомкратов, в частности использование режима «шаг на месте», позволяющего исключить прилипание опалубки к бетону при остановке подъема системы. Этот режим служит и другой, более важной цели — строго горизонтальное выравнивание опалубки. При подъеме опалубки может произойти ее перекося. При заданном уровне остановки подъема домкратов тот из них, который достиг этого уровня, начинает топтаться, поджидая выравнивания остальных [24].

Другим решением, повышающим индустриальность и технологичность работ в скользящей опалубке, является переход от скользящего непрерывного движения щитов к их циклическому подъему. Для этой цели используют отрывные щиты с системой шагающих электромеханических подъемников. В основу технологии положен принцип остановки опалубочной системы после бетонирования яруса на высоту 1/4 высоты этажа, или на 70...80 см. Бетонирование при этом ведут традиционно. После достижения бетоном заданной начальной прочности осуществляют отрыв щитов от бетона и перестановку (перемещение) их на новую отметку яруса. При этом подъем всей системы осуществляют электромеханическими подъемниками, опирающимися на телескопические стержни с опорными башмаками. Механизм подъема настраивают на обеспечение хода, равного высоте бетонлируемого слоя, или 70...80 см.

Рассмотренная технология достаточно эффективна. Повышается качество поверхностей, исключаются дефекты бетонирования, связанные с перерывами в подаче бетонной смеси. Технологические перерывы способствуют лучшей организации выполнения всех сопутствующих работ. Применение отрывных щитов позволяет увеличить долговечность их эксплуатации, использовать в качестве палубы водостойкую фанеру, что значительно повышает качество бетонлируемой поверхности и снижает массу щитов.

Существуют системы скользящей опалубки, где домкратные стержни вынесены за пределы бетонлируемой конструкции. Они расположены снаружи с двух сторон от опалубки и раскреплены в пространственных каркасах. Такое решение позволяет облегчить извлечение домкратных стержней из конструкции, упрощает установку арматурных каркасов, устройство оконных, дверных и других проемов, укладку в опалубку любых закладных деталей, но одновременно возникает проблема обеспечения устойчивости домкратных стержней.

При возведении стен в скользящей опалубке могут быть использованы следующие варианты устройства междуэтажных перекрытий:

- а) из сборных железобетонных плит размером на комнату после возведения стен;
- б) монолитные, бетонлируемые «снизу вверх» также после возведения стен;
- в) монолитные, когда совмещают бетонирование стен и перекрытий поэтажным способом;
- г) монолитные перекрытия, бетонлируемые «сверху вниз»;
- д) монолитные перекрытия, бетонлируемые в процессе возведения стен с отставанием на два-три этажа.

Вариант «а» наиболее известный, поэтому более подробно остановимся на других.

Вариант «б». При устройстве монолитного перекрытия «снизу вверх» используют крупнощитовую инвентарную опалубку, щиты которой укладывают на инвентарные прогоны и стойки. Для армирования используют сетки, которые приваривают к армокаркасам стен через штрабы, оставляемые

в стенах при бетонировании. Бетонирование ведут поэтажно, к работам на новом ярусе приступают после полного завершения работ на предыдущем перекрытии. Демонтаж опорных стоек и ригелей осуществляют после приобретения бетоном распалубочной прочности с учетом нагрузок от вышележащих перекрытий (рис. 1.21).

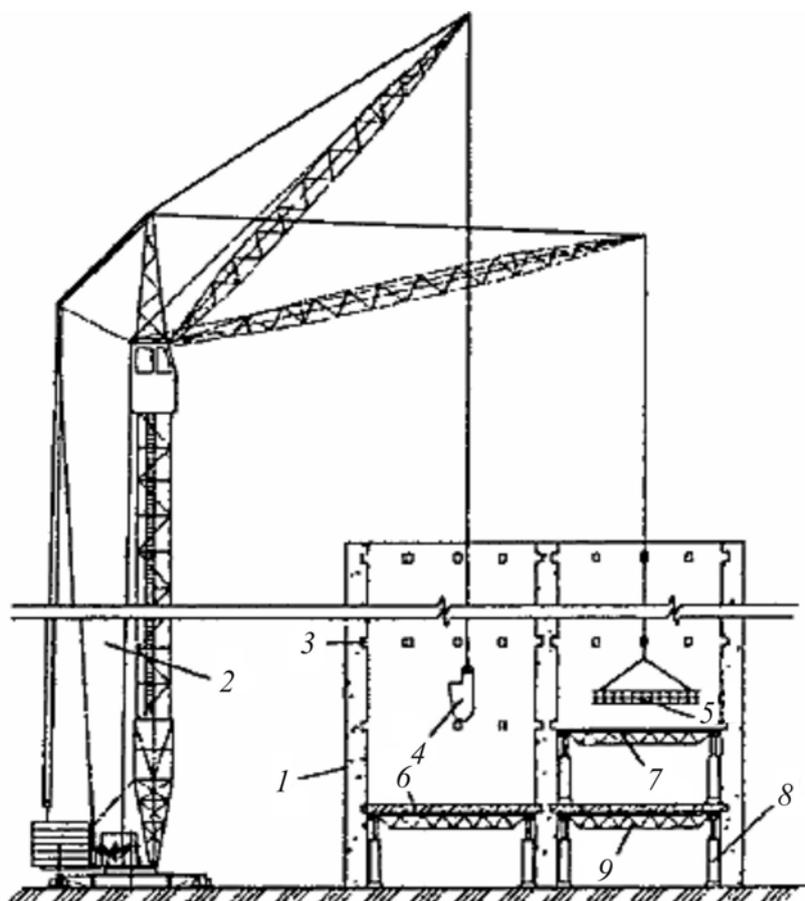


Рис. 1.21. Бетонирование междуэтажных перекрытий методом «снизу вверх»: 1 — монолитные стены; 2 — кран; 3 — оставленные при бетонировании гнезда; 4 — бадья для подачи бетонной смеси; 5 — армокаркас; 6 — опалубка перекрытия; 7 — фермочный прогон; 8 — телескопическая стойка; 9 — монолитное перекрытие [23]

Вариант «в». При поэтажном способе бетонирование перекрытий совмещают с возведением стен. Для удобства ведения работ внутренние щиты опалубки делают короче наружных на толщину перекрытия. После завершения бетонирования стен на высоту этажа скользящую опалубку устанавливают строго на уровне перекрытия, ниже уровня рабочего настила. Далее устанавливают опалубку междуэтажного перекрытия, опирающуюся на прогоны, которые сами крепятся с помощью анкеров к стенам. Арматурные каркасы и бетонную смесь подают краном через монтажные отверстия в рабочем настиле скользящей опалубки. После завершения бетонирования перекрытия приступают к бетонированию следующего этажа. При данной чрезвычайно трудоемкой и неудобной технологии обязательна остановка опалубки при бетонировании перекрытий, что усложняет технологию ведения работ (рис. 1.22).

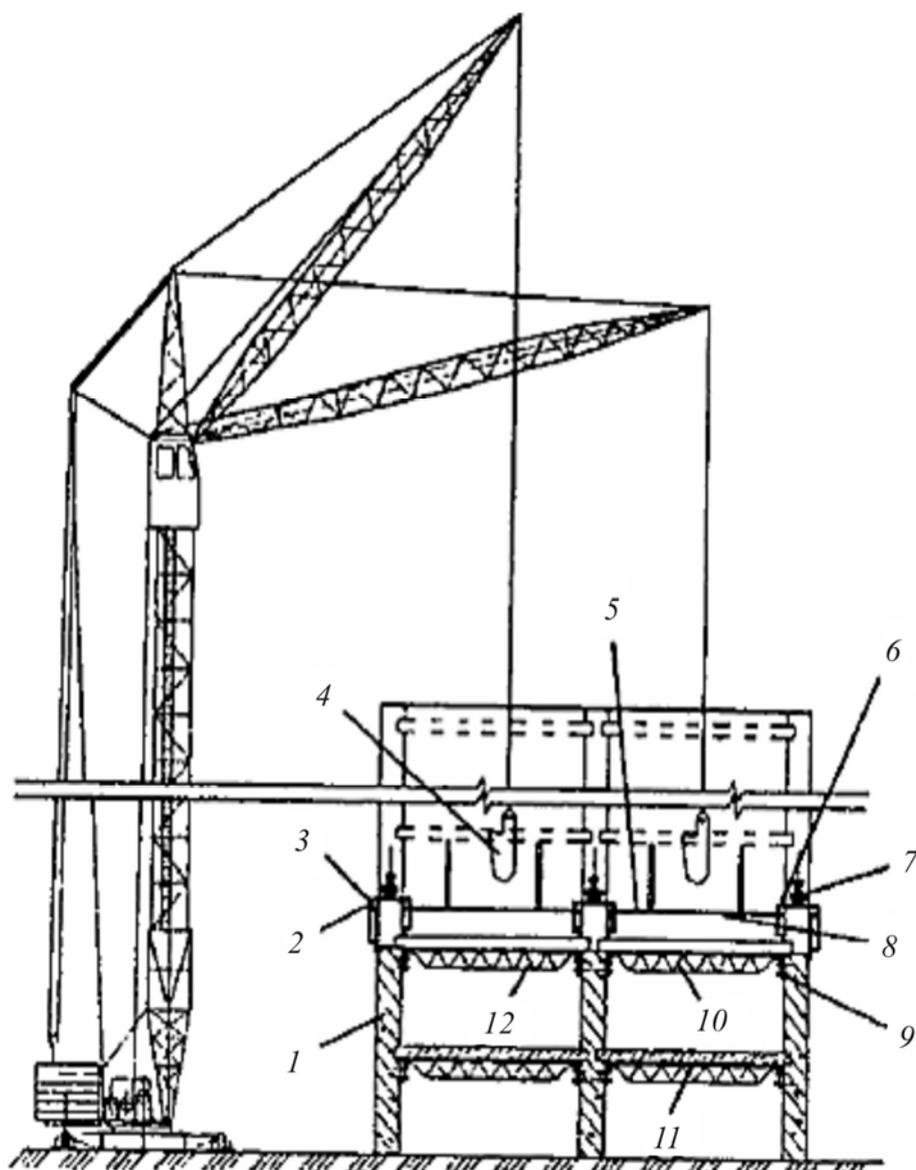


Рис. 1.22. Бетонирование междуэтажных перекрытий циклическим методом: 1 — монолитные стены; 2 — домкратная рама; 3 — наружные удлиненные щиты; 4 — бадья для подачи бетонной смеси; 5 — рабочий стол; 6 — внутренние опалубочные щиты; 7 — гидродомкрат; 8 — съемные щиты рабочего стола; 9 — анкеры для крепления прогона; 10 — фермочный прогон; 11 — монолитное перекрытие; 12 — опалубка монолитного перекрытия [23]

Вариант «г». Способ бетонирования перекрытий «сверху вниз» нашел распространение в США, Швеции и других странах. Способ используют при возведении стен на полную высоту. Не демонтируя скользящую опалубку, на ее рабочем настиле устанавливают специальные лебедки с гибкими тягами, на которых подвешивается инвентарная опалубка перекрытий, состоящая из инвентарных телескопических прогонов и щитов. После закрепления опалубки и армирования осуществляют бетонирование с применением бетононасосов. После приобретения бетоном распалубочной прочности опалубку демонтируют и перемещают вниз на отметку следующего перекрытия (рис. 1.23).

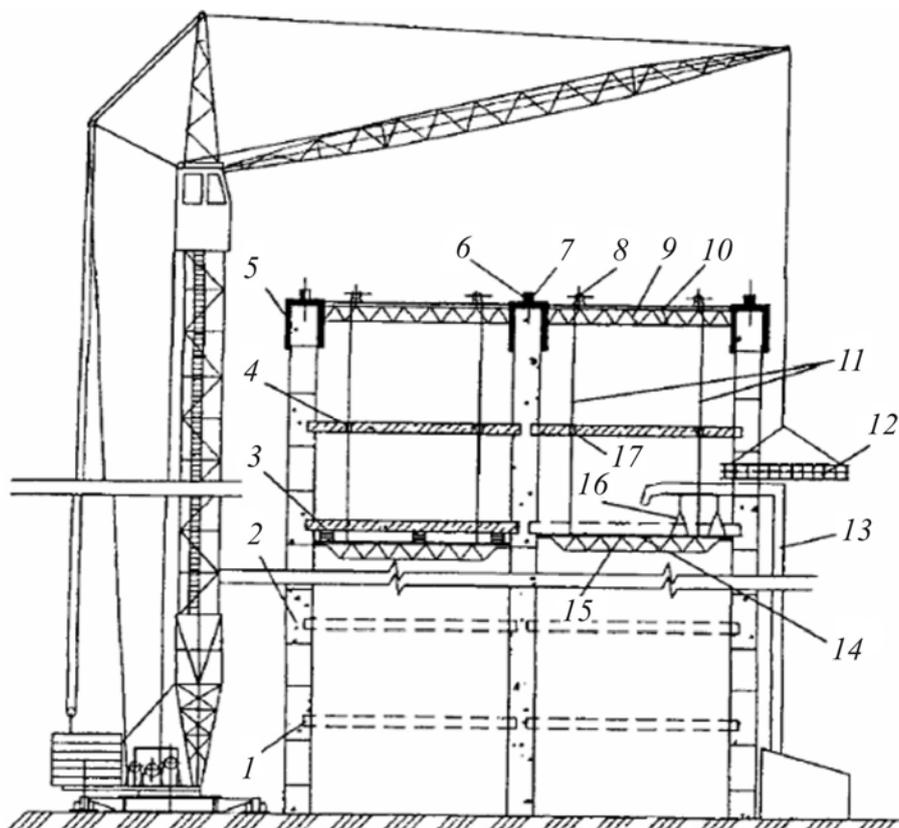


Рис. 1.23. Бетонирование междуэтажных перекрытий методом «сверху вниз»: 1 — гнезда; 2 — стена; 3 — пневматическое отрывное устройство; 4 — монолитное перекрытие; 5 — домкратная рама; 6 — домкратный стержень; 7 — гидродомкрат; 8 — тормозные устройства; 9 — опалубочный щит; 10 — рабочий настил; 11 — гибкие тяги; 12 — армокаркас; 13 — бетоновод; 14 — опалубка перекрытия; 15 — несущая ферма опалубки перекрытия; 16 — стойка; 17 — гильза [23]

Вариант «д». При бетонировании перекрытий с отставанием от процесса возведения стен скользящую опалубку останавливают на отметке верха перекрытия второго или третьего этажа от этажа, на котором бетонируют перекрытия, и после «шага на месте» опалубку без бетонной смеси поднимают на 30...40 см и останавливают. После этого разбирают настил рабочего пола и монтируют опалубку перекрытий.

Бетонную смесь подают любыми способами через отверстия в рабочем полу. Если замкнутые ячейки небольшие и опустить бадью с бетонной смесью невозможно, над люком в рабочем полу или на специальной траверсе, опирающейся на стены, устанавливают воронку, от которой опускают хобот, направляющий бетонную смесь [11—10]. К траверсе, опирающейся на стены здания, можно подвешивать также опалубку перекрытий.

Для устройства перекрытий последовательно на каждом этаже с остановкой скользящей опалубки нужно применять опалубку с повышенной жесткостью, так как опалубку без бетонной смеси выводят выше отметки перекрытия и она висит на домкратных стержнях значительной длины. При этом зависшая опалубка должна воспринимать горизонтальные и вертикальные нагрузки, в том числе ветровые, без изменения рабочего положения, деформаций и перекосов.

Учитывая вышеизложенное, приведем основные достоинства скользящей опалубки:

высокая пространственная жесткость и устойчивость к сейсмическим нагрузкам;

трудозатраты ниже, чем при строительстве кирпичных и блочных зданий; высокая скорость бетонирования (до 4 м/сут);

высокие темпы строительства, когда за сутки можно возвести один этаж при условии трехсменной работы;

сокращение стоимости строительства на 15...20 %;

возможность переналадки комплекта опалубки, благодаря чему возводятся здания с различными архитектурными и планировочными решениями.

Наряду с достоинствами скользящей опалубки существует ряд недостатков при ее использовании: сложность установки внутри арматурных каркасов; невозможность устройства проемов в стенах большого размера; большая трудоемкость по заливке перекрытий; наличие высококвалифицированных работников; удорожание работ в зимнее время; обязательное выполнение технологических процессов, неисполнение которых ведет к снижению эффективности использования скользящей опалубки, высокая стоимость устранения дефектов, допущенных при бетонировании в скользящей опалубке.

Очень важно при выполнении работ соблюдать следующие требования: качество бетона должно быть высоким; не допускаются перерывы в бетонировании; подъем опалубки должен быть строго вертикальным; доставка бетона должна производиться в соответствии с графиком; необходимо обеспечить непрерывность процесса установки арматуры.

Недостатки скользящей опалубки могут быть устранены, если применять различные новшества и подходы. Например, непрерывность бетонирования может включать в себя перерывы, если использовать добавки, замедляющие твердение бетона до 18 ч в летний период, и другие добавки, ускоряющие этот процесс.

В северных районах применяют электропрогрев бетонной смеси или инфракрасное излучение для ускорения твердения бетона.

Трудоемкий процесс вибрации бетонной смеси, когда правилами запрещается касание вибраторами щитов опалубки во избежание разрушения ранее уложенного бетона, можно заменить, используя бетон с суперпластификаторами. В этом случае вибрация сверхпластичного литого бетона не производится совсем, так как такой бетон самоуплотняется.

Итак, скользящая опалубка — самая распространенная вертикально-перемещающаяся опалубка. Различают следующие типы: опалубка гидравлическая скользящая для вертикальных конструкций, опалубка гидравлическая скользящая для ядер жесткости зданий, опалубка мостовых опор гидравлическая скользящая, опалубка для капитального и текущего ремонта силосов, реконструкции силосов.

К вертикально перемещающимся опалубкам относятся также самоподъемные (для силосов и труб, градирен, ядер жесткости многоэтажных жилых зданий) и консольно-переставные опалубки. Отличительные особенности этих опалубок приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Характерные особенности вертикально перемещающихся опалубок

Подтип опалубки	Характерные особенности
Тип опалубки — скользящая	
Опалубка гидравлическая скользящая для вертикальных конструкций	Скорость подъема опалубки до 3 м/сут
	Стальная палуба с оборачиваемостью не менее 200 циклов
Опалубка гидравлическая скользящая для ядер жесткости зданий	Экономически целесообразно применять данную технологию при высоте объекта от 40 м
	Значительно дешевле метода самоподъемно-переставной гидравлической опалубки
	Качество поверхности стен выше, так как отсутствуют многочисленные горизонтальные холодные швы в стенах ядра жесткости здания
	Высокая скорость монтажа опалубки в начале строительства (2 недели), скорость демонтажа опалубки после строительства (1,5 недели)
	Высокая геометрическая точность ядра жесткости
	Возможность применять высокотехнологичные методы по стыковке арматуры LENTON
	Возможность ведения работ в зимнее время
	Возможность сформировать ядро жесткости со скоростью скольжения 3...6 м/сут
Опалубка мостовых опор гидравлическая скользящая	Значительное снижение общего времени строительства
	Имеет высокие показатели по несущей способности и скорости работы (скорость возведения опоры моста составляет 4...6 м в сутки)
Опалубка скользящая для капитального и текущего ремонта силосов, реконструкции силосов	Использует немецкие и шведские комплектующие
	Инженерное сопровождение каждого проекта также совместное
	Гидравлическое оборудование, используемое в опалубке, — 100 % европейское

Подтип опалубки	Характерные особенности
Тип опалубки — самоподъемная	
Опалубка гидравлическая самоподъемная для силосов и труб	В качестве щитов опалубки применяются индивидуально изготовленные стальные щиты
	Возможно использование фанерной либо дощатой палубы, что может значительно снизить вес итоговой конструкции
Опалубка гидравлическая самоподъемная для ядер жесткости зданий	Экономически целесообразно применять данную технологию при высоте объекта от 40 м
	Качество поверхности стен выше, так как отсутствуют многочисленные горизонтальные холодные швы в стенах ядра жесткости здания
	Высокая скорость монтажа опалубки в начале строительства (3...4 недели), скорость демонтажа опалубки после строительства (2...3 недели)
Опалубка гидравлическая самоподъемная для градирен	Используется при строительстве любых типов градирен и труб
	Производство и расчет опалубки требует участия команды профессионалов, а производство работ требует тщательно проработанной документации на каждый этап
	Высококачественная опалубка
	Низкая стоимость
	Полное инженерное сопровождение объекта
Тип опалубки — консольно-переставная	
Консольно-переставная опалубка	Максимальная высота бетонирования за один цикл составляет 5,3 м
	При отодвинутой опалубке обеспечивается монтажная площадка шириной 650 мм
	Консольно-переставные подмости ХСИ используются в составе как с балочно-ригельной, так и с крупнощитовой стальной и алюминиевой опалубкой
	Высокая несущая способность консолей позволяет складирование арматуры

Анализ приведенных в [табл. 1.4](#) опалубочных систем еще раз подтверждает, что скользящие опалубки эффективны при возведении высотных зданий и сооружений.

Хотя разработаны многофункциональные универсальные опалубочные системы, с помощью которых изготавливают разноименные конструктивные элементы, все же тенденция применения специальных опалубок для каждого

конструктивного элемента сохраняется. Применение подобных опалубок увеличивает перерывы между отдельными технологическими процессами при возведении зданий и сооружений. Монолитные стволы ядер жесткости обычно возводятся как самостоятельные сооружения в скользящей или объемно-переставной опалубке. Все это приводит к тому, что увеличиваются участники технологического процесса по возведению конструкции, продолжительность сроков выполнения работ и т. д.

Поэтому разработка технологии возведения зданий, позволяющей полностью исключить последовательную технологическую зависимость, которая возникает при существующем традиционном методе возведения стен и монолитных перекрытий, является важной задачей, позволяющей сократить технологические перерывы между отдельными строительными процессами и уменьшить срок строительства объекта. Разработанная авторами технология возведения здания позволяет осуществлять возведение стен и перекрытий независимо друг от друга. При этом исключается применение дорогостоящего оборудования, специальных технических средств.

Предлагаемая технология возведения зданий может быть использована для возведения монолитных стволов ядер жесткости любой конфигурации и любого здания, имеющего в своем исполнении монолитные перекрытия (рис. 1.24).

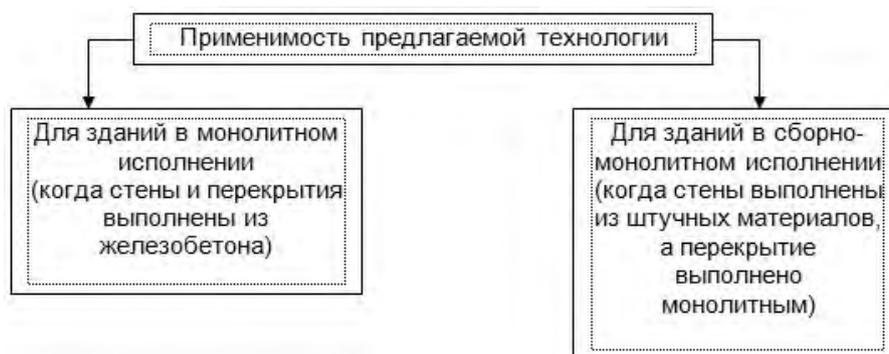


Рис. 1.24. Применимость предлагаемой технологии

Работы должны осуществляться в следующей последовательности: по мере возведения надземной части здания, на проектных отметках в местах нахождения плит перекрытий в стене устраиваются ниши, главной целью которых является обеспечение независимого возведения стен и перекрытий здания. Кроме этого, ниши используются для выполнения сопряжений между стенами и перекрытиями, в результате чего достигается совместность работы монолитных плит и стен, обеспечивая при этом дополнительную пространственную жесткость при эксплуатации здания.

Устройство ниш для каждого из предлагаемых на рис. 1.24 вариантов здания приведено на [рис. 1.25](#) и [1.26](#).

При возведении стен из монолитного железобетона, после выполнения арматурных работ в местах нахождения ниш (согласно проектным отметкам перекрытия) закладывается пенопласт или любой другой схожий по структуре материал. После чего устанавливается опалубка и выполняется бетонирование. После набора бетоном необходимой прочности опалубоч-

ные щиты снимают, извлекая пенопласт, и производят зачистку получившейся ниши. Далее в нишу укладывается двутавровая балка 3 длиной 0,8...1 м (см. рис. 1.26 и 1.27), которая фиксируется при помощи сварки к арматуре стены или болтовых соединений к стене. Точно такая же операция производится на противоположной стороне монолитной стены. Затем на две установленные двутавровые балки 3 укладывается поперечная несущая двутавровая балка 4. Количество несущих двутавровых балок определяется по расчету в зависимости от расстояния между монолитными стенами и величины нагрузки, которую она должна воспринимать.

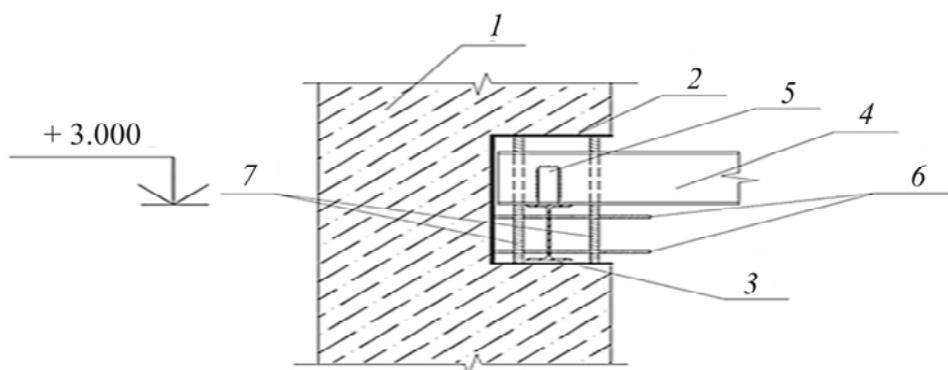


Рис. 1.25. Сопряжение двутавровой балки с «монтажным гнездом» при монолитном исполнении стены: 1 — монолитная стена; 2 — оставленная при бетонировании ниша; 3 — двутавровая балка, подобранная по условию $h \geq h_n$, где h — высота двутавра, h_n — высота перекрытия; 4 — поперечная двутавровая балка на ширину пролета; 5 — раскос для устойчивости поперечной двутавровой балки; 6 — выпуски арматуры в монолитной стене, предусмотренные по предварительному расчету; 7 — продольные вертикальные арматурные стержни монолитной стены

Двутавровую балку 4 с помощью раскосов 5 сваркой закрепляют к двутавровой балке 3, лежащей в плоскости стены 1. Закрепление или фиксация балки 4 необходима для создания ее устойчивости в пространстве и исключения опрокидывания в процессе выполнения работ. Двутавровая балка 3 подбирается таким образом, чтобы выполнялось условие $h \geq h_n$, где h — высота двутавра, h_n — высота перекрытия.

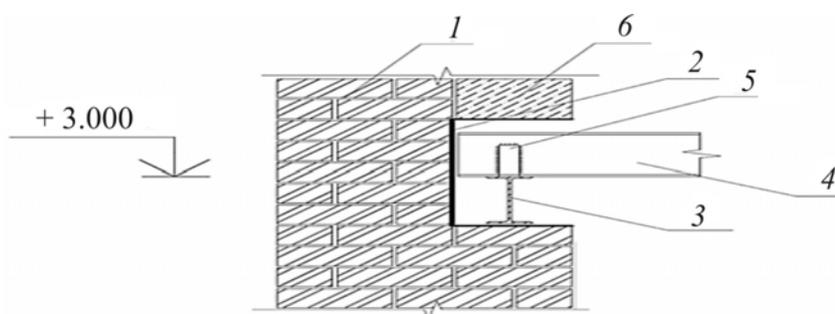


Рис. 1.26. Выполнение сопряжения двутавровой балки с «монтажным гнездом» при немонолитном исполнении стены: 1 — кирпичная стена; 2 — оставленная при возведении стены ниша; 3 — двутавр, подобранный по условию $h \geq h_n$, где h — высота двутавра, h_n — высота перекрытия; 4 — поперечный двутавр на ширину пролета; 5 — раскос для устойчивости поперечного двутавра; 6 — железобетонная перемычка

После установки всех поперечных двутавровых балок 4 в рабочее положение и их закрепления производят укладку по ним временного настила из досок или любого другого материала для того, чтобы можно было проводить дальнейшие работы по возведению стен последующего этажа. По завершении возведения стен каждого последующего этажа все операции повторяются. Возведение здания для лучшей организации предлагается вести как минимум двумя бригадами, первая из которых возводит стены и устанавливает балки, а вторая бригада в это время возводит монолитные плиты перекрытий на нижележащих этажах. Возведение монолитных перекрытий проводят по традиционной известной технологии, но только все телескопические поддерживающие стойки устанавливают на настиле, который уложен на двутавровых балках. При монолитном исполнении в стене предусматривают арматурные выпуски 7, которые необходимы для взаимосвязи арматуры плит и стен. Конструкция и схема подготовки плиты к бетонированию показаны на рис. 1.27, а на [рис. 1.28](#) показан вид 1—1.

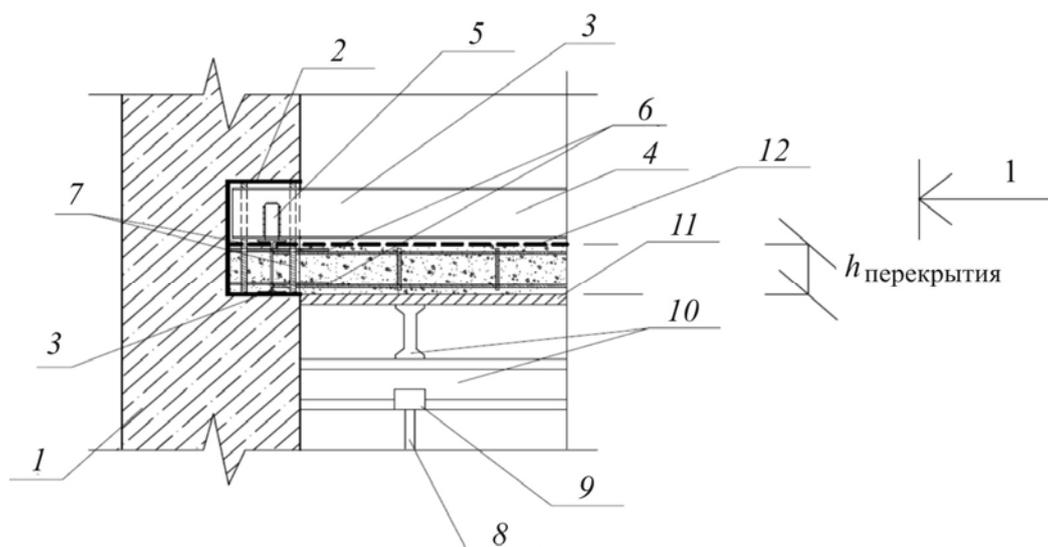


Рис. 1.27. Поддержка плиты перекрытия: 1 — монолитная стена; 2 — оставленная при бетонировании ниша; 3 — двутавровая балка, подобранная по условию $h \geq h_n$, где h — высота двутавра, h_n — высота перекрытия; 4 — поперечная двутавровая балка на ширину пролета; 5 — раскос для устойчивости поперечной двутавровой балки; 6 — выпуски арматуры в монолитной стене, предусмотренные по предварительному расчету; 7 — продольные вертикальные арматурные стержни монолитной стены; 8 — телескопическая поддерживающая стойка; 9 — вилка телескопической стойки; 10 — деревянная балка (ригель); 11 — щиты опалубки (ламинированная фанера); 12 — поверхность монолитной плиты

Двутавровая балка, лежащая в плоскости монтажной ниши, подбирается на некоторую величину больше толщины перекрытия и после бетонирования и набора прочности остается в стене, а двутавровая балка 4 извлекается из стены и используется при монтаже других вышележащих перекрытий. Оставшаяся часть ниши в стене закладывается кирпичом или бетонируется.

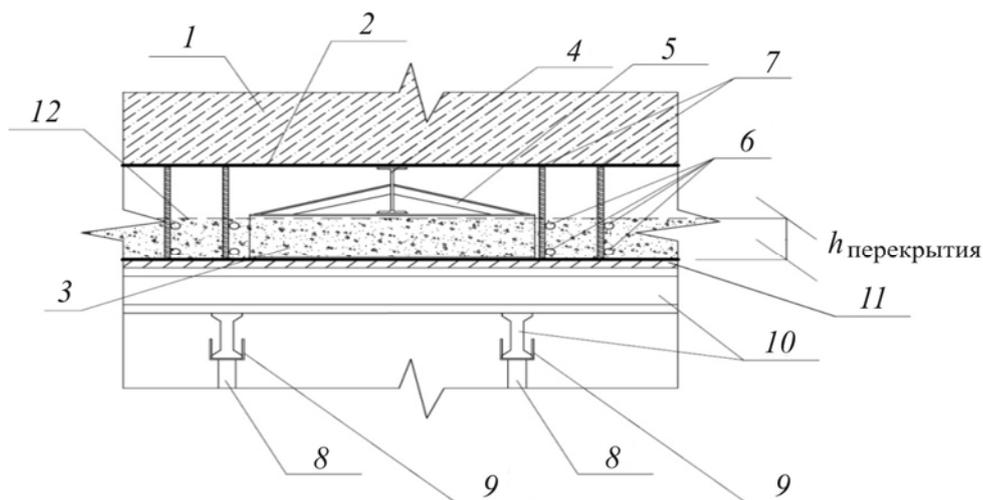


Рис. 1.28. Вид 1—1: 1 — монолитная стена; 2 — оставленная при бетонировании ниша; 3 — двутавровая балка, подобранная по условию $h \geq h_n$, где h — высота двутавра, h_n — высота перекрытия; 4 — поперечная двутавровая балка на ширину пролета; 5 — раскос для устойчивости поперечной двутавровой балки; 6 — выпуски арматуры в монолитной стене, предусмотренные по предварительному расчету; 7 — продольные вертикальные арматурные стержни монолитной стены; 8 — телескопическая поддерживающая стойка; 9 — вилка телескопической стойки; 10 — деревянная балка (ригель); 11 — щиты опалубки (ламинированная фанера); 12 — поверхность монолитной плиты

Возведение здания из штучного материала с монолитными перекрытиями согласно данной технологии выполняется так же, как и при монолитных стенах по технологии, приведенной выше. Единственное отличие от монолитного исполнения заключается в том, что в кирпичной стене устраивают ниши через определенное заданное расстояние, зависящее от длины применяемых перемычек и количества поперечных двутавровых балок, необходимых на требуемый перекрываемый пролет и требуемую воспринимаемую нагрузку.

Характеристики современных опалубочных систем, имеющих наибольшее распространение при возведении различных зданий и сооружений, более подробно приведены в [прил. 1, 2](#).

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлена большая популярность модульных опалубок?
2. Чем отличается балочно-ригельная опалубка от модульной опалубки?
3. При возведении каких сооружений используются специальные виды опалубочных систем?
4. Когда применяется контрфорсная опалубка?
5. Какие виды опалубки применяют для возведения перекрытий?
6. Какие опалубки являются самыми промышленными и технологичными?
7. Какие недостатки присущи скользящим опалубкам?

2. КЛАССИФИКАЦИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОПАЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ

2.1. Классификация опалубочных систем

В качестве исходной классификации опалубочных систем в данной работе использованы материалы [1, 2]. В дальнейшем эта классификация авторами усовершенствована в связи со следующими обстоятельствами:

существующие классификации [2, 9] выполнены на основании ГОСТ 23478—79 «Опалубка для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Классификация и общие технические требования», статус действия которого утрачен;

действующий государственный стандарт по опалубочным системам введен с 2003 года и актуализирован с 2006 года, тогда как рынок производства опалубочных систем за последние пять лет сделал значительный скачок по нововведениям.

Система соподчиненных понятий опалубочных систем, т. е. их классификация, всегда выполнялась, придерживаясь определенных признаков или критериев. Новая классификация опалубочных систем (прил. 1) учитывает отечественный опыт развития монолитного домостроения и зарубежный опыт развития опалубочных систем.

Предлагается выполнить классификацию по десяти признакам (рис. 2.1), ранее подобная классификация выполнялась только по восьми признакам. Добавлены признаки: функциональное назначение и основа опалубочной системы.



Рис. 2.1. Классификация опалубочных систем по десяти признакам

Индексация опалубки — один из важных этапов классификации опалубочных систем. Многообразие опалубочных систем требует их четкой индексации, т. е. условного цифрового и буквенного условного обозначения.

Существующая индексация [1] не соответствует международным стандартам, например международной ассоциации EAN (European Article Numbering) (Брюссель), и подделать любую опалубку не составит большого труда, что может привести к некачественному выполнению как опалубочных, так и бетонных работ. Слово индексация также не соответствует сущности выполняемой операции: во все времена опалубки маркировали.

Маркировка (от нем. *markieren*, от фр. *marquer*, англ. *marking* — отмечать, ставить знак) — нанесение условных знаков, букв, цифр, графических знаков или надписей на объект с целью его дальнейшей идентификации (узнавания), указания его свойств и характеристик.

Опалубочные системы должны иметь промышленную маркировку, которая отображает различные характеристики и особенности товаров, место и время их производства, соответствие товаров стандартам качества, различную информацию о производителе, например его награды или привилегии.

На наш взгляд, опалубочные системы также должны пройти маркировку по экологической безопасности, особенно несъемные пенополистирольные опалубки, которые опасны для окружающей среды. Знак петлей Мебиуса регулирует экологическую маркировку согласно международному стандарту ISO 14020. И этот знак должен быть на конструктивных элементах всех опалубочных систем.

Маркировка опалубочных систем должна четко соответствовать требованиям международной ассоциации EAN (национальной организации — ЮНИСКАН / EAN России), на основании которой выполняется штрихкодирование всей продукции, международному стандарту ISO 14020 и российскому классификатору выпускаемой продукции.

2.2. Критерии оценки эффективности применения опалубочных систем

Как показывает мировой рынок опалубочных систем, практически любое металлообрабатывающее предприятие способно выполнять заказы по изготовлению элементов опалубочных систем. На сегодняшний день более 200 предприятий производит те или иные компоненты, комплектующие или элементы опалубочного оборудования постоянно, а количество предприятий, выполняющих разовые заказы по изготовлению тех или иных элементов, учесть не представляется возможным.

Поэтому для определения эффективности применения современных опалубочных систем будут учитываться только те, производители которых оказывают весь комплекс услуг, сопряженных с поставками опалубочных систем, продают не штучный товар, а подходят к поставкам опалубки как к *продвижению инженерной системы*, снабжают предлагаемую продукцию достаточной инженерной поддержкой, имеют заметный оборот (более 100 млн р. в год) и известны на рынке более 1 года.

Основными критериями определения эффективности применения опалубочных систем служат: возможности представляемой продукции, спектр применения, уровень инженерной поддержки, доступность европейских консультантов (возможность привлечения экспертов для решения сложных инженерных задач), ценовая политика.

Для оценки эффективности применения современных опалубочных систем будет принята балльная система. Для этого сначала в табличной форме предлагается следующая шкала оценок по каждому критерию (табл. 2.1—2.5).

Таблица 2.1

Шкала оценок современных опалубочных систем по возможности представляемой продукции

Представляемая продукция	Шкала оценок						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Весь спектр продукции компании							
2. Готовые решения любого уровня сложности							
3. Большой парк оборудования в пользовании на территории РФ							
4. Гарантирует большое количество рабочих, хорошо знакомых с системой							
5. Удобная и простая система, хорошо зарекомендовавшая себя в жилищном строительстве							
6. Продукция высокого уровня качества							
7. Надежная, но устаревшая система							
8. Стеновая балочно-ригельная система							
9. Система опалубки перекрытий							

Таблица 2.2

Шкала оценок современных опалубочных систем по доступности европейских консультантов

Доступность европейских консультантов	Шкала оценок				
	1	2	3	4	5
1. Высокий уровень инженерной поддержки					
2. Обеспечена поддержка					
3. Приемлемый уровень поддержки					
4. Уровень поддержки не достаточен					
5. Нет четко отлаженной системы					

Таблица 2.3

Шкала оценок современных опалубочных систем по спектру применения

Спектр применения	Шкала оценок					
	1	2	3	4	5	6
1. Мировой лидер в области опалубочных решений						
2. Большой опыт применения оборудования во всех областях строительной отрасли						
3. Большой опыт применения оборудования только в жилищном строительстве						
4. Спектр применения ограничен возможностями системы						
5. Благодаря высокому уровню инженеров, компании удается реализовывать довольно сложные проекты						
6. Большой опыт и высочайший инженерный уровень						
7. Гибкость стратегии и индивидуальный подход к каждому клиенту						

Таблица 2.4

Шкала оценок современных опалубочных систем по уровню инженерной поддержки

Уровень инженерной поддержки	Шкала оценок		
	1	2	3
1. Предварительный расчет комплекта			
2. Точный расчет			
3. Расчеты с детализацией			

Таблица 2.5

Шкала оценок современных опалубочных систем по ценовой политике

Ценовая политика	Шкала оценок			
	1	2	3	4
1. Демпинг как маркетинговая стратегия				
2. Невысокая цена				
3. Оправданная цена, соответствующая уровню сервиса				
4. Завышенная цена				

Результаты оценки эффективности применения опалубочных систем для компаний, производимых опалубочные системы по приведенным критериям, приведены в [табл. 2.6.](#)

**Оценка эффективности применения опалубочных систем,
производимых различными компаниями**

Название компании	Критерии оценок и баллы по критериям					Сумма
	Представляемая продукция	Спектр применения	Уровень инженерной поддержки	Доступность европейских консультантов	Ценовая политика	
ООО «ПЕРИ»	7	6	3	4	1	21
ООО «ДОКА-Рус»	7	5	3	5	1	21
ЗАО «Фарезин-СПб»	7	4	2	3	3	19
ЗАО «МосМЕВА»	4	1	2	1	1	9
ЗАО «Алюмо-систем-монолитстрой»	2	3	3	0	3	11
ООО ХСИ	2	5	1	0	3	11
ООО «СТРОЙБЫТ»	2	3	3	4	3	15
ЗАО «СталФорм Инжиниринг»	2	5	3	0	3	13
ООО «Крамос»	2	5	2	1	1	11
ООО «Русьлесэкспорт»	2	5	2	0	3	12

На основании показателей эффективности применения опалубочных систем, производимых различными компаниями, составлены диаграммы (рис. 2.2, 2.3), где четко указано, какие опалубочные системы эффективнее применять.

Согласно диаграмме (см. рис. 2.3), экономически целесообразно применять опалубочные системы компании ЗАО «Фарезин-СПб», так как у этих опалубок невысокая цена, приемлемая поддержка европейских консультантов по монтажу, эксплуатации и демонтажу. Компания представляет весь спектр продукции, по уровню инженерной подготовки обеспечивает необходимый расчет систем. Однако опалубочные системы данной компании применимы только в жилищном строительстве. Головная компания ЗАО «Фарезин-СПб» — итальянский концерн опалубочных систем «FARESIN».

Компании ООО «ПЕРИ» и ООО «ДОКА-Рус» уступают ЗАО «Фарезин-СПб», так как у этих опалубок завышенная цена.

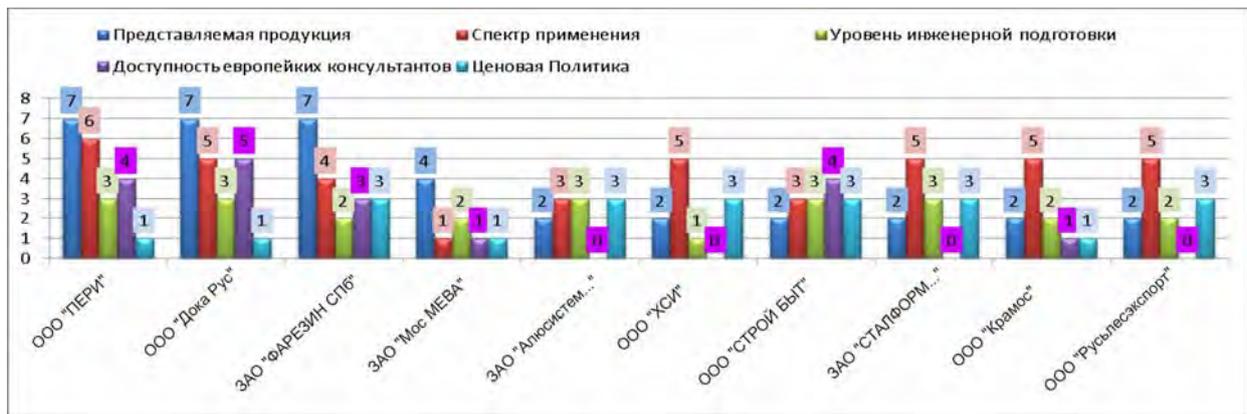


Рис. 2.2. Данные эффективности применения опалубочных систем по различным критериям



Рис. 2.3. Эффективность применения опалубочных систем, производимых различными компаниями, по суммарным показателям и ценовой политике

Выбор опалубочной системы для возведения обсуждаемого проекта должен включать несколько факторов:

1. Компания-поставщик должна обладать достаточным опытом по возведению сложных высотных объектов.

2. Примененная система должна учитывать сложность монтажа-демонтажа опалубочного оборудования на высотах более 54 м, необходимо учитывать ветровые нагрузки и вес системных элементов.

3. Для возведения высотных зданий необходимо применение подъемных механизмов (кранов) с системой гидравлической стабилизации и устройством транспортировки негабаритных грузов.

4. Использование стандартных опалубочных систем перекрытий на высотах более 70 м сопряжено с большим риском. Следовательно, необходимо участие компаний-производителей, располагающих технологиями высотного и сверхвысотного монолитного строительства.

На сегодняшний день решение такой инженерной задачи по силам как некоторым отечественным, так и западным компаниям. Принимая решение о выборе поставщика, следует оценивать стоимость и качество предлагаемой продукции и услуг, а также скорость поставок и возможности по экстренной допоставке комплектующих элементов.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируются опалубочные системы?
2. Какие виды несъемных опалубок по применению материалов существуют на данном этапе развития опалубочных систем?
3. Каким образом можно маркировать экологическую безопасность несъемных опалубок?
4. По каким критериям оценивают эффективность применения опалубочных систем?

3. ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПАЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ

Задача проектирования заключается в принятии рационального решения по срокам и последовательности выполнения процесса, составу технических средств, техническим нормам, количеству и составу звеньев (бригад) рабочих для выполнения опалубочных работ при возведении зданий и сооружений.

Процесс проектирования принимает вариантный характер, когда в каждом конкретном случае решений бывает несколько. В этом случае из имеющегося арсенала или вновь разрабатываемых технологических решений выполнения идентичных процессов может быть выбрано наиболее рациональное в заданных условиях конкретного объекта.

Поиск рационального решения основан на сравнительной оценке принятых к рассмотрению вариантов по одному или нескольким показателям эффективности, основными из которых являются себестоимость, трудоемкость и продолжительность выполнения процесса. Эффективным вариантом, принимаемым к дальнейшей разработке и осуществлению, является вариант, имеющий наименьшие значения по всем показателям. Однако на практике часты случаи, когда нет однозначности в различии показателей (например, при наименьшей себестоимости большая продолжительность и одинаковые трудоемкости и т. п.). Интегральные критерии оценки эффективности вариантов выполнения строительных процессов пока не разработаны. Поэтому в каждом конкретном случае целесообразно определять главный показатель и вести сравнение с учетом этого фактора. При этом следует иметь в виду, что себестоимость выполнения процесса косвенным образом учитывает затраты труда и продолжительность выполнения работ и отражает технический и организационный уровень данного процесса.

Поскольку опалубочные работы сопряжены с возведением монолитных зданий и сооружений, рассмотрим также вариантное проектирование технологии возведения монолитных зданий.

Практически любое здание или сооружение может быть возведено различными методами. При вариантном проектировании технологии возведения здания или сооружения устанавливают состав работ и состав строительных процессов, а также объемы работ и условия их выполнения. По исходным данным разрабатывают возможные технически целесообразные варианты возведения здания. Для рассматриваемых вариантов определяют технико-экономические показатели: себестоимость, трудоемкость, продолжительность строительства и прибыль от досрочного ввода.

Ориентировочно себестоимость возведения здания по каждому варианту может быть определена по формуле

$$C = (З + М + Э + Т_p) K_n,$$

где $З$ — заработная плата рабочих; $М$ — стоимость материалов, изделий и конструкций; $Э$ — затраты на эксплуатацию машин и механизмов; $Т_p$ — транспортные расходы; K_n — коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Заработная плата и трудоемкость работ определяются по существующим нормативным документам,¹ а также на основании калькуляций.

Затраты на эксплуатацию машин и механизмов определяются по формуле

$$\mathcal{E} = E + \mathcal{E}_Г T_{\phi} / T_{Г} + \mathcal{E}_{см} T_{\phi},$$

где E — единовременные расходы на перевозку, монтаж и демонтаж машины; $\mathcal{E}_Г$ — годовые эксплуатационные расходы, включая амортизационные отчисления; $\mathcal{E}_{см}$ — сменные эксплуатационные расходы; T_{ϕ} — фактическое число смен работы машины при выполнении процесса; $T_{Г}$ — нормативное число смен работы машины в течение года.

Стоимость материалов и транспортные расходы определяются по калькуляциям для конкретных условий. Продолжительность возведения здания определяется путем увязки всех процессов и построения линейных графиков или циклограмм. Трудоемкость работ измеряется в человеко-часах (чел.-ч) или человеко-днях (чел.-дни). Продолжительность измеряется в часах, сменах или днях.

Сопоставление вариантов опалубочных систем можно вести по общепринятой схеме [26], т. е. удельным приведенным затратам согласно формуле

$$C_{пр.уд} = C_e + E_n K_{уд},$$

где C_e — себестоимость монтажа 1 т опалубки, р./т; E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (в строительной отрасли принимают равным 0,15); $K_{уд}$ — удельные капитальные вложения, р./т.

$$C_e = \frac{1,08 C_{маш.-см.} + 1,5 \sum Z_{ср}}{\Pi_{н.см}},$$

где 1,08 и 1,5 — коэффициенты накладных расходов соответственно на эксплуатацию машин (в данном случае кранов, выполняющих монтаж и демонтаж опалубочных систем) и заработную плату монтажников, занятых на монтаже и демонтаже опалубочных систем; $C_{маш.-см.}$ — себестоимость машиносмены крана при монтаже и демонтаже опалубочных систем, р.; $\sum Z_{ср}$ — средняя заработная плата рабочих в смену, занятых на монтаже и демонтаже опалубок (с калькуляции трудовых затрат и заработной платы), р.; $\Pi_{н.см}$ — нормативная сменная эксплуатационная производительность крана на монтаже и демонтаже опалубок, т/см.

$$\Pi_{н.см} = P / n_{маш.-см.},$$

где P — масса опалубки, которую необходимо монтировать и демонтировать; $n_{маш.-см.}$ — количество машиносмен крана при монтаже и демонтаже опалубок (с калькуляции трудовых затрат и заработной платы), маш.-см.

¹ Разрешается также согласно ЕНиР.

Удельные капитальные вложения определяют по формуле

$$K_{\text{уд}} = C_{\text{и.р.}} t_{\text{см.}} / \Pi_{\text{н.см.}} T_{\text{г}},$$

где $C_{\text{и.р.}}$ — инвентарно-расчетная стоимость крана, р.; $t_{\text{см.}}$ — число часов работы крана в смену (принимают 8 ч), ч; $T_{\text{г}}$ — нормативное число часов работы крана в году, ч.

В [прил. 2](#) и [3](#) по предлагаемой технологии приведено вариантное проектирование опалубочных систем и технологии возведения конкретного монолитного здания.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит оптимальный выбор опалубочной системы?
2. По каким затратам выполняют сравнение различных опалубочных систем?
3. От чего зависит себестоимость монтажа опалубки?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование различных современных опалубочных систем дает возможность повысить технологичность строительного процесса. При этом сроки строительства и его качество напрямую зависят от качества используемой опалубки. Поэтому крайне важно, чтобы опалубочные системы были надежными, прочными и долговечными и имели хорошие механические характеристики. Они имеют различное назначение. От этого зависят требования, предъявляемые к прогибам, нагрузкам и точности их изготовления.

Эффективность опалубки определяется ее способностью видоизменяться и подстраиваться к требованиям объекта, а также легкостью и простотой сборки. Способ соединения и сборки компонентов и другие тонкости у каждой торговой марки свои. Каждую систему изготавливают, руководствуясь разработками ее специалистов. Естественно, что каждая фирма-производитель считает свои разработки и, соответственно, опалубки самыми лучшими и практичными.

Качественные опалубки могут быть изготовлены только на современном технологичном оборудовании по передовым технологиям. Производство отечественных опалубок основано на заимствовании мирового опыта, так как, в отличие от России, в Европе опалубками пользуются уже достаточно давно.

Экономичность возведения зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона, их долговечность, минимальные сроки строительства, небольшой вес зданий по сравнению со зданиями из других материалов, в частности кирпичных, выполнение работ в различных климатических и в стесненных условиях, индивидуальность, возведение зданий различной высоты и функционального назначения, применение инновационных технологий способствуют не только развитию монолитного строительства, но и разработке и внедрению новых опалубочных систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 52086—2003. Опалубка. Термины и определения. URL: http://snipov.net/c_4669_snip_105602.htm // Дата обращения: 01.09.2013.
2. *Антилов С. М.* Опалубочные системы для монолитного строительства : учебное издание. — М. : Изд-во АСВ, 2005. — 280 с.
3. Опалубка: история развития. URL: <http://tdbutovo.ru/stroiteh/5049-opalubka-istoriya-razvitiya.html> // Дата обращения: 01.09.2013.
4. Опалубочные системы «МЕВА». URL: <http://www.meva.ru/articles/237> // Дата обращения: 01.09.2013.
5. Технология строительного производства : учебник для вузов / С. С. Атаев, Н. Н. Данилов, Б. В. Прыкин, Т. М. Штоль, Э. В. Овчинников. — М. : Стройиздат, 1984. — 599 с.
6. *Афанасьев А. А.* Интенсификация работ по возведению зданий и сооружений из монолитного бетона. — М. : Стройиздат, 1990. — 384 с.
7. *Афанасьев А. А.* Бетонные работы : учеб. для проф. обучения рабочих на пр-ве. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1991. — 288 с.
8. *Шмит О. М.* Опалубки для монолитного бетона / Пер. с нем. Айнгорн Л. М.; под ред. Евдокимова Н. И. — М. : Стройиздат, 1987. — 160 с.
9. *Красный Д. Ю., Красный Ю. М.* Обеспечение качества при возведении зданий и сооружений из монолитного железобетона. — Екатеринбург : «Центр качества строительства», 2003. — 448 с.
10. *Волков Ю. С., Звездов А. И.* Бетон — основа для современных небоскребов // Всероссийский отраслевой журнал. Строительство. — 2004. № 5.
11. Технология возведения зданий и сооружений : учеб. для строит. вузов / В. И. Теличенко, А. А. Лапидус, О. М. Терентьев, В. В. Соколовский. — М. : Высш. шк., 2004. — 446 с.
12. Строительство и реконструкция зданий и сооружений городской инфраструктуры. Том 1. Организация и технология строительства / Под общ. ред. В. И. Теличенко. — М. : Изд-во АСВ, 2009. — 520 с.
13. *Зиневич Л. В., Галумян А. В.* Некоторые организационно-технологические особенности современного скоростного монолитного домостроения // Вестник МГСУ. 2009. № 1 (спецвыпуск). С. 29—30.
14. *Амбарцумян С. А., Мартиросян А. С., Галумян А. В.* Нормы выполнения опалубочных работ при скоростном монолитном домостроении // Промышленное и гражданское строительство. 2009. № 2. С. 39—41.
15. *Олейник П. П.* Организация строительного производства. — М. : Изд-во АСВ, 2010. — 576 с.
16. *Адамцевич А. О., Пустовгар А. П.* Оптимизация организации производственных процессов монолитного строительства // Вестник МГСУ. 2013. № 11. С. 242—248.
17. Техничко-экономическое обоснование и коммерческая оценка серии инновационных проектов монолитного строительства БПК. URL: <http://www.iatp.am/economics/econanaliz/1.doc> // Дата обращения: 01.09.2013.
18. Список стран по населению. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki> // Дата обращения: 01.09.2013.
19. Развитие монолитного строительства и современные опалубочные системы // С. Г. Абрамян, А. М. Ахмедов, В. С. Халилов, Д. А. Уманцев. Вестник ВолгГАСУ. Серия «Архитектура и строительство», № 36 (55), 2014. С. 231—240.
20. Высокие решения. Современные технологии в строительстве небоскребов. URL: http://www.gazeta.ru/realty/2013/11/06_a_5740893.shtml // Дата обращения: 01.09.2013.
21. Опалубочные системы. URL: <http://www.lenmonolit.ru/content/view/28> // Дата обращения: 01.09.2013.

22. Современные технологии возведения монолитных конструкций в опалубочных системах. URL: http://www.belniis.by/sites/default/files/markovskiy_m.f._sovremennye_tehnologii_vozvedeniya_monolitnyh_konstrukciy_v_opalubochnyh_sistemah.pdf // Дата обращения: 01.09.2013.

23. Скользящая опалубка — технология устройства. URL: <http://opalubok.ru/skolzyashhaya-opalubka-texnologiya-ustrojstva.html> // Дата обращения: 01.09.2013.

24. Возведение зданий в вертикально перемещаемых опалубках. URL: <http://tvzis.ru/gl24/index24.html> // Дата обращения: 01.09.2013.

25. ГОСТ Р 52085—2003. Опалубка. Общие технические условия. URL: http://snipov.net/s_4669_snip_1056/ // Дата обращения: 01.09.2013.

26. СН 509—78. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. URL: http://www.znaytovar.ru/gost/2/SN_50978_Instrukciya_po_oprede.html // Дата обращения: 01.09.2013.

Классификация опалубочных систем

Тип	Подтип	Характеристика	Область и особенности применения
1	2	3	4
1. Конструктивные признаки			
Разборно-переставная	Крупнощитовая (массой более 50 кг)	Модульная (щиты и/или другие элементы с фиксированными размерами, кратными определенному модулю)	Для бетонирования крупноразмерных конструкций, в том числе стен и перекрытий зданий и сооружений
		Разборная (из съемной палубы и набора несущих элементов, из которых в различном их сочетании собираются каркасы щитов, панелей, блоков, столов в зависимости от нагрузки с последующим креплением палубы, а также необходимых поддерживающих, соединительных и монтажных элементов)	То же
	Мелкощитовая (массой до 50 кг, допускающая монтаж опалубки вручную)	Модульная (щиты и/или другие элементы с фиксированными размерами, кратными определенному модулю)	Для бетонирования конструкций, в том числе с вертикальными (стен, колонн и т. п.), горизонтальными (перекрытий, ригелей и т. п.) и наклонными поверхностями различного очертания. Для стыков, проемов монолитных конструкций с небольшой опалубочной поверхностью. Может применяться вместе с крупнощитовой опалубкой для бетонирования небольших по объему и сложных по конфигурации монолитных конструкций и как вставка, в том числе в стесненных условиях производства

Тип	Подтип	Характеристика	Область и особенности применения
1	2	3	4
		Разборная (из съемной палубы и набора несущих элементов, из которых в различном их сочетании собираются каркасы щитов, панелей, блоков, столов в зависимости от нагрузки с последующим закреплением палубы, а также необходимых поддерживающих, соединительных и монтажных элементов)	То же
Подъемно-переставная	С шахтным подъемником	Состоит из щитов, отделяемых от бетонированной поверхности при подъеме, а также поддерживающих, крепежных, технологических элементов и приспособлений для подъема. Механизм подъема опалубки — шахтный подъемник	Для бетонирования вертикальных высотных сооружений с переменным сечением, например градирни, трубы
	С опиранием на сооружение	Состоит из щитов, отделяемых от бетонированной поверхности при подъеме, а также поддерживающих, крепежных, технологических элементов и приспособлений для подъема. При подъеме опирается на конструкции сооружения	То же
Блочная	Внешнего контура (блок-форма)	Состоит из пространственных блоков	Применяется для бетонирования замкнутых и отдельно стоящих конструкций типа колонн, ступенчатых фундаментов, ростверков и др.
	Внутреннего контура	Состоит из пространственных блоков внутренней поверхности замкнутых ячеек	Применяется для бетонирования замкнутых внутренних поверхностей квартир, комнат, лифтовых шахт
	Внутреннего (внешнего) контура, разъемная	Состоит из разъемных блоков	Для бетонирования стен, фундаментов

Тип	Подтип	Характеристика	Область и особенности применения
1	2	3	4
	Внутреннего (внешнего) контура, неразъемная	Состоит из неразъемных блоков	Для бетонирования фундаментов
	Внутреннего (внешнего) контура, переналаживаемая	Допускает изменение размеров в плане и по высоте	То же
Объемно-переставная	П-образная	Состоит из П-образных секций, которые при установке в рабочее положение образуют в поперечном сечении опалубку П-образной формы	Для одновременного бетонирования стен и перекрытий
	Г-образная	Состоит из Г-образных полусекций которые при установке в рабочее положение образуют в поперечном сечении опалубку П-образной формы	То же
	Универсальная	Состоит из П-образных секций, Г-образных полусекций и дополнительных сочетающихся элементов опалубки других конструкций	Для одновременного бетонирования стен и перекрытий, колонн, перегородок, диафрагм и др.
Скользкая		Перемещается вертикально домкратами по мере бетонирования монолитной конструкции. Состоит из щитов, домкратных рам, домкратных стержней, подъемных механизмов (домкратов, насосных или других подъемных станций) и технологических элементов (рабочий пол, подмости)	Для бетонирования вертикальных (главным образом высотой более 40 м) стен зданий и сооружений, преимущественно постоянного сечения

Тип	Подтип	Характеристика	Область и особенности применения
1	2	3	4
Горизонтально-перемещаемая	Катучая (катящая)	Перемещение осуществляется на тележках и при помощи других приспособлений	Для бетонирования протяженных стен, туннелей, возводимых открытым способом, и других подобных сооружений
	Туннельная	Перемещение осуществляется с помощью специальных механизмов с гидравлическим, механическим или другим приводом	Для бетонирования отделки туннелей, возводимых закрытым способом
Пневматическая	Подъемная	Состоит из формообразующей гибкой воздухоопорной оболочки или пневматических поддерживающих элементов с формообразующей оболочкой, поддерживаемых в рабочем положении избыточным давлением воздуха. Формообразующая оболочка поднимается в проектное положение вместе с уложенной на нее бетонной смесью	Для бетонирования пространственных монолитных конструкций криволинейного очертания, например сферы, купола и т. п.
	Стационарная	Состоит из формообразующей гибкой воздухоопорной оболочки или пневматических поддерживающих элементов с формообразующей оболочкой, поддерживаемых в рабочем положении избыточным давлением воздуха. Формообразующая поверхность поднимается в рабочее положение, после чего осуществляется бетонирование, например, методом торкретирования	То же
Несъемная	Включаемая в расчетное сечение конструкции	Включена в расчетное сечение бетонной конструкции	Для бетонирования конструкций без расплубливания
	Не включаемая в расчетное сечение конструкции	Не включена в расчетное сечение бетонной конструкции	То же
	Со специальными свойствами	Может включаться или не включаться в расчетное сечение монолитной конструкции	Гидроизоляция, декоративная отделка, защитная облицовка и др.

Тип	Подтип	Характеристика	Область и особенности применения
1	2	3	4
2. Вид бетонируемых конструкций			
Вертикальная		Модульная	Для бетонирования вертикальных монолитных конструкций различных конфигураций, в том числе стен, колонн и других подобных конструкций
Наклонно-вертикальная			Для бетонирования наклонно-вертикальных монолитных конструкций различных конфигураций, в том числе стен, колонн и других подобных конструкций
Горизонтальная			Для бетонирования горизонтальных монолитных конструкций, в том числе перекрытий, эстакад, пролетных строений мостов и других подобных сооружений
Горизонтально-наклонная монолитная			Для бетонирования горизонтально-наклонных монолитных конструкций, в том числе перекрытий, эстакад, пролетных строений мостов и других подобных сооружений
Фундаменты			Только для бетонирования фундаментов
Ростверки			Только для бетонирования ростверков
Стены			Только для бетонирования стен
Колонны			Только для бетонирования колонн
Перекрытия (в том числе балочные и ребристые)			Для бетонирования балочных и ребристых перекрытий
Купола (сферы, оболочки, своды)			Для бетонирования оболочек, сводов, сферических поверхностей, тонкостенных конструкций

Тип	Подтип	Характеристика	Область и особенности применения
1	2	3	4
Пролетных строений мостов, эстакад и других подобных сооружений			Для бетонирования пролетных строений мостов, эстакад

3. Материал формообразующих элементов

Металлическая	Стальная	Изготавливается из листовой стали толщиной 1,5...2 мм и прокатного профиля (уголок, швеллер), либо из алюминия. Такая опалубка является многоразовой и может выдерживать свыше 200 циклов. Металлической бывает как мелкощитовая, так и крупнощитовая инвентарная опалубка вертикального или горизонтального назначения	Для бетонирования вертикальных, горизонтальных и наклонных монолитных конструкций различных конфигураций
	Алюминиевая		Для бетонирования вертикальных, горизонтальных и наклонных тонкостенных монолитных конструкций различных конфигураций
На основе цементных вяжущих	Железобетонная		Для бетонирования вертикальных, горизонтальных и наклонных монолитных конструкций различных конфигураций
	Асбестоцементная		Для бетонирования вертикальных, горизонтальных и наклонных тонкостенных монолитных конструкций различных конфигураций
	Стеклоцементная		То же
	Армоцементная		Для бетонирования вертикальных, горизонтальных и наклонных монолитных конструкций различных конфигураций

Тип	Подтип	Характеристика	Область и особенности применения
1	2	3	4
Пластиковая	Из полиэфирных покрытий		Для бетонирования вертикальных, горизонтальных и наклонных тонкостенных монолитных конструкций
	Листовые пластики		То же
	Пластиковые формы		То же
Деревянная	Из пиломатериалов	Изготавливается из хвойной древесины влажностью не более 25 %, а также из водостойкой фанеры и ОСП, ДСП и ДВП. В зависимости от вида древесного материала, изготовленная из него опалубка служит от 5 до 15 раз	Для бетонирования наклонно-вертикальных монолитных конструкций различных конфигураций, в том числе стен, колонн и других подобных конструкций
	С обшивкой из древесных плит		То же
	С обшивкой из фанеры		То же
Комбинированная	Представляет собой стальные щиты с деревянными монтажными элементами	Она долговечнее деревянной, но обрабатываемость у нее ниже, чем у чисто металлической	То же
Из мягких материалов	Из неармированной резины		Для бетонирования оболочек, сводов, сферических поверхностей, тонкостенных конструкций
	Из прорезиненных тканей		То же
	Из армированных пленок		То же
4. Класс обеспечения точности геометрических параметров			
			Для бетонирования практически всех конструкций
5. Применяемость при различной температуре наружного воздуха			
Неутепленная			Для бетонирования конструкций при положительных температурах наружного воздуха

Тип	Подтип	Характеристика	Область и особенности применения
1	2	3	4
Утепленная			Для предохранения бетона от замерзания и охлаждения в зимних условиях, от перегрева в условиях жаркого климата
Греющая			Для бетонирования монолитных конструкций в условиях низких температур окружающего воздуха (от +5 °С), а также для ускорения твердения бетона, как в летних, так и в зимних условиях
6. Характер ее воздействия на бетон			
Специальная			Применяется для придания бетону или поверхности бетона специальных свойств, в том числе создание рельефа, поверхности с повышенной плотностью, а также с переменным термическим сопротивлением и др.
7. Оборачиваемость			
Разового применения			Применяется один раз, например несъемная
Индивидуальная			Применяется один раз или имеет ограниченную оборачиваемость; для уникальных, неповторяемых конструкций
Инвентарная			Применяется многократного
8. Функциональное назначение			
Универсальная (многофункциональная)			Применяется для множества строительных целей
Специализированная			Для бетонирования конкретного конструктивного элемента здания стен, перекрытий, лифтовых шахт, колонн

Тип	Подтип	Характеристика	Область и особенности применения
1	2	3	4
9. Основа опалубочной системы			
Балочная		Система включает в себя опалубочные плиты, балки, ригели, подпорные элементы, элементы крепления. Балки двутаврового сечения, выполненные из древесины, являются основой системы	Для бетонирования практически всех конструкций
Рамная		Рамная система включает в себя каркасные щиты, подпорные элементы и детали крепежа. Щиты состоят из несущей металлической рамы, ребер жесткости и опалубочной плиты	Для бетонирования практически всех конструкций
10. Класс опалубки			
1	Все типы опалубки в зависимости от точности изготовления, точности монтажа и обрачиваемости		Бетонирование особо ответственных монолитных конструкций, отклонение швов не более 0,8 мм
2			Отклонение швов не более 1,5 мм
3			Оговаривается с заказчиком

Примечание. Для многократного использования палубы ее поверхность (как правило, ламинированная фанера) должна легко отделяться от застывшего бетона, не оставляя на нем неровностей.

Приложение 2

Опалубка стеновая и для перекрытий

Наименование	Отличительные особенности
<p data-bbox="236 309 719 376">Опалубка крупнощитовая «Гамма-Каскад»</p> 	<p data-bbox="847 300 1406 551"> Допустимая нагрузка: 80 кН/м²; прогиб при допустимой нагрузке: не более $L/400$; высота щитов: 3,3 м / 3 м / 1,5 м; ширина щитов: от 0,3 м до 1,2 м; вес 1 м²: ~45 кг; скорость бетонирования: не ограничена </p>
<p data-bbox="217 797 740 864">Опалубка стен крупнощитовая Гамма (аналог PERI TRIO)</p> 	<p data-bbox="791 792 1406 1429"> Стальной высокопрочный цельнокатанный профиль толщиной 3,5 мм замкнутого сечения гарантирует высокую жесткость, геометрическую точность щитов; обеспечивает долговечность щитов опалубки при работе в самых тяжелых условиях; универсальный замок «Гамма 3 в 1» выравнивает, стягивает щиты опалубки, позволяет использовать вставку до 100 мм и обходиться без наружного угла; конструкция опалубки позволяет быстро и без усилий очистить отверстие под стяжку от бетона (допустимая нагрузка 90 кН/м, скорость бетонирования не ограничена); 100 % фосфотация и порошковая окраска щитов придают опалубке коррозионную стойкость и привлекательный внешний вид </p>
<p data-bbox="213 1447 743 1514">Опалубка стен крупнощитовая DOKA FRAMAX</p> 	<p data-bbox="791 1442 1406 2040"> Высокая оборачиваемость благодаря прекрасному качеству обработки и чрезвычайно высокой долговечности плиты XLIFE; минимальное количество дорогостоящих компенсационных вставок благодаря постоянному шагу модульной сетки; экономия до 12 % на анкерах и доводочных работах за счет увеличения интервалов между анкерами до 1,35 м; длительный срок эксплуатации благодаря оцинкованной стальной раме с лаковым покрытием; сокращение кранового времени благодаря компактным переставным секциям; отлаженная схема опалубочных работ даже в стесненном пространстве благодаря односторонней анкерной системе MONOTEC </p>

Наименование	Отличительные особенности
<p data-bbox="209 253 746 286">Опалубка стен крупнощитовая Крамос</p> 	<p data-bbox="794 253 1410 792">Стеновая опалубка Крамос Симба может применяться как на крупных, так и на малых строительных объектах, что обеспечивается наличием необходимого количества типоразмеров щитов и комплектующих; соответствует I классу согласно ГОСТ Р 52085—2003, что подтверждено сертификатом соответствия RU.ACK.025.055.1.ПР.00116. Расчеты и испытания элементов опалубки показывают их возможности, в частности, все щиты имеют высокую жесткость конструкции (прогибы не более 1/400 пролета при давлении бетонной смеси 80 кН/м²), опалубка позволяет получать качественные поверхности стен, не требующие последующей отделки</p>
<p data-bbox="201 804 754 875">Опалубка стен крупнощитовая стальная AGS-M (аналог ДОКА)</p> 	<p data-bbox="794 804 1410 1088">Совместимость с опалубкой ДОКА; горячее цинкование стального каркаса щита; наличие распалубочных углов; наличие крупноформатного щита шириной 2,4 м; два стяжных болта на щит при высоте конструкции до 3,3 м</p>
<p data-bbox="209 1261 746 1332">Опалубка стен крупнощитовая универсальная Мекос Прима</p> 	<p data-bbox="794 1261 1410 1720">Опалубка представляет собой форму для монолитных конструкций; щит состоит из каркаса и палубы, выполняет функцию формообразующего элемента; палуба является элементом щита, образующим его рабочую поверхность; опалубочная панель переназначена для опалубливания всей поверхности, состоит из нескольких соединенных между собой щитов; блок опалубки — пространственный элемент, замкнутый по периметру</p>
<p data-bbox="217 1740 738 1774">Опалубка стен крупнощитовая Мекос</p> 	<p data-bbox="794 1740 1410 1984">Опалубка производится в соответствии с ТУ 5225-009-56813011—2011; климатическое исполнение опалубки У, категория 1 по ГОСТ 15150; оборачиваемость стального каркаса — не менее 300, палубы — не менее 80; несущая способность — 8 тс/м²</p>

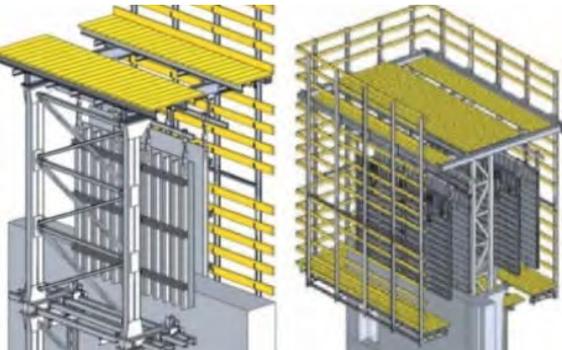
Наименование	Отличительные особенности
<p data-bbox="220 248 735 286">Опалубка крупнощитовая PERI TRIO</p> 	<p data-bbox="794 248 1410 607"> Универсальная рамная опалубка; легкая алюминиевая система совмести- ма со стальной системой PERI TRIO; панельная опалубка для промышленно- го строительства; разновидность TRIO для особой лице- вой поверхности бетона; самая быстрая версия TRIO; версия TRIO, обеспечивающая наи- высший уровень безопасности </p>
<p data-bbox="212 636 743 712">Опалубка стен крупнощитовая алюми- ниевая Агрисовгаз</p> 	<p data-bbox="794 636 1410 741"> Допустимая нагрузка на щиты 80 кПа; оборачиваемость алюминиевого карка- са до 300 циклов </p>
<p data-bbox="268 1095 687 1171">Опалубка стен крупнощитовая Фаворит-ДАК</p> 	<p data-bbox="850 1095 1155 1200"> Линейные щиты; универсальные щиты; угловые щиты </p>
<p data-bbox="212 1543 743 1619">Опалубка фундаментов мелкощитовая стальная МСК</p> 	<p data-bbox="794 1543 1410 2020"> Соответствует I классу по ГОСТ Р 52085—2003; совместима с опалубкой PASCHAL; малый вес щита; возможность формирования любых вы- сот с шагом 250 мм; высокая ремонтпригодность в услови- ях стройплощадки; уникальные крепежные элементы и на- личие распалубочных элементов; фанерная палуба WISA-FORM (Фин- ляндия) и комплектующие производства DSI (Германия) </p>

Наименование	Отличительные особенности
<p>Опалубка стальная мелкощитовая ХСИ</p> 	<p>Масса самого большого щита составляет менее 50 кг, что позволяет осуществлять монтаж вручную;</p> <p>быстрое соединение щитов с помощью ударного замка;</p> <p>монтаж мелкощитовой опалубки очень прост и не требует специальной подготовки строителей</p>
<p>Опалубка лифтовых шахт балочно-ригельная</p> 	<p>Идеальное качество поверхности;</p> <p>высокая несущая способность и возможность бетонировать стены большой высоты за один этап;</p> <p>универсальность опалубки, позволяющая выполнять работы любой сложности и конфигурации;</p> <p>возможность собирать большие карты, заметно облегчающая время монтажа опалубки;</p> <p>уникальная конструкция, позволяющая использовать данную систему там, где применение других видов опалубочных систем не допускается;</p> <p>относительная дешевизна;</p> <p>собственное производство, позволяющее в кратчайшие сроки поставить опалубку на объект</p>
<p>Опалубка стен крупнощитовая Дельта (аналог Meva)</p> 	<p>Расчетная нагрузка: 9 т/м²;</p> <p>оборачиваемость стального каркаса: не менее 400 циклов;</p> <p>прогиб при доступной нагрузке: не более $L/400$;</p> <p>высота щитов: 3 м и 3,3 м (по желанию 0,6 м, 1,2 м, 1,5 м);</p> <p>ширина щитов: от 0,3 до 1,2 м;</p> <p>материал: сталь;</p> <p>относится к I классу прочности по ГОСТ Р52085—2003;</p> <p>универсальный замок позволяет применять доборный брус до 280 мм;</p> <p>на щитах имеются элементы безопасности в виде приваренных скоб;</p> <p>совместима с опалубкой MEVA и DOKA</p>

Наименование	Отличительные особенности
<p data-bbox="212 253 743 324">Опалубка Гамма-Радиус с изменяемой геометрией</p> 	<p data-bbox="794 253 1406 456">Опалубка состоит из комплекта щитов, воспринимающих все нагрузки при бетонировании, и вспомогательных устройств, обеспечивающих установку ее в проектное положение, выверку и обслуживание опалубки при производстве работ;</p> <p data-bbox="794 465 1406 533">щиты соединяются в монтажные панели с помощью универсальных замков «Гамма»;</p> <p data-bbox="794 542 1406 633">щиты имеют высоту 3 м и 3,3 м. При необходимости возможно изготовление щитов высотой до 6м;</p> <p data-bbox="850 642 1369 676">расчетная нагрузка на щиты 80 кН/м²</p>
<p data-bbox="201 719 754 752">Опалубка радиусная балочно-ригельная</p> 	<p data-bbox="794 712 1406 779">Гарантирует идеальное качество поверхности бетона и геометрии стен;</p> <p data-bbox="850 788 1406 855">дает возможность изменения кривизны щитов и подстройки под размеры;</p> <p data-bbox="794 864 1406 956">дает возможность формирования стен с радиусом от 2,5 м и высотой до 4,5 м за одну заливку</p>
<p data-bbox="312 1128 647 1200">Опалубка контрфорсная балочно-ригельная</p> 	<p data-bbox="794 1122 1406 1189">Может использоваться совместно с другими видами стеновых опалубочных систем;</p> <p data-bbox="794 1198 1406 1335">конструкция системы рассчитана таким образом, что надежно защищает всю конструкцию от опрокидывания и всплытия при возникающих нагрузках;</p> <p data-bbox="794 1344 1406 1435">возможность работы до высоты 6 м при одностороннем бетонировании, при соблюдении правил заливки бетона;</p> <p data-bbox="794 1444 1406 1536">собственное производство, позволяющее в кратчайшие сроки поставить опалубку на объект</p>
<p data-bbox="233 1592 727 1664">Опалубка перекрытий на объемных стойках ХСИ</p> 	<p data-bbox="794 1581 1406 1807">Надежность в эксплуатации, сведение к минимуму роли человеческого фактора. Даже при некачественной сборке система незначительно теряет в жесткости, кроме того, сам факт ошибки рабочего легко обнаружить при простом осмотре;</p> <p data-bbox="794 1816 1406 1908">возможность использования объемной стойки как строительные леса клинового типа;</p> <p data-bbox="794 1917 1406 2031">простота и высокая скорость монтажа/демонтажа объемных стоек (возможна любая геометрия строения при допустимой высоте);</p>

Наименование	Отличительные особенности
	<p>максимально допустимая нагрузка на ригель, что позволяет одновременно заливать палубу и ригель;</p> <p>сборка на начальном этапе производится двумя рабочими, затем — одним;</p> <p>высокая гибкость за счет шага длины, ширины, высоты;</p> <p>нет необходимости в вертикальной юстировке</p>
<p>Опалубка перекрытий производства OPALUBKA.COM (штапельные башни, вышки-туры)</p> 	<p>Высокая скорость монтажа;</p> <p>не требует трудоемких статических расчетов;</p> <p>сборка конструкции осуществляется без применения мелких деталей (пальцы, шпильки), которые обычно теряются;</p> <p>монтаж возможен в вертикальном и горизонтальном положениях;</p> <p>снижает количество металлоконструкций для опоры палубы перекрытия.</p> <p>состоит всего из пяти элементов, что упрощает сборку</p>
<p>Опалубка перекрытий на телескопических стойках</p> 	<p>Стойка СО высотой 3,7 м имеет рабочий диапазон по высоте, который соответствует большинству высот, заложенных в проектах, и составляет от 2025 до 3715 мм; прочие стойки СОЗ могут иметь диапазон работ от 1485 до 4950 мм;</p> <p>опорная гайка стойки выполнена из ковкого чугуна, который Европейские институты рекомендуют для использования в строительстве при высоких ударных нагрузках;</p> <p>абсолютно все стойки любой партии показывают стопроцентное соответствие заявленным техническим показателям;</p> <p>грузоподъемность до 3 т (допустимая нагрузка зависит от схемы крепления);</p> <p>рабочие диапазоны по высоте позволяют осуществлять привязку к проектам любой сложности;</p> <p>легкая конструкция;</p> <p>высокая скорость монтажа и демонтажа;</p> <p>удобство транспортировки и хранения</p>
<p>Опалубка перекрытий на основе системы столов</p> 	<p>Рассчитана на большую высоту и большую нагрузку;</p> <p>столы быстро перемещаются с помощью транспортной тележки с домкратом;</p> <p>отдельные элементы просто монтируются при помощи самоблокирующегося фиксатора</p>

Опалубка вертикально перемещаемая

Наименование	Отличительные особенности
<p>Опалубка гидравлическая самоподъемная для силосов и труб</p> 	<p>В качестве щитов опалубки применяются индивидуально изготовленные стальные щиты;</p> <p>возможно использование фанерной либо дощатой палубы, что может значительно снизить вес итоговой конструкции</p>
<p>Опалубка гидравлическая самоподъемная для ядер жесткости зданий</p> 	<p>Экономически целесообразно применять данную технологию при высоте объекта от 40 м;</p> <p>качество поверхности стен выше, так как отсутствуют многочисленные горизонтальные холодные швы в стенах ядра жесткости здания;</p> <p>высокая скорость монтажа опалубки в начале строительства (3...4 недели), скорость демонтажа опалубки после строительства (2...3 недели)</p>
<p>Опалубка гидравлическая самоподъемная для градирен</p> 	<p>Используется при строительстве любых типов градирен и труб;</p> <p>производство и расчет опалубки требует участия команды профессионалов, а производство работ требует тщательно проработанной документации на каждый этап;</p> <p>высококачественная опалубка, произведенная в Германии;</p> <p>низкая стоимость;</p> <p>полное инженерное сопровождение объекта (шеф-монтаж)</p>
<p>Опалубка гидравлическая скользящая для вертикальных конструкций</p> 	<p>Скорость подъема опалубки до 3 м/сут;</p> <p>стальная палуба с оборачиваемостью не менее 200 циклов</p>

Наименование	Отличительные особенности
<p data-bbox="213 255 738 322">Опалубка гидравлическая скользящая для ядер жесткости зданий</p> 	<p data-bbox="788 248 1406 353">Экономически целесообразно применять данную технологию при высоте объекта от 40 м;</p> <p data-bbox="788 360 1406 573">значительно дешевле метода самоподъемно-переставной гидравлической опалубки; качество поверхности стен выше, так как отсутствуют многочисленные горизонтальные холодные швы в стенах ядра жесткости здания;</p> <p data-bbox="788 580 1406 719">высокая скорость монтажа опалубки в начале строительства (2 недели), скорость демонтажа опалубки после строительства — (1,5 недели);</p> <p data-bbox="788 725 1406 792">высокая геометрическая точность ядра жесткости;</p> <p data-bbox="788 799 1406 904">возможность применять высокотехнологичные методы по стыковке арматуры LENTON;</p> <p data-bbox="788 911 1406 978">возможность ведения работ в зимнее время;</p> <p data-bbox="788 985 1406 1052">возможность сформировать ядро жесткости со скоростью скольжения 3...6 м/сут;</p> <p data-bbox="788 1059 1406 1126">значительное снижение общего времени строительства</p>
<p data-bbox="188 1140 764 1207">Опалубка мостовых опор гидравлическая скользящая</p> 	<p data-bbox="788 1133 1406 1272">Имеет высокие показатели по несущей способности и скорости работы (скорость возведения опоры моста составляет 4...6 м в сутки);</p> <p data-bbox="788 1279 1406 1346">использует немецкие и шведские комплектующие</p>
<p data-bbox="245 1621 707 1655">Консольно-переставная опалубка</p> 	<p data-bbox="788 1615 1406 1682">Максимальная высота бетонирования за один цикл составляет 5,3 м;</p> <p data-bbox="788 1688 1406 1756">при отодвинутой опалубке обеспечивается монтажная площадка шириной 650 мм;</p> <p data-bbox="788 1762 1406 1901">консольно-переставные подмости ХСИ используются в составе как с балочно-ригельной, так и с крупнощитовой стальной и алюминиевой опалубкой;</p> <p data-bbox="788 1908 1406 1975">высокая несущая способность консолей позволяет складирование арматуры</p>

Учебное электронное издание

Абрамян Сусанна Грантовна
Ахмедов Асвар Микдадович

СОВРЕМЕННЫЕ ОПАЛУБОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

Учебное пособие

Начальник РИО *М. Л. Песчаная*
Редактор *Р. В. Худадян*
Компьютерная правка и верстка *М. А. Денисова*

Минимальные систем. требования:
PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0.

Подписано в свет 01.10.2015.
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 4,3. Объем данных 15,8 Мбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
Редакционно-издательский отдел
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru