

Липкина Татьяна Валерьевна

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) им. М.И. Платова»

г. Новочеркасск, Ростовская область

Липкин Семен Михайлович

канд. техн. наук, доцент

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

г. Нижний Новгород, Нижегородская область

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ КОРРОЗИОННЫХ ПОТЕРЬ

Аннотация: статья посвящена вопросу роли рационального проектирования как эффективного метода снижения коррозионных потерь в металлических конструкциях. Коррозия приводит не только к прямым экономическим убыткам, но и к косвенным потерям, многократно превышающим стоимость замены оборудования. Рациональное проектирование, несмотря на малую долю в структуре затрат на противокоррозионную защиту, позволяет заложить основы долговечности на ранней стадии жизненного цикла изделия. В работе систематизированы ключевые инженерные принципы, включающие минимизацию контакта с агрессивной средой, устранение зон повышенной коррозионной опасности и оптимизацию методов соединения. Применение этих принципов на этапе проектирования способствует созданию надёжных и экономичных конструкций, работающих в агрессивных условиях.

Ключевые слова: коррозия, экономические потери, рациональное проектирование, противокоррозионная защита, инженерные принципы, долговечность конструкций, гальваническая коррозия, ресурс конструкций.

Коррозия сокращает срок службы различных металлических конструкций, вызывая их преждевременный выход из строя, возможные утечки токсичных веществ, пожар, взрыв или другие серьезные аварии. Все это не только приводит к нарушению нормальной работы механизмов, но и к недопустимому загрязнению технологических сред или пищевых продуктов, а также окружающей среды. Коррозия имеет огромное экономическое значение, потому что практически все меры, предпринимаемые для борьбы с самой коррозией или её последствиями, влекут за собой дополнительные расходы и потери. Значительная часть этих потерь является потенциально предотвратимой.

Различают прямые и косвенные потери от коррозии. К прямым потерям относят: стоимость замены конструкций, механизмов и их частей, пришедших в негодность вследствие коррозии. К косвенным: простой оборудования, загрязнение и потеря полезного продукта, снижение производительности оборудования, завышенные припуски при проектировании, потери, возникающие при разливе на больших пространствах техногенных сред при коррозионных авариях. Косвенные потери превышают прямые в 2–3 раза.

Существенная доля (от 10 до 45%) в общем объёме коррозионных потерь является потенциально «устранимой». Это та часть ущерба, которую можно предотвратить, применяя все доступные на современном уровне методы защиты. Для экономики полное использование этих методов позволило бы ежегодно экономить миллиарды рублей лишь на прямых расходах [1].

Структура затрат на противокоррозионную защиту в Российской Федерации составляет:

- коррозионностойкие материалы – 20,5%;
- лакокрасочные покрытия – 39,5%;
- металлические покрытия – 15,6%;
- электрохимическая защита – 11,3%;
- ингибиторы – 8,6%;
- рациональное проектирование – 4,5%.

Несмотря на кажущуюся незначительность доли, рациональное проектирование является фундаментальным и наиболее экономически эффективным способом минимизации коррозионных рисков. Оно позволяет заложить принципы долговечности на самой ранней стадии жизненного цикла изделия, предотвращая тем самым многократно большие затраты на эксплуатацию, ремонт и ликвидацию аварий.

Процесс рационального проектирования начинается с комплексного анализа условий эксплуатации: определения параметров рабочих сред (температура, давление, химический состав), режимов работы, включая степень аэрации и гидродинамические условия. На основе этих данных и с учётом экономических факторов производится выбор материала. Ключевыми критериями выбора являются: коррозионная стойкость в заданной среде, конструкционная прочность, технологичность изготовления (свариваемость, обрабатываемость), доступность, стоимость и, в некоторых случаях, внешний вид. Окончательное решение всегда представляет собой оптимальный компромисс между этими, зачастую противоречивыми, требованиями [2].

После выбора материала переходят к этапу конструирования, руководствуясь основным принципом: выход из строя любой установки или машины из-за коррозии отдельного элемента недопустим. Для обеспечения этого сформулированы универсальные инженерные правила, которые можно систематизировать по нескольким ключевым направлениям [3].

1. Обеспечение дренажа, очищаемости и обслуживаемости.

Конструкция должна предусматривать возможность полного опорожнения, простой и эффективной очистки, а также удобного технического обслуживания и осмотра. Трубопроводы и днища резервуаров должны иметь уклон с дренажным отверстием в самой низкой точке.

2. Минимизация коррозионного воздействия.

Следует стремиться к уменьшению площади контакта с агрессивной средой и сокращению времени этого контакта. Предпочтительны формы,

обеспечивающие минимальное отношение поверхности к объёму, такие как цилиндрические и сферические обечайки.

3. Устранение зон повышенной коррозионной опасности в конструкции.

Необходимо избегать щелей, застойных зон, острых углов и мест скопления влаги или грязи. Грани должны быть скруглены, а трубчатые профили предпочтительнее уголковых. Особое внимание уделяется герметизации фланцевых соединений и защите зоны переменного смачивания.

4. Управление контактной и другими видами коррозии.

Следует избегать контакта разнородных металлов, образующих активные гальванические пары. Если такой контакт неизбежен, необходимо использовать комбинации с близкими электрохимическими потенциалами, обеспечивать полную диэлектрическую развязку или увеличивать площадь анодного элемента. Также недопустим контакт металла с гигроскопичными материалами.

5. Контроль гидродинамических и тепловых режимов.

Конструкция должна исключать резкие изменения скорости потока, локальные сужения и внезапные изгибы в трубопроводах, приводящие к эрозии-коррозии. Равномерное распределение температуры на теплообменных поверхностях предотвращает термогальваническую коррозию.

6. Применение оптимальных методов соединения.

Сварные соединения предпочтительнее клёпаных или резьбовых, так как последние склонны к щелевой коррозии. Технология сварки и материал присадки должны обеспечивать коррозионный потенциал шва и зоны термического влияния, близкий к потенциалу основного металла, чтобы шов не стал локальным анодом. Сварной шов должен быть чистым, без окалины и шлаков, а его расположение в зонах сжатия повышает ресурс.

Таким образом, рациональное проектирование, основанное на глубоком понимании механизмов коррозии и последовательном применении изложенных инженерных принципов, является критически важным этапом в создании

надёжных, долговечных и экономичных конструкций, работающих в агрессивных средах [3].

Список литературы

1. Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 327 с. EDN MWDGPB
2. Roberge P. Corrosion engineering principles and practice. McGraw-Hill Professional, 2008. 754 p.
3. Corrosion Atlas: A Collection of Illustrated Case Histories. Evert D.D. During, Elsevier. 2018. 810 p.