

**ХЕЛ**  
**профТЕХ**

А.С. Стаценко

# МОНТАЖ СТАЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ



А.С. Стаценко

---

# **МОНТАЖ СТАЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

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»



Минск  
«Вышэйшая школа»  
2008

УДК [693.8+693.55].057(075.32)

ББК 38.638я722

С78

Рецензенты: доцент кафедры промышленно-гражданского строительства Белорусско-Российского университета кандидат технических наук *И.Л. Опанасюк*; цикловая комиссия «Технология и организация строительного производства и геодезия» Минского государственного архитектурно-строительного колледжа

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

### **Стаценко, А. С.**

С78      Монтаж стальных и железобетонных конструкций : учеб. пособие / А. С. Стаценко. – Минск : Выш. шк., 2008. – 367 с. : ил.  
ISBN 978-985-06-1421-6.

Содержит сведения о зданиях и сооружениях и их конструктивных элементах, организации и производстве строительных работ, технологии монтажа стальных и сборных железобетонных конструкций в различных условиях, требования к качеству и безопасности работ.

Предназначено для учащихся профессионально-технических учебных заведений и рабочих-строителей при обучении и повышении квалификации по ведущей строительной специальности – монтажника строительных конструкций. Будет полезно специалистам строительной отрасли при организации, производстве и приемке монтажных работ.

УДК [693.8+693.55].057(075.32)

ББК 38.638я722

ISBN 978-985-06-1421-6

© Стаценко А.С., 2008

© Издательство «Вышэйшая школа», 2008

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Учебное пособие предназначено для учащихся профессионально-технических учебных заведений и рабочих-строителей при обучении и повышении квалификации по ведущей строительной специальности – монтажника строительных конструкций. Оно будет полезно специалистам строительной отрасли при организации, производстве и приемке монтажных работ.

В соответствии с программой предмета «Спецтехнология» для специальности «Монтажник строительных конструкций» пособие знакомит со сведениями о зданиях и сооружениях и их конструктивных элементах, строительных работах и организации труда, грузоподъемных машинах и выборе монтажных кранов, такелажных и монтажных приспособлениях и инструментах для монтажных работ. Излагаются общеслесарные работы, подготовительные работы при возведении зданий, соединения стальных и сборных железобетонных конструкций и основы геодезии.

Книга содержит общие сведения о монтаже строительных конструкций, технологии монтажа стальных и сборных железобетонных конструкций и деталей (железобетонных и бетонных блоков, панелей, плит перекрытий и покрытий, лестничных маршей и других строительных конструкций зданий и сооружений). В ней изложены требования безопасности труда монтажников, способы рациональной организации рабочего места, производство монтажных работ при реконструкции зданий и в зимнее время, а также сведения о стандартизации, способах контроля и оценке качества монтажных работ.

В приложениях приведены тарифно-квалификационные характеристики монтажника строительных конструкций 2–7-го разрядов, утвержденные постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 25 апреля 2002 г. № 65, типовые нормы выдачи средств индивидуальной защиты, утвержденные постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 29 марта 2002 г. № 57, карта трудового процесса «Установка колонны полносборных животноводческих и птицеводческих зданий» и инструкция по безопасному ведению работ для стропальщиков, обслуживающих грузоподъемные краны, утвержденная Проматомнадзором Республики Беларусь 28 ноября 1997 г., протокол № 14.

Учебное пособие в полной мере отражает современный уровень строительства и требования действующих нормативных документов. Цель книги – оказать помощь учащимся и рабочим в наиболее полном использовании современных прогрессивных технологий монтажных работ, оснастки, инструментов и механизмов при возведении зданий различного назначения, овладении специальностью монтажника.

С учетом того что при применении сборных крупноразмерных элементов с высокой степенью заводской готовности строительное производство превращается в механизированный поточный процесс сборки и монтажа зданий и сооружений из конструкций и деталей, изготовленных на заводах, основное внимание в пособии уделено использованию современных средств механизации и автоматизации монтажных строительных процессов.

При изложении материала учитывалось, что до знакомства с данным курсом читатели усвоили дисциплины общеобразовательного цикла (физику, математику, химию), а также изучили ряд дисциплин профессионального компонента (материаловедение, строительное черчение, электротехнику и др.).

Данное учебное пособие может использоваться как основной учебный материал для теоретического обучения монтажников строительных конструкций. В качестве дополнительных источников изучения предмета должны применяться иллюстрированные методические пособия по отдельным темам, стендовые и натурные образцы различных соединений, инструментов и приспособлений, макеты, видео-, теле-, кинофильмы и другие средства обучения.

Для закрепления и углубления теоретических знаний в конце каждой главы приводятся вопросы для самопроверки и тесты с возможностью проверки правильности ответов.

Автор считает своим долгом с благодарностью отметить полезные советы, данные рецензентами рукописи – кандидатом технических наук, доцентом Белорусско-Российского университета И.Л. Опанасюком и преподавателем спецдисциплин высшей категории Минского государственного архитектурно-строительного колледжа Л.В. Верховодко.

*Автор*

**Строительство (строительная деятельность)** является одной из важнейших отраслей материального производства, обеспечивающей формирование среды обитания людей, улучшение условий их жизни. Строительная деятельность направлена на выполнение работ по возведению и конструктивным изменениям зданий и сооружений, реставрации, капитальному и текущему ремонту, монтажу, демонтажу и сносу зданий и разборке конструкций. При этом должны обеспечиваться качество работ, безопасность объектов строительства для жизни и здоровья граждан, сохранность имущества и окружающей среды.

В строительстве накоплен большой опыт по возведению уникальных производственных комплексов, выдающихся инженерных сооружений, оригинальных по архитектуре жилых и гражданских зданий.

Десятки веков человек стремится строить все более высокие здания и сооружения. Вспомним библейский миф о попытке построить в Вавилоне такую высокую башню, чтобы верхушка ее доставала до самого неба. Человеческая гордыня вызвала гнев Бога, и он смешал языки, чтобы люди не могли между собой договориться. Это вызвало замешательство среди строителей башни и они вынуждены были отказаться от своего дерзкого замысла. Сегодняшние технологии позволяют реализовывать грандиозные замыслы. На Тайване в 2003 г. вырос до 509 м самый высокий небоскреб мира Taipei 101 (Тайбэй), а в Дубае (ОАЭ) к ноябрю 2008 г. побьют тайваньский рекорд – закончат строительство башни Burj Dubai Tower высотой свыше 800 м.

В течение многих веков изменялись конструктивные решения зданий и сооружений и используемые в конструкциях материалы. Сейчас в основном применяются каменные материалы, сталь, алюминиевые сплавы, бетон, железобетон, дерево и пластмассы. Соответственно из них выполняют каменные, деревянные, металлические (стальные и алюминиевые), бетонные, железобетонные конструкции и конструкции с применением пластмасс.

С древних времен начали применять **каменные конструкции**. Первые сооружения из необработанных естественных камней, возведенные с помощью примитивных орудий труда, относятся еще к каменному веку. Камень был основным материалом для строительства зданий вплоть до середины XX в. Он доступен, прост в обработке, обладает высокой огнестойкостью, неприхотлив в эксплуатации, долговечен. К недостаткам традиционных каменных конструкций относятся большая масса, низкая прочность на растяжение, высокая теплопроводность, значительная трудоемкость возведения. Недостатки устраняются широким внедрением новых эффективных материалов – пустотелых и слоистых камней. Широко применяется облегченная

(эффективная) кладка со слоем утеплителя (пенополистирола, жестких минеральных плит, насыпного керамзита и пр.), армированная кладка.

**Деревянные конструкции** из цельной древесины применяются издревле наряду с каменными, в основном в малонагруженных сооружениях, в зданиях с агрессивной средой (склады минеральных удобрений). Используются также металлодеревянные конструкции, часть элементов в которых выполнена из дерева, часть – из металла (стали).

Деревянные конструкции доступны, создают благоприятный микроклимат в помещениях, легко обрабатываются, имеют хорошие теплоизоляционные свойства. К недостаткам этих конструкций относятся возгораемость, подверженность гниению, малая долговечность (биоповреждаемость), относительно малая механическая прочность. Области применения деревянных конструкций значительно расширились с применением клееной древесины. Высокая прочность клееной древесины при малом весе позволяет ей успешно конкурировать с конструкциями из стали и бетона.

**Металлические конструкции** обладают высокой прочностью, возможностью создания самых различных форм при высокой технологичности, сравнительной легкостью, водо- и газонепроницаемостью. Они ремонтпригодны, хорошо приспособлены для усиления и реконструкции. К недостаткам этих конструкций относятся подверженность коррозии, малая огнестойкость, высокая стоимость. Область применения металлических конструкций: тяжело нагруженные, большепролетные и высотные здания и сооружения; инженерные сооружения для хранения жидкостей и газов; здания и сооружения в труднодоступных районах; линии электропередачи и др.

**Железобетонные конструкции** начали применяться со второй половины XIX в. Они долговечны, имеют высокую механическую прочность и огнестойкость при относительно малом расходе стали на арматуру и низких эксплуатационных расходах. К недостаткам этих конструкций относятся наличие мокрых процессов, необходимость времени для набора прочности, большие масса и теплопроводность, слабая морозостойкость в водонасыщенном состоянии. Область применения железобетонных конструкций весьма обширна: объекты жилищно-гражданского назначения, производственные здания, подземные сооружения (каналы, туннели, фундаменты), гидротехнические сооружения, бункера и др.

При выборе материала для конструкций сравнивают различные варианты по их технико-экономическим показателям (стоимости, долговечности, индустриальности, огнестойкости, эксплуатационным расходам и др.).

Основными и наиболее распространенными материалами в строительстве являются сталь и железобетон.

**Сталь** – сплав железа с углеродом имеет высокие механические характеристики и однородность структуры. Ее применяют при повышенных нагрузках, больших пролетах и высотах зданий и сооружений.

**Железобетон** представляет собой комплексное сочетание бетона и стальной арматуры, монолитно соединенных и совместно работающих в конструкции.

**Бетон** – камневидный материал, представляющий собой затвердевшую бетонную смесь и воспринимающий в основном сжимающие усилия.

**Арматура** – стальные и неметаллические стержни, сварные сетки, каркасы, предназначенные для усиления бетона и восприятия растягивающих усилий. Бетон также придает жесткость конструкции и защищает арматуру от коррозии.

**Железобетонные конструкции** подразделяют на *монолитные* (возводимые на строительной площадке с применением монолитного бетона), *сборные* (заводского изготовления) и *сборно-монолитные*, для которых используют сборные (ненапрягаемые и предварительно напряженные) конструкции и монолитный бетон.

Сборка и установка готовых элементов (конструкций) и частей (узлов) зданий, сооружений и технологического оборудования называется **монтажом**.

Монтаж строительных конструкций является ведущим технологическим процессом при возведении сборных зданий и сооружений. Продолжительность выполнения монтажных работ определяют темпы смежных строительных работ и сроки сдачи объектов в эксплуатацию. Качество монтажных работ обеспечивает точность сборки здания, его внешний вид и долговечность.

Одним из главных направлений научно-технического прогресса в строительстве является **механизация строительно-монтажных работ**, когда обеспечивается замена ручных средств труда машинами и механизмами.

Монтажные работы, при выполнении которых как минимум одна основная операция производится с помощью машин, агрегатов, установок и другого оборудования, а также механизированного инструмента, относятся к **механизированным**.

Все трудоемкие основные и вспомогательные процессы монтажа конструкций должны быть **комплексно механизированы**. Это значит, что работы по погрузке конструкций на транспортные средства, транспортированию их к месту монтажа, разгрузке, укрупнительной сборке, подъему и установке на место выполняются комплектами строительных машин, оборудования, средств малой механизации, необходимой монтажной оснастки, инвентаря и приспособлений.

Внедрение комплексной механизации и автоматизации производства привело к перераспределению трудовых функций рабочих. Физический труд за человека выполняют машины, а ему все больше



приходится заниматься планированием, организацией и контролем технологических процессов.

При современном уровне развития строительной техники нельзя стать хорошим строителем без знания передовой технологии и организации работ, без систематического повышения квалификации. Строительное производство динамично. Появляются новые материалы, механизмы, более совершенные технологические процессы, требующие постоянного пополнения знаний, напряженной умственной деятельности. Для возведения безопасных и долговечных строений необходимы квалифицированные рабочие кадры, имеющие соответствующее образование и достаточный опыт работы. Умения и навыки выполнять работу высококачественно с требуемой производительностью формируются на познавательном интересе.

За счет прогрессивной организации труда, умелого применения рациональных приспособлений и инвентаря, а также средств механизации можно добиться сокращения продолжительности и улучшения качества строительства, снижения затрат труда и расхода материалов, полностью исключить потери материалов. Это обеспечивает повышение конкурентоспособности производителей на рынке труда.

---

# Глава 1. СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

---

## 1.1. Здания и сооружения

Результатом строительной деятельности является произведенная (возведенная или сооруженная) для нужд человека и имеющая надежную опору на земле **конечная строительная продукция** – **строения**: полностью завершённые строительством и готовые к эксплуатации здания и сооружения.

Строения, состоящие (по мере необходимости) из надземной и подземной частей, с помещениями для проживания, производственной или другой деятельности людей, размещения производств, хранения продукции или содержания животных называются **зданиями**. Это жилые дома, школы, промышленные цехи и др.

Строения технического назначения, предназначенные для осуществления определенных потребительских функций, в которых помещения для проживания или работы людей отсутствуют или не определяют главного назначения (плотины, мосты, доменные печи, мачты и др.), называются **сооружениями**.

Производственные услуги специализированных и субподрядных организаций (монтаж оборудования, технологическая комплектация, капитальный ремонт и др.) считаются **промежуточной строительной продукцией**.

Строительная продукция территориально закреплена и носит индивидуальный характер. Она изготавливается в основном по конкретным заказам, многодетальна, материалоемка, разнообразна по назначению, конструктивным характеристикам и территориальному размещению, характеризуется значительными одновременными затратами и длительными сроками эксплуатации.

## 1.2. Общие сведения о зданиях

Здания по назначению подразделяются на гражданские и производственные.

**Гражданские здания** – это жилые здания (жилые дома, гостиницы, общежития) и общественные здания (социально-бытового и административного назначения, например учебные заведения, театры, магазины, больницы).

Из помещений, ограниченных полом и перекрытием или полом и покрытием, размещенных на одном горизонтальном уровне, образуется **этаж**.

Промышленные и сельскохозяйственные здания в основном строятся *одноэтажными*, гражданские – *многоэтажными*. При этом здания в 3 этажа считаются *малоэтажными*, 4–5 этажей – *средней этажности*, 6–9 этажей – *многоэтажными*, 10–16 этажей – *повышенной этажности*, более 16 этажей – *высотными*.

Различают этажи надземные, мансардные, подвальные, цокольные и технические. У *надземных этажей* полы помещений располагаются выше планировочной отметки земли. Стены *мансардных этажей* (мансарды) полностью или частично образованы поверхностью (поверхностями) наклонной или ломаной крыши. Если пол помещений находится ниже планировочной отметки земли более чем на половину высоты помещения, этаж называется *подвальным*, если менее половины – *цокольным*. *Технический этаж* служит для размещения инженерного оборудования и прокладки коммуникаций, он может быть расположен в нижней (техническое подполье), верхней (технический чердак) или в средней части зданий.

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 (рис. 1.1): бескаркасные (с несущими стенами), каркасные, в которых основными вертикальными несущими элементами служат отдельные опоры (колонны, столбы), и с неполным каркасом, где несущими являются и стены, и отдельные опоры.

**Бескаркасные здания** представляют собой жесткую и устойчивую коробку из взаимосвязанных наружных и внутренних несущих стен и перекрытий. Наружные и внутренние стены здания воспринимают вертикальные нагрузки, перекрытия и поперечные стены – ветровые нагрузки. Этот конструктивный тип получил широкое распространение при возведении жилых домов, школ и других общественных зданий.

Для бескаркасных зданий характерны следующие схемы:

♦ с *продольным расположением несущих стен*, на которые опираются плиты междуэтажных перекрытий. В зависимости от ширины здания может быть не одна, а две внутренние продольные стены;

♦ с *поперечным расположением несущих стен*, когда продольные наружные стены – самонесущие, а нагрузка от перекрытий передается на поперечные стены, которые формируют лестничные клетки, в местах, где должны проходить дымовые и вентиляционные каналы, а также в тех местах, где по расчетам они нужны для обеспечения жесткости всего здания или отдельной его части;

♦ *совмещенная* – обычно с опиранием плит перекрытий размером на комнату всеми четырьмя сторонами на продольные и поперечные стены.

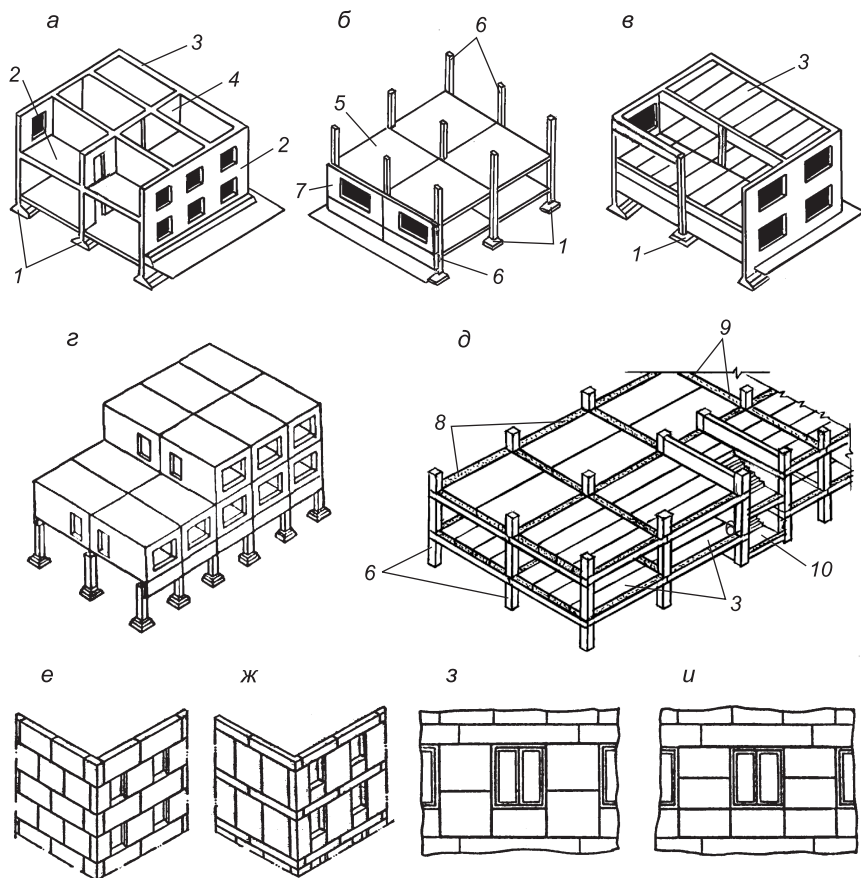


Рис. 1.1. Конструктивные типы зданий:

*а* – бескаркасный; *б* – каркасный; *в* – с неполным каркасом; *г* – объемно-блочный; *д* – сборно-монокристаллический каркас здания с плоскими перекрытиями; *е–и* – схемы разрезки крупноблочных стен: двухрядная с поясным (*е*) и простеночным (*ж*) блоком, трехрядная (*з*) и четырехрядная (*и*); *1* – фундаменты; *2* – многпустотные плиты перекрытий; *3* – наружная стена; *4* – внутренняя стена; *5* – панели перекрытий; *6* – колонны; *7* – стеновые панели; *8* – связевые ригели; *9* – несущие ригели; *10* – элементы лестниц

В практике индустриального строительства бескаркасные здания в основном выполняются крупноблочными и крупнопанельными.

Подземную часть крупноблочных зданий устраивают в виде ленточных фундаментов, состоящих из фундаментных подушек трапециевидного или прямоугольного сечения и фундаментных блоков длиной 780–2380 мм, шириной 300–600 мм, высотой 580 мм. Стены крупноблочных зданий собираются из устойчивых элементов (бло-

ков), которые служат одновременно несущими и ограждающими конструкциями. Крупные блоки изготавливают из легкого бетона или кирпича, сплошными или с пустотами. Для создания плотного вертикального шва на боковых гранях блоков предусматривают треугольные или прямоугольные пазы.

Число рядов блоков, размещающихся по высоте этажа, определяет так называемую *разрезку* крупноблочных стен, которая бывает двух-, трех- и четырехрядной.

*Двухрядная разрезка* стен может осуществляться по двум вариантам (рис. 1.1, е, ж). При первом варианте простеночные блоки делают высотой в оконный проем, а поясные блоки – высотой от верха оконного проема до низа оконного проема вышележащего этажа. При втором варианте простеночные блоки делают высотой от пола до верха оконного проема, поясные – высотой от верха оконного проема до пола вышележащего этажа, при этом оконный проем снизу ограждается подоконным блоком-вставкой.

*Трехрядная и четырехрядная разрезки* (рис. 1.1, з, и) являются видоизменением двухрядной по второму варианту путем расчленения простеночного блока горизонтальными швами на две или три части. Двухрядная разрезка по сравнению с четырехрядной (при которой вес блока не превышает 1,5 т) имеет многие конструктивные, монтажные и эксплуатационные преимущества и получила наибольшее распространение.

Связь между наружными и внутренними стенами осуществляется: в наружных углах здания – перевязкой блоков между собой; в местах примыкания – креплением внутренних продольной и поперечной стен к наружным, а также в лестничных клетках – закладкой Т-образных анкеров из полосовой стали толщиной 4 мм или арматурных сеток из круглой стали диаметром 4–6 мм.

В бескаркасных крупнопанельных зданиях наружные стеновые панели изготавливают размером на одну или две комнаты, панели перекрытий и покрытий – в основном плоскими, размерами на комнату.

В *каркасных зданиях* пространственную систему здания образует каркас, состоящий из отдельных скрепленных между собой элементов (колонн и ригелей). Для зданий каркасного типа характерно четкое разделение конструкций по особенностям их работы (на несущие и ограждающие). Несущие геометрически неизменяемые рамы из колонн и ригелей воспринимают все нагрузки, действующие на здание. Для обеспечения пространственной устойчивости здания устанавливают стальные вертикальные связи либо железобетонные диафрагмы жесткости (ребра жесткости).

Каркасы одноэтажных зданий образуются колоннами, подкрановыми балками, стропильными и подстропильными фермами, многоэтажных – колоннами высотой в один-пять этажей, ригелями, в основном с полками для опирания конструкций перекрытий, и плитами междуэтажных перекрытий.

В каркасных зданиях плиты перекрытий опираются на полки ригелей; плиты, укладываемые между колоннами, служат распорками. Колонны имеют сечение 300×300 или 400×400 мм, высоту – в пять этажей, одну или две консоли.

Наружные стены могут быть самонесущими, опираться непосредственно на фундаменты или фундаментные балки. Если самонесущие стены в виде навесных панелей прикрепляют к наружным колоннам каркаса, здание называют **каркасно-панельным**.

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 – жесткие (из монолитного железобетона) и шарнирные (например, из металла на сварке или болтах).

В **зданиях с неполным каркасом** несущим является внутренний каркас (колонны расположены лишь по внутренним осям). Для таких зданий характерны конструктивные схемы с продольным или поперечным расположением ригелей, а также безригельные.

Из крупноразмерных элементов – объемных блоков с законченной отделкой, которые представляют собой готовую часть здания, например одну или две комнаты или квартиру, возводят **объемно-блочные здания**. Они подразделяются на здания блочной и смешанной систем. **Блочные здания** состоят только из объемных блоков, а в **зданиях смешанной системы** последние используются в сочетании с панелями, колоннами и ригелями каркаса или с монолитным ядром. В домах из объемных блоков лишь 12–15% общих трудозатрат приходится на строительную площадку; в крупнопанельных домах – не менее 50 %.

### 1.3. Особенности производственных зданий

**Производственные здания** – здания, предназначенные для размещения промышленных, сельскохозяйственных и других производств и обеспечивающие необходимые условия для труда людей и эксплуатации технологического оборудования. Производственные здания различаются по следующим основным классификационным признакам:

- ◆ по этажности – одноэтажные, многоэтажные и смешанной этажности, при этом они могут быть одно- или многопролетными;
- ◆ по подъемно-транспортному оборудованию – крановые, снабженные мостовыми (электрическими) и подвесными (электрическими или ручными) кранами, и бескрановые;

◆ по виду освещения – здания с естественным освещением (боковым и верхним), с постоянным рабочим искусственным освещением (безоконные и бесфонарные) и здания с комбинированным освещением (сочетающим естественное освещение с искусственным);

◆ по системам воздухообмена – здания с общей естественной вентиляцией (аэрацией), с механической вентиляцией и с кондиционированием воздуха;

◆ по температурному режиму – отапливаемые и неотапливаемые.

Производственные здания возводят из унифицированных (взаимозаменяемых) стальных и железобетонных конструкций.

**Одноэтажные производственные здания** (рис. 1.2, а, б) по объемно-планировочным и конструктивным решениям отличаются от гражданских большими размерами помещений (необходимы крупные пролеты между рядами опор, дополнительное освещение и вентиляция через фонари), наличием кранового оборудования, бесчердачными покрытиями (плоскими или скатными). В этих зданиях обычно размещаются производства с тяжелым технологическим и подъемно-транспортным оборудованием, связанные с изготовлением крупногабаритных громоздких изделий, а также производства с выделением избыточной теплоты, дыма, пыли, газов и др. При значительных нагрузках от несущих элементов, покрытия и кранового оборудования несущий остов производственного здания должен обладать большой пространственной жесткостью. Как правило, его выполняют каркасным.

Несущие каркасы зданий высотой до 18 м при шаге колонн 6 и 12 м и пролетах 6, 12, 18, 24 м в большинстве случаев выполняют из сборных железобетонных конструкций или смешанных: колонны железобетонные, фермы – стальные. При пролетах большей высоты или при величине пролетов 30, 36 м и более каркасы зданий возводят из стальных конструкций. Обычно колонны жестко заделывают в фундамент, а фермы шарнирно опирают на колонны, по фермам укладывают плиты покрытия. Устойчивость здания обеспечивают связи по колоннам и по поясам ферм. Ограждающими конструкциями могут быть железобетонные плиты покрытий и панели стен, а также стеновые сэндвич-панели, состоящие из стальных профилированных листов с утелителем (пенополиуретановым, пенополистирольным и т.п.) между ними.

**В двухэтажных производственных зданиях** основные («многолюдные») производства размещаются преимущественно на втором этаже, а склады и участки с тяжелым оборудованием – на первом.

**Многоэтажные производственные здания** (рис. 1.2, в) сооружают в основном для производств, оснащенных сравнительно легким малогабаритным оборудованием (точное машиностроение, приборостроение, электронная и радиотехническая промышленность, лег-

кая и пищевая индустрия, полиграфическая промышленность и др.) или требующих организации вертикального (самотечного) технологического процесса.

Сооружают их аналогично гражданским обычно с железобетонным каркасом, реже со стальным, шириной от 18 до 36 м и высотой 16–30 м. Высота этажей – от 4,2 до 6,0 м, но бывает и 7,2 м. Шаг колонн в продольном и поперечном направлениях – 6 м, иногда 9 м (в поперечном направлении). Здания могут быть с полным каркасом, воспринимающим все нагрузки, и самонесущими наружными стенами, а также с полным каркасом и стеновым заполнением из каменной кладки или навесными стеновыми панелями.

По конструкции стен различают мелкоэлементные (из кирпича, керамического камня, мелких блоков, укладываемых вручную) и крупноэлементные (из крупных блоков, панелей, объемных блоков, монтируемыми грузоподъемными механизмами) здания;

По технологии возведения здания могут быть полносборными (монтируемыми из индустриальных конструкций заводского изготовления), собранными из мелкоштучных материалов (например, кирпича или мелких блоков), монолитными и др.

#### 1.4. Стальные конструкции зданий

Несущие стальные конструкции применяют во всех видах зданий и сооружений при значительных пролетах, высоте и нагрузках. Часто ограждающие и несущие конструкции изготавливают из алюминиевых сплавов.

Стальные конструкции состоят из одного или нескольких профилей: уголков, швеллеров, балок, листов, соединенных между собой сваркой, болтами или клепкой. Размеры профилей, размеры и форма поперечного сечения зависят от длины элементов, величины и характера нагрузок, действующих на эту часть конструкций, вида соединения и назначаются проектом.

*Стальные каркасы одноэтажных производственных зданий* (рис. 1.2, б) состоят из колонн, подкрановых балок, элементов фахверка, подстропильных и стропильных ферм, светоаэрационных фонарей. Колонны, фермы, фонари для придания им устойчивости раскрепляют вертикальными и горизонтальными связями и распорками. Они объединяют элементы каркаса в единую пространственную систему, обеспечивая ее геометрическую неизменяемость. Роль горизонтальных связей по верхним поясам стропильных ферм и фонарей выполняют металлические распорки или железобетонные плиты покрытия.

Одноэтажные производственные здания со стальными каркасами бывают одно-, двух- и многопролетные. Фундаменты выполняют из железобетона, металлические колонны крепят к фундаментам анкер-



ными болтами. Наиболее часто шаг колонн назначается 6, 12, 18 или 24 м; ширина пролета – 12, 18, 24, 30 и 36 м.

Конструкция поперечного сечения колонны может быть (рис. 1.3, а, б):

♦ *сплошной* – из одного прокатного профиля или из одного стержня составного сечения;

♦ *сквозной*, состоящей из отдельных ветвей, соединенных друг с другом системой планок или решеток.

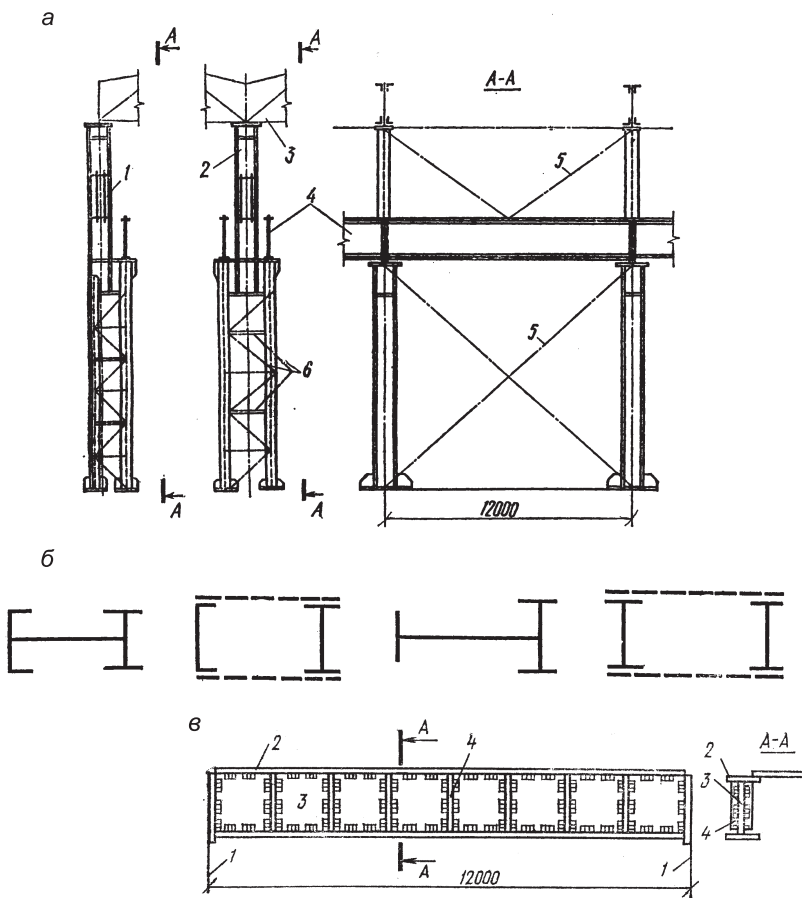


Рис. 1.3. Металлические конструкции зданий:

а – двухветвевые колонны и связи: 1 – колонна крайнего ряда; 2 – колонна среднего ряда; 3 – стропильная ферма; 4 – подкрановые балки; 5 – вертикальные связи по колоннам; 6 – решетка, соединяющая ветви колонн; б – сечения колонн; в – сплошная подкрановая балка: 1 – ось колонны; 2 – горизонтальный лист-полка; 3 – вертикальный лист-стенка; 4 – ребро жесткости

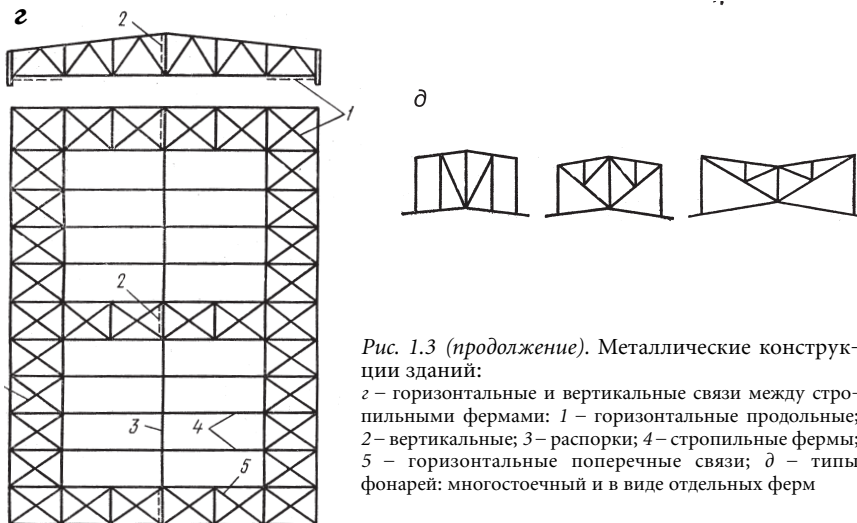


Рис. 1.3 (продолжение). Металлические конструкции зданий:

2 – горизонтальные и вертикальные связи между стропильными фермами; 1 – горизонтальные продольные; 2 – вертикальные; 3 – распорки; 4 – стропильные фермы; 5 – горизонтальные поперечные связи; б – типы фонарей: многостоечный и в виде отдельных ферм

Наиболее часто стальные колонны сплошного сечения бывают двутавровые. Для опирания подкрановых балок на колоннах устраивают консоль или уступ.

Подкрановые балки устанавливают вдоль пути движения кранов. Они воспринимают нагрузки от мостового крана и от поднимаемого груза через колеса мостовых кранов. Колеса кранов, перемещающиеся по подкрановым рельсам, нагружают подкрановую балку усилиями вертикальными, горизонтальными (от поперечного торможения тележки с грузом) и продольного торможения всего мостового крана.

Подкрановые балки бывают в виде сплошных (рис. 1.3, б), стержневых (решетчатых) или комбинированных (шпренгельных) конструкций, в которых сплошная балка снизу усиливается сквозной конструкцией. Чаще всего балки делают в виде двутавра, у которого крановые рельсы располагаются на верхнем поясе; реже – с ездой понизу, когда крановые рельсы крепятся у нижнего пояса балки.

Для восприятия горизонтальных сил, действующих на подкрановую балку, ее верхний пояс усиливают тормозной балкой сплошной или решетчатой конструкции. К колоннам крайних рядов крепят балки фахверка, предназначенные для поддержания стен и стеновых переплетов.

В поперечном направлении на колонны устанавливают стропильные фермы либо балки. В продольном направлении, при необходимости, – подстропильные фермы либо балки. Стропильные фермы в основном располагают через 6–12 м (шаг стропильных ферм) друг от друга. Фермы, кроме особо тяжелых под большую нагрузку, выполняют с поясами, раскосами, стойками из двух равнобоких или неравнобоких уголков, соединенных между собой прокладками (сухаря-

ми) на сварке. Применение трубчатых и холодногнутых профилей позволяет в ряде случаев выполнить конструкцию ферм и фонарей из одиночных профилей, т.е. несоставных сечений.

Для восприятия различных нагрузок и придания устойчивости всему сооружению стропильные фермы и фонари соединяют горизонтальными и вертикальными связями (рис. 1.3, з), а также горизонтальными распорками по верхним и нижним поясам. Промежуток между двумя фермами называется *панелью*, а там, где устанавливаются связи, – *связевой панелью*. Фермы применяют трапецеидального, полигонального очертания, треугольные и с параллельными поясами.

При пролетах 36 м и более в фермах под воздействием нагрузок возникают прогибы, которые ухудшают внешний вид конструкций и во многих случаях недопустимы по условиям эксплуатации. Для того чтобы избежать этого, фермам придают строительный подъем – их изготавливают с обратным первоначальным выгибом. Этот выгиб под воздействием нагрузок погашается и ферма принимает проектное положение.

Фонари (рис. 1.3, д) имеют различное очертание и крепятся к стропильным фермам болтами или сваркой. Между фонарями устанавливают вертикальные и горизонтальные связи в тех же панелях, где стоят связи по стропильным фермам. На верхние пояса ферм и фонарей крепят болтами прогоны, поддерживающие кровельные плиты или щиты из профилированного стального настила, изготавливаемые из металлических листов и фасонных профилей. Железобетонные плиты или металлические щиты крепят сварными швами непосредственно к верхним поясам ферм и фонарей (если по фермам и фонарям нет прогонов). Металлические стропильные фермы устанавливают на стальные и железобетонные колонны и стены.

На боковых плоскостях фонаря монтируют стальные переплеты остекления (верхнеподвесные), которые крепят к горизонтальным несущим элементам – импостам.

В некоторых производственных зданиях вместо мостовых кранов устанавливают подвесные краны, которые перемещаются по подкрановым путям, прикрепленным к элементам ферм, или электрические тали, которые движутся по монорельсу, или краны, которые опираются одной тележкой на рельс подкранового пути, укрепленного на колоннах, а другой – на рельс, уложенный в полу здания.

**Каркасы многоэтажных зданий** производственного или административно-хозяйственного назначения, выполняемые из стальных элементов, часто являются многопролетными рамами в поперечном, а иногда и в продольном направлении.

Основные элементы каркаса многоэтажного здания: колонны, балки, ригели, связи, плиты перекрытий, ядро (или стенка) жесткости. Система связей, воспринимающих горизонтальные нагрузки, определяет жесткость и устойчивость многоэтажного здания и препятствует его колебаниям.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Введение</b> .....	5
<b>Глава 1. СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ</b> .....	9
1.1. Здания и сооружения .....	9
1.2. Общие сведения о зданиях .....	9
1.3. Особенности производственных зданий .....	13
1.4. Стальные конструкции зданий .....	16
1.5. Общие сведения о сооружениях .....	20
1.6. Конструктивные элементы зданий и сооружений .....	26
1.7. Соединения сборных элементов .....	32
1.8. Основные требования к конструкциям зданий и сооружений .....	34
<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	42
<i>Тесты</i> .....	42
<b>Глава 2. СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА</b> .....	44
2.1. Общие положения .....	44
2.2. Строительные рабочие .....	47
2.3. Нормирование и оплата труда .....	50
2.4. Техническая документация при производстве строительных работ .....	52
<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	57
<i>Тесты</i> .....	58
<b>Глава 3. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И ВЫБОР МОНТАЖНЫХ КРАНОВ</b> .....	60
3.1. Основные понятия .....	60
3.2. Подъемно-транспортные машины .....	65
3.3. Выбор монтажных кранов .....	71
3.4. Обеспечение безопасности при работе грузоподъемных кранов .....	74
<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	76
<i>Тесты</i> .....	77
<b>Глава 4. ТАКЕЛАЖНЫЕ И МОНТАЖНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ</b> .....	79
4.1. Общие сведения .....	79
4.2. Грузозахватные приспособления .....	81
4.3. Приспособления для выверки и временного закрепления конструкций .....	89
4.4. Лестницы, трапы и мостики, сходни и средства подмачивания .....	93
4.5. Инструменты для выполнения монтажных работ .....	97
<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	99
<i>Тесты</i> .....	100

<b>Глава 5. ОБЩЕСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ</b> .....	102
5.1. Допуски, технические измерения и разметка .....	102
5.2. Резка, рубка, правка и гибка металла .....	117
5.3. Слесарно-пригоночные работы .....	121
5.4. Обработка круглых отверстий .....	124
<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	129
<i>Тесты</i> .....	129
<b>Глава 6. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ</b> .....	131
6.1. Общие ведения .....	131
6.2. Организация строительной площадки .....	132
6.3. Транспортные процессы, складирование и хранение сборных элементов	134
6.4. Доставка на строительную площадку и монтаж машин и оборудования	145
6.5. Укрупнительная сборка конструкций .....	147
<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	151
<i>Тесты</i> .....	151
<b>Глава 7. СОЕДИНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ</b> .....	153
7.1. Общие положения .....	153
7.2. Болтовые соединения .....	154
7.3. Крепежные элементы .....	160
7.4. Заклепочные соединения .....	164
7.5. Сварные соединения .....	165
7.6. Обеспечение безопасности при производстве сварочных работ .....	180
<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	181
<i>Тесты</i> .....	182
<b>Глава 8. СОЕДИНЕНИЯ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ</b> .....	184
8.1. Общие сведения .....	184
8.2. Устройство защитных покрытий .....	186
8.3. Бетонные работы при монтаже конструкций .....	194
8.4. Замополичивание монтажных соединений сборных конструкций .....	208
8.5. Требования безопасности труда при заделке стыков .....	215
<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	218
<i>Тесты</i> .....	219
<b>Глава 9. ОСНОВЫ ГЕОДЕЗИИ</b> .....	221
9.1. Основные положения .....	221
9.2. Геодезические разбивочные работы .....	224

9.3. Геодезический контроль качества строительно-монтажных работ . . . . .	227
<i>Вопросы для самопроверки</i> . . . . .	232
<i>Тесты</i> . . . . .	232
<b>Глава 10. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МОНТАЖЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ</b> . . . . .	234
10.1. Основные организационные признаки монтажа зданий и сооружений . . . . .	234
10.2. Основные технологические признаки монтажа зданий и сооружений . . . . .	239
10.3. Безопасность труда при производстве монтажных работ . . . . .	243
<i>Вопросы для самопроверки</i> . . . . .	252
<i>Тесты</i> . . . . .	252
<b>Глава 11. МОНТАЖ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ</b> . . . . .	255
11.1. Монтаж одноэтажных производственных зданий . . . . .	255
11.2. Монтаж многоэтажных зданий . . . . .	261
11.3. Монтажные работы при возведении кирпичных зданий . . . . .	281
<i>Вопросы для самопроверки</i> . . . . .	291
<i>Тесты</i> . . . . .	291
<b>Глава 12. МОНТАЖ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ</b> . . . . .	294
12.1. Монтаж конструкций зданий . . . . .	294
12.2. Монтаж специальных сооружений . . . . .	304
<i>Вопросы для самопроверки</i> . . . . .	313
<i>Тесты</i> . . . . .	314
<b>Глава 13. ПРОИЗВОДСТВО МОНТАЖНЫХ РАБОТ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ</b> . . . . .	316
13.1. Монтажные работы при реконструкции зданий . . . . .	316
13.2. Производство монтажных работ в зимнее время . . . . .	320
<i>Вопросы для самопроверки</i> . . . . .	326
<i>Тесты</i> . . . . .	326
<b>Глава 14. СТАНДАРТИЗАЦИЯ, КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТ</b> . . . . .	328
14.1. Общие положения . . . . .	328
14.2. Контроль качества при монтаже сборных конструкций . . . . .	331
<i>Вопросы для самопроверки</i> . . . . .	339
<i>Тесты</i> . . . . .	340
<b>Приложения</b> . . . . .	342
I. Тарифно-квалификационные характеристики монтажника строительных конструкций 2–7-го разрядов . . . . .	342

---

II. Типовые нормы выдачи средств индивидуальной защиты .....	347
III. Карта трудового процесса. Установка колонн полносборных животноводческих и птицеводческих зданий .....	350
IV. Инструкция по безопасному ведению работ для стропальщиков, обслуживающих грузоподъемные краны .....	355
<b>Литература</b> .....	<b>362</b>

Учебное издание

**Стаценко Анатолий Степанович**

**МОНТАЖ СТАЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Учебное пособие

Редактор *Т.К. Майборода*

Художественный редактор *В.А. Ярошевич*

Технический редактор *Н.А. Лебедевич*

Корректоры *Т.К. Хваль, Е.З. Липень*

Компьютерная верстка *И.В. Скубий*

Подписано в печать 22.11.2007. Формат 60×90/ 16. Бумага офсетная. Гарнитура «Miniature». Офсетная печать. Усл. печ. л. 23. Уч.-изд.л. 24,49. Тираж 3000 экз. Заказ .

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”». ЛИ № 02330/0131768 от 06.03.2006. 220048, Минск, проспект Победителей, 11. <http://vshph.com>

Открытое акционерное общество «Барановичская укрупненная типография». 225409, Барановичи, ул. Советская, 80.