

**И.Г. Совалов**

**Бетонные и железобетонные  
работы**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 528  
ББК 38.2  
И11

И.Г. Совалов  
И11      Бетонные и железобетонные работы / И.Г. Совалов – М.: Книга по Требованию, 2013. – 336 с.

**ISBN 5-274-00122-X**

Бетонные и железобетонные работы являются одним из основных видов строительных работ, а профессии бетонщика и арматурщика — массовыми строительными профессиями. Для овладения ими в совершенстве необходимы теоретические знания в сочетании с умением применить их на практике, и изучение прогрессивных технологий, и непременно творческое, заинтересованное отношение к своему труду. Только тогда будет возможно осуществить одну из неотложных задач, решение которой диктует сама жизнь в процессе перестройки и которая сформулирована Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года: «Поднять общественный престиж высококачественного труда и профессионального мастерства...». Эта задача определяет содержание настоящей книги, имеющей целью повышение квалификации и мастерства рабочих всех специальностей, занятых на бетонных и железобетонных работах. Важно подчеркнуть, что здесь имеется в виду не только комплекс этих работ на строительной площадке, но также и работы по изготовлению опалубки и арматуры, приготовлению и транспортированию бетонной смеси. Изложение построено по ходу технологического процесса. Раздел первый «Опалубочные работы» содержит сведения об основных типах широко применяемой разборно-переставной, многооборотируемой и инвентарной опалубки, а также о специальных видах опалубки — объемно-блочной, циклично-переставной и скользящей, сведения об изготовлении, установке и разборке опалубки. В разделе втором «Арматурные работы» приведены данные об арматурных стаях, способах механической обработки и электрической сварки арматуры, типах и способах изготовления и монтажа арматуры, а также об ее приемке и контроле качества. Раздел третий «Бетонные работы» содержит основные сведения о бетоне и составляющих его материалах; приготовлении, транспортировании, подаче и распределении и уплотнении бетонной смеси; уходе за бетоном и контроле его качества, а также о производстве бетонных работ в зимних условиях и условиях сухого жаркого климата. В каждом из трех указанных разделов даны основные правила безопасного ведения работ. Раздел четвертый «Технология и организация возведения железобетонных конструкций» содержит краткое описание методов бетонирования конструкций различных видов, а также основные принципы организации опалубочных, арматурных и бетонных работ.

**ISBN 5-274-00122-X**

© Издание на русском языке, оформление

«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,

«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, кляксы, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Отражена также специфика производства работ в условиях сухого, жаркого климата, где лишь в последние годы правильные методы борьбы с явлением пластической усадки позволили разработать технологию бетонирования, обеспечивающую требуемое качество бетона, и свести к минимуму растрескивание бетонных поверхностей.

Книга написана докт. техн. наук лауреатом Государственных премий СССР И. Г. Соваловым и канд. техн. наук Я. Г. Могилевским (предисловие и разделы I, II, III, IV), канд. техн. наук В. И. Островогольским (главы 16 и 17 в разделе III).

### *От редакции*

При планировании выпуска литературы издательство старается учитывать читательский спрос на книги определенной тематики и направленности, повысить их информативность и качество. В связи с этим редакции важно знать, какая оценка будет дана читателями выпущенной книге, какие возникнут пожелания по улучшению ее содержания и оформления. Хотелось бы в том числе получить ответы на следующие вопросы:

1. Ваша профессия?
2. Часто ли пользуетесь в своей работе книгами, выпускаемыми Стройиздатом? Какими?
3. Какой вид литературы (справочники, учебники, производственно-техническая книга) пользуется, по Вашему мнению, наибольшим спросом?
4. Какой материал в настоящей книге представил для Вас наибольший интерес?
5. Удовлетворяет ли Вас качество и содержание иллюстративного материала в настоящей книге?
6. Какие темы Вы считаете необходимым осветить в ближайшее время?

Редакция с благодарностью примет все пожелания и рекомендации, которые следует присыпать по адресу: 101442, Москва, Каляевская, 23а, редакция литературы по экономике, организации и управлению строительством.

# РАЗДЕЛ I. ОПАЛУБОЧНЫЕ РАБОТЫ

## ГЛАВА I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### Опалубка и ее назначение

«Опалубкой» называют временную вспомогательную конструкцию, которая после установки в рабочее положение образует форму для укладки бетонной смеси.

Плоскость опалубки, которая непосредственно соприкасается с монолитной бетонной смесью, называют *панелью*.

Опалубка позволяет придать нужную форму бетонной смеси до ее затвердевания; определяет правильность размеров и положение в пространстве бетонируемой конструкции, взаимное расположение ее частей, а также качество поверхности бетона и его прочность. Снижение прочности может произойти из-за потерь раствора и образования раковин при наличии неплотностей в опалубке.

Опалубка со специальными теплоизлучателями позволяет ускорять твердение бетона. Такая опалубка находит применение для обогрева бетонной смеси в процессе ее кристаллизации при возведении различных монолитных конструкций, начиная от тонкостенных в жилых и гражданских зданиях и кончая конструкциями большой массивности.

В зависимости от положения в пространстве бетонируемых конструкций и их функционального назначения опалубку классифицируют следующим образом:

для вертикальных поверхностей;

для горизонтальных и наклонных поверхностей;

для одновременного бетонирования стен и перекрытий;

для бетонирования фундаментов.

По конструктивным признакам выделяют следующие наиболее распространенные виды опалубок:

разборно-переставная (мелкощитовая и крупнощитовая);

объемно-переставная;

блок-формы;

блочная;

скользящая;

несъемная.

Для бетонирования стен в основном находят применение мелкощитовая, крупнощитовая, объемно-переставная и скользящая опалубка.

Для бетонирования перекрытий используют: разборно-переставную опалубку с поддерживающими элементами; крупнощитовую, в которой опалубочные поверхности и поддерживающие элементы объединены в объемную конструкцию, целиком переставляемую краном.

Для одновременного бетонирования стен и перекрытий применяют объемно-переставную опалубку.

Для изготовления фундаментов из монолитного железобетона применяют разборно-переставную опалубку, блок-формы и блочную опалубку.

### **Материалы, применяемые для опалубки**

**Общие сведения.** До недавнего времени основными материалами, из которых выполнялись элементы опалубки, в том числе и палубы, были пиленая древесина и металл. Сейчас номенклатура опалубочных материалов составляет более десяти наименований, а если учесть разнообразные клеи, смолы и лаки для покрытия, то число используемых материалов возрастает почти вдвое.

Наиболее широко для изготовления опалубки применяют: древесину, фанеру или производные древесины (древесностружечные или древесноволокнистые плиты с использованием пиломатериалов), металл (сталь), комбинацию материалов (сталь и древесина, сталь и фанера, древесина и пластмасса), а также армоцемент или железобетон.

**Древесина.** Для изготовления опалубки используют пиломатериалы из хвойных пород древесины (ГОСТ 8486—86Е) и лиственных (ГОСТ 2695—83). Элементы опалубки, непосредственно соприкасающиеся с бетоном, изготавливают из пиломатериалов не ниже III сорта. Для поддерживающих элементов, испытывающих только вертикальные нагрузки, могут быть использованы пиломатериалы III сорта, но с предварительной отбраковкой в соответствии с основными требованиями, предъявляемыми к пиломатериалам II сорта (отсутствие сучков и трещин). Все остальные поддерживающие элементы опалубки изготавливают из пиломатериалов II сорта, при-

чем для стоек и прогонов применяют древесину только хвойных пород.

Влажность древесины, используемой для щитов опалубки, должна составлять 15...20 %, а для остальных элементов — до 25 %. Необходимо, чтобы доски, примыкающие к бетону, были остроганы и имели ширину не более 150 мм и толщину не менее 19 мм.

**Фанера.** Для изготовления щитов опалубки, используемых при бетонировании внутренних ограждающих монолитных конструкций (стены, колонны, перекрытия) используют многослойную (12 слоев) бакелизированную фанеру (ГОСТ 11539—83). Отдельные детали и заготовки щитов соединяют на высокопрочных водостойких kleях. Контроль качества kleевых соединений осуществляют в соответствии с Рекомендациями по контролю качества kleевых соединений в деревянных kleеных конструкциях (ЦНИИСК, Стройиздат, 1981).

При использовании специальных защитных пленок или наклейке водостойких синтетических материалов на поверхность щитов допускают применение фанеры марки ФСФ. В этих случаях особое внимание необходимо уделять заделке торцов фанерных листов.

Практика показала, что даже при водонепроницаемой палубе щиты из фанеры могут выйти из строя после двух-трех оборотов, если влага из бетонной смеси будет проникать во внутренние шпоны через торцы щита.

**Древесностружечные плиты.** Для опалубки используют тяжелые гидрофобные древесностружечные плиты толщиной 20 мм, плотностью более 800 кг/м<sup>3</sup> (ГОСТ 10632—77).

После раскроя плиты на щиты требуемых размеров рабочую поверхность и торцы рекомендуется покрывать водостойкими лаками.

При защите палубы водонепроницаемыми пленками или листовыми пластиками допускают использование полутяжелых древесностружечных плит плотностью 700 кг/м<sup>3</sup>. Торцы древесностружечных щитов необходимо тщательно заделывать, как и при использовании фанерных щитов.

**Древесноволокнистые плиты.** Для опалубки используют древесноволокнистые плиты (ГОСТ 4598—86) плотностью 1000...1100 кг/м<sup>3</sup> с пределом прочности при изгибе не менее 0,2 МПа, толщиной 4 мм. В инвентарных

**щитах из древесноволокнистых плит выполняют палубу, а из деревянных брусков — каркас.** Все детали соединяют на водостойких kleях. Для палубы экономически оправдано применять древесноволокнистые плиты, покрытые с одной стороны эмалью (ГОСТ 8904—81).

**Металл.** В последнее время для изготовления отдельных элементов и деталей опалубки нашли широкое применение стальные прокатные и гнутые профили, а также листовой прокат различной толщины. Для несущих элементов опалубки, лесов и креплений (щитов, кружал, стоек, тяжей и др.), а также для инвентарных деталей применяют сталь марки, предусмотренной проектом опалубки; при отсутствии в проекте таких указаний — сталь не ниже марки Ст3 в соответствии с ГОСТ 380—71.

Для изготовления пружинных креплений (скоб, кляммер) используют сталь марок 65Г и 55ГС.

В качестве опалубки может быть использована и тканая стальная сетка с ячейками от  $2,5 \times 2,5$  до  $5 \times 5$  мм из проволоки диаметром 1...1,2 мм.

Хотя полностью металлическую опалубку применяют довольно часто, более рациональной является комбинированная конструкция, в которой для несущих и поддерживающих элементов используют металл, а для палубы — пиломатериалы, водостойкую фанеру, пластик.

**Синтетические материалы.** Номенклатура синтетических материалов, применяемых для изготовления палубы в опалубке, с каждым годом увеличивается. Наибольшее применение в качестве основного конструктивного материала и защитных покрытий комбинированных щитов в отечественной и зарубежной практике находят стеклопластики.

В комбинированных щитах используют стеклотекстолит, представляющий собой стеклоткань, пропитанную смолами. Он обладает более высокими по сравнению с другими стеклопластиками механическими свойствами. Наибольшее распространение для изготовления палубы имеет стеклопластик КАСТ-В, изготовленный на основе модифицированной фенолоформальдегидной смолы. Промышленность освоила выпуск плоских листов стеклопластика размером  $1000 \times 2400$  мм, толщиной 0,5...15 мм, плотностью 1600...1850 кг/м<sup>3</sup>.

Для защиты палубы дощатых, древесностружечных или фанерных щитов могут быть использованы и декоративные слоистые пластики, выпускаемые отечествен-

ной промышленностью под маркой ОД. Эти пластики изготавливают на основе бумаги и термоактивных смол. Их поверхность обладает высокой твердостью и абразивной стойкостью, стойкостью к воздействию высоких температур (до +100 °C), масел, бензина, слабых кислот, морской воды. Как и стеклопластики, слоистые пластики имеют небольшую плотность, высокую прочность; они негигроскопичны, трудновоспламенямы.

Отдельную группу составляют пластики на основе поливинилхлорида, которые находят применение в конструкциях комбинированной опалубки. Достоинством таких пластиков является стойкость даже по отношению к таким сильным кислотам, как соляная и серная. Они устойчивы против масел, не разбухают в воде, являются диэлектриком. Однако пластик из поливинилхлорида может быть использован только при температуре не ниже минус –30 °C и не выше +60 °C.

В конструкциях щитов для опалубки из пластиков на основе поливинилхлорида применяют в основном винипласт и безосновный линолеум. Они малотеплопроводны и в этом отношении могут быть приравнены к древесине, стойки к воздействию кислот, щелочей, воды, масел.

**Клей.** Если раньше соединение элементов опалубки, выполняемые из древесины, выполняли исключительно на гвоздях, то теперь находят широкое применение водостойкие клеи.

Для соединения между собой деревянных или фанерных элементов применяют казеиновый клей, приготовляемый непосредственно перед употреблением путем растворения порошка ОБ в воде в соотношении 1:2. Время, необходимое для подсыхания казеинового клея, 4...6 мин при температуре не ниже +12 °C. Для соединения деревянных или фанерных деталей со слоистыми пластиками используют клеи К-17, ВИАМ-Б-3, № 88. Они могут быть использованы также и для соединения пластиков с металлическим каркасом.

Клей К-17 и ВИАМ-Б-3 сохраняют жизнеспособность в течение 2...3 ч. Поэтому их целесообразно применять на предприятиях, имеющих оборудование для смешивания исходных компонентов. Срок годности клея № 88 составляет около 100 дней. Его приготавливают на основе бутилфенолоформальдегидной смолы № 101, резиновой

**смеси № 31 и смеси этилацетата с бензином в соотношении 2 : 1.**

Для соединения стеклопластиков используют клей на основе полиэфирных и эпоксидных смол. К этому типу относят клей ПН-1, твердеющий в течение нескольких минут при различных температурах (15...140 °C). Высокие прочностные показатели клея при различных синтетических материалах позволяют отнести его в разряд универсальных.

Для соединения деревянной палубы с металлическим каркасом может быть применен клей, изготовленный из полизоцианата К (отход производства Дзержинского химкомбината) и изоцианатного преполимера УР-293, УР-294 (ТУ 6-10-1462—74). Выпускает такой клей Рижский лакокрасочный завод.

В настоящее время созданы клеи, твердеющие без давления, такие, как ВК-9, К-153. Они представляют собой эпоксидные композиции холодного отверждения.

### **Проект производства опалубочных работ**

Проект производства опалубочных работ является составной частью общего проекта. Он должен быть увязан с другими процессами, предусматривая разбивку фронта опалубочных работ на захватки, определяя направление движения комплектов унифицированной опалубки. Наличие такого проекта обеспечивает продуманный выбор конструкций опалубки с учетом ее повторного использования, позволяет обосновать и уточнить потребность в опалубочных комплектах, определить их объем и состав.

Проект производства опалубочных работ включает в себя:

1. Маркировочные чертежи опалубки, показывающие расположение элементов опалубки на плане, фасаде или развертке боковой поверхности бетонируемого сооружения. На маркировочном чертеже указывают условные буквенные и цифровые обозначения или «марки» элементов опалубки, которые впоследствии надписывают на изготовленных элементах;

2. Технологические карты производства опалубочных работ для всех сложных железобетонных конструкций и сооружений, для которых составлены маркировочные чертежи, а также для одной, наиболее часто повторяю-

шейся относительно простой конструкции. На технологической карте указывают последовательность установки опалубки, закладных деталей, а также порядок выполнения отдельных операций при монтаже поддерживающих элементов опалубки.

В технологической карте приводят калькуляции материальных и трудовых затрат, указывают стоимость работ, затраты машинного времени, электроэнергии и других ресурсов. Приводят спецификации инструмента и ручных машин, численно-квалификационный состав звеньев и бригад. Помещают чертежи специальной оснастки и приспособлений для производства опалубочных работ (площадки, стремянки, кондукторы, контейнеры и т. п.);

3. Спецификацию элементов и общий объем комплекта опалубки. Перечень элементов опалубки, составляемый на основе маркировочного чертежа и включающий наименование и марки элементов; номера типовых чертежей, по которым их изготавливают; основные размеры и необходимое число одинаковых элементов определяют на основании данных проекта производства работ.

Многократное использование инвентарной опалубки определяет наличие в сооружении повторяющихся однотипных конструкций, а также сроки его возведения, позволяющие разбить сооружение на захватки. Вместе с тем обрачиваемость опалубки зависит и от ее качества, т. е. от особенностей конструкции, которые обеспечивают сборку и разборку опалубки с наименьшим процентом повреждений, и от ее прочности, которую в значительной мере определяет материал, из которого она изготовлена.

Деревянная опалубка (на сшивных планках) обычно выдерживает 3...5 оборотов, инвентарная деревянная опалубка (с жесткими ребрами) — 20..30, фанерная — 40...50, стальная — 100 оборотов и больше. Такую обрачиваемость опалубки на одном объекте реализовать, как правило, не удается. Это можно осуществить лишь в том случае, когда опалубка является постоянным инвентарем строительной организации, применяющей ее на ряде объектов до полной амортизации.

Разборно-переставная инвентарная опалубка, которую собирают на месте возведения сооружения из отдельных элементов, наиболее распространена в строи-

тельной практике. В разборно-переставной опалубке могут быть выполнены почти все элементы монолитных конструкций.

## ГЛАВА 2. РАЗБОРНО-ПЕРЕСТАВНАЯ ИНВЕНТАРНАЯ ОПАЛУБКА

### Общие сведения

Инвентарную высокооборачиваемую опалубку изготавливают централизованно в специализированных цехах или на технологических линиях.

Рациональная централизация изготовления опалубки способствует росту мощности предприятий, сокращению накладных расходов, повышению производительности труда рабочих, быстрейшему оснащению технологических линий высокопроизводительным оборудованием, улучшению качества опалубки, от которого во многом зависит качество возводимых зданий и сооружений.

Опалубку поставляют на стройку полностью укомплектованными партиями, содержащими все необходимые элементы, в том числе крепежные детали. Комплекты или отдельные элементы опалубки, поступающие от предприятия-изготовителя, должны иметь штампы ОТК в некоторых случаях и штампы госприемки. Со складов или пунктов проката их передают по актам. Перед сборкой опалубки мастер и бригадир выполняют внешний осмотр элементов. После каждого 10...12 оборотов осуществляют инструментальный контроль геометрических размеров и деформаций элементов опалубки.

Основными видами разборно-переставной опалубки является стальная опалубка и комбинированная, которую изготавливают централизованно в комплекте.

В комплект стальной опалубки входят: основные и угловые щиты, монтажные уголки, несущие балки, инвентарные приспособления для сборки щитов в крупноразмерные панели, хомуты, инвентарные клиновые защимы и натяжные крюки для соединения щитов со свхватками.

В отличие от стальной инвентарной опалубки комбинированная опалубка имеет щиты из разных материалов: каркас стальной, а палуба из досок или водостойкой фанеры, древесностружечной плиты, стеклопластика

(или из какого-либо другого материала, достаточно жесткого, прочного и способного обеспечить надлежащее качество поверхности бетона).

В ряде случаев на строительстве объектов гражданского и промышленного строительства еще находит применение деревянная опалубка, хотя она является практически необоротиваемой. Лишь при бережном отношении ее можно использовать до трех раз. Обычно же такую опалубку используют один раз; вся ее стоимость, за исключением стоимости лесоматериала, остающегося после распалубливания, входит полностью в стоимость сооружения. В некоторых случаях такую опалубку в силу производственных условий не разбирают после твердения бетона и тогда в стоимость сооружения входит полная стоимость всей опалубки.

### Стальная опалубка

**Опалубка «Монолит» конструкции ЦНИИОМТП.** Комплект унифицированной инвентарной опалубки «Монолит» имеет основные конструктивные элементы (табл. 1.1) для сборки опалубочных форм с вертикальными поверхностями при необходимости может быть дополнен элементами, образующими при бетонировании горизонтальные и наклонные поверхности.

Основной щит (см. табл. 1.1, п. 1) имеет стальной каркас с отверстиями, через которые пропускают натяжные крюки (см. табл. 1.1, п. 7), соединяющие щит со схватками.

К каркасу щита приваривают контактной сваркой палубу из стального листа толщиной 2 мм. Между собой щиты опалубки соединяют при помощи пружинных скоб (см. табл. 1.1, п. 5). Схватки изготавливают из двух швеллеров, скрепляемых стальными прокладками на сварке (см. табл. 1.1, п. 3).

Схватки на одном конце имеют косынку с отверстиями под соединительный клин. Это позволяет наращивать схватки и сращивать их под прямым углом практически в любом месте.

Для сборки опалубки ступенчатых фундаментов применяют несущие балки (см. табл. 1.1, п. 4). Они состоят из двух поясов, соединенных между собой планками. Конструктивно пояса не отличаются от схваток. С обоих концов они имеют щелевидные отверстия под клинья.