

**НАО «Карагандинский технический университет
имени Абылкаса Сагинова»**

Курс лекций

по дисциплине:

**«Архитектура промышленных
зданий»**

для обучающихся

ОП 6В07304 «Строительство»

6В07305 «Производство

строительных материалов,

изделий и конструкций»

6В07307 «Инженерные системы

зданий и сооружений»

«Архитектурно-строительный факультет»

**Кафедра «Строительные материалы и
технологии»**



**Автор:
К.Т.Н.,
профессор Рахимов М.А.**

**Основы проектирования промышленных зданий.
Классификация промышленных зданий.**

Лекция № 1

План занятия:

- 1. Классификация промышленных зданий.**
- 2. Основные группы промышленных зданий.**
- 3. Требования к промышленным зданиям.**

Цель занятия:

Целью занятия является:

- ✓ изучение основ проектирования промышленных зданий и сооружений;
- ✓ ознакомление с классификацией промышленных зданий и сооружений;
- ✓ рассмотрение основных требований, предъявляемых к тем или иным промышленным зданиям и сооружениям.

Классификация промышленных зданий.

Основные группы промышленных зданий

Промышленное строительство – это область строительства, занимающаяся созданием основных фондов промышленности, включая выполнение комплекса строительно-монтажных работ, связанных с возведением новых, а также расширением, модернизацией и реконструкцией существующих промышленных предприятий.

Промышленное предприятие – совокупность орудий и средств производства, зданий, сооружений и других материальных фондов, используемых для производства какой-либо продукции.

Производственные здания принадлежат к основным фондам соответствующей промышленности, и их классификация построена на основе отраслевой классификации производства.

Классификация отраслей производства в промышленности устанавливается по различным признакам, например, по однородности экономического назначения продукции (производственного или потребительского), виду обрабатываемого сырья, характеру технологического процесса и т.п. Всего насчитывается более 15 крупных отраслей (электроэнергетика, черная металлургия, цветная металлургия, машиностроение, металлообработка и др.).

Отраслевая классификация положена в основу создания сети проектных, научно-исследовательских и производственных организаций в строительстве, таких, например, крупных проектных организаций по проектированию металлургических заводов, как Гипромез, заводов тяжелого машиностроения – Гипротяжмаш, гидротехнических сооружений – Гидропроект, зданий высших учебных заведений – Гипровуз.

Промышленные здания независимо от отрасли промышленности разделяют в соответствии со своим функциональным назначением на следующие основные группы:

производственные, в которых размещают основные технологические процессы предприятия (мартеновские, прокатные, сборочные, ткацкие, кондитерские 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 воздуходувные 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 пр.;

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, предназначенные для размещения административно-конторских помещений, бытовых помещений и устройств (душевых, гардеробных и пр.), пунктов питания и медицинских пунктов.

К специальным сооружениям промышленных предприятий относят резервуары, газгольдеры, градирни, силосы, дымовые трубы, эстакады, мачты и др. Перечисленные группы зданий и сооружений не обязательно строятся на каждом промышленном предприятии, состав их зависит от назначения и мощности предприятий.

Объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий зависят от их назначения, характера размещения в них технологических процессов и отличаются значительным разнообразием.

Классификация по определенным признакам

Классификация зданий по определенным признакам способствует более качественному проектированию, так как в пределах определенного класса зданий более целенаправленно решаются задачи по выполнению необходимых требований.

Наиболее широкая группа классификации промышленных зданий базируется на их различных объемно-планировочных и конструктивных решениях, на различных характеристиках технологических процессов и т.д.

Итак, здания классифицируются :

1) по архитектурно-конструктивным признакам.

В этой группе классификации промышленные здания подразделяют на *одноэтажные, двухэтажные, многоэтажные и здания смешанной этажности.*

Одноэтажные здания.

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 настоящее время в одноэтажных зданиях размещается около 75% промышленных производств. Однако в перспективе будет возрастать удельный вес многоэтажных зданий, позволяющих уменьшить площадь застройки предприятий.

В свою очередь, одноэтажные промздания подразделяются по следующим признакам:

а) по количеству пролетов одноэтажные здания могут быть одно- и многопролетными (рис. 1).

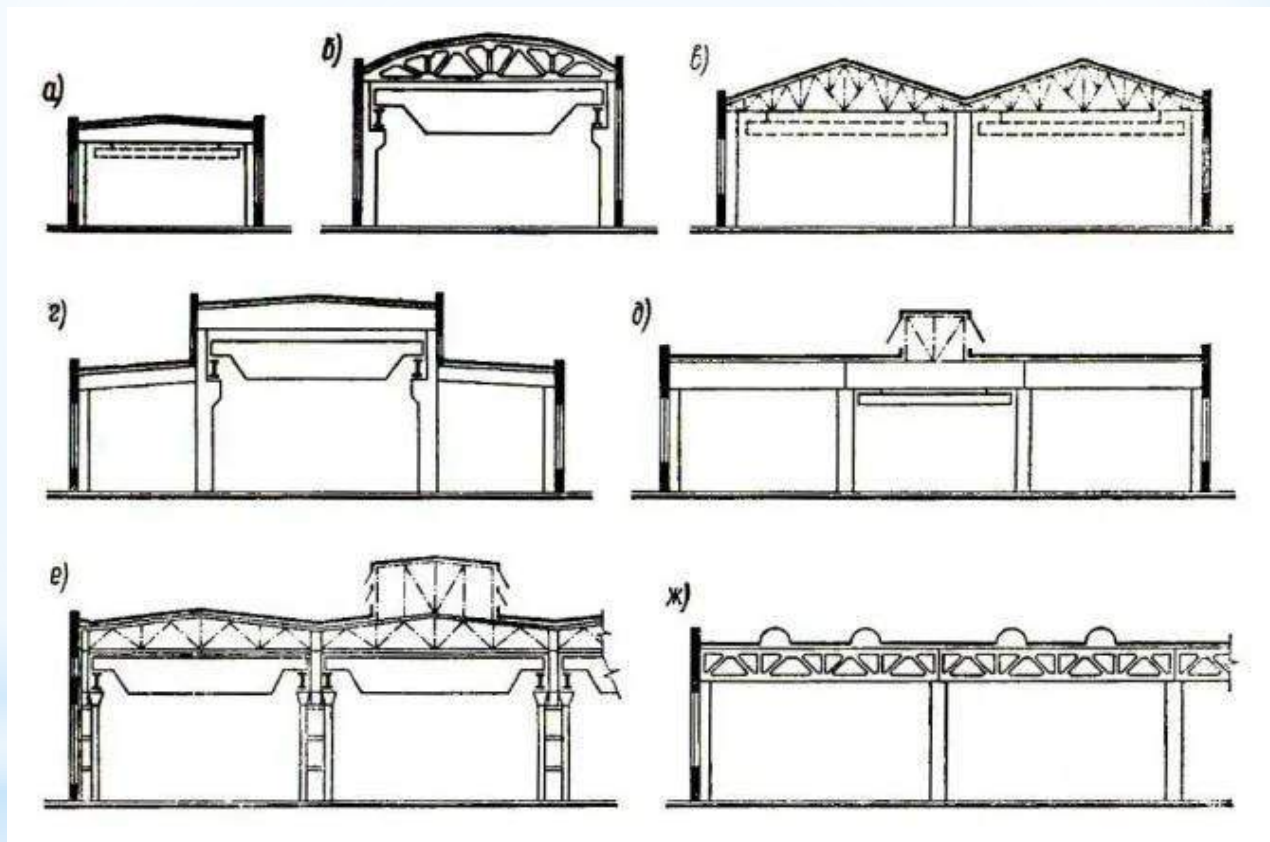


Рис. 1. Основные типы одноэтажных промышленных зданий.

а – однопролетное без фонарей; *б* – то же, с мостовым краном; *в* – двухпролетное без фонарей; *г* – трехпролетное с повышенным средним пролетом; *д* – трехпролетное с фонарем; *е, ж* – многопролетные с фонарями.

Однопролетные здания целесообразны для небольших производственных, энергетических или складских зданий. Они применяются также для размещения производств, требующих значительной величины пролетов (от 36 м и более) и значительной высоты (более 18 м).

Многопролетные – наиболее распространенный тип одноэтажных промышленных зданий.

б) 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. 2).

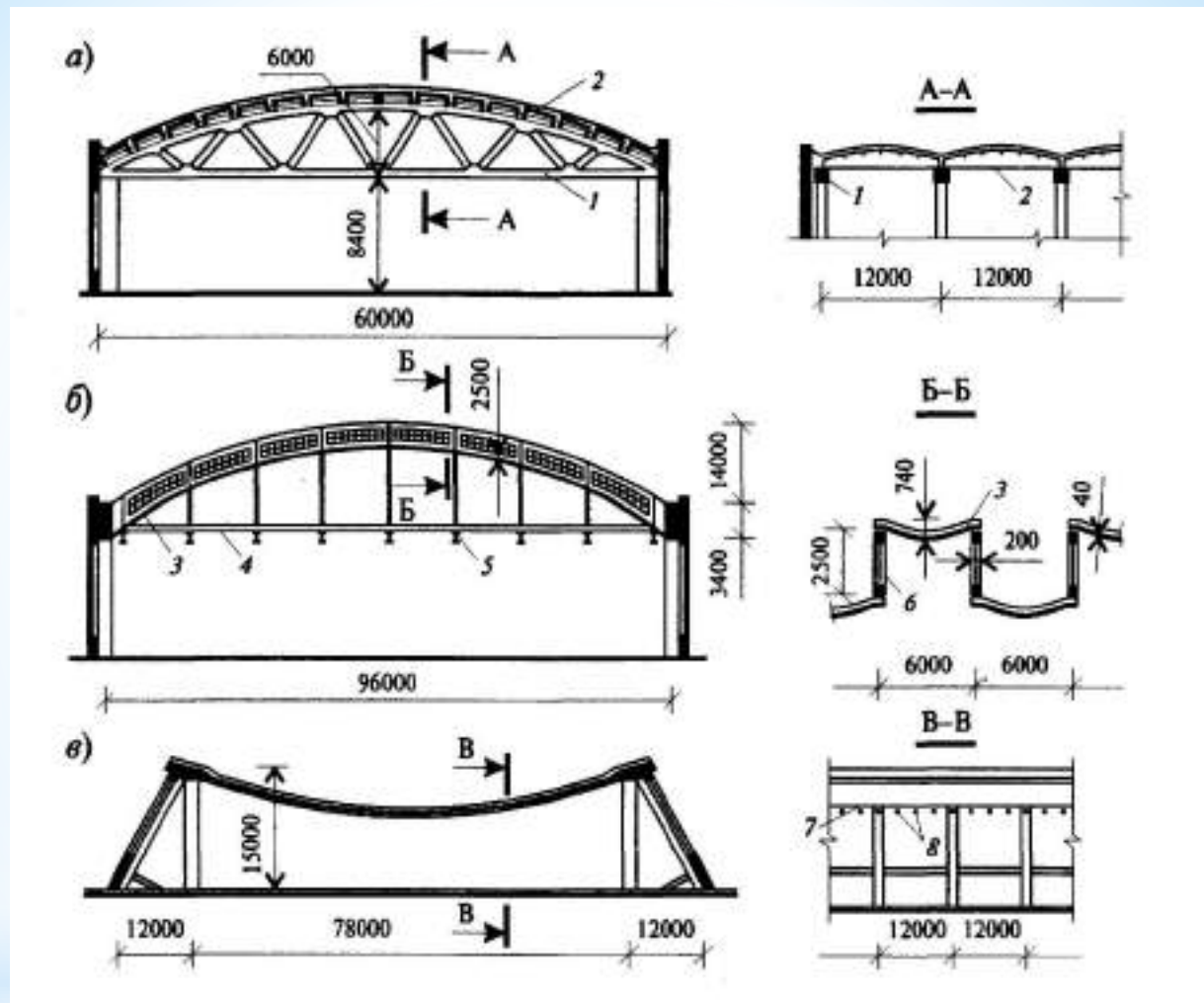


Рис. 2. Примеры большепролетных одноэтажных зданий:

a – 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 ваны.

в) по расположению внутренних опор одноэтажные промышленные здания разделяют на:

- *ячейковые;*
- *пролетные;*
- *зальные.*

В зданиях ячейкового типа преобладает квадратная сетка опор с относительно небольшим продольным и поперечным шагом.

В зданиях пролетного типа, наиболее распространенных в практике строительства, ширина пролетов преобладает над шагом опор.

Здания зального типа характерны для производств, требующих значительной площади без внутренних промежуточных опор. В таких зданиях расстояние между опорами может достигать 100 м и более (большепролетные здания).

Многоэтажные здания.

В многоэтажных зданиях размещают производства с вертикально направленным технологическим процессом, и материалы могут перемещаться за счет собственного веса (мельницы, агломерационные фабрики, хлебозаводы, химические заводы и др.). Многоэтажные здания сооружают также для предприятий легкой, пищевой, радиотехнической, приборостроительной промышленности, для складов (рис. 3).

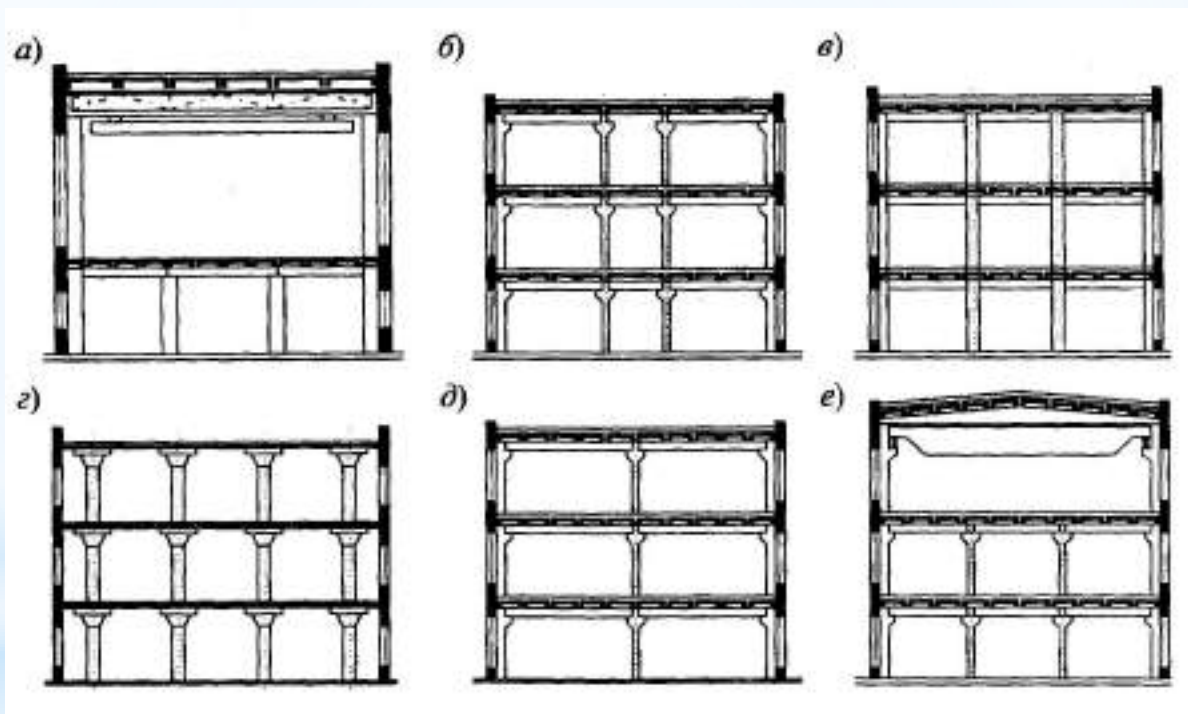


Рис.3. Основные виды многоэтажных промышленных зданий.

а – двухэтажное с укрупненной сеткой колонн 2-го этажа; б – с сеткой колонн (6+3+6) м; в, г – с сеткой колонн (6+6+6)х6 м; д – с сеткой колонн (12+12)х6 м; е – многоэтажное с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа.

Применение многоэтажных промышленных зданий ограничивается производствами с относительно легким технологическим оборудованием, размещаемым на междуэтажных перекрытиях. Нагрузки на междуэтажные перекрытия в многоэтажных зданиях могут достигать 30-45 кН/м² (3000-4500 кг/м²).

Здания *смешанной этажности* строят для производств с горизонтальным и вертикальным технологическим процессами (многие химические производства).

2) по наличию подъемно-транспортного оборудования:

- бескрановые;
- крановые (с мостовыми кранами или подвесным транспортом).

3) по материалу основных несущих конструкции:

- с железобетонным каркасом (сборным, монолитным, сборно-монолитным);
- стальным каркасом;
- кирпичными несущими стенами и покрытием по железобетонным, металлическим и деревянным конструкциям.

4) по конструктивным схемам покрытий:

- каркасные плоскостные (с покрытием по балкам, фермам, аркам, рамам), рис. 4, А;
- каркасные пространственные (с покрытиями – оболочками одинарной и двойкой кривизны, складками), висячие покрытия различных типов, перекрестные, пневматические (рис.4, Б).

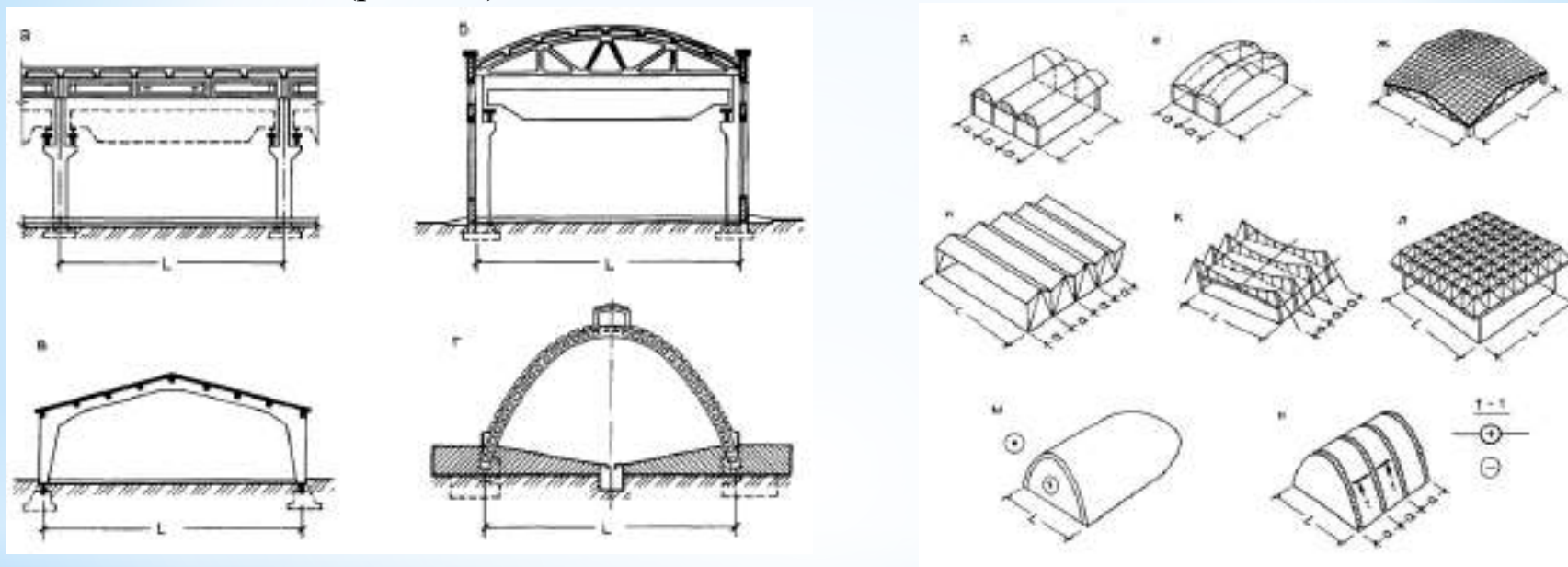


Рис. 4. Конструктивные схемы покрытий каркасных промзданий:

А - плоскостные: *а* – по балкам; *б* – по фермам; *в* – по рамам; *г* – по аркам;

Б - пространственные: *д* – оболочки одинарной кривизны; *е* – оболочки двойкой кривизны; *ж* – оболочки двойкой кривизны в виде гиперболического параболоида; *и* – складки; *к* – висячее вантовое; *л* – перекрестное; *м* – пневматическое воздухоопорное; *н* – пневматическое воздугонесущее.

*

Требования к промышленным зданиям

Требования к промышленным зданиям подразделяют на:

- технологические (или функциональные);

- технические;

- архитектурно-художественные;

- экологические;

- экономические.

Функциональные требования

Функциональные требования заключаются в том, чтобы промышленное здание наиболее полно удовлетворяло своему назначению, т.е. заданным параметрам размещаемого в нем технологического процесса.

Технологический процесс является основным фактором, определяющим решение здания, т.е. его размеры, форму, конструкции, санитарно-техническое оборудование и внешний облик.

Производство, т.е. технологический процесс, ставит ряд вполне определенных требований к той материально организованной среде, т.е. к промышленному зданию, которое создается строителями. Эти требования вытекают из двух основных положений:

- обеспечение таких параметров среды, при которых технологический процесс протекает в наиболее благоприятных условиях и при которых обеспечивается высокое качество продукции;

- обеспечение таких параметров среды, которые являются оптимальными для деятельности человека с санитарно-гигиенической точки зрения, т.е. при условии сохранения здоровья человека, высокой производительности труда и снижения утомляемости.

К технологическим (функциональным) следует отнести требования:

а) к **пространству**, размеры которого должны быть достаточными, чтобы разместить технологическое и подъемно-транспортное оборудование и обеспечить перемещение материалов и изделий, а также технологического оборудования при его монтаже или демонтаже;

б) к **рабочему пространству** для людей, занятых на производстве, и к пространству для передвижения людей в помещении (проходы). При этом общее пространство здания (согласно СН 245-71) должно составить не менее 15 м³ на одного работающего, а площадь – не менее 4,5 м²/чел;

в) к **воздушной среде** для обеспечения здоровых условий труда человека, требуемого качества продукции или сохранности технологического оборудования, на которое может влиять температура воздуха, его влажность, степень загрязнения вредными веществами;

г) к **световому режиму** для обеспечения требуемой освещенности пространства цеха, рабочих мест и необходимого спектрального состава света (СН245-71);

д) к **акустическому режиму** для обеспечения требуемого уровня шума и изоляции от посторонних звуков, превышающих допустимых уровень, мешающих технологическому процессу и утомляющих рабочих (СНиП II-12-77).

Технические требования

К *техническим* требованиям относятся:

а) требования к **прочности, устойчивости (жесткости)** строительных конструкций, **долговечности** материалов и основных конструкций здания, зависящей от ряда факторов, таких как *ползучесть, морозостойкость, влагостойкость, коррозиестойкость и биостойкость*;

б) требования по **взрывной, взрыво-пожарной и пожарной** опасности, поскольку технологические процессы могут представлять опасности побочного рода. По этим признакам производства классифицируют на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д, Е (СНиП 2.09.02-85. Производственные здания).

Производства категории А наиболее взрывоопасные, так как к ним отнесены технологические процессы, в которых участвуют горючие газы и горючие жидкости с низкими пределами взрываемости и температурами вспышки паров. При смешении они образуют взрывоопасные смеси, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой и кислородом воздуха.

Для взрывоопасных производств (категорий А, Б, Е) наружные ограждающие конструкции целесообразно делать «легкосбрасываемыми» взрывной волной, образующейся при взрыве.

К легкосбрасываемым относятся окна с обычным стеклом, двери, распашные ворота, фонарные переплеты, легкие ограждения с применением асбестоцементных, алюминиевых и стальных листов с легкими утеплителями и т.п.

в) требования к **санитарно-техническому и инженерному оборудованию** здания, которые в зависимости от технологического процесса предусматривают отопление, ту или иную систему вентиляции или кондиционирования воздуха, водоснабжение устройство лифтов для работающих и т.п.

Архитектурно-художественные требования

а) **градостроительные**, если производственные предприятия или промышленные здания предлагается возводить в системе городской застройки;

б) к **архитектуре комплекса**, предполагающие, что само промышленное предприятие должно представлять собой выразительный в архитектурно-художественном отношении ансамбль;

в) к **архитектуре здания**, предполагающие выразительное, привлекательное по внешнему облику решение каждого здания или сооружения, входящего в состав промышленного комплекса;

г) к **интерьеру**, который, как и внешний вид здания, должен быть привлекательным, создавать по всем показателям среду, соответствующую условиям высокопроизводительного труда.

* Экономические требования

К экономическим требованиям относятся:

- а) экономичность объемно-планировочных решений;
- б) экономичность конструктивных решений;
- в) экономичность архитектурно-художественных решений.

Экономичность указанных решений для промышленных зданий устанавливается по показателю экономической эффективности капитальных вложений, который, как известно, выражается через приведенные затраты.

* Экологические требования

Экологические требования в промышленном строительстве применяются на трех этапах:

- а) при разработке схем размещения и развития промышленных отраслей и производств по территории страны;
- б) разработке генеральных планов городов и проектов планировки промышленных зон и промрайонов;
- в) при разработке проектов конкретных предприятий.

* **Внутрицеховое подъемно-транспортное оборудование**

Для перемещения внутри зданий сырья, полуфабрикатов и готовой продукции их оборудуют подъемно-транспортными средствами, необходимыми также для монтажа и демонтажа технологических установок.

Внутрицеховой транспорт подразделяют на две группы: периодического и непрерывного действия.

К первой группе относят: напольный безрельсовый и рельсовый транспорт (автокары, автопогрузчики и т.п.), подвесной транспорт (тали, кошки, подвесные краны), сюда также входят мостовые и другие виды кранов.

Ко второй – конвейеры всех видов, пневматический и гидравлический транспорт.

Вид транспорта влияет на конструкции и объемно-планировочное решение промышленного здания.

Выбор того или иного вида внутрицехового транспорта зависит от технологического процесса, характера грузов, необходимости модернизации процесса производства.

Следует учитывать, что при проектировании промышленных зданий целесообразно применять принципы независимой от строительных конструкций передачи крановых нагрузок на основание – применением в основном *напольного* подъемно-транспортного оборудования *многофункционального* назначения, используемого для монтажа строительных конструкций и оборудования, а также для технологического обслуживания производства.

В качестве напольных грузоподъемных транспортных средств применяют козловые, полукозловые, пневмоколесные, порталные, гусеничные краны серийного производства, внутрицеховые краны *башенного* типа, мостовые краны на самостоятельных эстакадах.

Выбор кранов, их характеристик и зон перемещения решается при проектировании технологической части.

Отказ от традиционной схемы передачи крановых нагрузок на каркасы зданий существенно снижает их материалоемкость. Важно и то, что при модернизации или полной замены технологии основного производства одновременно можно заменить и крановое оборудование без какой-либо реконструкции каркасов зданий.

В данном курсе рассматривается только подъемно-транспортное оборудование, которое влияет на объемно-планировочное решение здания и решение его конструкций, т.е. талей, подвесных, мостовых и специальных кранов.

Тали выполняют с ручным приводом или электроприводом, стационарными или передвижными, с открытыми и закрытыми кабинами и без них.

Тали электрические или тельферы выполняют грузоподъемностью 0,125-10 т с высотой подъема груза до 18 м.

Тали состоят из 3-х основных узлов: механизмов подъема, тележки с механизмом передвижения и обоймы с крюком.

Кошка представляет собой таль, закрепленную на тележке, которая может передвигаться по нижней полке двутавровой балки (монорельсу) при помощи ручной цепной передачи. Грузоподъемность кошек – 0,5 до 10 т.

Кошки и тали обслуживают лишь узкую полосу рабочего пространства вдоль монорельса, в этом их недостаток.

Подвесные краны (кран-балки) применяют при пролетах зданий до 30 м и при небольшой массе поднимаемого груза (до 10 т). Они состоят из основной двутавровой стальной балки, снабженной на концах катками, которые движутся по нижней полке стальных балок (рельсов), подвешенных к несущим элементам покрытия (рис. 5, а).

Мостовые краны в одноэтажных промзданиях – наиболее распространенное средство транспорта. Они просты в управлении и обладают несложной системой электропитания. Однако при применении мостовых кранов увеличивается высота здания и усложняется его конструктивное решение, поэтому их применение допускается лишь при соответствующем обосновании.

Мостовой кран состоит из несущего моста, перекрывающего пролет помещения, механизмов передвижения и передвигающейся вдоль моста тележки с механизмом подъема (рис. 5, б).

По конструкциям их делят на краны *общего назначения и специального*. К кранам общего назначения относят электрические опорные мостовые краны, которые состоят из сварного моста с механизмом передвижения и тележки с механизмом подъема и передвижения.

Вид кранов выбирают в зависимости от характера и массы грузов, интенсивности технологического процесса, ширины пролетов и с учетом будущей модернизации производства.

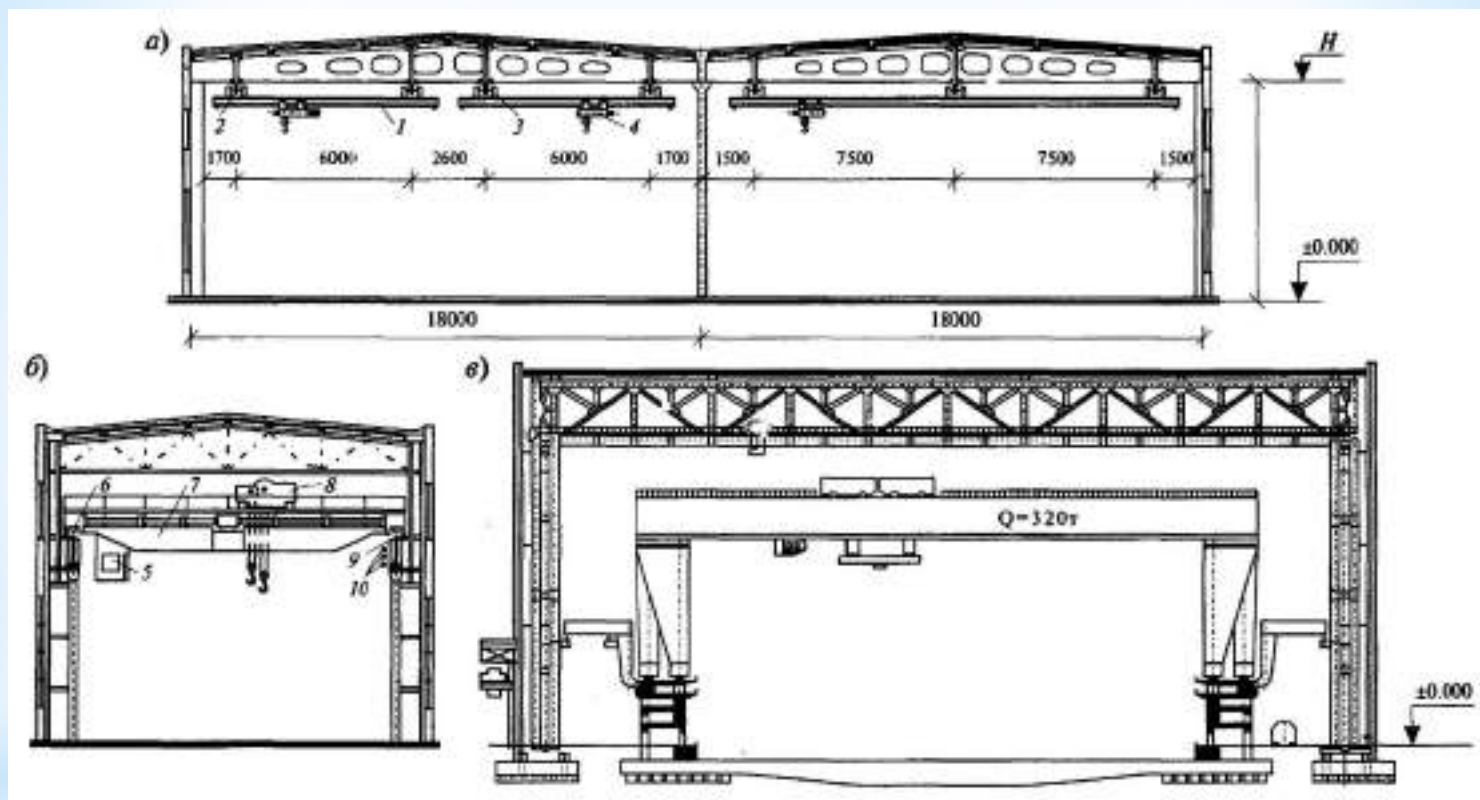


Рис. 5. Здания с подвесным, мостовым и козловым кранами:

а – пример размещения в пролетах длиной 18 м двух однопролетных и одного двухпролетного подвесных кранов; *б* – то же . в здании пролетом 24 м мостового крана; *в* – расположение козлового крана в одноэтажном здании; 1 – несущая балка; 2 – механизм передвижения; 3 – подвесной путь; 4 – электроталь; 5 – кабина крановщика; 6 – механизм передвижения вдоль кранового пути; 7 – несущий мост; 8 – тележка с грузоподъемным механизмом; 9 – подкрановый путь; 10 – токопровод.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Грузоподъемность мостовых кранов достигает 630 т, а пролеты – 50 м.

Мостовые двухбалочные краны могут быть малой грузоподъемности – до 5 т, средней – до 50 т, большой – 250 т и более.

Чаще используют краны грузоподъемностью 5-32 т. В тех цехах, где требуется перемещать грузы разной массы и с разной скоростью, предусматривают краны с двумя механизмами подъема. Грузоподъемность кранов обозначают двумя цифрами, например 50/10 т.

Мостовые краны в зависимости от интенсивности их работы разделяют на краны *весьма тяжелого непрерывного, весьма тяжелого, тяжелого* (коэффициент использования 0,4-0,8), *среднего* (около 0,25), *легкого* (около 0,15) режимов работы.

При использовании кранов с тяжелым режимом работы для их работы без перерыва в работе вдоль крановых путей устраивают проходы размером (400x1800 мм).

Грузоподъемность, габариты и основные параметры мостовых и подвесных кранов даются в ГОСТах.

В промышленных зданиях устанавливают также специальные мостовые краны: литейные, краны-штабеллеры, консольные (консольно-поворотные, консольно-катушечные), козловые краны и др.

Грузоподъемность мостовых кранов достигает 630 т, а пролеты – 50 м.

Мостовые двухбалочные краны могут быть малой грузоподъемности – до 5 т, средней – до 50 т, большой – 250 т и более.

Чаще используют краны грузоподъемностью 5-32 т. В тех цехах, где требуется перемещать грузы разной массы и с разной скоростью, предусматривают краны с двумя механизмами подъема. Грузоподъемность кранов обозначают двумя цифрами, например 50/10 т.

Мостовые краны в зависимости от интенсивности их работы разделяют на краны *весьма тяжелого непрерывного, весьма тяжелого, тяжелого* (коэффициент использования 0,4-0,8), *среднего* (около 0,25), *легкого* (около 0,15) режимов работы.

При использовании кранов с тяжелым режимом работы для их работы без перерыва в работе вдоль крановых путей устраивают проходы размером (400x1800 мм).

Грузоподъемность, габариты и основные параметры мостовых и подвесных кранов даются в ГОСТах.

В промышленных зданиях устанавливают также специальные мостовые краны: литейные, краны-штабеллеры, консольные (консольно-поворотные, консольно-катучие), козловые краны и др.

Вопросы для СРО:

1. По литературным источникам ознакомиться с основами проектирования промышленных зданий.
2. По каким признакам могут классифицироваться все промышленные здания?
3. Какие бывают виды промышленных зданий по архитектурным признакам?
4. Какие требования предъявляют к промышленным зданиям?
5. Изучить возможные варианты привязки конструктивных элементов здания к разбивочным осям.

Список рекомендуемой литературы

1. Кузнецов С.А. — Архитектура промышленных зданий — Издательство АСВ, Москва — 2016 — 312 с.
2. Дятков С.В., Михеев А.П. — Архитектура промышленных зданий — Ассоц. строительных вузов, Москва — 2010 — 550 с.
3. Герасимов А.И., Гнедина Л.Ю., Никонова Е.В. и др. — Архитектура промышленных зданий: учебно-методическое пособие — МИСИ-МГСУ, Москва — 2020 — 58 с.
4. Мурзалина Г.Б. — Архитектура гражданских и промышленных зданий. Учебное пособие — КазНТУ, Алматы — 2012 — 226 с.
5. Литвинова Е.В. — Проектирование промышленных зданий — Юрайт, Москва — 2021 — 245 с.

Список рекомендуемой литературы

1. Бендер О.И. — Основы архитектурно-строительной физики. Применение в промышленном строительстве — ВКТУ, Усть-Каменогорск — 2014 — 198 с.
2. Хиггс М., Сазерленд Т. — Industrial Architecture: Design and Innovation — Routledge, London — 2018 — 310 с.
3. Schittich C. — In Industrial Architecture: New Developments — Birkhäuser, Basel — 2012 — 240 с.