

ГОСТ ISO 9223-2017

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ****Коррозионная агрессивность атмосферы. Классификация, определение и оценка****Corrosion of metals and alloys. Corrosivity of atmospheres. Classification, determination and estimation**

МКС 77.060, 25.220

Дата введения 2019-07-01

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в [ГОСТ 1.0-2015](#) "Межгосударственная система стандартизации. Основные положения" и [ГОСТ 1.2-2015](#) "Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены"

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 214 "Защита изделий и материалов от коррозии, старения и биоповреждений" на основе официального перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в [пункте 5](#), который выполнен Федеральным государственным унитарным предприятием "Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации материалов и технологий" (ФГУП "ВНИИ СМТ")

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 ноября 2017 г. N 52)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономки Республики Армения
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан

Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Минэкономразвития Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 марта 2018 г. N 147-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 9223-2017 введен в действие с 1 июля 2019 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 9223:2012* "Коррозия металлов и сплавов. Коррозионная активность атмосферы. Классификация, определение и оценка" ("Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification, determination and estimation", IDT).

Международный стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации ISO/TC 156 "Коррозия металлов и сплавов" Международной организации по стандартизации (ISO).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном [приложении ДА](#)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

()

(www.gost.ru)

Введение

Настоящий стандарт является идентичным по отношению к международному стандарту ISO 9223:2012, который был разработан с целью гармонизации требований ISO 9223:2012.

В части некоторых требований и установленных методов испытаний в ISO 9223:2012 одновременно приведены ссылки на международные стандарты, взаимозаменяемые по своим требованиям.

В тексте настоящего стандарта по сравнению с ISO 9223:2012 изменены отдельные фразы, заменены некоторые термины и обозначения на их синонимы и эквиваленты с целью соблюдения норм русского языка и в соответствии с принятой национальной терминологией и системой обозначений. Настоящий стандарт дополнен справочным [приложением ДА](#), содержащим сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам.

Настоящий стандарт, как и международный стандарт ISO 9223:2012, не содержит рекомендаций по применению указанных выше дополнительных требований. Необходимость выполнения каких-либо требований при исполнении конкретного заказа устанавливает заказчик на основании предполагаемых требований по проектированию.

Металлы, сплавы и металлические покрытия подвергаются атмосферной коррозии, когда их поверхности увлажнены. Характер и скорость коррозии определяются образующейся на поверхности пленкой влаги, в свою очередь зависящей от концентрации (уровня) и типа газообразных и твердых загрязняющих веществ в атмосфере и продолжительности их воздействия на металлическую поверхность.

Характер и скорость коррозии являются следствием образующейся коррозионной системы, которая включает в себя металлические материалы, атмосферную среду, ее параметры и условия эксплуатации.

Коррозионная агрессивность и ее категории являются технической характеристикой, которая служит основой для выбора материалов и защитных мер в реальных атмосферных условиях при соблюдении требований, разработанных для конкретного применения, особенно в тех случаях, когда это касается срока службы.

Данные о коррозионной агрессивности атмосферы имеют важное значение для разработки и уточнения способов оптимальной защиты от коррозии для выпускаемой продукции.

Категории коррозионной агрессивности определяются по результатам первого года коррозионного воздействия на стандартные образцы, как указано в ISO 9226. Категория коррозионной агрессивности может быть оценена с точки зрения наиболее значительных атмосферных факторов, влияющих на коррозию металлов и сплавов.

Измерение соответствующих параметров окружающей среды установлено в ISO 9225.

Этапы определения категории коррозионной агрессивности в конкретно заданных определенных условиях на основе настоящего стандарта указаны на [рисунке 1](#). Необходимо четко различать определение коррозии и оценку коррозионного воздействия. Также необходимо делать различия между оценкой коррозионной агрессивности (воздействия), базирующейся на применении функции "доза - ответ", и результатами оценки, базирующимися на сравнении и определении типичных атмосферных условий.

Данный стандарт не касается описания и способов воздействия на объекты, которые могут повлиять на их сопротивление коррозии, поскольку эти эффекты очень специфичны и не могут быть рассмотрены здесь. Этапы выбора оптимальной коррозионной защиты с учетом атмосферного воздействия определены в ISO 11303.

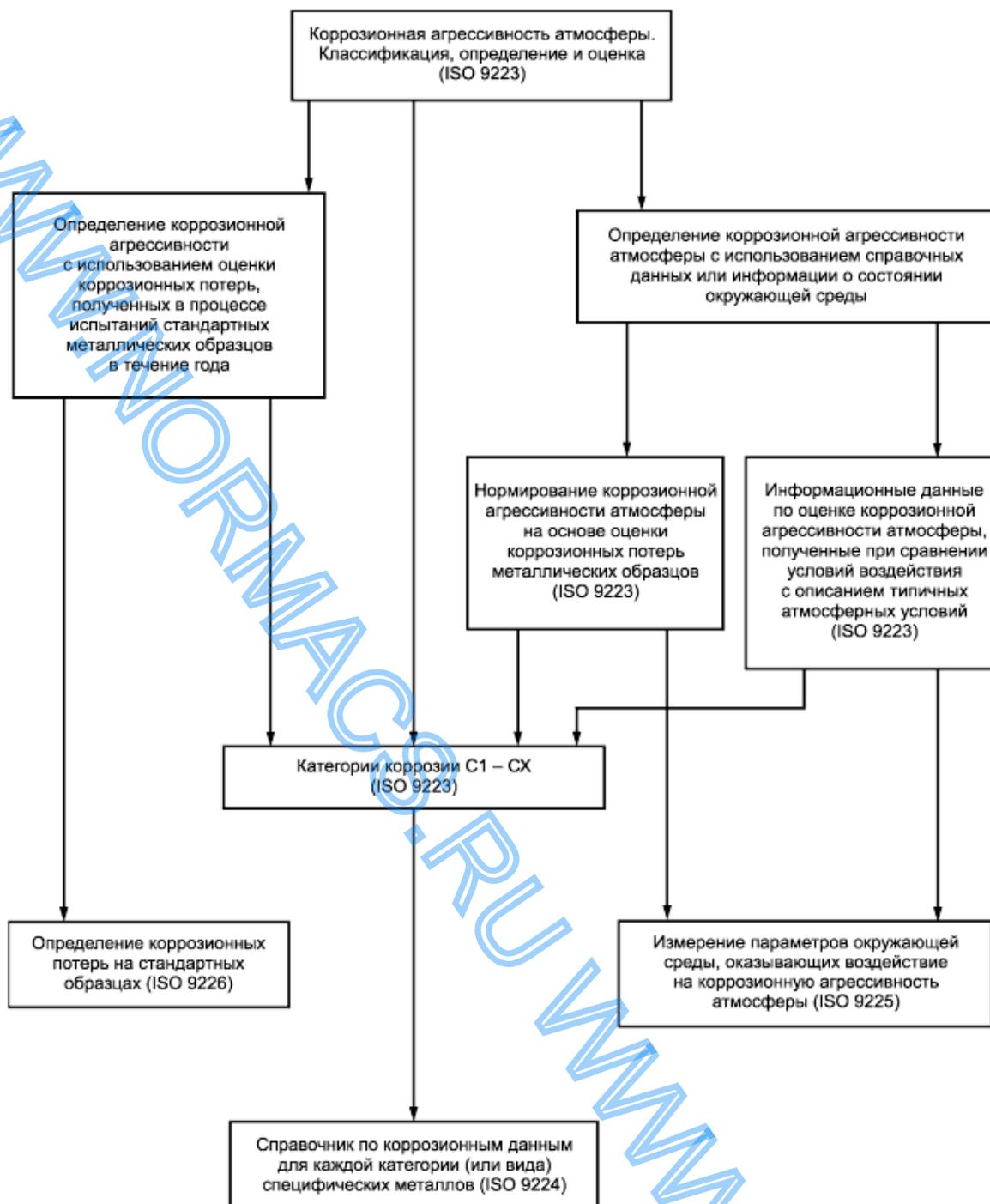


Рисунок 1 - Классификация атмосферной коррозии

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает систему классификации и оценки коррозионного воздействия

атмосферных условий и позволяет:

- определить категорию коррозионной агрессивности атмосферных условий в первый год по скорости коррозии стандартных образцов;
- использовать функцию "доза - ответ" для нормируемой оценки категории коррозионной агрессивности на основе вычисленной по первому году потери от коррозии стандартных металлических образцов;
- получить информативную оценку категории коррозионной агрессивности, основанную на знаниях местной ситуации в части окружающей среды (экологической ситуации).

Настоящий стандарт устанавливает основные факторы, влияющие на атмосферную коррозию металлов и сплавов. Это комплексное воздействие температура - влажность, загрязнение диоксидом серы и соляным туманом в воздухе.

Температура также является важным фактором коррозии в районах за пределами зоны умеренного макроклиматического района. Комплексное воздействие температура - влажность может быть оценено с точки зрения времени воздействия влажности. Коррозионное воздействие других факторов или загрязнителей (озон, оксиды азота, твердые частицы) может влиять на коррозионную агрессивность и оценочную коррозионную агрессивность (потери от коррозии за один год), но эти факторы не являются решающими в оценке коррозионного воздействия в соответствии с настоящим стандартом.

Настоящий стандарт не характеризует коррозионную агрессивность в специфических атмосферных условиях, например в условиях специфической атмосферы в химической или металлургической промышленности.

Предложенная классификация категорий коррозионной агрессивности и оценка уровней загрязнения могут быть непосредственно использованы для технико-экономического анализа повреждений от коррозии и для рационального выбора мер защиты от коррозии.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие документы*. Для датированных ссылок используют только указанное издание, для недатированных - последнее издание стандарта, включая все изменения и поправки к нему

* Таблицу соответствия национальных стандартов международным см. по [ссылке](#). - Примечание изготовителя базы данных.

ISO 8044, Corrosion of metals and alloys - Basic terms and definitions (Коррозия металлов и сплавов. Основные термины и определения)

ISO 9224, Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Guiding values for the corrosivity categories (Коррозия металлов и сплавов. Коррозионная активность атмосферы. Основополагающие

значения категорий коррозионной активности)

ISO 11844-1, Corrosion of metals and alloys - Classification of low corrosivity of indoor atmospheres - Part 1: Determination and estimation of indoor corrosivity (Коррозия металлов и сплавов. Классификация низкой коррозионной активности атмосфер внутри помещений. Часть 1. Определение и оценка коррозионной активности внутри помещений)

ISO 11844-2, Corrosion of metals and alloys - Classification of low corrosivity of indoor atmospheres - Part 2: Determination of corrosion attack in indoor atmospheres (Коррозия металлов и сплавов. Классификация низкой коррозионной активности атмосфер внутри помещений. Часть 2. Определение коррозионного воздействия атмосфер в закрытых помещениях)

ISO 11844-3, Corrosion of metals and alloys - Classification of low corrosivity of indoor atmospheres - Part 3: Measurement of environmental parameters affecting indoor corrosivity (Коррозия металлов и сплавов. Классификация низкой коррозионной активности атмосфер внутри помещений. Часть 3. Измерение параметров окружающей среды, влияющих на коррозионную активность внутри помещений)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения по ISO 8044, а также термины с соответствующими определениями:

3.1 коррозионная агрессивность атмосферы: Способность атмосферы вызывать коррозию в данной коррозионной системе.

3.2 категория коррозионной атмосферы: Стандартная оценка коррозионной атмосферы по отношению к годовому коррозионному эффекту.

3.3 тип атмосферы: Характеристика атмосферы, полученная на основе свойств, отличных от коррозионных, или дополнительных эксплуатационных факторов, соответствующих критериям классификации.

Примеры - Сельская, городская, промышленная, морская, химическая и т.д.

3.4 температурно-влажностный комплекс: Совместное воздействие температуры и относительной влажности на коррозионную агрессивность атмосферы.

3.5 время воздействия сырости: Период, когда металлическая поверхность покрыта адсорбционной и/или жидкой пленкой электролита, способной вызывать атмосферную коррозию.

3.6 уровень загрязнения: Ранжированная (пронумерованная) оценка, полученная на основе количественных измерений специфических химически-активных веществ, агрессивных газов и взвешенных частиц в воздухе (как естественных, так и в результате человеческой деятельности), которые отличаются от обычных компонентов воздушной среды.

3.7 **категория локализации (размещения):** Условно определенные типичные условия размещения материалов или изделий.

Пример - Размещение на открытом воздухе, под навесом, в замкнутом пространстве и т.д.

3.8 **Функция "доза - ответ":** Соотношение полученных результатов натуральных испытаний при расчете потерь от коррозии к средним значениям оценок параметров окружающей среды.

4 Обозначения и сокращения

4.1 Обозначения

$r_{\text{кор}}$ - скорость коррозии, оцененная за первый год атмосферного воздействия;

- температура воздуха;

P_d - скорость осаждения SO_2 ;

P_c - концентрация SO_2 ;

S_d - скорость осаждения Cl^- ;

t - время воздействия пленки влаги.

4.2 Сокращения

C - категория атмосферной коррозии;

RH - относительная влажность.

5 Категории коррозионной агрессивности атмосферы

Коррозионная агрессивность атмосферы подразделяется на шесть категорий (см. таблицу 1).

Таблица 1 - Категории коррозионной агрессивности атмосферы

Категория	Коррозионная агрессивность
-----------	----------------------------

C1	Очень низкая
C2	Низкая
C3	Средняя
C4	Высокая
C5	Очень высокая
CX	Экстремально высокая

6 Классификация коррозионной агрессивности атмосферы

Коррозионная агрессивность атмосферных условий может быть классифицирована либо способом определения коррозионного воздействия по [разделу 7](#), либо, если это невозможно, оценкой коррозионного воздействия по [разделу 8](#). Оба способа оценки коррозионных свойств представляют собой обобщенный подход и характеризуются некоторыми неопределенностями и ограничениями.

Категория коррозионной агрессивности атмосферы определяется исходя из коррозионных потерь в течение первого года атмосферного воздействия и отражает конкретную экологическую обстановку года экспозиции.

Категория коррозионной агрессивности, оцененная исходя из функции "доза - ответ", отражает статистическую погрешность данной функции.

Категория коррозионной агрессивности атмосферы, оцененная с помощью процедуры с использованием информации, основанной на сравнении локальных местных условий окружающей среды с описанием типичных атмосферных условий, может привести к неправильной интерпретации. Этот подход может быть использован в случае, если экспериментальные данные отсутствуют.

В [приложении А](#) указаны неопределенности, связанные с оценкой и нормированием категорий коррозионного воздействия атмосферы.

Детальная классификация низкого коррозионного воздействия закрытых атмосфер, охватывающих коррозионные категории C1 и C2, приведена в ISO 11844-1, ISO 11844-2 и ISO 11844-3.

7 Определение коррозионной агрессивности, основанное на измерении скорости коррозии стандартных образцов

Численные значения скорости коррозии по итогам первого года для стандартных металлов (углеродистая сталь, цинк, медь, алюминий) приведены в [таблице 2](#) для каждой категории коррозионной агрессивности атмосферы. Одногодичные испытания по определению коррозионного воздействия атмосферы должны начинаться весной или осенью. В климате с выраженными сезонными различиями стартовое время начала испытаний рекомендуется выбирать начиная с наиболее агрессивного периода. Полученная экспериментальным путем в течение первого года испытаний скорость коррозии не может быть просто экстраполирована для прогнозирования долгосрочного поведения коррозионной активности. Специфические расчетные модели, позволяющие

получить значения коррозионной агрессивности и дополнительную информацию о долгосрочном поведении коррозии, приведены в ISO 9224.

Таблица 2 - Скорость коррозии, $r_{\text{корр}}$, полученная (или оцененная) за первый год испытаний для различных категорий коррозионной агрессивности

Коррозионная категория	Скорость коррозии металлов, $r_{\text{корр}}$				
	Единица измерений	Углеродистая сталь	Цинк	Медь	Алюминий
C1	г/(м ² ·год) мкм/год	$r_{\text{корр}} \leq 10$	$r_{\text{корр}} \leq 0,7$	$r_{\text{корр}} \leq 0,9$	Незначительная
		$r_{\text{корр}} \leq 1,3$	$r_{\text{корр}} \leq 0,1$	$r_{\text{корр}} \leq 0,1$	-
C2	г/(м ² ·год) мкм/год	$10 < r_{\text{корр}} \leq 200$	$0,7 < r_{\text{корр}} \leq 5$	$0,9 < r_{\text{корр}} \leq 5$	$r_{\text{корр}} \leq 0,6$
		$1,3 < r_{\text{корр}} \leq 25$	$0,1 < r_{\text{корр}} \leq 0,7$	$0,1 < r_{\text{корр}} \leq 0,6$	-
C3	г/(м ² ·год) мкм/год	$200 < r_{\text{корр}} \leq 400$	$5 < r_{\text{корр}} \leq 15$	$5 < r_{\text{корр}} \leq 12$	$0,6 < r_{\text{корр}} \leq 2$
		$25 < r_{\text{корр}} \leq 50$	$0,7 < r_{\text{корр}} \leq 2,1$	$0,6 < r_{\text{корр}} \leq 1,3$	-
C4	г/(м ² ·год) мкм/год	$400 < r_{\text{корр}} \leq 650$	$15 < r_{\text{корр}} \leq 30$	$12 < r_{\text{корр}} \leq 25$	$2 < r_{\text{корр}} \leq 5$
		$50 < r_{\text{корр}} \leq 80$	$2,1 < r_{\text{корр}} \leq 4,2$	$1,3 < r_{\text{корр}} \leq 2,8$	-
C5	г/(м ² ·год) мкм/год	$650 < r_{\text{корр}} \leq 1500$	$30 < r_{\text{корр}} \leq 60$	$25 < r_{\text{корр}} \leq 50$	$5 < r_{\text{корр}} \leq 10$
		$80 < r_{\text{корр}} \leq 200$	$4,2 < r_{\text{корр}} \leq 8,4$	$2,8 < r_{\text{корр}} \leq 5,6$	-
CX	г/(м ² ·год) мкм/год	$1500 < r_{\text{корр}} \leq 5500$	$60 < r_{\text{корр}} \leq 180$	$50 < r_{\text{корр}} \leq 90$	$r_{\text{корр}} \geq 10$
		$200 < r_{\text{корр}} \leq 700$	$8,4 < r_{\text{корр}} \leq 25$	$5,6 < r_{\text{корр}} \leq 10$	-

Примечания

1 Критерии классификации основаны на методах определения скорости коррозии стандартных образцов для оценки коррозионных свойств [2].

2 Скорость коррозии, выраженная в граммах на квадратный метр в год [г/(м²·год)], пересчитывается в микрометрах в год (мкм/год) и округляется.

3 Стандартные металлические материалы характеризуются в [2].

4 Алюминий подвержен равномерной и локальной (точечной) коррозии. Скорости коррозии, приведенные в [таблице 2](#), рассчитаны для случая равномерной коррозии. Максимальная глубина или количество локальных точек могут быть лучшим индикатором потенциального ущерба.

Это зависит от целей конечного применения. Равномерная коррозия и локальная (точечная) коррозия не могут быть оценены после первого года воздействия из-за эффектов пассивации и уменьшения скорости коррозии.

5 Скорость коррозии, превышающая верхние пределы в категории C5, считается экстремальной. Коррозионная категория CX относится к конкретным морским и морским/промышленным условиям (см. [приложение С](#)).

8 Коррозионная оценка, базирующаяся на основе информации об окружающей среде

8.1 Коррозионная оценка - Общий подход

Если не представляется возможным определить категорию коррозионной агрессивности с помощью испытаний с применением стандартных образцов, оценка коррозионной агрессивности может быть основана на оценке потерь от коррозии, рассчитанной исходя из данных об окружающей среде, или на информации о состоянии окружающей среды и ситуации, связанной с конкретным воздействием.

8.2 Оценка степени коррозионного воздействия на основе получения данных от коррозионных потерь, рассчитанных для первого года воздействий

Приведенные функции "доза - ответ" для четырех стандартных металлов описывают коррозионное воздействие атмосферы после первого года воздействия на открытом воздухе в зависимости от следующих параметров: сухого осаждения SO_2 , сухого осаждения хлорида, температуры и относительной влажности. Приведенные функции учитывают результаты коррозионных воздействий, собранные из информации на местах по всем миру, и охватывают климатические условия земли и ситуации с загрязнением в пределах объема настоящего стандарта. Приложение А позволяет оценивать некоторые ограничения и неопределенности.

Ниже приведены функции "доза - ответ" для расчета первого года потерь от коррозии для разных конструкционных металлов.

Примечание - Данные формулы (соотношения) являются эмпирическими. Размерности показателей должны быть приведены к безразмерному виду. Например, $T/1^\circ C$, $Pd/1$ (mg/m^2), $RH/1\%$ и т.п.

- для углеродистой стали по формуле (1):

$$r_{\text{corr}} = 1,77 P_d^{0,52} \exp(0,020RH + f_{St}) + 0,102 S_d^{0,62} \exp(0,033RH + 0,040) \quad (1)$$

$$f_{St} = 0,150(-10), \text{ при } \leq 10^\circ C, \text{ в других случаях } f_{St} = 0,154(T-10)$$

$$N=128 \quad R^2=0,85$$

- для цинка по формуле (2):

$$r_{\text{corr}} = 0,0129 P_d^{0,44} \exp(0,046RH + f_{Zn}) + 0,1752 S_d^{0,57} \exp(0,033RH + 0,085) \quad (2)$$

$$f_{Zn} = 0,038(-10), \text{ при } \leq 10^\circ C, \text{ в других случаях } f_{Zn} = 0,071(-10)$$

$$N=114 \quad R^2=0,78$$

- для меди по формуле (3):

$$r_{\text{corr}}=0,0053 P_d^{0,26} \exp(0,059RH+f_{Cu})+0,1025 S_d^{0,27} \exp(0,036RH+0,049T) \quad (3)$$

$$f_{Cu}=0,126(T-10), \text{ при } T \leq 10^\circ\text{C}, \text{ в других случаях } f_{Cu}=0,080(T-10)$$

$$N=121 \quad R^2=0,88$$

- для алюминия по формуле (4):

$$r_{\text{corr}}=0,0042 P_d^{0,73} \exp(0,025RH+f_{Al})+0,0018 S_d^{0,60} \exp(0,020RH+0,094T) \quad (4)$$

$$f_{Al}=0,009(T-10), \text{ при } T \leq 10^\circ\text{C}, \text{ в других случаях } f_{Al}=0,043(T-10)$$

$$N=113 \quad R^2=0,65,$$

где r_{corr} - скорость коррозии металла в течение первого года экспозиции, мкм/год;

T - среднегодовая температура, °C;

RH - среднегодовая относительная влажность, %;

P_d - среднегодовое количество осаденного SO_2 , мг/(м²·сутки),

S_d - среднегодовое количество осаденного иона Cl^- , мг/(м²·сутки).

Дополнительную информацию о параметрах окружающей среды можно получить из данных, приведенных в [таблице 3](#), в которой приведены также измеренные (оцененные) интервалы основных параметров. Если P_d заменить на $0,8 P_c$ в функции "доза - ответ", как указано в примечании к [таблице 3](#), параметр P_c может быть также оценен как среднее значение за годовой период.

Таблица 3 - Параметры, используемые при выводе функции "доза - ответ", в том числе символы, описания, интервалы и единицы измерений

Обозначение	Наименование	Интервал	Единица измерений
	Температура	От -17,1 до +28,7	°C
RH	Относительная влажность	От 34 до 93	%
P_d	Осаждение SO_2	От 0,7 до 150,4	мг/м ² ·сутки
S_d	Осаждение Cl^-	От 0,4 до 760,5	мг/м ² ·сутки

Значение диоксида серы определяется методом осаждения (P_d), и объемным методом (P_c), эквивалентными применительно к настоящему стандарту. Взаимосвязь между значениями P_c и P_d , измеренными с использованием двух методов, может быть приближенно выражена как:

$$P_d=0,8 P_c [P_d \text{ в мг/(м}^2 \cdot \text{d)}, P_c \text{ в мкг/м}^3].$$

Примечание - Все параметры выражены в виде среднегодовых значений.

Необходимо быть внимательным и осторожным, когда при проведении расчетов осуществляется экстраполяция уравнений за пределами интервалов параметров окружающей среды (например, в прибрежной среде).

8.3 Предварительная оценка коррозионной агрессивности на основе описания условий воздействия

Коррозионное воздействие атмосферы увеличивается с возрастанием воздействия температурно-влажностного комплекса (времени воздействия пленки влаги) и уровней воздействия других веществ, вызывающих коррозию.

Типичные атмосферные виды загрязнения и уровни их воздействия приведены в [приложении В](#).

На коррозионное воздействие окружающей среды оказывает влияние категория размещения материалов и изделий.

Качественное описание типичных условий или воздействий, связанных с атмосферными коррозионными категориями с целью предположительной или информационной оценки коррозионного воздействия, приведено в [приложении С](#).

Приложение А (справочное)

Источники неопределенности, связанные с определением и оценкой атмосферной коррозии

А.1 Общие положения

Коррозионная агрессивность атмосферы может быть классифицирована либо путем определения категории коррозионной агрессивности на основе экспозиции образцов или путем оценки на основе параметров окружающей среды с использованием функции "доза - ответ". Использование этих двух различных подходов для оценки категории коррозионного воздействия подразумевает, что двум различным методам соответствуют два различных уровня неопределенности: для первого метода (низкая или небольшая неопределенность) и для второго метода (высокая степень неопределенности). Это приложение служит для установления этих двух уровней неопределенности.

Представление или детализация данных, приведенных в данном приложении, основывается на применении статистического анализа в сочетании с выводом или результатом применения функции "доза - реакция" в рамках процедуры оценки.

А.2 Распределение ошибок

Скорость коррозии подчинена логарифмически-нормальному распределению или нормальному распределению логарифмических значений. Если неопределенность выражается стандартным

отклонением логарифмических значений, s , то

$$\Delta \ln (r_{\text{corr}}) = \pm s \quad (\text{A.1})$$

Это означает, что интервал неопределенности в целом является асимметричным и может быть выражен как $r_{\text{corr}} e^{\pm s}$. Тем не менее, если s мала, интервал можно условно считать близким к симметричному. Это можно проиллюстрировать следующими двумя примерами. Если $s=0,7$, то $e^s=2$ и $e^{-s}=1/2$, что соответствует интервалу от минус 50% до плюс 100%. С другой стороны, если $s=0,01$, то $e^s=1,01$ и $e^{-s}=0,99$, что соответствует интервалу от минус 1% до плюс 1% или $\pm 1\%$.

А.3 Уровни неопределенности

В [таблице А.1](#) приведены оцененные уровни неопределенности. Большая разница между двумя подходами видна из [таблицы А.1](#) и именно эти представленные данные мотивируют выбор одного из двух подходов к оценке неопределенности. [А.4](#) дает описание возможных источников ошибок и комментарии или пояснения по включению этих ошибок в значения данных, приведенных в [таблице А.1](#).

Таблица А.1 - Расчетные уровни неопределенности для оценки категории коррозионного воздействия на основе определения (экспозиции образцов) и оценки (функции "доза - ответ")

Металл	Уровень неопределенности	
	Определение	Оценка
Углеродистая сталь	$\pm 2\%$	от -33% до +50%
Цинк	$\pm 5\%$	от -33% до +50%
Медь	$\pm 2\%$	от -33% до +50%
Алюминий	$\pm 5\%$	от -33% до +50%

А.4 Источники неопределенности

Что касается определения категорий коррозионных воздействий, основанных на экспозиции образцов, то сначала следует уточнить, что уровни, приведенные в [таблице А.1](#), получены для среднеарифметического значения величины, рассчитанной из трех единичных значений, а не для единичного значения показателя коррозии.

Погрешности, приведенные в [таблице А.1](#), для двух подходов (определения и оценки), основаны на воздействии материалов на многих различных испытательных участках, но только в течение одного периода экспозиции. Таким образом, значения должны иметь общую юридическую силу, но изменение коррозионного воздействия, которое может произойти из года в год, в зависимости от естественных колебаний климата, не входит в значения, приведенные в [таблице А.1](#).

Что касается оценки коррозионных категорий воздействия на основе функций "доза - ответ", суммарная неопределенность состоит из двух частей, неопределенности при получении или нахождении функции "доза - ответ" и неопределенности, зависящей или связанной с измерениями параметров окружающей среды. Из них неопределенность, связанная с функцией "доза - ответ", является доминирующей. Кроме того, значения в [таблице А.1](#) базируются или основаны на неопределенности, усредненной по всему диапазону параметров, используемых в функции. Тогда как для всех регрессионных функций эта неопределенность является самой минимальной именно в

среднем диапазоне, что соответствует коррозионной категории С3 и будет иметь большие значения при менее низких и более высоких верхних диапазонах, соответствующих коррозионным категориям С1 и С5. Неопределенность для категории СХ является самой высокой и ее оценка не может быть осуществлена этими расчетами.

Приложение В (справочное)

Характеристика атмосферы по отношению к ее коррозионному воздействию

Необходимо, чтобы при осуществлении подхода к классификации оценка предположительной или информационной коррозионной агрессивности осуществлялась простым и удобным способом в отношении выбора параметров, подлежащих рассмотрению. Для целей настоящего стандарта, ключевыми факторами воздействия атмосферы на процесс коррозии металлов и сплавов являются уровни температурно-влажностного комплекса, а также концентрация диоксида серы и загрязнение хлоридами.

Для незащищенных поверхностей воздействие коррозии рассматривается в условиях сухого и мокрого осаднения. Влажное осаднение включает в себя перенос агрессивных параметров (среды) путем прямого осаднения, сухое осаднение означает, что перенос агрессивных сред осуществляется любым другим способом.

В защищенных местах происходит только сухое осаднение. В этом случае должно быть учтено кумулятивное (совокупное) воздействие загрязняющих веществ, в том числе твердых частиц. Специфические проблемы низких уровней атмосферного коррозионного воздействия внутри помещений рассмотрены в ISO 11844-1, ISO 11844-2 и ISO 11844-3.

Увлажнение поверхностей обусловлено многими факторами, например, выпадением росы, осадками, таянием снега и высоким уровнем влажности. Продолжительность времени, в течение которого относительная влажность превышает 80% при температуре выше 0°C используется для оценки расчетного времени воздействия влаги r , на корродирующие поверхности. Время воздействия влаги может быть недостаточно оценено в тех случаях, когда температура превышает 0°C при 80% относительной влажности (RH) в холодных зонах (понижение температуры замерзания).

Данные о расчетном времени воздействия влаги полезны для информационной или предположительной оценки атмосферного коррозионного воздействия.

В таблице В.1 представлены характеристики времени воздействия увлажнения.

Наиболее важными факторами в рамках конкретного температурно-влажностного комплекса являются уровни загрязнения, вызванные диоксидом серы или присутствием в воздухе соляного тумана. Уровень загрязнения должен измеряться в соответствии с техническими требованиями [1].

Другие виды загрязнений также могут оказывать влияние: оксиды азота (NO_x), азотная кислота (HNO_3), промышленной пыли в населенных и промышленных зонах или конкретные оперативные и технологические загрязнения атмосферы: хлор (Cl_2), сероводород (H_2S), органические кислоты и антиобледенительные реагенты. Эти виды загрязнений не были использованы и, соответственно, не были рассмотрены в качестве критериев при проведении классификации коррозионной агрессивности.

атмосферы.

В соответствии с методологией настоящего стандарта, другие виды загрязнений следует рассматривать как сопутствующие (или сопровождающие), например: оксиды азота (NO_x) в городском атмосферном воздухе или конкретные факторы оперативного воздействия (например, пары кислот). Концентрации наиболее важных загрязняющих веществ в различных атмосферных условиях, приведены в [таблице В.2](#).

Убывающие уровни загрязнения диоксидом серы во многих частях мира, и повышение уровня загрязнения оксидами азота, вызванного увеличением дорожного движения, вместе с озоном и твердыми частицами, создали напряженную экологическую ситуацию. В других частях мира, в связи с бурным развитием промышленности, коррозионное воздействие от загрязнения SO_2 усиливается и по-прежнему доминирует.

В рамках настоящего стандарта подход к классификации коррозионного воздействия атмосферы, с учетом ее загрязнения, позволяет разделить загрязнения на две основные группы: загрязнение диоксидом серы (SO_2) и наличие в воздухе соляного тумана. Эти два типа загрязнения являются репрезентативными для атмосферы сельских, городских, промышленных районов и морской атмосферы. Ранжирование загрязнения диоксидом серы (SO_2) для стандартной внешней среды приведены в [таблице В.3](#).

Ранжирование уровней солености, характерных для разных типов атмосферы, приведены в [таблице В.4](#). Необходимо учитывать также такой важный аспект, который связан с накоплением хлоридов на поверхностях, которые не вымываются дождями, особенно, если это происходит во влажных местах.

Время воздействия влаги может быть недооценено в тех случаях, когда температура превышает 0°C и при 80% относительной влажности в холодных зонах (пониженная температура замерзания).

Таблица В.1 - Время воздействия влажности в различных условиях воздействия для различных условий эксплуатации

Время увлажнения, час/год	Уровень	Пример происхождения
$t \leq 10$	t_1	Микроклимат внутренних помещений с климатическим контролем
$10 < t \leq 250$	t_2	Микроклимат внутренних помещений без климатического контроля (без кондиционера и во влажных условиях)
$250 < t \leq 2500$	t_3	На открытом воздухе в сухом, холодном климате и в некоторых районах с умеренным климатом при хранении под правильно вентилируемыми навесами
$2500 < t \leq 5500$	t_4	На открытом воздухе в любых климатических условиях (за исключением сухих и холодных климатических условий); вентилируемые складские помещения во влажных условиях; невентилируемые навесы в районах с умеренным климатом
$2500 < t$	t_5	Некоторые районы во влажных климатических условиях; невентилируемые складские помещения во влажных условиях

Примечание 1 - Время воздействия увлажнения для данной местности зависит от температурно-влажностного комплекса, присущего данной атмосфере под открытым небом, и местоположения и выражается в часах в год (ч/год).

Примечание 2 - Время воздействия увлажнения для защищенных поверхностей при эксплуатации в морских средах, где происходит осаждение хлоридов, может быть значительно увеличено из-за наличия гигроскопических солей.

Примечание 3 - В атмосфере закрытых помещений без климатического контроля наличие источников водяных паров является причиной большего времени воздействия влажности.

5

Таблица В.2 - Наружная концентрация некоторых из наиболее важных загрязняющих веществ в различных типах сред

Вредное вещество	Концентрация вредного вещества (среднегодовое значение)	Источник
SO ₂	сельское: 2-15 мг/м ³ городское: 5-100 мг/м ³ промышленное: 50-400 мг/м ³	Основными источниками SO ₂ являются: использование угля и нефти, а также выбросы от промышленных предприятий
NO ₂	сельское: 2-15 мг/м ³ городское: 5-100 мг/м ³	Основным источником выбросов NO ₂ является движение транспорта (трафик)
HNO ₃	сельское: 0,1-0,7 мг/м ³ городское /промышленное: 0,5-4 мг/м ³	HNO ₃ коррелируется с NO ₂ . Высокие концентрации NO ₂ , органических соединений и УФ-излучения увеличивают концентрацию
O ₃	20-90 мг/м ³	O ₃ образуется в атмосфере путем взаимодействия солнечного света, кислорода и загрязняющих веществ. Концентрации загрязнения выше в загрязненных сельских регионах и ниже в зонах высокого трафика городских районов
H ₂ S	нормально/обычно: 1-5 мг/м ³ промышленное и места содержания животных: 20-250 мг/м ³	Некоторые естественные источники, например, болота и вулканическая активность. Целлюлозно-бумажная промышленность и сельское хозяйство дают самые высокие концентрации
Cl ₂	обычно: 0,1 мг/м ³ некоторые промышленные предприятия: до 20 мг/м ³	Основными источниками являются выбросы от целлюлозно-бумажной промышленности
Cl ⁻	в зависимости от географического положения: 0,1-200 мг/м ³ в морской: 300-	Основными источниками являются океан и средства против обледенения дорог

	атмосфере:	1500 мг/м ³	
NH ₃	обычно низкие концентрации:	<20 мг/м ³	Применение удобрений в сельскохозяйственной сфере, промышленные выбросы и пищевая промышленность могут дать самые высокие средние значения
	близкие к источнику:	свыше 3000 мг/м ³	
Частицы - PM ₁₀	сельское:	10-25 мг/м ³	Сельские регионы - в основном инертные компоненты
	городское/ промышленное:	30-70 мг/м ³	Городские регионы: высокая концентрация коррозионных компонентов в местах дорожного движения. Промышленные выбросы могут дать высокие концентрации
Частицы пыли (депозиты)	сельская местность:	450- 1500 мг/м ² год	Сельские регионы: в основном инертные компоненты
	городская/ промышленная:	1000- 6000 мг/м ² год	Городские и промышленные регионы: коррозионно-активные компоненты (SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻)
Сажа	сельская местность:	свыше 5 мг/м ² год	Основные источники - продукты горения угля и древесины Сажа от дизельного топлива автомобилей является еще одним источником
	городская и промышленная:	свыше 75 мг/ м ² год	
Примечание - В данной таблице приведены общие пределы концентраций загрязнителей. Фактические интервалы концентраций различны в отдельных частях мира в зависимости от уровня индустриализации и применения мер по борьбе с загрязнением (правовые меры, технологии с применением очистных сооружений и т.д.).			

Таблица В.3 - Ранжирование загрязнения серосодержащих веществ, представленных SO₂

Скорость осаждения SO ₂ , мг/(м ² ·d)	Концентрация SO ₂ , мкг/м ³	Уровень
$F_d \leq 4$	$P_c \leq 5$	P ₀ Атмосфера сельских регионов
$4 < F_d \leq 24$	$5 < P_c \leq 30$	P ₁ Городская атмосфера
$24 < F_d \leq 80$	$30 < P_c \leq 90$	P ₂ Промышленная атмосфера
$80 < F_d \leq 200$	$90 < P_c \leq 250$	P ₂ Сильно загрязненная промышленная атмосфера

Примечание 1 - Методы определения диоксида серы (SO₂) указаны в [1].

Примечание 2 - Значения концентраций диоксида серы (SO₂) определяется методом осаждения (F_d) и объемным методом (P_c). Оба метода равноценны для использования в целях, определенных настоящим стандартом. Взаимосвязь между результатами измерений с использованием двух методов может быть приблизительно выражена следующим образом: $F_d = 0,8 P_c$. Предложенный коэффициент перевода

(конверсионный фактор) обоснован измерением скорости осаждения на щелочных поверхностях.

Примечание 3 - Для целей настоящего стандарта скорость осаждения и концентрация диоксида серы (SO_2) вычисляются из непрерывных измерений в течение не менее одного года и выражаются в виде ежегодного среднего значения. Результаты текущих измерений могут существенно отличаться от значений, полученных в течение длительного времени. Такие результаты используются только для ознакомления.

Примечание 4 - Приведенные в таблице интервалы получены для отдельных видов атмосферы. Экстремальные значения приведены в [таблице В.2](#).

Таблица В.4 - Классификация уровней загрязнения воздушной среды солями на основе хлоридов

Скорость осаждения хлорида, мг/м ² сутки	Уровень
$S_d \leq 3$	S_0
$3 < S_d \leq 60$	S_1
$60 < S_d \leq 300$	S_2
$300 < S_d \leq 1500$	S_3

Примечание 1 - Определение уровня загрязнения воздушной среды хлоридами в соответствии с настоящим стандартом основано на методике измерений (метод влажной свечи), указанной в [1].

Примечание 2 - Результаты, полученные с применением различных методов (в том числе - методом сухой пластины), для определения содержания хлоридов в атмосфере не всегда могут быть сопоставимы. Коэффициенты пересчета приведены в [1].

Примечание 3 - Для целей применения настоящего стандарта скорость осаждения хлорида выражается в виде усредненных среднегодовых значений. Результаты текущих измерений очень изменчивы и сильно зависят от погодных условий.

Примечание 4 - Экстремальные уровни загрязнения хлоридами характерны для сильных морских ветров, брызг и тумана, находясь вне сферы действия настоящего стандарта.

Примечание 5 - Уровень загрязнения атмосферы хлоридами сильно зависит от некоторых переменных, влияющих на перенос агрессивной среды, таких как: направление ветра, скорость ветра, рельеф местности, расстояние от моря до места контакта и т.д.

Приложение С (справочное)

Описание типичных атмосферных условий, связанных с оценкой категорий коррозионных воздействий

Таблица С.1 - Описание типичных атмосферных условий, связанных с оценкой коррозионных воздействий

Коррозионная категория ^{а)}	Коррозионная агрессивность	Типичные среды ^{б)}	
		Внутри помещений	На открытом пространстве

C1	Очень низкая	Отапливаемые помещения с низкой относительной влажностью атмосферной среды с очень незначительным уровнем загрязнения, например, офисы, школы, музеи	Сухие или холодные регионы, атмосферная среда с низким уровнем загрязнения и временем воздействия влажности, например, некоторые пустыни, Центральная Арктика/ Антарктика
C2	Низкая	Неотапливаемые помещения со средней температурой и относительной влажностью. Низкая частота конденсации и низкий уровень загрязнения, например, помещения для хранения, спортивные залы	Атмосферная среда с умеренной температурой и с низким уровнем загрязнения (SO_2 менее 5 мкг/м^3), например, сельские районы, малые города. Сухие или холодные регионы, атмосферная среда с коротким временем воздействия влаги, например, пустыни, субарктические районы
C3	Средняя	Помещения (или пространства) с умеренной частотой конденсации и умеренными загрязнениями от производственного процесса, например, заводы по производству пищевой продукции, прачечные, пивоварни, молокозаводы	Регионы с умеренным климатом и атмосферной средой с умеренным или средним загрязнением (SO_2 : от 5 мкг/м^3 до 30 мкг/м^3) или некоторым воздействием хлоридов, например, городские районы, прибрежные районы с низким уровнем осаждения хлоридов. Субтропические и тропические зоны, атмосфера с низким уровнем загрязнения
C4	Высокая	Пространства с высокой частотой конденсации и высоким уровнем загрязнения от производственного процесса, например, перерабатывающие предприятия (заводы), бассейны	Регионы с умеренным климатом, но с высоким уровнем загрязнения (SO_2 : от 30 мкг/м^3 до 90 мкг/м^3) или существенным воздействием хлоридов, например, загрязненные городские районы, промышленные зоны, прибрежные районы без брызг соленой воды или сильным воздействием антиобледенительных солей. Субтропические и тропические зоны, атмосфера со средним загрязнением
C5	Очень высокая	Пространства с очень высокой частотой конденсации и/или с высоким уровнем загрязнения от производственного процесса, например, шахты, пещеры, используемые для промышленных целей, невентилируемые навесы в субтропических и тропических зонах	Регионы с умеренным климатом и субтропические районы, атмосферная среда с очень высоким уровнем загрязнения (SO_2 : от 90 мкг/м^3 до 250 мкг/м^3) и/или значительное влияние хлоридов, например, промышленные районы, прибрежные районы, защищенные позиции на береговой линии
CX	Экстремально высокая	Пространства с почти постоянной конденсацией или длительными периодами воздействия экстремальной влажности и/или с высоким уровнем загрязнения от производственного процесса, например, невентилируемые складские помещения во влажных тропических зонах с проникновением наружных	Субтропические и тропические регионы (очень высокий уровень времени воздействия влажности), атмосферная среда с очень высоким уровнем загрязнения SO_2 (свыше 250 мкг/м^3), включая сопутствующие и производственные факторы и/или сильное воздействие хлоридов,

	загрязнений, в том числе, присутствующих в воздухе хлоридов и коррозионно-стимулирующих твердых частиц	например, экстремально загрязненные промышленные районы, прибрежные и морские районы, случайный контакт с соляным туманом
<p>Примечание 1 - Осаждение хлоридов в прибрежных районах сильно зависит от многих факторов, влияющих на перенос морской соли, таких как: направление и скорость ветра, рельеф местности, ветер на островах за пределами побережья, расстояние участка хранения от моря и т.д.</p> <p>Примечание 2 - Экстремальное воздействие хлоридов, характерное для морских брызг или тяжелого соленого тумана, находится вне сферы действия настоящего стандарта.</p> <p>Примечание 3 - Коррозионная классификация конкретных атмосферных воздействий, например, в химической промышленности, находится вне сферы действия настоящего стандарта.</p> <p>Примечание 4 - Поверхности, защищенные и не подвергающиеся прямому воздействию дождя, в условиях воздействия морских атмосферных сред, когда хлориды осаждаются и накапливаются, могут испытывать более высокую категорию агрессивного воздействия атмосферы, разъедающую поверхности из-за наличия гигроскопических солей.</p> <p>Примечание 5 - Подробное описание типов коррозионного воздействия атмосферы внутри закрытых помещений в пределах коррозионных категорий С1 и С2 приведено в ISO 11844-1. Коррозионные категории от С1 до С5 внутри закрытых помещений определены и классифицированы.</p>		
<p>а) В атмосферных средах с ожидаемой категорией "СХ" рекомендуется осуществлять классификацию коррозионной активности атмосферы на основании определения коррозионных потерь за годовой период.</p> <p>б) Концентрация диоксида серы (SO_2) должна быть определена по меньшей мере в течение одного года и приводиться в виде усредненного среднего значения за годовой период.</p>		

Приложение ДА
(справочное)

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов
межгосударственным стандартам**

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
ISO 8044	-	*
ISO 9224	-	*
ISO 11844-1	-	*
ISO 11844-2	-	*
ISO 11844-3	-	*
<p>* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.</p>		

Библиография

- [1] ISO 9225 Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Measurement of environmental parameters affecting corrosivity of atmospheres
(Коррозия металлов и сплавов. Коррозионная активность атмосферы. Измерение параметров окружающей среды, влияющей на коррозионную активность атмосферы)
- [2] ISO 9226 Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity
(Коррозия металлов и сплавов. Коррозионная активность атмосферы. Определение скорости коррозии стандартных образцов для оценки коррозионной активности)
- [3] ISO 11303 Corrosion of metals and alloys. Guidelines for selection of protection methods against atmospheric corrosion
(Коррозия металлов и сплавов. Руководящие указания по выбору методов защиты от атмосферной коррозии)
- [4] KNOTKOVA, D., KUCERA, V., BOSCHECK, P., "Classification of the Corrosivity of the Atmosphere: Standardized classification System and Approach for Adjustment", ASTM STP 1421 Outdoor Atmospheric Corrosion. 2002, pp.107
- [5] MIKHAILOV, A.A., TIDBLAD, J. and KUCERA, V., The classification system of ISO 9223 standard and the dose-response functions assessing the corrosivity of outdoor atmospheres. Protection of Metals, 40(6), pp.541-550, 2004
- [6] MORCILLO, M., ALMEIDA, E., CHICO, B., DE LA FUENTE, D., Analysis of ISO Standard 9223 (Classification of Corrosivity of Atmospheres) in the Light of Information Obtained in the Ibero-American Micat, ASTM STP 1421 Outdoor Atmospheric Corrosion, 2002, pp.59
- [7] KNOTKOVA, D., KREISLOVA, K., DEAN, S.W., "ISO CORRAG International Atmospheric Exposure Program: Summary of Results", ASTM Data Series 71. ASTM International, PA, USA, 2010

УДК 620.193.2:006.354

МКС 77.060, 25.220

Ключевые слова: коррозия металлов и сплавов, коррозионная агрессивность атмосферы, параметры коррозионной агрессивности атмосферы
