

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕМЕНТОВ НАРУЖНОЙ РЕКЛАМЫ

Тема №1. Общая характеристика металлических
конструкций

1.1 Достоинства и недостатки металлических конструкций

- Основными достоинствами металлических конструкций по сравнению с конструкциями из других материалов являются: надежность, легкость, непроницаемость, индустриальность, а также простота технического перевооружения, ремонта и реконструкции.
 - *Надежность* металлических конструкций обеспечивается близким соответствием характеристик стали нашим представлениям об идеальном упругом или упруго-пластическом изотропном материале, для которого строго сформулированы и обоснованы основные положения сопротивления материалов, теории упругости и строительной механики. Сталь имеет однородную мелкозернистую структуру с одинаковыми свойствами по всем направлениям, напряжения связаны с деформациями линейной зависимостью в большом диапазоне, а при некотором значении напряжений может быть реализована идеальная пластичность в виде площадки текучести. Все это соответствует гипотезам и допущениям, взятым за основу при разработке теоретических предпосылок расчета, поэтому расчет, построенный на таких предпосылках, в полной мере соответствует действительной работе стальных конструкций. Аналогичными свойствами, но в несколько меньшей степени, обладают алюминиевые сплавы.
-
- 

- **Легкость.** Из всех изготавливаемых в настоящее время несущих конструкций металлические являются самыми легкими. За показатель легкости принимают отношение плотности материала к его прочности. Наименьшее значение этот показатель имеет для алюминиевых сплавов и составляет для сплава Д16-Т $1,1 \cdot 10^{-4} \text{ (м}^{-1}\text{)}$. Приняв его за единицу, запишем сравнительные данные для других материалов: сталь - 1,5 ... 3,4, дерево - 4,9, бетон среднего класса прочности - 16,8.
- **Непроницаемость.** Металлы обладают не только большой прочностью, но и высокой плотностью - непроницаемостью для газов и жидкостей. Плотность стали и соединений листов, осуществляемых с помощью сварки, является необходимым условием для изготовления резервуаров, различных сосудов и аппаратов.
- **Индустриальность.** Металлические конструкции изготавливают на заводах, оснащенных специальным оборудованием, а монтаж производят с использованием высокопроизводительной техники. Все это исключает или до минимума сокращает тяжелый ручной труд.

- ▣ *Ремонтопригодность.* Применительно к стальным конструкциям наиболее просто решаются вопросы усиления, технического перевооружения и реконструкции. С помощью сварки можно легко прикрепить к элементам существующего каркаса новое технологическое оборудование, при необходимости усилив эти элементы, что также делается достаточно просто.
- ▣ *Сохраняемость металлического фонда.* Металлические конструкции в результате физического и морального старения изымаются из эксплуатации, но затем возвращаются в отрасли хозяйства в виде металлического лома.



- Недостатками металлических конструкций являются их подверженность коррозии и сравнительно малая огнестойкость.
- *Коррозия* - разрушение металла вследствие химического или электрохимического взаимодействия с внешней средой. Сталь, не защищенная от контакта с влагой в сочетании с агрессивными газами, солями, пылью подвергается коррозии (окисляется), что приводит к ее постепенному разрушению. Алюминий и некоторые его сплавы обладают сравнительно высокой стойкостью к коррозии, что объясняется образованием на поверхности прочной оксидной пленки. Многие сплавы не устойчивы к электрохимической коррозии. Хорошо сопротивляется коррозии чугун.
- Для повышения коррозионной стойкости металлоконструкций на их поверхность наносят защитные покрытия в виде тонких пленок алюминия, цинка, эмалей, красок и т. п. При проектировании конструкций избегают щелей и пазух, где может скапливаться влага и пыль. Иногда применяют стали с повышенной коррозионной стойкостью, в состав которых включают специальные легирующие элементы.
- *Огнестойкость* конструкций характеризует степень их пожарной безопасности. Металлические конструкции имеют сравнительно низкий предел огнестойкости. При высоких температурах (для стали - 600°C , для алюминиевых сплавов - 300°C) металл конструкции теряет свою несущую способность.
- Повышение предела огнестойкости стальных конструкций зданий, опасных в пожарном отношении (жилые и общественные здания, склады с горючими или легковоспламеняющимися материалами), осуществляют путем устранения непосредственного контакта конструкций с открытым огнем. Для этого предусматривают подвесные потолки, огнестойкие облицовки, обмазки специальными составами. Используя специальные покрытия в виде обмазок, можно существенно поднять предел огнестойкости.



1.2 Требования к металлическим конструкциям

- При проектировании металлических конструкций должны учитываться следующие требования.
 - **Пригодность к эксплуатации**, т.е. пригодность конструкции к выполнению возложенных на нее функций. Для несущих конструкций это восприятие приложенных к ним нагрузок и воздействий с последующей передачей силовых потоков на фундаменты. Это основное требование, безусловному выполнению которого подчинены все задачи проектирования.
 - **Долговечность конструкции** определяется сроками ее физического и морального износа. Физический износ металлических конструкций связан с коррозией и с накоплением других эксплуатационных повреждений. Моральный износ связан с изменениями требований и условий эксплуатации (модернизация оборудования, изменение санитарных норм и т. п.). При проектировании обычно принимают меры, направленные на продление сроков физического износа, в необходимых случаях учитывают перспективное возрастание нагрузок, продлевая тем самым моральный износ.
-



- **Экономичность** определяется затратами на металл и другие материалы, необходимые для изготовления конструкций (электроды, кислород, краски и т.п.), а также на изготовление, транспортирование, монтаж. Каждая из этих составляющих зависит от ряда факторов. Так, затраты на изготовление связаны с производственными мощностями (здания, станки, агрегаты, транспортные системы) и живым трудом рабочих и служащих завода-изготовителя. Кроме перечисленных факторов на экономические показатели оказывает влияние скорость изготовления и монтажа конструкций.
- Все эти факторы могут быть сведены к достижению трех главных показателей, определяющих основные принципы проектирования: экономии металла, повышению производительности труда при изготовлении, снижению трудоемкости и сроков монтажа.



- *Экономия металла* достигается применением высокопрочных сталей и сплавов, внедрением эффективных конструктивных форм, использованием экономичных прокатных и гнутых профилей, совершенствованием методов расчета.
 - *Технологичность* обеспечивается проектированием конструкций с учетом требований технологии изготовления и монтажа, направленных на снижение трудоемкости с использованием современных технологических приемов.
 - *Скоростной монтаж* определяется соответствием конструкции возможностям ее сборки в наименьшие сроки с использованием современного монтажного оборудования. Ведущим принципом скоростного монтажа в настоящее время является предварительная сборка конструкций в крупные блоки на земле с последующим подъемом этих блоков и установкой их в проектное положение при минимальном объеме монтажных работ наверху.
-



- В связи с изготовлением металлических конструкций на заводе с последующей перевозкой их на место монтажа должно быть предусмотрено разделение конструкций на отправочные элементы, соответствующие транспортным средствам по массе и габаритам. При этом должна быть эффективно использована грузоподъемность транспортных средств, что иногда требует разделения конструкций на отдельные удобные для плотной упаковки элементы. Все это определяет *транспортабельность* конструкций.
- Изготовление и монтаж конструкций связаны с использованием различных приспособлений, кондукторов, стенов, копиров и т. п. Понятно, что наибольший эффект их применения возможен при повторном использовании таких устройств для разных конструкций, что достигается на основе типизации и унификации конструктивных решений.
- В нашей стране типизация металлических конструкций получила весьма широкое распространение. Разработаны типовые решения часто повторяющихся конструктивных элементов - колонн, ферм, прогонов, связей, подкрановых балок, оконных переплетов. В таких решениях унифицированы размеры элементов и узлы их сопряжений. Для многих зданий и сооружений (здания-модули комплектной поставки, башни, мачты, мосты, резервуары и др.) разработаны типовые проекты на здание (сооружение) в целом. Все такие решения тщательно проработаны с точки зрения минимальных затрат металла, удобства изготовления, монтажа и транспортирования.
- Помимо чисто технических и экономических требований ко всем конструкциям, в том числе металлическим, предъявляются требования *эстетичности*. Конструкции независимо от их назначения должны иметь приятный внешний вид и обладать гармоничными формами.



1.3 Классификация стальных конструкций и условий их эксплуатации

- Конструкция является элементом здания или сооружения, выполняет вполне определенные функции в его составе, поэтому конструкцию нельзя рассматривать в отрыве от здания, внешней среды и условий эксплуатации. Именно поэтому классификация конструкций тесно связана с перечисленными факторами.
 - **Уровни ответственности зданий и сооружений.** Для учета ответственности зданий и сооружений, характеризуемой экономическими, социальными и экологическими последствиями их отказов, установлено три уровня: I - повышенный, II - нормальный, III - пониженный.
 - *Повышенный уровень* ответственности следует принимать для зданий и сооружений, отказы которых могут привести к тяжелым экономическим, социальным и экологическим последствиям (резервуары для нефти и нефтепродуктов вместимостью 10000 м³ и более, магистральные трубопроводы, производственные здания с пролетами 100 м и более, сооружения связи высотой 100 м и более, а также уникальные здания и сооружения).
 - *Нормальный уровень* ответственности следует принимать для зданий и сооружений массового строительства (жилые, общественные, производственные, сельскохозяйственные здания и сооружения).
 - *Пониженный уровень* ответственности следует принимать для сооружений сезонного или вспомогательного назначения (парники, теплицы, летние павильоны, небольшие склады и подобные сооружения).
 - Кроме того, основными положениями по расчету предусмотрен класс *и* - объекты, имеющие уникальное хозяйственное или социальное значение.
 - Уровня ответственности учитывают при расчете конструкций, а также при определении требований к долговечности зданий и сооружений, номенклатуры и объема инженерных изысканий для строительства, установлении правил приемки, испытаний, эксплуатации и технической диагностики объектов.
-



- ▣ **Влияние внешней среды.** Степени агрессивности воздействий среды. Стальные конструкции подвержены коррозии, поэтому нужно принимать специальные меры для их защиты от вредного влияния среды. При благоприятных условиях можно использовать более дешевые стали и более простые конструктивные решения. Неблагоприятные условия эксплуатации приводят к удорожанию конструкций.
 - ▣ По степени агрессивности воздействия среды делят на *неагрессивные, слабоагрессивные, среднеагрессивные и сильноагрессивные*. Это деление определяется относительной влажностью воздуха и составом агрессивных газов, либо наличием агрессивных солей, аэрозолей, пыли. В указанных выше нормах даны четкие рекомендации по отнесению среды к той или иной категории и принятию соответствующих мер по защите конструкций от коррозии. Правильный выбор марок сталей и конструктивные мероприятия по предупреждению и снижению коррозионных повреждений конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, будут отмечены в соответствующих разделах курса.
-



▣ **Типы исполнения конструкций.** При низких температурах сталь становится склонной к хрупкому разрушению, предупредить которое можно правильным выбором марки стали и конструктивных мер по снижению концентрации напряжений. Чем ниже температура эксплуатации, тем более строгие требования предъявляют к конструктивному оформлению элементов и узлов их сопряжения. В соответствии с этим, для конструкций, эксплуатируемых в суровых климатических районах, установлено три типа исполнения конструкций, каждый из которых отвечает определенному интервалу расчетных минимальных температур (температуры наиболее холодных суток) t И40 при $t > -40^\circ\text{C}$; И50 при $-40^\circ\text{C} > t > -50^\circ\text{C}$; И65 при $-50^\circ\text{C} > t > -65^\circ\text{C}$.



▣ **Группы конструкций.** Металлические конструкции разбиты на отдельные группы по некоторому обобщенному признаку, учитывающему уровень ответственности здания и конструкции в составе здания, характер внешних воздействий и др. Такое деление с учетом влияния внешней среды позволяет обоснованно выбирать марку стали или алюминиевого сплава.

▣ Стальные конструкции делят на следующие четыре группы.

▣ *Группа I* - основные сварные конструкции и элементы, работающие в особо тяжелых условиях или подвергающиеся непосредственному воздействию динамических, вибрационных или подвижных нагрузок.

▣ *Группа 2* - основные сварные конструкции и элементы, работающие при статических нагрузках преимущественно на растяжение, а также конструкции и элементы группы *I* при отсутствии сварных соединений.

▣ *Группа 3* - основные сварные конструкции и элементы, работающие при статических нагрузках преимущественно на сжатие, а также конструкции и элементы группы *2* при отсутствии сварных соединений.

▣ *Группа 4* - вспомогательные конструкции и элементы, а также конструкции и элементы группы *3* при отсутствии сварных соединений.

▣ Для алюминиевых конструкций также установлено 4 группы.

▣ *Группа I* - ограждающие конструкции - оконные и дверные заполнения, подвесные потолки, перегородки, витражи.

▣ *Группа II* - ограждающие конструкции - кровельные и стеновые панели и др.

▣ *Группа III* - несущие сварные конструкции (фермы, колонны, прогоны покрытий, пространственные решетчатые покрытия, сборно-разборные конструкции каркасов зданий и др.).

▣ *Группа IV* - клепаные конструкции, относящиеся к группе *III*, а также элементы конструкций, не имеющих сварных соединений.



- ▣ **Категории стальных конструкций.** Для более обоснованного отнесения той или иной конструкции к соответствующей группе в проекте норм предусмотрена классификация стальных конструкций по категориям. Разделение стальных конструкций по категориям осуществляют по двум признакам: по характеру воздействий и по назначению.
- ▣ **Категории по характеру воздействий.** Отрицательные температуры - не единственный фактор, приводящий к хрупкому разрушению стальных конструкций- Имеются опасные факторы иного рода (динамические нагрузки, наклеп, концентрация напряжений и др.), которые в отличие от отрицательных температур проявляют себя лишь в отдельных конструкциях здания (сооружения), поэтому требуют классификации не среды, а самих конструкций. По этому признаку в проекте норм проектирования СНиП 53-01-96 предусмотрено разделение конструкций на три категории.
- ▣ **К категории I** относят конструкции и элементы, отказ которых возможен в результате непосредственного воздействия динамической (в том числе циклической, подвижной) нагрузки.
- ▣ **Категорию II** составляют конструкции и элементы, отказ которых возможен лишь при сочетании нескольких неблагоприятных факторов, таких, как динамическая нагрузка, низкая температура, концентраторы напряжений, наклеп и др.
- ▣ В состав **категории III** включены конструкции и элементы, усталостное или хрупкое разрушение которых маловероятно ввиду отсутствия или незначительности воздействий неблагоприятных факторов.



- *Категории по назначению.* Выход из строя разных конструкций приводит к различным по тяжести последствиям: потеря устойчивости колонны, на которую опираются стропильные и подстропильные фермы, приведет к полному обрушению части здания, а потеря устойчивости стойки может вызвать лишь частичное разрушение стенового ограждения. Понятно, что к колоннам должны быть предъявлены более высокие требования, чем к стойкам.
- В соответствии с положениями проекта норм для стальных конструкций установлены три категории: по назначению, т.е. по степени ответственности за работоспособность здания или сооружения.
- *Категория А* - основные несущие конструкции и элементы, отказ которых может привести к обрушению и (или) полной непригодности к эксплуатации здания или сооружения в целом, либо его значительной части. К ним относят балки крановых путей, перекрытий, рабочих площадок, прогоны покрытий, ригели рам, стропильные и подстропильные фермы, колонны, стойки, связи по колоннам при высоком уровне нормальных напряжений ($\sigma > 0,4R$, где R - расчетная характеристика стали), опоры, мачты, башни, транспортные галереи, эстакады, листовые и другие подобные конструкции и элементы.
- *Категория Б* - вспомогательные конструкции и элементы, отказ которых приводит к затруднению или временному прекращению нормальной эксплуатации здания или сооружения, либо к снижению несущей способности конструкций категории А. К ним относят настилы, элементы фахверка, лестничные площадки, связи и другие элементы, воспринимающие силовые воздействия или раскрепляющие основные элементы от потери устойчивости.
- *Категория В* - вспомогательные конструкции и элементы, отказ которых снижает эксплуатационные качества здания или сооружения, но не приводит к затруднению или временному прекращению нормальной эксплуатации или к снижению несущей способности других конструкций и элементов. К ним относят слабонагруженные элементы ограждений и прочие элементы, устанавливаемые из конструктивных требований и не подлежащие расчету.



1.4 Организация проектирования

- Проектирование зданий и сооружений осуществляют на основе проектного задания, выданного заказчиком и согласованного с заинтересованными службами администрации и инспекциями (пожарной, санитарной, экологической и др.) С учетом функциональных требований и условий эксплуатации при строгом соблюдении строительных норм и правил (СНиП) разрабатывают компоновочное решение, которое также согласовывают и утверждают в установленном порядке. После этого приступают к проектированию стальных конструкций.
 - Проектирование выполняют в одну или две стадии: в одну стадию - *рабочий проект* (для технически несложных объектов, а также для объектов, строительство которых будет осуществляться по типовым или повторно применяемым проектам); в две стадии - *проект и рабочая документация* (для сложных объектов, проектирование которых осуществляют впервые).
 - На стадии проекта дают краткое описание и обоснование архитектурно-строительных решений, определяют конструктивную схему и подбирают соответствующие типовые конструкции. Разрабатывают основные чертежи: планы и разрезы со схематическим изображением несущих и ограждающих конструкций.
 - В состав рабочей документации металлических конструкций входят *рабочие чертежи КМ* (конструкции металлические) и *деталировочные чертежи КМД* (конструкции металлические деталировочные).
-



- Чертежи КМ выполняет проектная организация на основе утвержденного проекта. Решаются вопросы компоновки металлических конструкций с увязкой их с технологической, архитектурно-строительной, транспортной и другими частями проекта. В состав рабочих чертежей КМ входят: пояснительная записка, данные о нагрузках, расчеты конструкций, общие компоновочные чертежи, схемы расположения конструкций и самостоятельных элементов в составе здания (сооружения) с таблицами сечений, расчеты и чертежи наиболее важных узлов и полная спецификация металла по профилям.
- По чертежам КМ заказывают металл и разрабатывают детализовочные чертежи КМД. Эти чертежи обычно разрабатывают в конструкторском бюро завода-изготовителя с учетом технологических возможностей завода.

