

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ДАННЫМ ОЦЕНКИ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ

К. т. н. Г.А. Герман, г.Донецк

Проблема инженерной оценки состояния, научно-технического обеспечения и сопровождения безопасности и разработки мер инженерной защиты на всех этапах жизненного цикла (строительство – эксплуатация – реновация – ликвидация) конструкций зданий и сооружений вызвана рядом сложившихся кризисных явлений, характерных для социально-экономического развития в последние годы [1].

Одним из важнейших требований, предъявляемым к строительным металлоконструкциям является обеспечение долговечности конструкции, которая должна удовлетворять показателям безопасности и эксплуатационной пригодности при коррозионных воздействиях [2]. Процессы коррозионного разрушения оказывают значительное влияние на показатели надежности и долговечности строительных металлоконструкций. В связи с этим, учет особенностей действительной работы конструкций в условиях агрессивных сред позволяет обеспечить требуемую долговечность и обеспечить заданный уровень надежности [3, 4].

Теория и практика защиты металлов от коррозии сформирована в трудах фундаментальных исследований, выполненных Г.В.Акимовым, Ю.И.Бабей, А.И.Голубевым, Г.В.Карпенко, И.Л.Розенфельд, В.И.Похмурским, Дж.Скалли и др.

Проблеме оценки напряженно-деформированного состояния конструкций в коррозионных средах посвящены труды Е.И. Беленя, Ю.Л. Вольберга, Э.Ф.Гарфа, А.И. Голубева, Е.В.Горохова, Е. А.И. Кикина, И.И.Кошина, Ю.М.Почтмана, Г.В.Филатова, А.М. Шляфирнера и др.

Постановка и формулирование задач, связанных с учетом влияния коррозионных воздействий на несущую способность при расчете строительных конструкций по предельным состояниям, выполнена в работах под руководством В.П.Королёва [5,6,7].

Необходимость использования современных методов диагностики для оценки показателей долговечности противокоррозионной защиты и определения остаточного ресурса обуславливается ужесточением режима эксплуатации, снижением запаса прочности, возможными последствиями предельных состояний даже при незначительных показателях коррозионного разрушения конструктивной формы. В соответствии с разработанным подходом оценка технического состояния стальных конструкций (техническое диагностирование) выполняется с учетом характера и интенсивности коррозионного разрушения.

Расчет строительных металлоконструкций на коррозионную стойкость и долговечность основывается на следующих принципах [8]:

- учет опасности коррозионного разрушения выполняется на основе критериев вероятностных методов I уровня при раздельном рассмотрении нагрузок, воздействий и несущей способности;
- расчет на коррозионную стойкость производится по I и II группам предельных состояний, связанным с потерей несущей способности и ограничениями чрезмерных деформаций. Расчет показателей долговечности устанавливает критерии, появление которых затрудняет нормальную эксплуатацию конструкций в агрессивных средах;
- анализ показателей коррозионной стойкости и долговечности строительных металлоконструкций выполняется на основе изучения причинно-следственных связей внешних и внутренних факторов;

▪ изменчивость воздействий учитывается путем определения наиболее неблагоприятного сочетания экстремальных значений факторов агрессивной среды. Состав и интенсивность агрессивных воздействий устанавливается по данным строительной климатологии, нормативным параметрам коррозионной агрессивности атмосферы, результатам статистической оценки эксплуатационных воздействий рабочих сред;

▪ случайный характер показателей коррозионной стойкости связанный с природой металлургических факторов рассматривается для строительных сталей на основе нормального распределения, обеспечивающего точность оценки параметров процессов износа и старения;

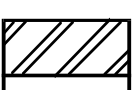

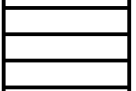
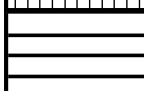


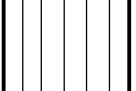

▪ рассматривается работа материала металлических конструкций на действие статических нагрузок, без учета природы мало- и многоциклового коррозионной усталости;

▪ оценка показателей коррозионной стойкости и долговечности выполняется для однородных конструктивных элементов в пределах однородных по составу и интенсивности воздействий зон эксплуатации промышленных и гражданских объектов.

Классификационные признаки критериев предельных состояний показателей надежности (ПН) защитных покрытий по результатам исследований работы [5], приведены в табл. 1.

Таблица 1

Классификационные признаки состояния

Защитные свойства по обобщенному показателю, A_z			Коррозионная стойкость по степени агрессивности, K (мм/год)		
Качественная оценка	Код состояния	Интервальная оценка	Качественная оценка	Код состояния	Количественная оценка
Отличное	СЗП1		Сильно-агрессивная	СКС6	
			Высоко-агрессивная	СКС5	
Хорошее	СЗП2		Средне-агрессивная	СКС4	
			Низко-агрессивная	СКС3	
Удовлетворительное	СЗП3		Слабо-агрессивная	СКС2	
			Неагрессивная	СКС1	
Неудовлетворительное	СЗП4		Неагрессивная	СКС1	
			Неагрессивная	СКС1	

С целью математического описания показателей надежности по данным сертификационных испытаний разработана методика расчетной оценки коэффициента надежности противокоррозионной защиты (γ_{zn}). Коэффициент надежности (γ_{zn}) устанавливает предельный уровень коррозионных потерь для заданной расчетной схемы обобщенных воздействий «Нагрузка – Конструкция – Среда» («Н-К-С») при типовой (расчетной) модели режима эксплуатации с учетом назначенного срока службы (T_n) конструкции или объекта. Последовательность основных этапов определения (γ_{zn}) представлена на рис. 1.

Оценка результатов испытаний включала: статистический анализ отказов (предельных состояний); проверку контролируемых параметров для установленной области интервальной оценки γ_{zn} ; анализ соответствия расчетной ситуации требованиям обеспечения надежности с учетом экономических факторов.

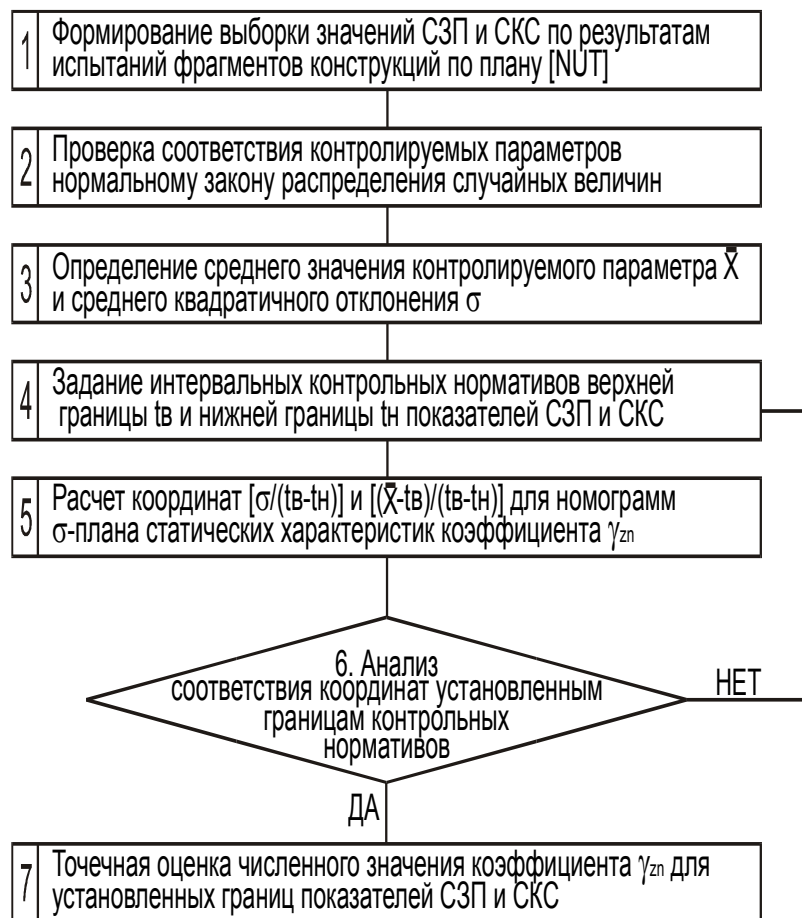


Рис. 1 - Последовательность этапов обоснования γ_{zn} .

Разработанный методический подход использован для статистической оценки коэффициента надежности γ_{zn} по данным ускоренных испытаний образцов (фрагментов) конструктивных элементов с защитными покрытиями при ускоренных коррозионных испытаниях [9,9,11].

Решение о соответствии расчетного значения γ_{zn} заданным границам (верхней и нижней) интервальной оценки принимается после определения координат $(\sigma/(t_e - t_n))$; $(\bar{X} - t_e)/(t_e - t_n)$ и с помощью номограммы.

Расчетные зависимости для обоснования ПН и гарантированной долговечности с учетом требований предельных состояний имеют вид:

I – предельное состояние:

$$\Phi/N + (1 - \gamma_{zk}) \leq \Gamma; \quad (1.1)$$

$$(1 - \gamma_{zk}) \wedge T_n^c \leq m\delta (1 - 1/\Gamma); \quad (1.2)$$

$$\gamma_{zf} - 1/\Gamma \geq 0. \quad (1.3)$$

II – предельное состояние:

$$T_{3\gamma} \geq \gamma_{zn} T_3; \quad (1.4)$$

$$T_{m\gamma} \geq \gamma_{zn} T_m; \quad (1.5)$$

где Γ – отношение резерва надежности;

Φ – предельное усилие, которое может воспринять рассчитываемый элемент, кН;

N – наибольшее расчетное усилие в конструктивном элементе, кН;

A – характеристика степени агрессивности режима эксплуатации, г/м²год;

c – коэффициент кинетики коррозионного износа;

δ – приведенная толщина сечения элемента, см;

$m = \rho \times 10^4$ – переводной коэффициент коррозионных потерь;

γ_{zk} – коэффициент надежности противокоррозионной защиты (методы первичной защиты);

γ_{zf} – коэффициент надежности противокоррозионной защиты по данным контроля коррозионного состояния в период эксплуатации;

T_3 – нормативный срок службы защитных покрытий по данным сертификационных испытаний, (год);

$T_{3\gamma}$ ($T_{m\gamma}$) – гарантированный срок службы защитных (металлизационных) покрытий с доверительной вероятностью $\gamma = 0,95$, (год);

ρ – плотность металла (г/см³).

Определение показателей коррозионного состояния конструкций в процессе эксплуатации на основе принципов расчета по предельным состояниям обеспечивает:

– расчетно-аналитическую оценку коэффициента γ_{zf} по данным мониторинга характера и интенсивности коррозионного разрушения;

– выбор средств возобновления защитных покрытий для заданных показателей ремонтпригодности стальных конструкций на основе сравнительных данных.

Библиографический список

1. Научно-технический отчет «Разработка концепции Государственной программы «Предотвращение аварий строительных объектов»». / Укрниипроектстальконструкция, тема № 19234/3.16, рук. д.т.н. Перельмутер А.В. – Киев, 1992, 163 с.
2. Пособие по контролю состояния строительных металлических конструкций зданий и сооружений в агрессивных средах, проведению обследований и проектированию восстановления защиты конструкций от коррозии (к СНиП 2.03.11-85). – М.: Стройиздат, 1989. – 48 с.
3. Королев В.П. Прогнозирование и повышение долговечности стальных конструкций в коррозионных средах промышленных предприятий: Дис... канд. техн. наук: спец. 05.23.01. – Макеевка, 1984. – 226 с.
4. Королев В.П. Конструктивные, технологические и эксплуатационные факторы долговечности стальных конструкций в коррозионных средах. Дис... докт. техн. наук: спец. 05.23.01. – Макеевка, 1995. – 413 с.
5. Пожарская Г.А. Обоснование показателей надежности и гарантированной долговечности противокоррозионной защиты строительных металлоконструкций. / Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения. // ДонГАСА. – Макеевка, 2001. – 20 с.
6. Войтова Ж.М. Довговічність комбінованих огорожуючи конструкцій з використанням склопластів, полімерних матеріалів і металопластів. / Автореф. дис. на

здоб. наук. ступ. канд. техн. наук за спец. 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі, споруди. // ДонНАБА. – Макіївка, 2005. – 21 с.

7. Волкова І.А. Експертне діагностування корозійно - механічного руйнування сталевих конструкцій в умовах коксохімічного виробництва./ Автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук за спец. 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі, споруди. // ДонДАБА. – Макіївка, 2005. – 19 с.

8. Королев В.П. Теоретические основы инженерных расчетов стальных конструкций на коррозионную стойкость и долговечность: Научные труды ДГАСА. Вып. 1-95. - Макеевка, 1995. - 110 с.

9. ГОСТ 9.039-74. Единая система защиты от коррозии и старения. Коррозионная агрессивность атмосферы. - М. : Изд-во стандартов, 1988. – 36 с.

10. ГОСТ 9.401-91 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов».

11. ГОСТ 9.908-85. Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости. - М. : Изд-во стандартов, 1990. -31с.