

проф
ТЕХ

А. С. Стаценко

ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОННЫХ РАБОТ



А. С. Стаценко

ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОННЫХ РАБОТ

Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для учащихся
учреждений, обеспечивающих получение
профессионально-технического образования
по учебной специальности "Производство
строительно-монтажных и ремонтных работ"

3-е издание, исправленное



Минск
«Вышэйшая школа»
2009

УДК 693.54(075.32)
ББК 38.626я722
С78

Рецензенты: доцент кафедры «Гидротехническое и энергетическое строительство» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук *Е.Г. Сапожников*; заместитель директора по производственному обучению Брестского ПТУ № 65 строителей *В.И. Кучинский*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

Стаценко, А. С.

С78 Технология бетонных работ : учеб. пособие / А. С. Стаценко. – 3-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 2009. – 239 с.: ил.
ISBN 978-985-06-1698-2.

Приведены общие сведения о строительстве, конструктивных элементах зданий, строительных работах и документации на их выполнение. Подробно рассмотрено производство бетонных работ с учетом действующих нормативных требований, новых материалов и технологий. Освещены вопросы контроля качества работ и охраны труда в строительстве.

Предыдущее издание вышло в 2006 г.

Предназначено учащимся учреждений, обеспечивающих получение профессионально-технического образования по специальности «Производство строительно-монтажных и ремонтных работ». Будет полезно рабочим-строителям при обучении и повышении квалификации, а также специалистам строительной отрасли при организации, производстве и приемке работ.

УДК 693.54 (075.32)
ББК 38.626я722

ISBN 978-985-06-1698-2

© Стаценко А.С., 2005
© Стаценко А.С., 2009, с изменениями
© Издательство «Вышэйшая школа», 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие предназначено для учащихся профессиональных технических училищ и рабочих-строителей при обучении и повышении квалификации. Цель книги – помочь учащимся в овладении ведущей строительной профессией бетонщика и оказать помощь рабочим этой специальности при возведении зданий различного назначения. Пособие может быть полезно специалистам строительной отрасли при организации, производстве и приемке бетонных работ.

Пособие состоит из введения и двух разделов.

Раздел 1 «Общая часть» содержит сведения о конструктивных элементах зданий и сооружений, строительных работах и организации труда, охране труда и окружающей среды в строительстве, подготовительных и геодезических работах. Специалисты-бетонщики зачастую одновременно являются профессиональными опалубщиками и арматурщиками. Поэтому в пособии подробно рассмотрены типы опалубки и способы ее сборки и разборки, изготовление арматурных и закладных изделий, укрупнительная сборка и установка арматуры, работы на стройплощадке по изготовлению нетиповых и негабаритных арматурных элементов, укрупнительной сборке и изготовлению предварительно напряженных конструкций.

В разделе 2 «Технология бетонных работ» подробно рассказывается об истории бетона и материалах для бетонных работ, приготовлении, транспортировании и укладке бетонной смеси, уходе за бетоном и приемке работ.

Изложены вопросы, крайне необходимые для понимания и грамотного выполнения технологического процесса производства работ. Также рассмотрены специальные методы бетонирования конструкций, методы и требования при производстве бетонных работ в зимних условиях, контроль качества и требования безопасности труда при производстве бетонных работ.

В книге освещены современные достижения научно-технического прогресса в строительной отрасли.

Основное внимание уделено вопросам возросшего за последние годы технического уровня возведения бетонных и железобетонных конструкций: применению многооборачиваемой опалубки, комплексному использованию современных средств механизации и автоматизации бетонных работ. Указаны особенности применения бетоносмесителей и бетоносмесительных установок различной производительности для приготовления бетонной смеси, автобетоносмесителей и автобетоновозов, бетононасосов и пневмонагнетателей, конвейеров и кранов для доставки и подачи бетонной смеси, различных типов вибраторов для уплотнения бетонной смеси и других машин и оборудования.

Учебное пособие полностью отражает требования действующих нормативных документов и соответствует программе курса для профессионального обучения бетонщиков, способных наиболее полно использовать современные прогрессивные технологии бетона, оснастку, инструменты и механизмы.

При изложении материала учитывалось, что наряду с данным курсом учащиеся изучают ряд связанных с ним дисциплин, знакомящих со строительными материалами, сварочным производством и т.д.

Материал книги прошел проверку на курсах повышения квалификации специалистов строительной отрасли в Межотраслевом институте повышения квалификации и переподготовки кадров по менеджменту и развитию персонала Белорусского национального технического университета.

Автор считает своим приятным долгом выразить благодарность за ценные замечания рецензентам – доценту кафедры «Гидротехническое и энергетическое строительство» Белорусского национального технического университета, кандидату технических наук, доценту Е.Г. Сапожникову и заместителю директора по производственному обучению Брестского ПТУ № 65 строителей В.И. Кучинскому.

Автор

ВВЕДЕНИЕ

Строительство является одной из важнейших отраслей материального производства, формирующей среду обитания и деятельности людей, обеспечивающей создание, расширение и непрерывное совершенствование основных фондов государства и предприятий, их материально-технической базы. В строительстве Республики Беларусь занято несколько тысяч субъектов хозяйствования, основанных на различных формах собственности. В отрасли работает более 500 тыс. человек, что составляет около 10% от числа занятого в производстве населения.

Конечной строительной продукцией являются полностью завершенные строительством предприятия, пусковые комплексы и объекты, подготовленные к выпуску продукции и оказанию услуг. Она территориально закреплена и носит индивидуальный характер, изготавливается в основном для конкретных заказчиков, многодетальна и материалоемка, характеризуется значительными одновременными затратами и длительными сроками эксплуатации.

Строительство обладает следующими специфическими чертами, свойственными только этой отрасли хозяйства:

- значительным количеством участников инвестиционного процесса, занятых в сферах выполнения строительных работ, производства и доставки оборудования, строительных материалов, изделий и конструкций;
- многообразием хозяйственных связей с другими отраслями хозяйства;
- зависимостью от местных условий (геологических, климатических, степени освоения территорий);
- подвижным характером работ с непрерывной сменой рабочих мест.

Развитие строительного комплекса республики увеличивает потребность во многих видах строительных материалов и изделий.

К основным критериям, которым должны отвечать современные строительные материалы, относятся:

- минимальное изъятие природных ресурсов и максимальное использование продуктов (отходов) других отраслей при производ-

стве стройматериалов. В качестве примера можно отметить, что для производства 1 т стали необходимо переработать 20 т первичных ресурсов, 19 из которых в виде отходов возвращаются в окружающую среду;

- более высокие по сравнению с ныне применяемыми материалами прочность и долговечность;
- экономичность. Например, затраты на производство 1 т стали в 30 раз выше, чем для такого же количества бетона;
- высокие эстетические и архитектурные качества, сочетаемость с другими видами материалов;
- экологическая безопасность при производстве и эксплуатации;
- возможность вторичной переработки для строительных или иных нужд.

Стремительный рост объемов применения в строительстве рециклированных, т.е. неоднократно используемых, материалов связан не только и не столько с экономической выгодой, сколько с экологическими причинами. Необходимо сокращать число свалок для отходов после массового сноса морально и физически устаревших зданий и сооружений. В Дании, к примеру, 100% современных зданий построено из рециклированных материалов.

Таким архитектурно-привлекательным и экологически благоприятным материалом является бетон – наиболее используемый в мире строительный материал. Это объясняется его прочностью, долговечностью и огнестойкостью. В бетоне основную массу материалов составляют заполнители, являющиеся обычно местными материалами и отходами промышленных производств, не требующими дальних перевозок. Из бетона можно сравнительно простыми технологическими методами изготовить конструкции и изделия практически любой формы и размеров. Помимо высоких строительно-технических качеств бетон выгодно отличается экологической безопасностью для окружающей среды. В последнее время эти факторы при выборе стройматериалов для массового строительства становятся определяющими.

Производство бетона не дает вредных отходов и в принципе может быть полностью безотходным. Сам бетон после истечения срока службы может вновь перерабатываться для строительных целей. Для устойчивого развития современной цивилизации, учитывающей интересы грядущих поколений, бетону предстоит сыграть роль экологического компенсатора многих издержек технического прогресса.

Производство бетона является наиболее ресурсоемким видом человеческой деятельности, никакой другой продукт производ-

ственной деятельности не изготавливается в таких объемах. В объемном выражении ежегодное производство бетона в мире превышает 2 млрд кубометров, в Европе составляет около 580 млн кубометров, или 1,2 млрд т.

Уже более 150 лет известен железобетон с его удивительными строительно-техническими возможностями. Для разработки новых технологий производства и применения этого материала созданы крупные международные организации: международная федерация по железобетону – FIB, международная федерация по сборному железобетону – FIBM, американский институт бетона – ACI и др.

В Республике Беларусь доминирует применение сборного железобетона. Объясняется это прежде всего климатическими условиями страны, стремлением перенести процесс изготовления конструкций в закрытые помещения. Характерно, что в скандинавских странах с холодным климатом (Швеция, Финляндия, Норвегия) объем сборного железобетона также превышает объем монолитного.

Популярность сборного железобетона объясняется следующими обстоятельствами. Первое – в условиях стационарного производства намного легче обеспечить стабильное качество продукции через организацию пооперационного контроля; второе – современные полимерные материалы, применяемые для изготовления форм, позволяют существенно разнообразить виды изделий и варианты их архитектурной отделки; третье – применение химических добавок в бетон позволяет сократить или совсем отказаться от вибрирования бетонной смеси в целях ее уплотнения, а также от последующей температурной (как правило, паровой) обработки. Подбор составов бетона, конструкции форм позволяют в настоящее время получать высокоточные изделия с допусками в доли миллиметра.

Демонстрацией эффективности сборного строительства является сооружение транспортного тоннеля под проливом Ла-Манш между Францией и Великобританией, общая протяженность трех линий которого превысила 150 км (два транспортных тоннеля диаметром 7 м, один технический диаметром 4 м). Облицовка тоннелей выполнена из сборных железобетонных тубингов массой 8 т каждый.

Анализ транспортных схем доставки элементов и стоимости транспорта, затрат энергии на термообработку сборных конструкций, неоднократных погрузочно-разгрузочных операций и других, часто не учитываемых, затрат ручного труда говорит о том, что сборность многих зданий по комплексу технико-экономических показателей не всегда является экономичной. Поэтому все

более широкие масштабы принимает монолитное домостроение, оно становится конкурентоспособным по сравнению с полносборным и кирпичным.

Так, например, по расчетам российских специалистов (ЦНИИЭП жилища) монолитное домостроение по сравнению с крупнопанельным обеспечивает (из расчета на 1 м² общей площади) снижение единовременных затрат на создание производственной базы в среднем на 40–45%, экономию арматурной стали в среднем на 7–25% (экономия увеличивается по мере повышения этажности), экономию энергетических затрат на изготовление конструкций в размере 25–35%, снижение стоимости строительства в среднем на 5%. По сравнению с кирпичным домостроением при монолитном трудовые затраты меньше на 25–30%, продолжительность строительства – на 10–25%, единовременные затраты на создание производственной базы – на 35%, энергозатраты – на 25–35%.

Технология строительства из монолитного железобетона в последние годы сделала огромный шаг вперед. В монолитном железобетоне за последнее десятилетие построены выдающиеся сооружения с рекордными техническими показателями. Это высотные здания и среди них мировые рекордсмены: двоянный небоскреб Петронас высотой более 400 м в г. Куала-Лумпуре (Малайзия), рамно-балочный мост из высокопрочного легкого бетона пролетом 300 м в Норвегии, вантовый мост пролетом более 850 м во Франции, тоннели, культовые сооружения и т.д. Железобетонные телебашни в Торонто и Москве являются самыми высокими в мире отдельно стоящими сооружениями.

Современные бетоны насчитывают десятки наименований. Это особо прочные, пористые, гидроизолирующие и многие другие бетоны. По некоторым показателям они приблизились к природному камню и даже металлу.

Используя полимерные смолы в качестве вяжущего, получают более эластичный материал повышенной прочности (полимербетон). Многообразие полимерных смол, заполнителей и наполнителей, а также технологий изготовления позволяет получить много разновидностей полимербетонов со специфическими и в ряде случаев уникальными свойствами. Это высокие прочностные характеристики, воздухо- и водонепроницаемость, высокие химическая и радиационная стойкость, демпфирующие, диэлектрические и другие характеристики при ускоренном нарастании прочности, что особенно важно для монолитного строительства.

Выгодно отличается от традиционного бетона фибробетон, поскольку он имеет в несколько раз более высокие прочность на растяжение и срез, ударную и усталостную прочность, трещиностой-

кость, морозостойкость, водонепроницаемость, сопротивление кавитации, жаропрочность и пожаростойкость. Наиболее высокие технико-экономические показатели имеет фибробетон на фибре из стали и щелочестойкого стекла.

Перспективно применение легких бетонов. Например, полистиролбетон с заполнителем из гранул вспененного полистирола может служить теплоизоляционным (для теплоизоляции покрытий) и конструкционно-теплоизоляционным (для изготовления стеновых блоков малоэтажных жилых домов) материалом.

За последние годы технический уровень возведения бетонных и железобетонных конструкций значительно возрос. Широко применяется многооборотная опалубка. Бетонные работы максимально механизуются. На наших стройках широко применяются бетоносмесители и бетоносмесительные установки различной производительности, мощные автобетоносмесители и автобетоновозы, бетононасосы и пневмонагнетатели, конвейеры и краны для доставки и подачи бетонной смеси, различные типы вибраторов для уплотнения бетонной смеси и другие машины и оборудование.

При производстве бетонных работ необходимы квалифицированные рабочие кадры, способные наиболее полно использовать современные прогрессивные технологии бетона, оснастку, инструменты и механизмы. В новых условиях существенно возросли требования к квалификации и мастерству бетонщика – представителя наиболее массовой строительной профессии (на бетонных работах занято до 20% строительных рабочих).

Бетонщик призван грамотно использовать профессиональные знания, чтобы выполнять бетонные работы с применением современных технологий, оборудования и механизмов.

Раздел 1

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Глава 1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

1.1. Классификация зданий

Зданиями называются надземные постройки, имеющие внутренние помещения для различной трудовой деятельности, отдыха, учебы и т.д. К зданиям относятся жилые дома, школы, промышленные цехи и др.

Сооружениями (техническими, специальными, инженерными) называются постройки технического назначения, в которых помещения для проживания или работы людей отсутствуют или не определяют главного назначения (плотины, мосты, доменные печи, мачты и др.).

Конструкции зданий и сооружений многообразны, но все они должны наиболее полно отвечать своему назначению и удовлетворять следующим требованиям:

- *функциональным*, позволяющим организовать необходимый технологический процесс, для которого предназначено здание или сооружение;

- *техническим*, предусматривающим обеспечение достаточной прочности, устойчивости, долговечности, огнестойкости и защиты помещений от воздействия внешней среды;

- *архитектурным*, обеспечивающим соответствие внешних форм здания или сооружения своему назначению за счет рационального выбора строительных материалов, высокого качества работ, гармоничной связи с окружающей средой и т.д.;

- *экономическим*, содействующим уменьшению затрат труда, материалов и сокращению времени на возведение зданий и сооружений.

В зданиях различают *подземную* и *надземную* части. Фундаменты, стены подвалов, технических подполий и другие конструктивные элементы, находящиеся ниже уровня пола первого этажа, составляют подземную часть здания. Конструктивные элементы, расположенные выше уровня пола первого этажа, образуют надземную часть.

Требования к зданиям и сооружениям могут быть различными в зависимости от назначения здания или конструкции, от возможных нагрузок и климатических условий.

Здания могут быть классифицированы:

- по назначению – *гражданские* (жилые дома, учебные заведения, кинотеатры, магазины, а также административные здания, в которых размещаются различные организации), *промышленные* (для нужд промышленности, транспорта, энергетики: заводы, фабрики, мастерские, гаражи, цехи и т.д.), *сельскохозяйственные* (для обслуживания сельского хозяйства: склады кормов, коровники, птичники, теплицы и т.д.);

- по этажности – *одноэтажные* и *многоэтажные*. Одноэтажными в основном строятся промышленные и сельскохозяйственные здания, многоэтажными – гражданские. При этом здания в 1–3 надземных этажа считаются малоэтажными, 4–5 этажей – средней этажности, 6–9 этажей – многоэтажными, 10–16 этажей – повышенной этажности, 17 и более этажей – высотными. Этаж образуется из помещений, размещенных на одном горизонтальном уровне. Различают этажи надземные, у которых полы располагаются выше уровня отметки тротуара, и подвальные, пол которых находится ниже отметки тротуара более чем на 0,5 высоты этажа. В некоторых зданиях есть помещения во внутреннем объеме чердака, которые называются *мансардными*;

- по конструкции стен – *мелкоэлементные* (из кирпича, керамического камня, мелких блоков и т.д.), *крупноэлементные* (из крупных блоков, панелей, объемных блоков и т.д.);

- по технологии возведения – *полносорбные* (монтируемые из индустриальных конструкций заводского изготовления), *из мелкоштучных материалов* (например, кирпича или мелких блоков), *монолитные* (бетонные или железобетонные, глиняные) и др.

Здания и сооружения в зависимости от степени ответственности, определяемой размером материального и социального ущерба при достижении конструкциями предельных состояний, подразделяются на три класса.

1-й класс – жилые дома высотой 9 этажей и более; основные общественные здания (детские дошкольные сооружения, учебные заведения всех видов и др.); промышленные и крупные сельскохозяйственные производственные объекты (заводы, фабрики и др.).

2-й класс – жилые дома высотой 3–8 этажей, общественные здания (больницы с количеством коек до 100 мест, поликлиники, предприятия розничной торговли с торговой площадью свыше 50 м² и др.), отдельные здания промышленного типа, сельскохозяйственные, производственные фермы и комплексы, не вошедшие в 1-й класс ответственности.

3-й класс – жилые дома до трех этажей, здания вспомогательного и хозяйственного назначения в составе общественных, промышленных и сельскохозяйственных комплексов, временные здания и сооружения.

В зависимости от класса ответственности зданий и сооружений устанавливается коэффициент надежности по назначению, который учитывается при расчете конструкций.

Здания подразделяются по степени огнестойкости и классам функциональной пожарной опасности.

По функциональной пожарной опасности здания и сооружения, учитывая назначение и особенности размещаемых в них технологических процессов, подразделяют на 5 классов.

Класс Ф1 – здания для постоянного проживания и временного пребывания людей (помещения в этих зданиях, как правило, используются круглосуточно, контингент людей в них может иметь различный возраст и физическое состояние, для этих зданий характерно наличие спальных помещений).

Класс Ф2 – зрелищные и культурно-просветительные учреждения (в основных помещениях этих зданий характерно массовое пребывание посетителей в определенные периоды времени).

Класс Ф3 – предприятия по обслуживанию населения (в помещениях этих предприятий больше посетителей, чем обслуживающего персонала).

Класс Ф4 – учебные заведения, научные и проектные организации, учреждения управления (помещения в этих зданиях используются в течение суток некоторое время, в них находится, как правило, постоянный, привыкший к местным условиям контингент людей определенного возраста и физического состояния).

Класс Ф5 – производственные и складские здания, сооружения и помещения (для помещений этого класса характерно наличие постоянного контингента работающих, в том числе круглосуточно).

Строительные конструкции классифицируются также по пределам огнестойкости и классам пожарной опасности.

Предел огнестойкости строительных конструкций характеризуется нормируемыми по времени признаками предельных состояний по потере несущей способности (R), целостности (E), теплоизолирующей способности (I).

По пожарной опасности строительные конструкции подразделяются на 4 класса: К0 – не пожароопасные, К1 – мало пожароопасные, К2 – умеренно пожароопасные, К3 – пожароопасные.

Указания по отнесению проектируемых зданий к различным классам, а также степень огнестойкости основных конструктивных элементов приводятся в строительных нормах (СНиП 2.01.07–85*

«Нагрузки и воздействия» и СНБ 2.02.01–98 «Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов»).

1.2. Конструктивные элементы зданий

Каждое здание состоит из взаимосвязанных архитектурно-конструктивных элементов, которые в зависимости от выполняемых функций бывают:

- *несущими*, т.е. воспринимающими нагрузки от вышерасположенных конструкций, оборудования, мебели и т.д.;
- *ограждающими*, т.е. изолирующими помещения от внешней среды или отделяющими их друг от друга;
- *совмещающими* одновременно и несущие, и ограждающие функции.

Подземная часть здания, передающая нагрузки от здания на грунт, называется **фундаментом**. Глубина заложения фундаментов назначается в проектах с учетом глубины промерзания грунтов.

По конструктивному решению фундаменты бывают:

- *ленточными* – в виде сплошной полосы (непрерывной стенки) под несущими стенами здания;
- *столбчатыми* – отдельно стоящими опорами под столбы, колонны, стойки рам и др. Стены при этом опираются на фундаментные балки;
- *сплошными плитными*, рассчитанными на восприятие больших нагрузок (устраиваются под всем зданием или его частью в виде сплошной железобетонной ребристой или безбалочной плиты);
- *специальными* (свайные, из опускных колодцев, стена в грунте и др.).

Основными конструктивными элементами надземной части многоэтажных зданий являются стены, колонны, ригели, перекрытия, крыши, лестницы, окна, двери.

Стены (наружные и внутренние) – вертикальные ограждения, защищающие помещения здания от воздействия внешней среды и отделяющие одно помещение от другого. По характеру воспринимаемых нагрузок стены бывают *несущие* (воспринимающие нагрузки от перекрытий и покрытий и передающие их на фундамент), *самонесущие* и *ненесущие* (навесные). Стены, которые разделяют помещения и не воспринимают нагрузок от вышележащих конструктивных элементов, называются *перегородками*, а сплошные стены, выступающие за пределы кровли и разделяющие части здания для предотвращения пожара, – *брандмауэрными*.

В зданиях значительной длины при колебаниях температуры происходят взаимные перемещения элементов конструкций. Кроме того, неодинаковая плотность грунтов основания или различные нагрузки на фундамент от отдельных частей здания, отличающихся, например, этажностью, могут вызвать неравномерную осадку здания. Чтобы предотвратить деформирование отдельных его частей и образование вертикальных и наклонных трещин, в стенах устраиваются *деформационные швы* – температурные и осадочные. Эти швы представляют собой сквозные вертикальные зазоры в основном в виде паза с гребнем или уступа (четверти), заполненные, как правило, просмоленной паклей или другим гидрофобным (водоотталкивающим) и хорошо деформируемым (сжимающимся и расширяющимся) материалом.

Температурные швы располагаются только в стенах (фундамент не разрезается), а в *осадочных швах* разрез проходит и через фундамент до грунтового основания.

Расстояние между температурными швами регламентируется соответствующими нормами проектирования и зависит от возможных температурных колебаний и материала стены. Участок здания между температурными швами называется *температурным блоком*.

Колонны – железобетонные или металлические стойки, *столбы* из кирпича, передающие нагрузки на фундамент от вышерасположенных элементов (перекрытий, крыши, стен и т.д.).

Ригели (балки) – горизонтальные конструктивные элементы, являющиеся опорами для элементов перекрытий или покрытий.

Перекрытия – конструкции, разделяющие внутреннее пространство здания на этажи и передающие нагрузки на стены. В зависимости от места расположения они называются: *междуэтажными* (разделяют соседние этажи), *надподвальными* (отделяют от подвала первый этаж) и *чердачными* (разделяют верхний этаж и чердак).

Крыши (покрытия) – конструктивные элементы, завершающие здание и защищающие его сверху от атмосферных осадков, солнечных лучей, ветра. По конструктивному решению они бывают *чердачными*, имеющими между перекрытием верхнего этажа и крышей чердак, и *бесчердачными*, совмещенными с перекрытием верхнего этажа. Верхняя водонепроницаемая оболочка крыши называется *кровлей*.

Лестницы – конструктивные устройства для сообщения между этажами. В большинстве случаев располагаются в помещениях, называемых *лестничными клетками*. В современных зданиях лестницы монтируются из сборных железобетонных площадок и

маршей. Горизонтальная плоскость лестничных ступеней называется *проступью*, а вертикальная – *подступенком*. Ступени маршей, примыкающие к площадкам, называются *фризовыми*.

Окна – светопрозрачные ограждения, предназначенные для попадания дневного света в помещение и его проветривания.

Двери – подвижные ограждения, обеспечивающие связь между помещениями, а также служащие для входа и выхода из здания.

Для одноэтажных производственных зданий характерны следующие конструктивные элементы:

- *столбчатые фундаменты* из сборного или монолитного бетона;
- *фундаментные балки*, уложенные по крайним рядам фундамента и воспринимающие нагрузки от наружных стен;
- *колонны* бесконсольные, с одной или двумя консолями, воспринимающие нагрузки от уложенных на них балок или ферм;
- *подкрановые балки*, на которые укладывают рельсы мостового крана;
- *стропильные балки* или *фермы*, на которые опираются *плиты покрытия*. Они бывают с параллельными поясами, полигонального очертания, сегментные, с фонарем или без фонаря;
- *фонари* – светопрозрачные ограждения, предназначенные для освещения и вентиляции (аэрации) помещений;
- *ворота* служат для проезда транспортных средств внутрь здания. Входы и выходы для людей обычно совмещают с проездами для транспорта путем устройства ворот с калиткой.

Стены, окна и двери выполняют такие же функции, как и в многоэтажных зданиях.

1.3. Конструктивные схемы зданий

Здания и сооружения в целом и отдельные их элементы испытывают воздействие различных нагрузок и поэтому должны обладать:

- *прочностью*, которая определяется способностью постройки и ее элементов не разрушаться под действием нагрузок;
- *устойчивостью*, обусловленной способностью постройки сопротивляться опрокидыванию при действии горизонтальных нагрузок;
- *пространственной жесткостью*, характеризующейся способностью постройки и ее элементов сохранять первоначальную форму под действием приложенных сил.

Устойчивость и пространственная жесткость здания зависят от взаимного сопряжения и расположения конструктивных элементов, их конструктивных схем.

Несущие конструкции зданий (фундаменты, стены, колонны, перекрытия), соединяясь в пространстве друг с другом, образуют *несущий остов здания*.

По особенностям пространственного расположения несущих элементов остова различают следующие **конструктивные типы зданий**: бескаркасный (с несущими стенами), каркасный и с неполным каркасом (рис. 1.1, а–в). Каждый конструктивный тип здания имеет несколько *конструктивных схем*, отличающихся расположением и взаимосвязью несущих элементов.

Бескаркасные здания (стенные) представляют собой жесткую и устойчивую коробку из взаимосвязанных наружных стен и перекрытий. Наружные и внутренние стены здания воспринимают нагрузки от междуэтажных перекрытий и покрытия. Этот конструктивный тип получил широкое распространение при возведении жилых домов, школ и других общественных зданий.

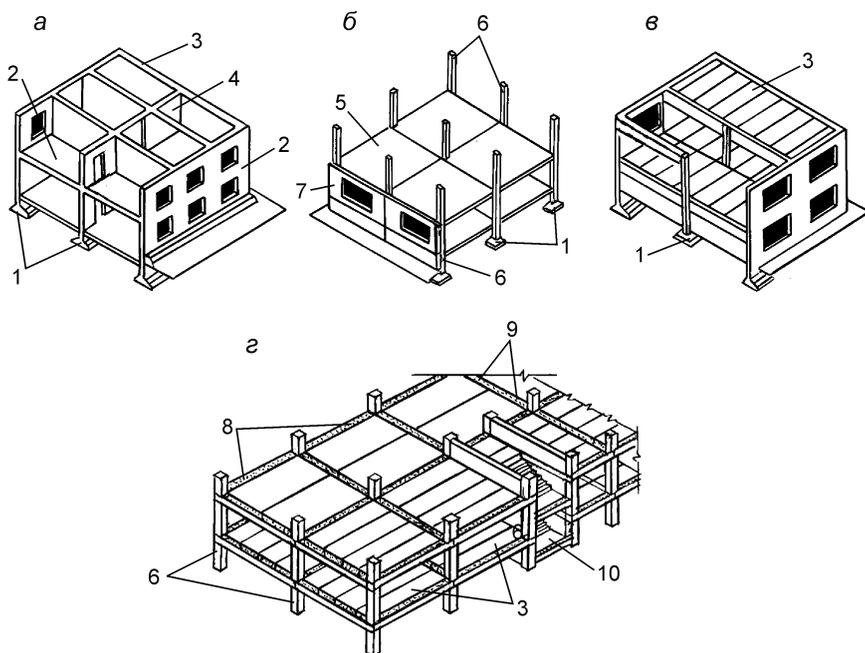


Рис. 1.1. Конструктивные типы зданий:

а – бескаркасный; б – каркасный; в – с неполным каркасом; з – сборно-монолитный каркас здания с плоскими перекрытиями; 1 – фундаменты; 2 – наружная стена; 3 – многоячеечные плиты перекрытий; 4 – внутренняя стена; 5 – панели перекрытий; 6 – колонны; 7 – стеновые панели; 8 – связевые ригели; 9 – несущие ригели; 10 – элементы лестниц

Для бескаркасных типов зданий характерны следующие конструктивные схемы:

- с *продольным расположением несущих стен*, на которые опираются плиты междуэтажных перекрытий;
- с *поперечным расположением несущих стен*, когда наружные стены, за исключением торцовых, самонесущие и на них не передается нагрузка от перекрытий;
- *совмещенная* – с опиранием плит перекрытий на продольные и поперечные стены.

В *каркасных зданиях* пространственная система – каркас, образованный колоннами, подкрановыми балками, стропильными и подстропильными фермами или же колоннами, ригелями и плитами междуэтажных перекрытий, воспринимает все нагрузки, действующие на здание. Для зданий каркасного типа характерно четкое разделение конструкций по особенностям их работы (на несущие и ограждающие).

Каркасные здания различают по следующим признакам:

- по материалу – железобетонный (монолитный, сборный, сборно-монолитный) или металлический каркас;
- по характеру устройства горизонтальных связей – с продольным, поперечным или перекрестным расположением ригелей и непосредственным опиранием перекрытий на колонны (безригельное решение);
- по особенностям сопряжения элементов в узлах – монолитные (жесткие) и сварные (шарнирные).

В *зданиях с неполным каркасом* нагрузки от междуэтажных перекрытий и покрытия воспринимаются внутренним каркасом и наружными стенами.

Для зданий с неполным каркасом характерны конструктивные схемы с продольным или поперечным расположением ригелей.

В зависимости от способа производства работ различают монолитные, сборные и сборно-монолитные бетонные и железобетонные конструкции. **Монолитные конструкции** возводят непосредственно на строительной площадке; **сборные конструкции** монтируют из деталей и изделий заводского изготовления; **сборно-монолитные конструкции** монтируют из готовых сборных элементов и одновременно выполняют монолитные части сооружения, объединяющие эти элементы в одно целое.

Сегодня усилиями специалистов республики (БелНИИС, НИПТИС, БНТУ, Белпромпроект, Белпроект и др.) разработаны и внедрены принципиально новые архитектурно-конструктивные каркасные системы жилых и общественных зданий со свободной планировкой помещений, где функции несущих конструкций выполняют

сборный и сборно-монолитный железобетон. К ним относятся эффективные сборно-монолитные каркасные и монолитные системы многоэтажных зданий с плоскими перекрытиями (рис. 1.1, з). Конструкции неразрезных распорных дисков перекрытий позволяют применять в них многопустотные плиты прогрессивных безопалубочных технологий. Наружные стены таких систем возводят из различных материалов (панели, блоки, кирпич и др.).

Неразрезные монолитные и сборно-монолитные плоские распорные диски перекрытий могут быть применены не только в составе каркасов, но и в зданиях с поперечными несущими стенами. В таких бескаркасных (стеновых) системах внутренние стены и перекрытия выполняют в монолите, а наружные стены – из панелей, блоков, кирпича с утеплителем и др.

1.4. Архитектурно-конструктивные элементы стен

Индивидуальный облик, красота и оригинальность здания формируются разнообразными художественными средствами, отражающими его назначение, соответствие природным условиям, национальным особенностям и традициям. Это создают конструкции наружных стен, размеры и расположение окон и другие архитектурно-конструктивные элементы.

Цоколь – нижняя часть наружных стен от подземной до надземной части, защищает здание от воздействия влаги и механических повреждений.

Простенок – участок стены, расположенный между двумя проемами. Простенки могут быть прямоугольными и с четвертями, удерживающими оконные и дверные блоки. Плоскости простенков называются верхними и боковыми *откосами*.

Перемычка – конструкция в виде железобетонной балки или рядов кирпичной кладки, перекрывающая оконный или дверной проем.

Верхнюю часть наружных стен здания завершает карниз или парапет.

Карниз – горизонтальный выступ из плоскости стены, защищающий ее от увлажнения. Разновидности карнизов – *пояски*, разделяющие по высоте фасадные стены, и *сандрики*, располагаемые над отдельными оконными проемами или входом в здание.

Над венчающим архитектурное сооружение карнизом может быть выполнена стенка, часто украшенная рельефами и надписями – *аттик*. Обычно им завершают триумфальную арку.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ	10
<i>Глава 1. Конструктивные элементы зданий и сооружений</i>	<i>10</i>
1.1. Классификация зданий	10
1.2. Конструктивные элементы зданий	13
1.3. Конструктивные схемы зданий	15
1.4. Архитектурно-конструктивные элементы стен.....	18
<i>Глава 2. Строительные работы и организация труда</i>	<i>19</i>
2.1. Общие положения	19
2.2. Технологическое проектирование строительных процессов.....	23
2.3. Строительные рабочие	26
2.4. Нормирование и оплата труда	28
<i>Глава 3. Охрана труда и окружающей среды в строительстве</i>	<i>30</i>
3.1. Обеспечение безопасности труда	30
3.2. Охрана окружающей среды	41
<i>Глава 4. Подготовительные и геодезические работы</i>	<i>43</i>
4.1. Общие сведения	43
4.2. Организация строительной площадки.....	44
4.3. Транспортирование, приемка и складирование строительных грузов	46
4.4. Геодезические работы	50
<i>Глава 5. Опалубочные работы</i>	<i>57</i>
5.1. Основные требования	57
5.2. Инвентарная опалубка.....	59
5.3. Несъемная опалубка	70

Глава 6. Арматурные работы	72
6.1. Арматура и арматурные изделия	72
6.2. Укрупнительная сборка и установка арматуры	78
Темы и вопросы для самопроверки	85
РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОННЫХ РАБОТ	87
Глава 7. Общие сведения о бетонных работах	87
7.1. История бетона	87
7.2. Бетоны и бетонные смеси	92
Глава 8. Приготовление бетонных смесей	102
8.1. Предприятия и оборудование для приготовления бетонных смесей	102
8.2. Технология приготовления бетонных смесей	112
Глава 9. Транспортирование бетонной смеси	119
9.1. Основные положения	119
9.2. Автобетоносмесители	122
9.3. Автобетоновозы и автомобили-самосвалы	123
Глава 10. Укладка бетонной смеси	124
10.1. Общие требования	124
10.2. Подача и распределение бетонных смесей строительными кранами и подъемниками	128
10.3. Подача и распределение бетонной смеси конвейерами и виброхоботами	131
10.4. Подача и распределение бетонных смесей бетононасосами	134
10.5. Подача бетонных смесей пневмонагнетателями	141
10.6. Уплотнение бетонной смеси	144
10.7. Вакуумирование как способ уплотнения бетонной смеси	146
Глава 11. Уход за бетоном и приемка работ	148
11.1. Уход за бетоном	148
11.2. Распалубливание бетонных и железобетонных конструкций	150
11.3. Приемка бетонных и железобетонных конструкций	153
Глава 12. Специальные методы бетонирования конструкций	154
12.1. Торкретирование	154
12.2. Бетонирование конструкций, находящихся под водой	157

Глава 13. Бетонирование в зимних условиях	163
13.1. Основные положения.	163
13.2. Приготовление и укладка бетонной смеси	163
13.3. Выдерживание и термообработка бетона	166
Глава 14. Контроль качества бетонных работ	173
14.1. Приготовление бетонных смесей.	173
14.2. Доставка бетонных смесей.	175
14.3. Укладка бетонных смесей, твердение бетона и приемка монолитных конструкций	176
Глава 15. Требования безопасности труда при производстве бетонных работ	177
15.1. Производство опалубочных работ	177
15.2. Производство арматурных работ.	178
15.3. Приготовление и транспортирование бетонной смеси	179
15.4. Укладка и выдерживание бетонной смеси	181
Темы и вопросы для самопроверки.	185
ТЕСТЫ.	187
ПРИЛОЖЕНИЯ	219
1. Карта трудового процесса строительного производства. Устройство бетонной подготовки	219
2. Тарифно-квалификационные характеристики бетонщиков 3–5-го разрядов	222
3. Нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты	224
ЛИТЕРАТУРА	232
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	233

Учебное издание

Стаценко Анатолий Степанович

ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОННЫХ РАБОТ

Учебное пособие

Ответственный за выпуск *Ю. А. Мисюль*

Редактор *Т. К. Майборода*

Художественный редактор *В. А. Ярошевич*

Технический редактор *Н. А. Лебедевич*

Корректоры *Т. К. Хваль, В. И. Аверкина*

Компьютерная верстка *И. В. Скубий*

Подписано в печать 12.05.2009. Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Школьная». Офсетная печать. Усл. печ. л. 15. Уч.-изд. л. 14,63. Тираж 2000 экз. Заказ 1070.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”». ЛИ № 02330/0494062 от 03.02.2009. Пр. Победителей, 11, 220048, Минск. <http://vshph.com>

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Белорусский Дом печати”». ЛП № 02330/0131528 от 30.04.2004. Пр. Независимости, 79, 220013, Минск.