

ГОССТРОЙ РОССИИ

Государственное предприятие научно-исследовательский центр «Строительство»

Государственное унитарное предприятие «НИИЖБ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

МДС 80-1.99

УДК 624.01:620.197:69.003

РАЗРАБОТАНЫ Государственным предприятием "Научно- исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт и бетона и железобетона" - ГУЛ «НИИЖБ».

(автор д.т.н. Агаджанов В.И.).

ОДОБРЕНЫ Научно-техническим советом ГНЦ «Строительство»

ИЗДАНЫ ГУЛ «НИИЖБ» по рекомендации Госстроя России и по согласованию с ГНЦ «Строительство».

ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ в ГУП «Центр проектной продукции в строительстве».

ЧАСТЬ I

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ**

1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика содержит основные положения по определению экономической эффективности методов защиты строительных конструкций от коррозии, которые могут использоваться при:

1.1. Оценке эффективности научных, проектно-конструкторских и технологических разработок (в том числе при проектировании фундаментов и подземных сооружений, подверженных агрессивному воздействию грунтовых вод и промышленных стоков).

1.2. Освоении производства новых коррозионностойких материалов и изделий и их поставки заказчику.

1.3. Внедрении мер защиты от коррозии на отдельных предприятиях, в отраслях и регионах.

1.4. Оценке инвестиционных проектов при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте объектов с агрессивной производственной средой, а также зданий и сооружений, эксплуатируемых в суровых климатических условиях.

1.5. Техничко-экономическом обосновании программ научно-технического сотрудничества, содержащих разделы, связанные с защитой от коррозии.

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Методика по определению экономической эффективности защиты от коррозии в строительстве основана на сравнении совокупных капитальных вложений (инвестиций) и эксплуатационных расходов (по различным вариантам защиты), приведенных к годовой размерности с учетом фактора времени. Оптимальный вариант защиты от коррозии с точки зрения их экономичности выявляется в результате сопоставления затрат по сравниваемым вариантам.

2.2. Совокупные затраты по каждому из сравниваемых вариантов антикоррозионной защиты строительных конструкций учитываются на стадии изготовления, транспортирования и монтажа конструкций, при возведении здания или сооружения, а также в процессе их последующей эксплуатации.

2.3. Затраты Z , приведенные по фактору времени, для каждого из сравниваемых вариантов защиты строительных конструкций следует определять по формуле

$$Z = Z_a + Z_{\text{эк}}, \quad (1)$$

где Z_0 - затраты, осуществляемые до начала эксплуатации зданий и сооружений;

Z_{Σ} - то же, в процессе эксплуатации зданий и других строительных сооружений в течение срока их службы (функционирования).

2.4. Для учета различий, вытекающих из разновременности рассматриваемых в формуле (1) затрат и приведения их к одному моменту времени (базе приведения), используется коэффициент приведения α_t , определяемый по формуле

$$\alpha_t = (1+E)^t, \quad (2)$$

где E - норматив приведения (дисконтирования) разновременных затрат, принимаемый по установленным нормам (ставка) дисконта;

t - время (в годах) между моментом осуществления затрат и базой приведения.

За базу приведения принимается начало первого года эксплуатации зданий и других строительных сооружений.

Затраты Z_0 приводят к базе приведения путем умножения на коэффициент (α_t , а эксплуатационные затраты и издержки Z_{Σ} делятся на соответствующий им коэффициент α_t .

2.5. Все затраты и издержки (в денежных единицах) рассчитывают на единую натуральную единицу измерения, характеризующую сравниваемые строительные конструкции (шт., т, м³, м², м).

3. РАСЧЕТ ЗАТРАТ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫХ ДО НАЧАЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И ДРУГИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

3.1. Затраты, осуществляемые до начала эксплуатации зданий и сооружений Z_0 , следует определять по формуле

$$Z_0 = \left[\sum_1^n Z_{\Sigma} + Z_0 \right] \alpha_t, \quad (3)$$

где Z_{Σ} - капитальные вложения (инвестиции) в сопряженные отрасли промышленности, изготавливающие и поставляющие новые материалы и изделия, используемые при возведении зданий и сооружений и

- защите конструкций от коррозии (в необходимых случаях);
- n - число видов материалов и изделий, отличающихся в сравниваемых конструкциях.

Примечание. Если для защиты от коррозии используются импортные материалы и изделия или материалы и изделия серийно выпускаются отечественной промышленностью в достаточном количестве, то показатель $Z_{\text{к}}$ в формуле (3) не учитывают.

$Z_{\text{д}}$ - затраты (стоимость «в деле») на возведение сравниваемых конструкций и их защиту от коррозии.

3.2. Капитальные вложения (инвестиции) в сопряженные отрасли $Z_{\text{к}}$ следует определять по формуле

$$Z_{\text{к}} = B_{\text{н}} K_{\text{н}} P, \quad (4)$$

где $B_{\text{н}}$ - нормативный коэффициент эффективности инвестиций;

$K_{\text{н}}$ - удельные капитальные вложения (инвестиции) в производственную базу сопряженных отраслей, приведенные к началу их использования в строительстве.

Примечание. Величины $B_{\text{н}}$ и $K_{\text{н}}$ принимают по действующим нормативам.

P - расход материалов и изделий, используемых для изготовления и защиты от коррозии на единицу сравниваемых строительных конструкций.

3.3. Затраты на возведение строительных конструкций и их защиту от коррозии следует определять по формуле

$$Z_{\text{д}} = C_{\text{д}}, \quad (5)$$

где C_d - расчетная себестоимость единицы конструкции с учетом затрат на ее изготовление, транспортирование и монтаж, а также себестоимость защиты от коррозии.

Примечание. Если сравниваемые конструкции, на которые наносят защитное покрытие, изготавливают из одних и тех же материалов, то себестоимость их изготовления, транспортировки и монтажа C_d не учитывается.

3.4. Рассчитанные по формулам (4) и (5) затраты $Z_{\text{к}}$ и Z_d суммируются и в соответствии с формулой (3) приводятся к началу эксплуатации зданий или сооружений.

4. РАСЧЕТ ЗАТРАТ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫХ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

И ДРУГИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

4.1 Затраты $Z_{\text{к}}$ для каждого из рассматриваемых вариантов конструкций и их защиты от коррозии рассчитывают за проектный срок службы (функционирования) здания или сооружения вне зависимости от физико-механических и атмосферных воздействий, агрессивных природных и промышленных сред.

Если в проекте нет данных о сроке службы здания или сооружения, то эксплуатационные затраты по сравниваемым вариантам строительных конструкций рассчитывают за срок службы T (в годах), который определяется по формуле

$$T = \frac{100\%}{N_p}, \quad (6)$$

где N_p - нормативные амортизационные отчисления на полное восстановление (реновацию) зданий или сооружений (% в год).

4.2. Затраты $Z_{\text{к}}$, осуществляемые в процессе эксплуатации зданий и других строительных сооружений за срок службы (функционирования), следует определять по формуле

$$Z_{\text{к}} = \frac{C_{\text{к}}}{a_t} + \sum_1^{l-1} \frac{C_{\text{м}}}{a_t} + \sum_1^{l-1} \frac{C_{\text{к}}}{a_t} + \sum_1^1 \frac{C_{\text{м}}}{a_t} + \sum_1^1 \frac{C_{\text{к}}}{a_t} + \sum_1^{l-1} \frac{C_{\text{к}}}{a_t} \quad (7)$$

- где $C_{\text{з}}$ - затраты на приобретение оборудования (фондов) для проведения специальных видов защиты (например, электрохимической) в процессе эксплуатации здания или сооружения;
- $C_{\text{кр}}$ - затраты на один капитальный ремонт строительных конструкций, проводимый с соответствующей периодичностью;
- $C_{\text{к}}$ - затраты на восстановление антикоррозионной защиты строительных конструкций;
- $C_{\text{тр}}$ - затраты на текущий (среднегодовой) ремонт строительных конструкций;
- $C_{\text{т}}$ - ежегодные затраты на техническое содержание здания или сооружения, а также оборудования для специальных видов защиты, если они не учтены в рамках текущего ремонта;
- $C_{\text{кк}}$ - прямые и косвенные потери от коррозии строительных конструкций при эксплуатации здания или сооружения;
- t - время в годах (см. формулу 2).

Примечание. Затраты $Z_{\text{к}}$, осуществляемые в процессе эксплуатации зданий или сооружений, в зависимости от времени (t) приводятся к началу эксплуатации путем деления на коэффициент приведения α_t , определяемый по формуле (2).

$(\gamma_{\text{кр}} - 1)$ - число капитальных ремонтов строительных конструкций за срок службы (функционирования) здания или сооружения;

$$\gamma_{\text{кр}} = \frac{T}{T_{\text{кр}}}$$

- где T - срок службы здания или сооружения по формуле (6);
- $T_{\text{кр}}$ - периодичность проведения капитальных ремонтов (межремонтный срок службы) сравниваемых конструкций (в годах);
- $(\gamma - 1)$ - количество восстановлений антикоррозионной защиты за срок службы T здания или сооружения;

$$\gamma_{\text{к}} = \frac{T}{T_{\text{к}}}$$

где:

$T_{\text{к}}$ - периодичность восстановления антикоррозионной защиты (в годах).

Примечание: Если показатель $T_{\text{ж}}$ кратен показателю $T_{\text{ф}}$, то затраты на восстановление защиты $C_{\text{ж}}$ для каждого года, совпадающего с годом проведения капитального ремонта, учитываются в составе капитального ремонта.

$(r-1)$ и $(\frac{1}{a_t})$ принимаются в зависимости от годов производства капитальных ремонтов конструкций или годов восстановления антикоррозионной защиты с учетом возможных простоев, размещенного в производственном здании основного технологического оборудования.

4.3. Капитальным ремонтом считается ремонт, при котором производится восстановление или частичная замена изношенных за межремонтный срок службы строительных конструкций, техническое состояние которых снижает эксплуатационные характеристики здания и сооружения или их отдельных частей.

Текущим ремонтом считается ремонт, проводимый для устранения мелких повреждений и дефектов, предохраняющий части здания или сооружения от преждевременного износа, а также мелкий ремонт профилактического характера.

В состав ремонтных работ входит также восстановление антикоррозионной защиты строительных конструкций от коррозии.

Периодичность и объемы ремонтных работ определяются на основе данных натурных и экспериментальных обследований, опыта эксплуатации подобных объектов, а также и действующих положений о проведении планово-предупредительных ремонтов.

Стоимость ремонта определяется на основе калькуляций и смет, составляемых по действующим ценам и нормам.

4.4. В некоторых отраслях промышленности при проведении ремонтов или восстановлении антикоррозионной защиты строительных конструкций возможны простои размещенного в производственном здании технологического оборудования, что вызывает соответствующие экономические потери вследствие неполного использования основных фондов (косвенные потери от коррозии).

Аналогичные потери могут возникать от простоя транспорта при ремонтах конструкций транспортных и инженерных сооружений.

Величину потерь из-за возможного простоя основных производственных фондов $C_{\text{м}}$ в периоды проведения ремонтно-восстановительных работ следует определять по формуле

$$C_{\text{жк}} = C_{\text{м}} = B_{\text{в}} \cdot K_{\text{в}} \cdot T_{\text{м}}, \quad (8)$$

где $B_{\text{в}}$ - см. формулу (4);

$K_{\text{в}}$ - проектная (балансовая) стоимость основного технологического оборудования, простаивающего в связи с ремонтом строительных

T_м - время (в годах), в течение которого простаивает основное технологическое оборудование при проведении ремонтов строительных конструкций или восстановлением антикоррозионной защиты;

Примечание. Более точный метод определения экономических потерь от коррозии приведен в части II настоящих методических рекомендаций.

5. РАСЧЕТ СРАВНИТЕЛЬНОЙ И ГОДОВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

5.1. Экономическую эффективность на единицу защищаемой от коррозии строительной конструкции \mathcal{E}_e следует определять для каждого из сравниваемых вариантов конструкций по формуле

$$\mathcal{E}_e = \mathcal{Z}_1 - \mathcal{Z}_2, \quad (9)$$

где \mathcal{Z}_1 - затраты, определенные по формуле (1) для строительной конструкции с исходным вариантом антикоррозионной защиты;

\mathcal{Z}_2 - то же, для конструкции с предлагаемым (улучшенным) вариантом антикоррозионной защиты.

При сравнении вариантов антикоррозионной защиты за исходный вариант принимается решение, разработанное по действующим нормативным документам в области защиты от коррозии в строительстве.

При определении эффективности в конкретных проектах зданий или сооружений, определяется эффект на соответствующий объем конструкций приходящийся на проектируемый строительный объект.

5.2. Годовой экономический эффект \mathcal{E}_r , определяемый годовым объемом внедрения конструкций по предлагаемому (новому) варианту защиты, следует рассчитывать по формуле

$$\mathcal{E}_r = (\mathcal{Z}_1 - \mathcal{Z}_2) \cdot A_2, \quad (10)$$

где A_2 - годовой объем внедрения предлагаемого варианта антикоррозионной защиты строительных конструкций.

ЧАСТЬ II

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ОТ КОРРОЗИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает основные положения по определению экономических потерь (далее - потерь) от коррозии строительных материалов и конструкций.

Предназначена для использования при:

- 1.1. Определении экономической эффективности методов защиты строительных конструкций от коррозии.
- 1.2. Организации и проведении первичного учета потерь от коррозии строительных конструкций зданий и сооружений на действующих предприятиях с агрессивной средой.
- 1.3. Подготовке и составлении отчетности о потерях, обусловленных коррозией металла и других материалов.
- 1.4. Определении составляющих годового общефедерального ущерба (издержек) от коррозии.

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. К потерям от коррозии относятся материальные, трудовые, энергетические и финансовые издержки, выражающиеся как в потере поврежденных коррозией материалов и продукции, так и обусловленные частичным или полным выходом из строя основных фондов, что приводит к снижению объема выпускаемой продукции, ухудшению ее качества, ущербу наносимому смежным производствам, а также загрязнению окружающей среды.

2.2. Потери, вызванные коррозией строительных конструкций, следует определять по формуле

$$C_{\text{ок}} = C_{\text{оп}} + C_{\text{к}} \quad (11)$$

где: C_{Σ} - сумма потерь от коррозии;

$C_{\text{пр}}$ - прямые потери от коррозии;

$C_{\text{к}}$ - косвенные потери от коррозии.

2.3. На действующих предприятиях учет потерь от коррозии проводится ежегодно по всем зданиям и сооружениям, которые эксплуатируются в агрессивной среде.

2.4. При определении годового общефедерального ущерба (издержек) от коррозии, величина потерь от коррозии строительных конструкций является его составной частью.

2.5. При проектировании объектов с агрессивной средой для сопоставимости экономических потерь (издержек), происходящих при эксплуатации строительных конструкций и приведения этих издержек к базе приведения разновременных затрат, используется коэффициент $\frac{1}{\alpha_t}$, определяемый по формуле

$$\frac{1}{\alpha_t} = \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (12)$$

где E - норматив приведения (дисконтирования) разновременных затрат;

t - время в годах между моментом проявления потерь и началом эксплуатации объекта.

2.6. Потери от коррозии учитываются на протяжении всего периода эксплуатации строительного объекта с учетом его функционального назначения, а также влияния физико-механических и атмосферных факторов, агрессивных воздействий, прочности и стойкости используемых материалов и изделий.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМЫХ ПОТЕРЬ ОТ КОРРОЗИИ

3.1. Прямые потери $C_{\text{пр}}$ от коррозии строительных конструкций в процессе эксплуатации здания или сооружения включают стоимость вышедших из строя в результате коррозии конструкций и их элементов, которые заменяются на новые вследствие их полного физического износа, до истечения срока амортизации или при проведении различных видов ремонта, а также стоимость материалов и полуфабрикатов, списанных по причине коррозии при хранении.

Прямые потери от коррозии следует определять по формуле:

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{м}} + C_{\text{опр}} + C_{\text{теп}} + C_{\text{мк}}, \quad (13)$$

- где $C_{\text{м}}$ - стоимость конструкций, физически выбывших из-за коррозии до истечения срока амортизации;
- $C_{\text{опр}}$ - стоимость конструкций, замененных при капитальном ремонте;
- $C_{\text{теп}}$ - то же, при текущем ремонте;
- $C_{\text{мк}}$ - стоимость материалов, полуфабрикатов и конструкций, списанных по причине коррозии при хранении.

По каждому из указанных видов коррозионных потерь определяются натуральные потери металла и других материалов, которые в дальнейшем не могут быть использованы.

3.2. Потери материалов и стоимость досрочно выбывших из-за коррозии строительных конструкций определяются на основе бухгалтерских данных о списании (ликвидации) основных фондов.

3.3. Потери при ремонтах определяются исходя из калькуляций, составляемых на основе действующих норм и цен, и включают:

- стоимость конструкций и их элементов, замененных при ремонтах;
- стоимость рабочей силы;
- стоимость эксплуатации строительного оборудования и машин.

Учитывается также возможная реализация отходов (например, металлолома).

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОСВЕННЫХ ПОТЕРЬ ОТ КОРРОЗИИ

4.1. Косвенные потери $C_{\text{к}}$ следует определять по формуле

$$C_{\text{к}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{м}} + C_{\text{кк}} + C_{\text{мк}} + C_{\text{кз}}, \quad (14)$$

- где $C_{\text{пр}}$ - потери из-за возможного простоя основных производственных фондов в период ремонтно-восстановительных работ;
- $C_{\text{м}}$ - потери от снижения объема выпускаемой продукции;
- $C_{\text{кк}}$ - потери из-за ухудшения качества выпускаемой продукции;
- $C_{\text{мк}}$ - потери продукции из-за сквозной коррозии конструкций;
- $C_{\text{кз}}$ - издержки по возмещению ущерба смежным отраслям промышленности, сельскому хозяйству и окружающей среде.

4.2. Потери от возможного простоя основных производственных фондов в периоды проведения ремонта строительных конструкций определяются по формуле (8) части I настоящих методических рекомендаций.

4.3. Потери, связанные с остановкой производства и снижением объема выпускаемой продукции $C_{\text{об}}$, следует определять по формуле

$$C_{\text{об}} = (\Pi_{\text{к}} - C_{\text{об}}) \cdot M_1 \cdot t_{\text{об}}, \quad (15)$$

где $\Pi_{\text{к}}$ - оптовая цена сбыта единицы продукции;

$C_{\text{об}}$ - себестоимость единицы продукции;

M_1 - средний однодневный объем выпуска продукции;

$t_{\text{об}}$ - время простоя производства (в днях).

4.4. Потери из-за ухудшения качества выпускаемой продукции $C_{\text{к}}$ следует определять по формуле

$$C_{\text{к}} = M_2 \cdot (\Pi_{\text{к}} - \Pi_{\text{кк}}), \quad (16)$$

где M_2 - количество продукции худшего качества;

$\Pi_{\text{к}}$ - оптовая цена сбыта единицы продукции;

$\Pi_{\text{кк}}$ - тоже со сниженными показателями качества.

4.5. Потери от утечки или порчи материалов и продукции $C_{\text{кк}}$ из-за сквозной коррозии конструктивных элементов зданий или сооружений (например, резервуаров, трубопроводов, складов и хранилищ) определяются по формуле

$$C_{\text{кк}} = M_3 \cdot \Pi_{\text{к}}, \quad (17)$$

где M_3 - потери продукции из-за сквозной коррозии;

Π_0 - оптовая цена потерянной продукции.

4.6. Издержки C_{\square} из-за нарушения сроков поставки продукции, а также от загрязнения окружающей среды, определяются по соответствующим актам, составляемым на действующих предприятиях органами надзора.

СОДЕРЖАНИЕ

ЧАСТЬ I

Методика определения экономической эффективности защиты строительных конструкций от коррозии

1. Области применения
2. Основные положения
3. Расчет затрат, осуществляемых до начала эксплуатации зданий и других строительных сооружений
4. Расчет затрат, осуществляемых при эксплуатации зданий и других строительных сооружений
5. Расчет сравнительной и годовой экономической эффективности

ЧАСТЬ II

Методика определения экономических потерь от коррозии строительных конструкций

1. Области применения
2. Основные положения
3. Определение прямых потерь от коррозии
4. Определение косвенных потерь от коррозии