

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ И НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Фарит Ишбулатович Янбулатов

*Директор ООО «ПромЭкспертиза», г. Стерлитамак, Республика Башкортостан,
кандидат технических наук*

В настоящее время в нашей стране 75% строительных металлических конструкций зданий и сооружений эксплуатируются в средах различной степени агрессивности. К таким сооружениям относятся объекты химической и нефтехимической промышленности, черной металлургии и другие. Одной из основных причин преждевременного выхода из строя металлических конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах, является коррозия металлов. В результате коррозии ежегодно в мире теряются миллионы тонн металла.

Вообще после периода приработки в агрессивной среде стоимость капитальных ремонтов строительных металлических конструкций начинает превышать капитальные вложения. Значителен и дополнительный расход металла (около 7% объема эксплуатируемых металлоконструкций) на восстановление или замену вышедших из строя конструкций. Кроме того, расходуется более 10 млн. тонн лакокрасочных материалов на противокоррозионную защиту металлов. Возможно, что приведенные данные не совсем точны и противоречивы из-за отсутствия единой методики подсчета общих потерь от коррозии. Однако они свидетельствуют о целесообразности затрат, усилий и средств не только непосредственно на борьбу с коррозией, но и на исследование технико-экономических аспектов борьбы с коррозией металлов.

Борьба с коррозией с технико-экономической точки зрения является одной из актуальных проблем как за рубежом, так и в нашей стране. Острота и сложность проблемы защиты металлов от коррозии непрерывно и прогрессивно возрастают в связи с ростом металлического фонда, повышением агрессивности и многообразием коррозионных воздействий. Как показали экономические исследования, проведенные в промышленно развитых странах, общие экономические потери от коррозии составляют около 5% от совокупного национального продукта и близки к затратам на развитие важнейших отраслей промышленности. Результаты исследований показали также, что проблема защиты металлов от коррозии на современном этапе – в значительной мере проблема организационная:

можно добиться существенного (до 40%) сокращения ущерба от коррозии за счет правильной организации антикоррозионной службы. Однако столь значительные затраты порой не приносят ощутимых результатов, и убытки от коррозии продолжают расти. Причин этому много: неправильный подбор противокоррозионной защиты; некачественное производство работ по защите конструкций; низкая культура эксплуатации зданий; нарушение технологических режимов производства, ведущее к резкому повышению агрессивности внутрицеховой среды; отсутствие на предприятиях антикоррозионной службы и высококвалифицированных специалистов.

Нерациональное использование капитальных вложений в противокоррозионную защиту является следствием слабого технико-экономического анализа мероприятий по повышению долговечности конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах. Не ведется вариантное проектирование противокоррозионной защиты с учетом реальных условий эксплуатации. Как правило, на предприятиях отсутствуют указания по методам и срокам проведения ремонтов защиты. Восстановление лакокрасочных покрытий, а также усиление или замена корродирующих строительных конструкций нередко проводится без должного обоснования.

Сегодня перед большинством промышленных предприятий страны возникают вопросы, в каких условиях находятся здания опасных производственных объектов, надежны ли их строительные конструкции, создают ли эти объекты опасность для горожан и что делать, чтобы уменьшить вероятность аварийных ситуаций.

В процессе эксплуатации металлических конструкций происходят постепенные изменения структуры и свойств материалов. Недостаточное внимание к вопросам защиты от коррозии приводит к увеличению вероятности разрушения. При этом надежность и долговечность зависят от скорости протекания разрушительных систем под воздействием агрессивных сред. Поэтому должны быть разработаны научно обоснованные рекомендации для всех стадий жизни конструкций.

Сейчас расчетные сроки службы зданий и сооружений нормативными документами не регламентируются. Единственными правилами являются нормы амортизационных отчислений, по которым устанавливается срок в сто лет независимо от назначения конструкций. Для зданий и сооружений с агрессивной средой амортизационные отчисления увеличены в 1,5 раза. Следует отметить, что эти же нормы долговечности обособления определяют более дифференцированно.

Такой подход для определения расчетных сроков конструкций не может приветствоваться. ОАО ЦНИИ Промзданий предлагал установить срок службы зданий в зависимости от агрессивности среды в 30–60 лет, то есть приравнять его к сроку физического износа отдельных наиболее

уязвимых элементов конструкций. В новой редакции СНиПа «Надежность строительных конструкций» предлагается срок службы для таких сооружений в 70–80 лет.

Проведенный анализ технического состояния предприятий Стерлитамака выявил, что до начала 60-х годов в городе эксплуатировалось 7 зданий и сооружений на объектах Минхимпрома СССР. С 1960 по 1980 годы в течение последующих 20 лет было построено больше 300 зданий и сооружений на предприятиях города, фактический срок службы которых в условиях агрессивных сред превышает 30 лет и более. 46 зданий имеют срок службы 20–30 лет и построены в основном в 80-е годы. Сейчас многие из них еще не выработали предельный срок службы, и, казалось бы, не о чем беспокоиться, если не учитывать условия, в которых они находятся.

Мониторинг внутрицеховых сред показал, что в сильно- и средне-агрессивных средах эксплуатируются 25% промышленных зданий и сооружений города. Из-за дефектов проектирования, строительства и эксплуатации здания находятся в неудовлетворительном состоянии. Физический износ составляет более 40% и увеличивается с каждым годом в геометрической прогрессии, что приводит к ужесточению потенциала опасности. Также возможно разрушение аппаратов и коммуникаций с пожарными и токсичными средами. Появление кратковременных динамических нагрузок, связанных со взрывами, может привести к потере несущей способности строительных конструкций зданий. Одновременно могут пострадать соседние сооружения, эксплуатирующиеся в условиях агрессивных сред без запаса прочности.

Это объясняется тем, что в 70-е годы широкое применение получили открытые этажерки для размещения оборудования химических производств. Для строительства таких этажерок часто использовались элементы типовых серий железобетонных конструкций, предназначенных для многоэтажных зданий со стеновым ограждением. Наличие большого количества стыков, труднодоступных для замоноличивания, отсутствие устройств для отвода атмосферных осадков и технологических проливов несоответствие материалов и конструкций требованиям условий эксплуатации на открытом воздухе, образование застойных зон и мест привели и приводят к преждевременному разрушению конструкций этажерок и дополнительным затратам на их восстановление. Особенно интенсивному воздействию агрессивной среды подвержены стальные строительные конструкции, в связи с чем и затраты на их ремонт и восстановление составляют значительную роль от общих затрат предприятий на капитальные и текущие ремонты зданий и сооружений.

Развитие научно-технического прогресса требует совершенствования системы ППР. Например, в нем отсутствуют многие виды современных конструкций и материалов, нет данных по действительной работе

металлических конструкций, а самое главное – отсутствуют межремонтные периоды металлических конструкций в зависимости от степени агрессивности.

Анализ состояния и эксплуатации металлических конструкций цехов показывает, что фактический срок службы отдельных металлических конструкций, определяемый главным образом физическим износом, причем для зданий с агрессивной средой – коррозионным износом, не всегда равен нормативному сроку службы здания.

Анализ межремонтных периодов металлических конструкций показывает, что рекомендуемые периодичности капитального ремонта конструктивных элементов не соответствуют практике эксплуатации, что является результатом неучета целого ряда факторов: конструктивной формы, типа противокоррозионных защитных покрытий и принципа концентрации материалов.

В «Положении о ППР» и других выпущенных нормативных документах рекомендованы равновеликие межремонтные периоды металлических конструкций. Однако не учтена специфика их эксплуатации в условиях агрессивных сред. В процессе реализации ППР естественно накапливаются и возникают предложения как по уточнению межремонтных периодов конструкций, так и по снижению стоимости их технической эксплуатации и ремонта. Между тем установление оптимальных межремонтных периодов стальных конструкций имеет большое практическое значение, так как дает возможность выбирать оптимальные варианты комплекса мероприятий по повышению долговечности металлических конструкций.

Технические мероприятия, обеспечивающие заданную долговечность металлических конструкций в агрессивных средах должны проводиться в первую очередь на стадии проектирования и изготовления. При этом следует учитывать, что долговечность конструкций зависит от ряда факторов: коррозионной стойкости конструкционного материала, сроков службы применяемых защитных покрытий, формы и размеров сечений элементов и т.п. В процессе эксплуатации также можно влиять на продление сроков службы конструкций, своевременно возобновляя вышедшие из строя противокоррозионные защитные покрытия, а при необходимости применяя традиционный способ усиления элементов, получивших значительные коррозионные повреждения.

Выбор рациональных противокоррозионных мероприятий по повышению долговечности, а также определения объема и периодичности противокоррозионных работ должны быть обоснованы экономически.

Строительство металлических каркасов промышленных зданий в основном производилось по типовым проектам. В валовой продукции заводов стальных конструкций большой объем (около 70%) приходилось на несущие конструкции покрытий промышленных зданий. При этом из-

готовленные по типовым проектам стальные стропильные фермы составляют 75% от общего количества ферм.

Изучением состояния строительных металлических конструкций в условиях агрессивных сред занимались многие ведущие организации: ОАО ЦНИИПСК им.Н.П. Мельникова, ОАО ЦНИИ Промзданий, МГСУ и другие.

Проведенные натурные обследования металлических конструкций в действующих цехах различных отраслей промышленности показывают, что наиболее изношенными оказались стропильные фермы. Это объясняется тем, что в верхней зоне здания формируется наиболее агрессивная среда, в результате чего коррозионный износ ферм на 10–15% выше, чем подкрановых балок, и на 20–30% выше, чем колонн.

На повышение долговечности ферм влияют следующие факторы: коррозионная стойкость применяемых марок сталей, конструктивная форма и размеры сечений элементов, срок службы применяемых систем противокоррозионных защитных покрытий и изменение шага ферм с 6 на 12 м и более.

Например, проведенные исследования коррозионной стойкости применяемых марок сталей показывают, что низколегированные стали аналогичны или близки по коррозионной стойкости углеродистой стали.

Наиболее слабо исследованы вопросы определения областей рационального применения сталей обыкновенной, повышенной и высокой прочности в сильно- и среднеагрессивных средах.

Вопросы влияния конструктивной формы на коррозионную стойкость элементов стальных конструкций исследованы Кикиным А.И., Кошиным И.И., Вольбергом, Эткиным Л.А. и другими специалистами.

По уменьшению коррозионной стойкости различные сечения элементов ферм расположены в следующем порядке: труба, коробчатое замкнутое сечение, одиночный уголок, широкополочный тавр и парные уголки.

Например, переход от традиционных типов сечений из двух уголков, соединенных в тавр, на трубчатые или одиночные уголки может снизить коррозионный износ в 1,2–2,5 раза.

Установлено, что процесс коррозионного износа элементов ферм с достаточной точностью описывается показательной функцией, с помощью которой можно определить величину износа элементов ферм из различных конструктивных форм в заданный момент эксплуатации в сильно- и среднеагрессивных средах и тем самым прогнозировать их долговечность, назначать оптимальные межремонтные периоды и варианты противокоррозионных мероприятий.

Помимо конструктивной формы сечения в снижении скорости поражения коррозией элементов ферм играют концентрация металла и увеличение толщины сечений.

Принцип концентрации материала представляет собой эффективное средство не только экономии металла, но и повышения срока службы конструкции. Указанный принцип при проектировании реализуется применением шага колонн и стропильных ферм 12 м и более. При этом недостаточно исследованы вопросы влияния эксплуатационных расходов на противокоррозионную защиту металлических конструкций.

Также одним из основных способов повышения долговечности стальных стропильных ферм является нанесение следующих систем покрытий: лакокрасочных, металлических, комбинированных и т.д.

Срок службы систем покрытий зависит от способа подготовки окрашиваемой поверхности, выбор которого зависит от состояния поверхности конструкции и требуемой степени очистки, а также от его технико-экономических показателей.

Необходимо подчеркнуть, что в основных нормативных документах рекомендованы только способы защиты от коррозии системами покрытий в конкретных условиях эксплуатации в агрессивных средах. Первостепенное значение для выбора противокоррозионной защиты имеет экономический показатель (минимум приведенных затрат на весь срок службы промышленного здания) эффективности применения той или иной системы покрытия. Поэтому мною для оптимизации систем противокоррозионных защитных покрытий по минимуму приведенных затрат было отобрано 9 систем покрытий, исследованных в условиях сильно- и среднеагрессивных сред. За выход рассматриваемых систем покрытий из строя принят факт появления коррозии на $25 \pm 5\%$ окрашенной площади, потому что в это время происходит резкое ускорение процесса коррозии.

Проведен анализ работ, посвященных вопросам организации технической эксплуатации металлических конструкций в условиях сильно- и среднеагрессивных сред в течение нормативного срока службы промышленных зданий. Однако до настоящего времени расчетные сроки службы металлических конструкций нормативными документами не регламентируется, за исключением сроков амортизации.

Проведенные в ОАО «ЦНИИпромзданий», НИИЖБ, им.А.А. Гвоздева – филиал ФГУП «НИИ-строительства», МГСУ и других организациях многочисленные натурные обследования долговечности зданий и сооружений в различных отраслях промышленности показывают, что фактические сроки службы отдельных металлических конструкций, определяемые главным образом физический износ, причем для зданий с агрессивной средой – коррозионным износом, не всегда равен нормативному сроку службы зданий. Анализ межремонтных периодов металлических конструкций показывает, что рекомендуемые периодичности капитальных ремонтов конструктивных элементов не соответствуют практике эксплуатации, что является результатом неучета целого ряда факторов: марки стали, конструктивной формы, системы покрытий

и т.д. Поэтому необходимы дополнительные исследования в области определения оптимальных межремонтных периодов металлических конструкций, эксплуатируемых в условиях агрессивных сред.

Таким образом, произведенный выше анализ многочисленных исследований основных факторов, влияющих на долговечность стальных строительных конструкций, эксплуатируемых в условиях агрессивных сред, позволяет сделать следующие выводы:

1. Проведенный анализ условий эксплуатации металлических конструкций в действующих цехах различных отраслей промышленности показывает, что скорости коррозии в средах одной степени агрессивности одинаковы и практически не зависят от конкретных условий эксплуатации. Это дает возможность для решения определенного круга задач по оптимизации противокоррозионных мероприятий объединять здания с одинаковыми степенями агрессивности эксплуатационных сред в единые группы несмотря на определенные различия в характере сред (разные агрессивные компоненты и т.д.).

2. Анализ условий эксплуатации металлических конструкций в агрессивных средах и основных мероприятий по повышению их долговечности показывает, что важную роль при выборе оптимального варианта противокоррозионной защиты играет метод оценки их экономической эффективности. Несмотря на большое значение и необходимость учета экономических факторов при оценке предложений, касающихся мер борьбы с коррозионным износом, в настоящее время недостаточно разработаны методы комплексной технико-экономической оценки мероприятий по повышению долговечности металлических конструкций.

3. Отсутствует расчет экономически эффективного варианта противокоррозионной защиты стальных конструкций, эксплуатируемых в условиях сильно- и среднеагрессивных сред.

Вопросы надежности и долговечности строительных конструкций тесно взаимосвязаны с эксплуатационными затратами, так как внеплановые и аварийные ремонтные работы зданий вызывают:

- 1) простой основного технологического оборудования;
- 2) снижение объемов производства;
- 3) ухудшение качества продукции;
- 4) нанесение ущерба окружающей среде из-за сквозной коррозии ремонтируемых конструктивных элементов.

Отсутствие финансовых возможностей предприятий приводит к снижению надежности технического состояния ОПО. В то же время из-за несвоевременного проведения работ по экспертизе промышленной безопасности и устранению обнаруженных дефектов эксплуатации возникают потери продукции и выбросы газов, что приводит порой к еще большим расходам и угрожает безопасности горожан. Если аварийная ситуация

Предотвращение аварий зданий и сооружений

происходит в зимнее время, то в зависимости от размера аварии и погодных условий соответствующие расходы увеличиваются.

Для создания ситуации безаварийной эксплуатации опасных производственных объектов необходимо, прежде всего, заинтересовать руководителей предприятий в реконструкции и техническом перевооружении, во внедрении новых производств и технологий, в обеспечении сохранности существующих зданий и сооружений и более грамотной эксплуатации их строительных конструкций.

На всех предприятиях требуется плановая работа с составлением финансово-обеспеченных программ, где на первом этапе должна быть предусмотрена экспертиза, а на втором – мероприятия и рекомендации на основе ее заключения.