

УЧЕБНИК XXI ВЕК

А.П. Михеев

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ

Б
А
К
А
Л
А
В
Р



А.П. Михеев

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ

Рекомендуется федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский государственный строительный университет» (МГСУ) в качестве учебного пособия для студентов ВПО, обучающихся по программе бакалавриата, по направлению подготовки 270800 – «Строительство»



Издательство АСВ
Москва
2013

Рецензент: заведующий кафедрой «Архитектура гражданских и промышленных зданий» Московского государственного строительного университета, доктор технических наук, профессор *А.К. Соловьев*.

Михеев А.П.

Промышленные здания / 4-е изд., перераб. и доп.: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2013. – 440 с.

ISBN 978-5-93093-920-0

В книге изложены общие принципы проектирования промышленных зданий на современном этапе. Рассмотрены вопросы влияния производственно-технологического процесса и внутренней среды на объемно-планировочные и конструктивные решения зданий с учетом органического единства технических, художественно-эстетических, экономических и экологических требований.

Регистрационный № рецензии 2275 от 01.03.2013 г.

ISBN 978-5-93093-920-0

© Издательство АСВ, 2013

© Михеев А.П., 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга рассчитана на подготовку бакалавров техники и технологий по направлению 270800 «Строительство».

Содержание и последовательность изложенного материала в книге соответствуют программе специальной дисциплины «Конструкции городских сооружений и зданий» и требованиям Государственного федерального стандарта высшего профессионального образования 3-го поколения.

Книга позволяет студентам более глубоко освоить навыки проектирования и строительства промышленных зданий, которые по сравнению с гражданскими имеют значительные особенности.

На современном этапе развития промышленности строительство промышленных зданий приобретает большую актуальность. Отечественная промышленность нуждается в принципиально новых сооружениях, отвечающих требованиям обновленных производственно-технологических процессов, экономики и надежности. Книга позволяет учесть большой накопленный в предыдущие периоды отечественный и зарубежный опыт при создании промышленных зданий и предприятий. На основе этого опыта предлагаются основные направления совершенствования объемно-планировочных, конструктивных и архитектурно-художественных решений промышленных зданий.

Автор признателен и выражает глубокую благодарность рецензенту книги доктору технических наук, профессору А.К. Соловьеву (МГСУ) за ценные замечания по рукописи.

Пользуюсь возможностью выразить признательность Ассоциации строительных вузов, директору издательства Н.С. Никитиной за поддержку и помощь при окончательной подготовке книги к изданию.

ВВЕДЕНИЕ

Промышленные здания предназначены для размещения в них производств различного назначения с обеспечением требуемых условий для производственного процесса и среды для нормальной трудовой деятельности человека.

В отличие от гражданских зданий промышленные имеют значительные особенности. Во-первых, их отличает многообразие размещаемых в них производственно-технологических процессов. Каждый из них требует соответствующих объемно-планировочных решений зданий, сопровождается различными нагрузками и воздействиями на здания и воздушную среду. Вследствие этого возникает ответственная задача по обеспечению надежности и безопасности зданий. Эта задача решается на стадии разработки конструктивного решения здания.

Во-вторых, в промышленных зданиях работают люди, находящиеся в самых разнообразных условиях производства. Для них должен быть создан безопасный для здоровья микроклимат. Решение этой задачи осуществляется специалистами разного профиля: технологами, гигиенистами, архитекторами, светотехниками, акустическими, специалистами в области отопления, вентиляции и др. При этом учитываются местные климатические особенности с максимальным использованием положительных сторон климата.

Как правило, промышленные здания входят в состав промышленных предприятий определенного назначения. Все они между собой связаны единой технологической последовательностью. Функции каждого здания в составе промышленного предприятия различны. Одни из них выполняют чисто производственные, другие вспомогательные, складские, административные, бытовые и др. С учетом их функционального назначения решают их архитектурное оформление и применяют соответствующие градостроительные приемы по взаимному размещению в составе промышленного предприятия. Во всех случаях удачное архитектурное и градостроительное решение положительно сказывается на отношении работающих к своему производству и является большим экономическим резервом.

Нередко в составе промышленного предприятия находят место и общественные здания (административные, учебные, вычислительные центры, объекты социального назначения и др.). Такие здания решают в соответствии с требованиями к общественным зданиям.

Промышленное строительство в России имеет многовековую историю. Оно развивалось в соответствии с социально-экономическими этапами развития государства, проводимой им политикой. В начале XIX в. (начало реформ Петра I) промышленное производство в России приобретает государственное значение. До этого периода промышленность России имела в основном кустарный характер, производя необходимую для жизни и проведения войн продукцию. Начиная с XVIII века в России стали строить крупные промышленные предприятия на Урале, в Прикамье, Туле, Ивано-Вознесенске, Москве. Заводы и фабрики того периода представляли собой большое количество отдельных цехов и всевозможных мастерских. Основными строительными материалами были камень, дерево и железо.

На последующих этапах с развитием строительной техники в промышленном строительстве стали применять более совершенные строительные материалы и конструкции. Появились новые виды одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий. В XIX в., особенно во второй его половине, при строительстве промышленных зданий и предприятий уже широко применяли стальные конструкции и железобетон. Применение двигателей внутреннего сгорания и электричества расширило возможности механизации технологических процессов, применения новых видов подъемно-транспортного оборудования, в том числе и мостовых кранов. Более пристальное внимание стали уделять единству технологических, технических и архитектурно-строительных сторон зданий. В решении этой задачи участвовали видные архитекторы, среди которых выделялись воспитанники Петербургской академии художеств И.И. Свиязев, А.З. Комаров, А.П. Чеботарев и др. С их участием построены многие заводы на Урале, в городах Туле, Ивано-Вознесенске и Петербурге.

В конце XIX века – начале XX в. Россия прочно перешла на капиталистический путь развития. Это потребовало качественно нового уровня промышленности и аграрного сектора, что, в свою очередь, было связано с постоянным совершенствованием строительной отрасли. Она нуждалась в новых конструктивных решениях, совершенствовании строительной техники. Здесь большая роль отводилась строительной науке. В Петербурге и Москве были открыты первые вузы по подготовке инженеров-строителей для гражданского, промышленного и транспортного строительства. Преподаватели и выпускники этих вузов внесли значительный вклад в теорию и практику строительства. Так, инженером Н.М. Абрамовым была

разработана система колонн «бетон в обойме», позволяющая изготавливать прямоугольные сечения конструкций малой площади. Инженер А.Ф. Лолейт впервые в мире разработал безбалочные железобетонные конструкции перекрытия; инженер В.Г. Шухов обосновал закономерность перехода от плоских к пространственным сетчатым конструкциям. Благодаря исследованиям профессоров Е.И. Орлова, Н.А. Белелюбского, Д.И. Менделеева строительство было обогащено новой отделочной техникой и материалами, в том числе и с повышенной водостойкостью.

К началу Первой мировой войны (1914 г.) география промышленного строительства охватила помимо центра России и Урала значительные территории Сибири, Украины (Донбасс, Криворожье), Кавказа (по добыче нефти – Баку, Грозный, меди – Армения, марганца – Грузия), Средней Азии (хлопок-сырец), Польши и Прибалтики.

Изнурительные Первая мировая и Гражданская войны тяжело сказались на экономике России. В 1920 г. объем промышленной продукции по сравнению с 1913 г. сократился в 3,5 раза, выплавка чугуна – в 36 раз, стали – в 22 раза, добыча угля – в 3,3 раза, нефти – в 2,4 раза.

В советский период (1917–1991 гг.), особенно в его начальные годы, практически в полной изоляции от капиталистического мира России было необходимо в первую очередь поднять и развить промышленность.

В 1920–1930-е гг., т.е. до начала Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.), была проделана гигантская работа по восстановлению народного хозяйства. Небывалый объем строительства требовал коренного изменения проектного и строительного дела. Для решения этих задач были созданы мощные проектные и строительные организации. Так, уже к 1930 г. были созданы крупные технологические и проектные организации «Теплопроект», «Гидроэнергопроект», «Госпроектстрой» (в последствии «Промстройпроект»), «Гипрозем», «Гипромаш» и др.

Большое внимание уделялось строительной науке. На нее возлагались ответственные задачи скорейшей выработки новых теоретических методов расчета и конструирования различных типов зданий, расширения индустриальности строительства, выявления возможностей новой архитектуры, сокращения сроков строительства. В решении этих задач большая заслуга принадлежит научным школам, возглавляемым профессорами А. Кузнецовым, А. Самойловым,

В. Цветаевым, В. Кардо-Сысоевым, А. Троповым, Е. Поповым, Г. Орловым, И. Николаевым, В. Мовчаном, А. Фисенко, К. Карташовым, Л. Серком, академиком В. Васниным и др.

В 1930-е годы были построены тысячи крупных промышленных предприятий. Среди них крупнейший в Европе Магнитогорский металлургический комбинат, гигант тяжелого машиностроения завод «Уралмаш» в Свердловске (ныне Екатеринбург), автомобильные и тракторные заводы в Москве, Горьком (Н. Новгороде), Волгограде, Харькове, Челябинске, Ростове-на-Дону, вагоностроительный завод в Нижнем Тагиле и др. Высокими темпами осуществлялось строительство предприятий энергетики, легкой и перерабатывающей промышленности.

К концу 1930-х гг. строительство стало располагать большими возможностями для использования стальных и железобетонных конструкций. Смешанный каркас в виде сборных железобетонных колонн и стальных ферм стал доминирующим. Была прекращена практика ранее существовавшей сезонности работ. Все это вместе с развивающейся унификацией, типизацией и индустриализацией строительства позволяло сократить сроки строительства зданий и предприятий.

К началу Великой Отечественной войны (1941 г.) Советский Союз по производству основной промышленной продукции прочно вышел на 2-е место в мире (после США).

Во время Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) страна понесла тяжелые потери. За годы войны было повреждено и разрушено 31 850 крупных промышленных предприятий. На значительной территории страны, временно оккупированной фашистской Германией, до войны выпускалось 68% чугуна, 58% стали и значительная доля другой промышленной продукции. Многие промышленные предприятия были вынуждены перемещаться в восточные районы страны.

За три года войны (1942–1945 гг.) в восточных районах страны (Урал, Сибирь, Казахстан и др.) было построено 2250 новых крупных промышленных предприятий. В их числе Челябинский металлургический завод качественных сталей, Миасский и Ульяновский автозаводы, Алтайский тракторный, Богословский алюминиевый, Норильский никелевый и др.

На завершающем этапе войны и в первые послевоенные годы были восстановлены многие машиностроительные, энергетические, транспортные и другие промышленные предприятия.

В этот период архитекторы и инженеры создали много промышленных объектов, являющихся примерами экономной планировки, оригинальных конструктивных систем, новых методов строительства.

К 1950 г. народное хозяйство страны было восстановлено. Промышленность достигла, а по ряду отраслей превзошла довоенный уровень. За период с 1946 по 1950 г. было восстановлено и построено около 6200 крупных предприятий (с учетом Украины, Белоруссии и Прибалтики).

В промышленном строительстве значительно шире стали применять унифицированные сборные железобетонные конструкции, позволяющие создавать здания с укрупненной сеткой колонн 12×15 и 12×18 вместо ранее принятой 6×12. С середины 1950-х гг. развитие этих конструкций перешло на новый, более высокий уровень. Повсеместно все виды строительства были переориентированы на индустриальные методы строительства. Это означало перевод строительных объектов на их монтаж из конструкций полной заводской готовности. Изготовление абсолютного большинства строительных конструкций производилось на специализированных заводах по типовым каталогам.

Для разработки и совершенствования теорий расчетов зданий, сооружений и внедрения новых конструкций и материалов были созданы крупные научные центры: ЦНИИСК, НИИЖБ, ЦНИИпромзданий, Проектстальконструкция, Промстройпроект и др. Важная роль отводилась ученым, работающим в вузах.

За период с 1959 по 1965 г. вступило в строй более 5500 крупных предприятий. Среди наиболее крупных промышленных объектов в 1960-е и последующие годы – Череповецкий и Западно-Сибирский металлургические комбинаты, Конаковская, Братская и Красноярская ГЭС, первая опытная АЭС в г. Обнинске и последующие за ней АЭС – Белоярская и Нововоронежская, крупные химические и автомобильные комплексы в г.Тольятти, Набережных Челнах, Братский лесопромышленный комплекс и многие другие.

В этот период новое промышленное строительство осуществлялось в основном за пределами России, в бывших республиках СССР. В пределах России развивалась в основном легкая и перерабатывающая промышленность, большей частью за счет технического перевооружения и расширения действующих предприятий.

В 1960–1970-е гг. в промышленное строительство было внедрено большое количество разнообразных эффективных строитель-

ных конструкций и систем. Среди них большепролетные балочные и пространственные конструкции покрытий, легкие ограждающие конструкции, новые типы световых и аэрационных фонарей и др.

Такая техническая политика в строительстве была продолжена и в 1980-е гг.. Основное промышленное строительство было сосредоточено в районах, связанных с производством электроэнергии, газа, нефти, химии и нефтехимии. Продолжалось строительство Байкало-Амурской магистрали (БАМ), второй очереди «Атоммаша» и расширение крупнейших действующих промышленных предприятий (комбайновый и экскаваторный заводы в Красноярске, Челябинский тракторный завод, Ленинградский металлургический и др.).

Наряду с огромными достижениями в области промышленного строительства в 1960–1980-е гг. были допущены и серьезные просчеты.

В этот период предпочтение отдавалось новому промышленному строительству, при этом не всегда учитывались возможности реконструкции и технического перевооружения как отдельных зданий, так и предприятий в целом. Новое промышленное строительство ежегодно изымало из землепользования огромные территории, требовало дорогостоящих коммуникаций.

Тенденция использования в объемно-планировочных решениях укрупненных модулей часто оказывалась экономически неоправданной, что приводило к значительному перерасходу строительных материалов и конструкций. Конструкции из сборного железобетона, как правило, усложняли реконструкцию. Большинство зданий имело недостаточную теплозащиту, что приводило к высокому энергопотреблению.

Для многих промышленных зданий и комплексов были характерны чрезмерная простота и однообразие внешних объемов, что снижало художественно-эстетическую роль промышленной архитектуры.

Многие промышленные объекты возводились с грубым нарушением экологических требований, что наносило и продолжает наносить большой вред окружающей среде.

В 1990-е гг. в связи с распадом Советского Союза и происходящей сменой общественного строя строительство всех видов, в том числе особенно промышленное, пережило тяжелый этап. Практически полностью было прекращено строительство новых заводов и предприятий. Это привело к разрушению основы строительства – базы стройиндустрии. Крупные промышленные предприятия, ли-

шившиеся государственной поддержки, расчленились на мелкие акционерные и частные фирмы и общества. Многие из них продолжали работать на устаревшем оборудовании. И только часть промышленных предприятий перепрофилировалась на выпуск другой продукции, подвергалась реконструкции и технологическому переоснащению.

С начала 2000-х гг. отечественная промышленность начала постепенно восстанавливаться. Новое промышленное строительство в первую очередь было направлено на развитие энергетики, добычи и переработки газа, нефти, угля, цветных металлов и др. Заметное развитие стали получать обслуживающие предприятия машиностроительной отрасли, а также легкой и пищевой промышленности, предприятия транспорта и оборонного характера.

Строительство новых промышленных объектов и реконструкция действующих стали базироваться на новейших технологиях, в том числе и зарубежных. В промышленном строительстве появились новые типы зданий, в наибольшей степени отвечающие требованиям снижения материалоемкости, энергосбережения и экологической безопасности.

В проектировании и строительстве были сняты многие жесткие ограничительные нормативные требования советского периода. На смену материалоемким типовым конструкциям и зданиям преимущественно из сборного железобетона приходят новые объемно-планировочные и конструктивные решения зданий, больше соответствующие технологической «гибкости», требованиям материало- и энергосбережения и архитектурной выразительности. Строительство стало располагать более широкой номенклатурой строительных материалов и конструкций.

Оценивая в целом современное промышленное строительство, следует отметить положительную тенденцию возрождения классических требований архитектуры – единства прочности, пользы и красоты.

РАЗДЕЛ I. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Требования к промышленным зданиям. Требования к ним подразделяют на функциональные, технические, архитектурно-художественные, экономические и экологические.

Функциональные требования заключаются в том, чтобы промышленное здание наиболее полно удовлетворяло своему назначению, т.е. заданным параметрам размещаемого в нем технологического процесса. Этим требованиям должны быть подчинены объемно-планировочное и конструктивное решения здания, его внутрицеховое подъемно-транспортное оборудование, воздушная среда, световой и шумовой режимы производственных помещений.

Следует принимать такие объемно-планировочные и конструктивные решения, которые позволяют изменять и совершенствовать технологический процесс без реконструкции самого здания.

Технические требования состоят в обеспечении прочности, устойчивости и долговечности зданий, в снижении пожарной и взрывной опасности для работающих, а также в возможности возведения зданий индустриальными методами. Эти требования распространяются также на санитарно-техническое и инженерное оборудование зданий.

Уровни прочности, устойчивости и долговечности конструкций здания, обеспечиваемые при проектировании и строительстве, характеризуют собой степень его надежности в эксплуатации. Под надежностью зданий понимают их безотказную работу в заданных условиях силовых и природно-климатических воздействий и в течение расчетного периода эксплуатации.

Архитектурно-художественные требования: промышленное здание должно иметь привлекательный и выразительный внешний облик, удовлетворяющий художественным запросам человека. Архитектура здания должна быть гармоничной, связана с застройкой комплекса и природным окружением.

Красота промышленным зданиям придается не декорированием, а гармоничностью, пропорциональностью и ритмичностью их элементов, а также высоким качеством монтажных и отделочных работ. В качестве средств архитектурной выразительности зданий используют также фактуру и цвет материала ограждений, художественное сочетание фактур и цвета различных материалов и т.д.

Интерьеры зданий должны соответствовать функциональному назначению помещений, эстетическим запросам работающих и способствовать высокопроизводительному труду.

Экономические требования заключаются в обеспечении минимально необходимых затрат на строительство и эксплуатацию проектируемого здания. В соответствии с этими целями необходим выбор наиболее целесообразных объемно-планировочных, конструктивных и архитектурно-композиционных решений здания при обеспечении оптимальной организации технологического процесса в нем.

Для сокращения стоимости строительства зданий нужно также использовать местные строительные материалы. При проектировании нельзя завышать капитальность зданий, поскольку использование более долговечных и огнестойких конструкций, чем требуется нормами, повышает их стоимость.

На экономичность зданий влияют также сокращение сроков строительства, использование местных эффективных строительных материалов и конструкций, уменьшение затрат на его эксплуатацию.

Экологические требования должны обеспечиваться в первую очередь производственно-технологическим процессом, размещаемым в производственном здании.

Любой производственно-технологический процесс должен исключать загрязнение воздушного и водного бассейна, обеспечивать рациональное использование природных ресурсов (сырья, топлива, энергии и др.) и отходов производства. Вместе с тем и само производственное здание, его объемно-планировочное, конструктивное решение и размещение должны всемерно способствовать исключению или ослаблению вредного воздействия производства на природу, людей и прилегающие жилые районы.

Классификация промышленных зданий. Промышленные здания и сооружения по назначению подразделяют на следующие основные группы:

производственные, в которых размещают основные технологические процессы предприятия (мартеновские, прокатные, сборочные, ткацкие, кондитерские цехи и др.);

подсобно-производственные, предназначенные для размещения вспомогательных процессов производства (ремонтные, инструментальные, тарные цехи и т.п.);

энергетические, в которых размещают установки, снабжающие предприятие электроэнергией, сжатым воздухом, паром и газом (ТЭЦ, компрессорные, газогенераторные и воздухоподогревательные станции и др.);

транспортные, предназначенные для размещения и обслуживания средств транспорта, находящегося в распоряжении предприятия (гаражи, электровозные депо и др.);

складские, необходимые для хранения сырья, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции, горючесмазочных материалов и проч.;

санитарно-технические, предназначенные для обслуживания сетей водоснабжения и канализации, для защиты окружающей среды от загрязнения (насосные и очистные станции, водонапорные башни, брызгальные бассейны и т.п.);

административные и бытовые здания.

К специальным сооружениям промышленных предприятий относят резервуары, газгольдеры, градирни, силосы, дымовые трубы, эстакады, опоры, мачты и проч.

Перечисленные группы зданий и сооружений не обязательно строятся на каждом промышленном предприятии, состав их зависит от назначения и мощности предприятий.

Эксплуатационные качества, необходимые для нормальных условий труда и технологического процесса в течение всего срока их службы, обеспечиваются потребными размерами пролетов и шагов колонн, установкой соответствующего технологического оборудования, удобством его монтажа, качеством отделки, удобствами для работающих и для протекания технологического процесса.

Для промышленных зданий, как, впрочем, и других видов зданий, установлены три класса ответственности: повышенный, нормальный, пониженный.

К первому классу ответственности относятся здания и сооружения объектов, имеющих особо важное народно-хозяйственное значение (главные корпуса ТЭС, АЭС, центральные узлы доменных печей, дымовые трубы высотой более 200 м и др.). Ко второму классу относится большинство производственных зданий и сооружений, имеющих важное народно-хозяйственное значение и не вошедшие в первый и третий классы ответственности.

Третий класс ответственности зданий характеризуется ограниченным народно-хозяйственным значением (склады, временные здания и сооружения со сроком службы до 5 лет и др.). Для каждого класса ответственности установлены определенные коэффициенты надежности по назначению. Так, для первого класса коэффициент надежности составляет 1,0, а для третьего – 0,9. Эти коэффициенты учитывают при сборе нагрузок и воздействий на здания.

Для обеспечения требуемой долговечности и огнестойкости основных конструктивных элементов зданий применяют соответст-

вующие строительные материалы и изделия и защищают их в конструкциях от разрушения под воздействием эксплуатационных факторов.

Долговечность зданий – это срок их службы без потери требуемых качеств при заданном режиме эксплуатации и в данных климатических условиях. Установлены четыре степени долговечности ограждающих зданий: I степень – срок службы не менее 100 лет, II степень – не менее 50 лет; III степень – не менее 20 лет; IV степень – до 20 лет.

По огнестойкости здания и сооружения подразделяют на пять степеней. Степень огнестойкости зданий определяется пределами огнестойкости строительных конструкций. Предел огнестойкости строительных конструкций (*REI*) устанавливается по времени (мин) наступления одного или последовательно нескольких, нормируемых для данной конструкции, признаков предельных состояний: потери несущей способности (*R*), потери целостности (*E*) и потери теплоизолирующей способности (*I*).

Требуемая степень огнестойкости зданий устанавливается на стадии проектирования по пределам огнестойкости основных конструктивных элементов здания: несущих (колонны, внутренние стены и др.), наружных стен, междуэтажных перекрытий, покрытий и лестничных клеток [26].

По конструктивной пожарной опасности здания подразделяют на четыре класса (C0, C1, C2 и C3). Класс конструктивной пожарной опасности здания определяется классами пожарной опасности строительных конструкций и ее элементов (K0, K1, K2 и K3): несущих стержневых элементов (колонны, ригели, фермы); отделки наружных стен с внешней стороны; стен, перегородок, перекрытий и бесчердачных покрытий; стен лестничных клеток и противопожарных преград; маршей и площадок лестниц. Строительные конструкции класса K0 относятся к числу непожароопасных, K1 – малопожароопасных, K2 – умеренно-пожароопасных, K3 – пожароопасных.

По функциональной пожарной опасности здания подразделяют на три группы в зависимости от способа их использования и меры безопасности людей в них в случае возникновения пожара. К 1-й группе относятся производственные здания и сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские. Во 2-ю группу входят складские здания и сооружения, стоянки для автомобилей (без технического обслуживания), книгохранилища и архивы, в 3-ю – сельскохозяйственные здания.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения и здания подразделяют на категории А, Б, В1-В4, Г и Д. Категорию

взрывопожароопасной и пожарной опасности определяют характеристики веществ и материалов, находящиеся (обращающиеся) в помещении.

Категории А и Б относятся к числу взрывопожароопасных.

Категория А является наиболее взрывопожароопасной. В помещениях этой категории имеются горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. К этой категории относят также помещения, в которых имеются в обращении вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении будет превышать 5 кПа.

Помещения категории Б связаны с наличием горючей пыли или волокна, легковоспламеняющейся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, а также горючей жидкости в таком количестве, которое при воспламенении может спровоцировать взрыв и создать в помещении расчетное избыточное давление более 5 кПа.

Категории В1–В4 являются пожароопасными. Разделение этой категории на отдельные (В1, В2, В3 и В4) производят в соответствии с требованиями норм пожарной безопасности [26] в зависимости от удельной пожарной нагрузки на участке, в мДж·м⁻², и способа размещения участка пожара в помещении.

Помещения категории Г связаны с наличием в них негорючих веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени. При наличии в помещениях горючих газов, жидкостей и твердых веществ предполагается их сжигание или утилизация в твердое топливо.

Категория Д связана с наличием в помещении негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

Промышленные здания классифицируют и по другим признакам: по виду подъемно-транспортного оборудования (бескрановые, с мостовыми кранами), по количеству тепла, выделяемого в процессе производства (отапливаемые и неотапливаемые здания и помещения), по способу воздухообмена и освещенности (бесфонарные, безоконные или, наоборот, с фонарями и окнами), по акустическому режиму и т.п.

Классификация зданий по определенным признакам способствует более качественному проектированию, так как в пределах оп-

ределенного класса зданий более целенаправленно решаются задачи по выполнению необходимых требований.

Виды промышленных зданий по архитектурно-конструктивным признакам. Промышленные здания по архитектурно-конструктивным признакам подразделяют на одноэтажные, двухэтажные, многоэтажные и здания смешанной этажности.

В одноэтажных зданиях, как правило, размещают производства металлургической и машиностроительной промышленности (сталелитейные, прокатные, кузнечные, термические, механосборочные цехи и др.), характеризующиеся тяжелым и громоздким технологическим оборудованием, крупногабаритными изделиями и большими динамическими нагрузками.

В отечественной практике промышленного строительства преимущественное развитие получили одноэтажные здания. В них размещали около 75% промышленных производств. Однако в перспективе будет возрастать удельный вес многоэтажных зданий, позволяющих уменьшить площадь застройки предприятий.

По количеству пролетов одноэтажные здания могут быть одно- и многопролетными (*рис. 1.1*).

Под **пролетом** понимается расстояние между продольными рядами колонн в направлении работы основных несущих конструкций покрытия (стропильных конструкций) или перекрытия (основных балок или ригелей).

В зависимости от ширины пролетов здания принято считать мелкопролетными, если ширина пролетов не превышает 12 м, крупнопролетными – при ширине пролетов более 12 м и большепролетными – с шириной пролетов 36, 48, 60 м и более. В большепролетных зданиях целесообразно размещать производства с быстро изменяющейся технологией или связанные с выпуском, содержанием и хранением крупногабаритной продукции (авиастроение, ангары, гаражи и т.п.) (*рис. 1.2*).

По расположению внутренних опор одноэтажные промышленные здания разделяют на ячеиковые, пролетные и зальные. В зданиях ячеикового типа преобладает квадратная сетка опор с относительно небольшим продольным и поперечным шагом. Такую сетку опор целесообразно применять для зданий с подвесным или напольным транспортом, когда требуется размещать технологические линии (и транспортировать грузы) в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

В *зданиях пролетного типа*, наиболее распространенных в практике строительства, ширина пролетов преобладает над шагом опор. *Здания зального типа* характерны для производств, требую-

щих значительной площади без внутренних промежуточных опор. В таких зданиях расстояние между опорами может достигать 100 м и более (большепролетные здания).

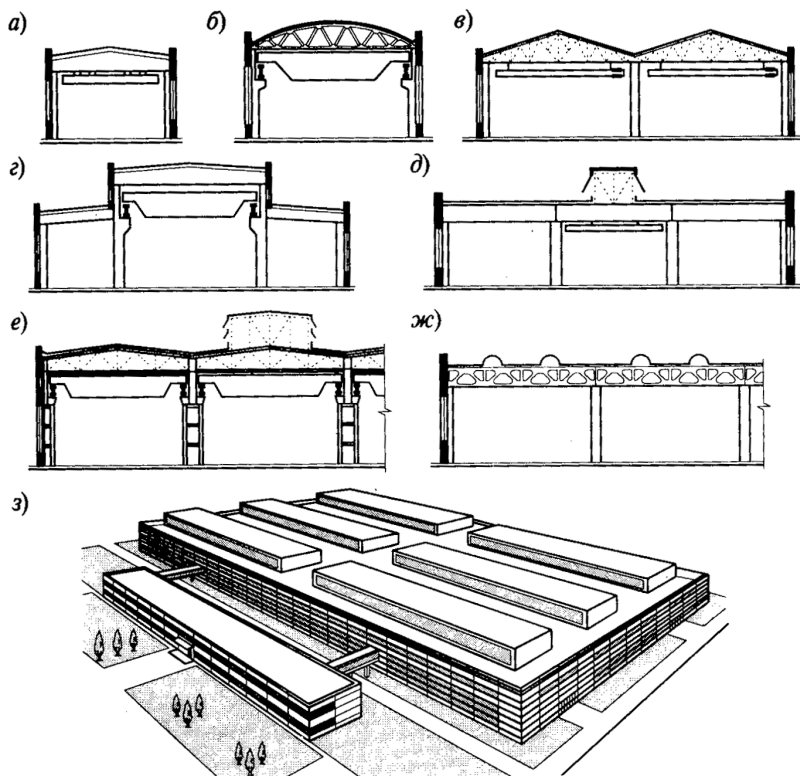


Рис. 1.1. Основные типы одноэтажных промышленных зданий:

а – однопролетное с подвесным краном без фонарей; *б* – то же с мостовым краном; *в* – двухпролетное с подвесными кранами без фонарей; *г* – трехпролетное с повышенным средним пролетом; *д* – трехпролетное с фонарем; *е, ж* – многопролетные с фонарями; *з* – общий вид одноэтажного промышленного здания и связанного с ним отдельно стоящего административно-бытового корпуса

В многоэтажных зданиях размещают производства с вертикально направленным технологическим процессом, в случаях, когда используется сила тяжести сырья и полуфабрикатов (мельницы, агломерационные фабрики, хлебозаводы, химические заводы и др.).

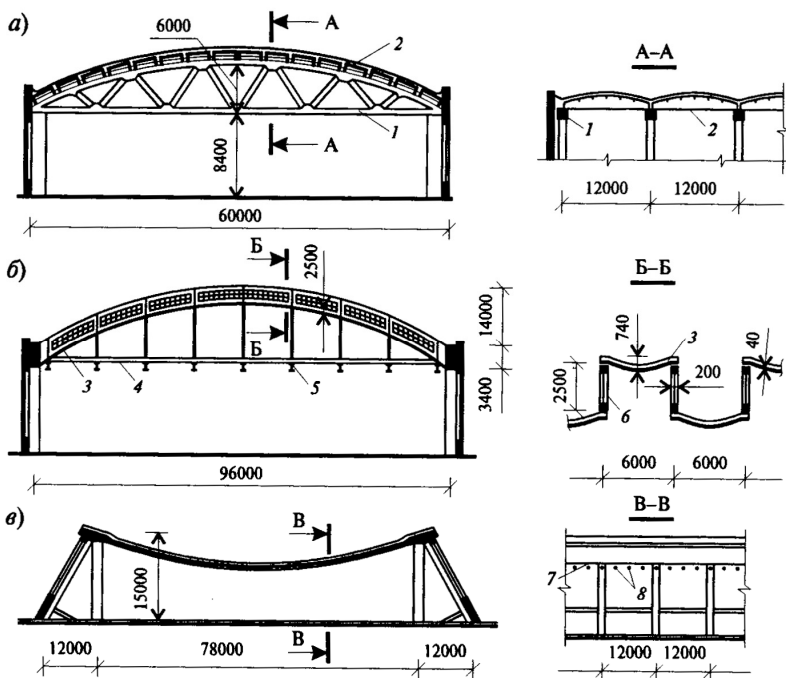


Рис. 1.2. Примеры большепролетных одноэтажных зданий:

а – пролетом 60 м; б – пролетом 96 м; в – пролетом 78 м; 1 – железобетонная ферма; 2 – железобетонные плиты; 3 – своды-оболочки; 4 – затяжка; 5 – крановые пути; 6 – остекление; 7 – плоские железобетонные плиты; 8 – стальные ванты

Многоэтажные здания сооружают также для предприятий легкой, пищевой, радиотехнической, приборостроительной промышленности, для складов. Нагрузки на междуэтажные перекрытия в многоэтажных зданиях могут достигать $30\text{--}45 \text{ кН/м}^2$ ($3000\text{--}4500 \text{ кг/м}^2$).

Многоэтажные здания, как правило, имеют многопролетную схему, причем в средних пролетах рекомендуется размещать второстепенные производства, для которых достаточна меньшая естественная освещенность (рис. 1.3). Для многих многоэтажных зданий характерно, когда размеры пролета равны шагу колонн, образуя ячеювую структуру.

На первых этажах многоэтажных зданий обычно располагают тяжелое и громоздкое оборудование и производства, выделяющие агрессивные сточные воды. На верхних же этажах размещают взрыво- и пожароопасные производства, а также такие, которые выделяют в воздушную среду вредные газы.

Специальную группу зданий составляют двухэтажные с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа (рис. 1.3, а). В таких зданиях на верхнем этаже размещают основное производство, а на первом – вспомогательные службы (ремонтные отделения, депо электрокар, бытовые помещения и т.п.), а также энергетические и санитарно-технические коммуникации.

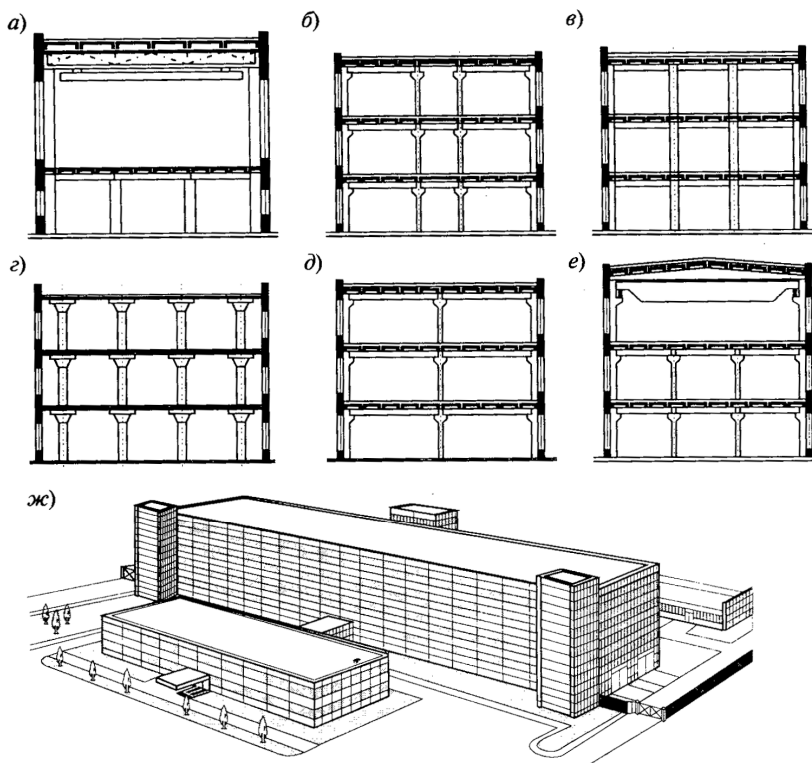


Рис. 1.3. Основные виды многоэтажных промышленных зданий:

а – двухэтажное с укрупненной сеткой колонн 2-го этажа; б – с сеткой колонн $(6 + 3 + 6) \times 6$ м; в, г – с сеткой колонн $(6 + 6 + 6) \times 6$ м; д – с сеткой колонн $(12 + 12) \times 6$ м; е – многоэтажное с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа; ж – общий вид многоэтажного промышленного здания и соединенного с ним административно-бытового корпуса

Размещение в двухэтажных зданиях некоторых производств машиностроительной, легкой, пищевой, полиграфической и других отраслей промышленности (взамен одноэтажных зданий) дает значительный экономический эффект вследствие уменьшения площади

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ I. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ.....	11
Глава 1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	11
Глава 2. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	20
Глава 3. МИКРОКЛИМАТ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ	69
Глава 4. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	81
Глава 5. АРХИТЕКТУРНО-КОМПОЗИЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И КОМПЛЕКСОВ	115
Глава 6. ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	128
Глава 7. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	143
Глава 8. БЫТОВЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ И ЗДАНИЯ	150
Глава 9. ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	172
РАЗДЕЛ II. КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ.....	185
Глава 10. КАРКАСЫ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ	185

Глава 11. КАРКАСЫ МНОГОЭТАЖНЫХ И ДВУХЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ.....	231
Глава 12. БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫЕ ПОКРЫТИЯ.....	256
Глава 13. СТЕНЫ И ОКНА.....	280
Глава 14. ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ	328
Глава 15. ФОНАРИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	359
Глава 16. ПОЛЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	372
Глава 17. ЛЕСТНИЦЫ, ПЕРЕГОРОДКИ, ВОРОТА И ДРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	386
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	411
<i>Приложение 1. Нормированное значение к.е.о. при естественном и совмещенном освещении, а также значения нормированной искусственной освещенности</i>	<i>413</i>
<i>Приложение 2. Значения коэффициента светового климата m ..</i>	<i>417</i>
<i>Приложение 3. Группы административных районов по ресурсам светового климата</i>	<i>417</i>
<i>Приложение 4. Значения световой характеристики η_0 окон при боковом освещении</i>	<i>418</i>
<i>Приложение 5. Значения коэффициента запаса k_3.....</i>	<i>419</i>
<i>Приложение 6. Значения коэффициентов светопропускания τ_1, τ_2, τ_3</i>	<i>422</i>
<i>Приложение 7. Значения коэффициента τ_4, учитывающего потери света в солнцезащитных устройствах ...</i>	<i>423</i>
<i>Приложение 8. Значения r_0 для условной рабочей поверхно- сти.....</i>	<i>423</i>
<i>Приложение 9. Значения световой характеристики трапециевидных фонарей и шедов η_ϕ.....</i>	<i>424</i>

<i>Приложение 10.</i>	Значения световой характеристики η_{ϕ} световых проемов в плоскости покрытия при верхнем освещении.....	424
<i>Приложение 11.</i>	Значения коэффициента k_{ϕ}	425
<i>Приложение 12.</i>	Значения коэффициента r_2	425
<i>Приложение 13.</i>	Значения коэффициента q , учитывающего неравномерную яркость облачного неба МКО.....	425
<i>Приложение 14.</i>	Значения средней относительной яркости фасадов экранирующих (противостоящих) зданий b_{ϕ} с параллельным их расположением по схеме рис. 2.7.....	426
<i>Приложение 15.</i>	Значения коэффициента $k_{здо}$ для схемы на рис. 2.7 с параллельным расположением зданий.....	427
<i>Приложение 16.</i>	Значения коэффициента отражения некоторых строительных материалов ρ и средневзвешенного коэффициента отражения фасада ρ_{ϕ}	431
<i>Приложение 17.</i>	Предельно допустимые уровни звукового давления на рабочих местах в производственных и вспомогательных зданиях.....	432
ЛИТЕРАТУРА.....		434

Учебное пособие

Михеев Анатолий Петрович

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ

Научный редактор: *А.П. Михеев*

Редактор *Г.М. Мубаракишина, В.Ш. Мерзлякова*

Дизайн обложки *Т. Негрозова*

Компьютерная верстка *О.В. Лютова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.

Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Печать офсетная. Усл. 27,5 п.л. Заказ №

ООО «Издательство АСВ»

129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>