

## Атмосферостойкие стали

Студент Баранкевич Н.М.

Научный руководитель - Константинов В.М.

Белорусский национальный технический университет  
Республика Беларусь, г. Минск

Атмосферостойкие стали - высокопрочные низколегированные стали, содержащие добавки меди, которые проявляют устойчивость против атмосферной коррозии в неокрашенном состоянии. Широкое применение атмосферостойкая сталь нашла в мостостроении. С 60-х годов прошлого века в зарубежном мостостроении наблюдается тенденция к увеличению использования в конструкциях пролетных строений атмосферостойких сталей без дополнительной защиты от коррозии лакокрасочными покрытиями. Использование неокрашенной низколегированной стали, образующей защитный слой оксида железа с добавками оксида хрома, а также меди, который сочетается эстетически с окружающей природой, позволило сэкономить 300 000 долларов на первоначальной стоимости и примерно 1 млн. долларов за каждую окраску, которая была бы необходима для поддержания моста из обычной конструкционной стали. За рубежом действуют нормативные документы, регламентирующие химический состав и механические свойства атмосферостойких сталей (ASTM A 242 – Сталь конструкционная низколегированная высокопрочная, ASTM A 588 – Сталь конструкционная низколегированная высокопрочная с минимальным пределом текучести 345 МПа, толщиной до 100 мм, ASTM A 709 – Сталь конструкционная углеродистая и низколегированная высокопрочная и сталь конструкционная легированная, закаленная и отпущенная для мостостроения, в том числе для сварных и болтовых конструкций мостов). Стойкость против атмосферной коррозии этих сталей в большинстве атмосферно-климатических сред значительно выше, чем углеродистой стали с медью или без меди.

Наиболее ярким и конкурентоспособным представителем атмосферостойких сталей, является сталь Corten.

Сталь Corten или COR-TEN – это атмосфероустойчивая сталь, разработанная в 1930-х годах американской корпорацией U.S. Steel. Главная задача кортеновской стали - повысить устойчивость материала к коррозионным процессам и исключить потребность в дополнительной защитной обработке материала.

Свое название сталь Corten (corten steel) получила от основных характеристик:

- Cor (Corrosion) – присутствие процессов коррозии с образованием ржавчины;
- Ten (Tensile) – высокий предел прочности материала.

Углеродистая сталь представляет собой высокоактивный металл по сравнению с, например, нержавеющей сталью и медью. По этой причине любая влага или атмосферный кислород, получающий доступ к поверхности неокрашенной углеродистой стали, быстро вызывает окисление и образование гидроксида железа. Этот процесс обычно называют коррозией. По мере того, как поверхность стали многократно увлажняется, происходит ржавление, что может существенно ухудшить свойства стальной конструкции. Кортен также окисляется в процессе контакта с воздухом и влажностью. Однако механизм окисления в сталях Кортен отличается от ржавления конструкционных сталей. Когда Кортен многократно увлажняется и высыхает, на его поверхности образуется плотный и очень жесткий оксидный слой. Этот слой предотвращает развитие коррозии в нормальных погодных условиях, поэтому стали Кортен называются атмосферостойкими.

С момента патентования Cor-Ten было проведено более 30 000 испытаний с целью оптимизации химического состава стали и достижения наилучших показателей погодоустойчивости. В зависимости от марки сталь Cor-Ten может содержать до 10 легирующих элементов. Хром, никель, медь и фосфор улучшают стойкость стали к атмосферной коррозии. Кремний,

титан, молибден и ванадий еще больше увеличивают плотность оксидного слоя, взаимодействуя с медью и хромом. Сегодня существует ряд марок стали, объединенных общим запатентованным названием Cor-Ten.

Таблица 1 – Химический состав сталей Кортен

Марка стали	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Cu	Ni	V
Cor-Ten A	0,12	0,25-0,75	0,20-0,50	0,07-0,15	0,03	0,02-0,06	0,50-1,25	0,25-0,55	0,65	–
Cor-Ten AF	0,12	0,25-0,75	0,20-0,50	0,07-0,15	0,03	0,02-0,06	0,50-1,25	0,25-0,55	0,65	–
Cor-Ten High temp	0,12	0,25-0,75	0,20-0,50	0,07-0,15	0,03	0,02-0,06	0,75-1,25	0,25-0,55	0,40	0,02
Cor-Ten B	0,19	0,30-0,65	0,80-1,25	0-0,35	0,03	0,02-0,06	0,40-0,65	0,25-0,40	0,40	0,02-0,10

Таблица 2 – Показатели скорости коррозии

Марка стали	Скорость коррозии, нм/10 лет
Cor-Ten A	20 – 30
Cor-Ten B	75 – 100
Углеродистая сталь	150 – 200

Сталь Cor-Ten, как правило, не требует дополнительной термической обработки после сварки. В случае изготовления особо ответственных несущих конструкций из толстых листов, когда проведение термической обработки инициировано заказчиком, рекомендуется проводить:

Отжиг для снятия остаточных напряжений при температуре +550...+600 °С (цель +580 °С) с выдержкой 2 минуты на 1 мм толщины, но не менее 30 минут, и медленным охлаждением в печи.

Нормализацию при температуре +860...+940°С (цель +910°С) с выдержкой 1 минута на 1 мм толщины, но не менее 15 минут, и охлаждением на воздухе.

#### Список используемых источников

1. Солнцев Ю.П., Пряхин Е. И. Металлы и сплавы. Справочник./ Под редакцией Ю.П. Солнцева. - Санкт-Петербург: НПО "Профессионал", 2003 г. - 1066 с.
2. Конюхов А. Д., Шуртаков А. К., Харчевников В. П., Шелест А. И., Воробьева Т. Н. Мостам из атмосферостойкой стали без окраски — 20 лет /А.Д. Конюхов // Сталь, -2012. - № 4. - с. 60-63
3. Painting-free Bridge Sub-committee, Technical Committee of Japan Association of Steel Bridge Construction: Construct Records of Unpainted Weathering Steel Structures in Bridges in Japan, 6th ed., 2001
4. Гоник А.А. Коррозия нефтепромыслового оборудования и меры ее предупреждения / А.А. Гоник. – М. : Недра, 1976. – 192 с.