Государственный стандарт Союза ССР ГОСТ 9.908-85 (СТ СЭВ 4815-84, СТ СЭВ 6445-88) "Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости" (утв. постановлением Госстандарта СССР от 31 октября 1985 г. N 3526)

Unified system of corrosion and ageing protection. Metals and alloys. Methods for determination of corrosion and corrosion resistance indices

Дата введения 1 января 1987 г.

Введен впервые

Настоящий стандарт устанавливает основные показатели коррозии и коррозионной стойкости (химического сопротивления) металлов и сплавов при сплошной, питтинговой, межкристаллитной, расслаивающей коррозии, коррозии пятнами, коррозионном растрескивании, коррозионной усталости и методы их определения.

Показатели коррозии и коррозионной стойкости используют при коррозионных исследованиях, испытаниях, проверках оборудования и дефектации изделий в процессе производства, эксплуатации, хранения.

1. Показатели коррозии и коррозионной стойкости

1.1. Показатели коррозии и коррозионной стойкости металла определяют в заданных условиях, учитывая их зависимость от химического состава и структуры металла, состава среды, температуры, гидро- и аэродинамических условий, вида и величины механических напряжений, а также назначение и конструкцию изделия.

1.2. Показатели коррозионной стойкости могут быть количественными, полуколичественными (балльными) и качественными.

1.3. Коррозионную стойкость следует, как правило, характеризовать количественными показателями, выбор которых определяется видом коррозии и эксплуатационными требованиями. Основой большинства таких показателей является время достижения заданной (допустимой) степени коррозионного поражения металла в определенных условиях.

Показатели коррозионной стойкости, в первую очередь время до достижения допустимой глубины коррозионного поражения, во многих случаях определяют срок

службы, долговечность и сохраняемость конструкций,оборудования и изделий.

1.4. Основные количественные показатели коррозии и коррозионной стойкости металла приведены в таблице. Для ряда коррозионных эффектов (интегральных показателей коррозии) приведены соответствующие им скоростные (дифференциальные) показатели коррозии.

При линейной зависимости коррозионного эффекта от времени соответствующий скоростной показатель находят отношением изменения коррозионного эффекта за определенный интервал времени к величине этого интервала.

При нелинейной зависимости коррозионного эффекта от времени соответствующий скоростной показатель коррозии находят как первую производную по времени графическим или аналитическим способом.

1.5. Показатели коррозионной стойкости, отмеченные в таблице знаком *, определяют из временной зависимости соответствующего интегрального показателя коррозии графическим способом, приведенным на схеме, или аналитически из его эмпирической временной зависимости , находя для допустимого (заданного) значения соответствующую величину .

Схема зависимости коррозионного эффекта (интегрального показателя) у от времени

Вид коррозии	Основные количественные показатели коррозии и коррозионной стойкости		
	Коррозионный эффект (интегральный показатель коррозии)	Скоростной (дифференциальный) показатель коррозии	Показатель коррозионной стойкости
Сплошная коррозия	Глубина проникновения коррозииПотеря массы на единицу площади	Линейная скорость коррозииСкорость убыли массы	Время проникновения коррозии на допустимую (заданную) глубину*Время до уменьшения массы на допустимую (заданную) величину*
Коррозия пятнами	Степень поражения поверхности		Время достижения допустимой (заданной) степени поражения*
Питтинговая коррозия	Максимальная глубина питтингаМаксимальный размер поперечника питтинга в устьеСтепень поражения поверхности питтингами	Максимальная скорость проникновения питтинга	Минимальное время проникновения питтингов на допустимую (заданную) глубину*Минимальное время достижения допустимого (заданного) размера поперечника питтинга в устье*Время достижения допустимой (заданной) степени поражения*

Межкристаллитная коррозия	Глубина проникновения коррозииСнижение механических свойств (относительного удлинения, сужения, ударной вязкости, временного сопротивления разрыву)	Скорость проникновения коррозии	Время проникновения на допустимую (заданную) глубину*Время снижения механических свойств до допустимого (заданного) уровня*
Коррозионное растрескивание	Глубина (длина) трещинСнижение механических свойств (относительного удлинения, сужения)	Скорость роста трещин	Время до появления первой трещины**Время до разрушения образца**Уровень безопасных напряжений** (Условный предел длительной коррозионной прочности**)Пороговый коэффициент интенсивности напряжений при коррозионном растрескивании**
Коррозионая усталость	Глубина (длина) трещин	Скорость роста трещин	Количество циклов до разрушения образца**Условный предел коррозионной усталости**Пороговый коэффициент интенсивности напряжений при коррозионной усталости**
Расслаивающая коррозия	Степень поражения поверхности отслоениямиСуммарная длина торцов с трещинамиГлубина проникновения коррозии	Скорость проникновения коррозии	

Показатели коррозионной стойкости при воздействии на металл механических факторов, в том числе остаточных напряжений, отмеченные в таблице знаком **, определяют непосредственно при коррозионных испытаниях.

1.6. Допускается использование наряду с приведенными в таблице показателями других количественных показателей, определяемых эксплуатационными требованиями, высокой чувствительностью экспериментальных методов или возможностью использования их для дистанционного контроля процесса коррозии, при предварительном установлении зависимости между основным и применяемым показателями. В качестве подобных показателей коррозии с учетом ее вида и механизма могут быть использованы: количество выделившегося и (или) поглощенного металлом водорода, количество восстановившегося (поглощенного) кислорода, увеличение массы образца (при сохранении на нем твердых продуктов коррозии), изменение концентрации продуктов коррозии в среде (при их полной или частичной растворимости), увеличение электрического сопротивления, уменьшение отражательной способности, коэффициента теплопередачи, изменение акустической

эмиссии, внутреннего трения и др.

Для электрохимической коррозии допускается использование электрохимических показателей коррозии и коррозионной стойкости.

При щелевой и контактной коррозии показатели коррозии и коррозионной стойкости выбирают по таблице в соответствии с видом коррозии (сплошная или питтинговая) в зоне щели (зазора) или контакта.

1.7. Для одного вида коррозии допускается характеризовать результаты коррозионных испытаний несколькими показателями коррозии.

При наличии двух или более видов коррозии на одном образце (изделии) каждый вид коррозии характеризуют собственными показателями. Коррозионную стойкость в этом случае оценивают по показателю, определяющему работоспособность системы.

1.8. При невозможности или нецелесообразности определения количественных показателей коррозионной стойкости допускается использовать качественные показатели, например, изменение внешнего вида поверхности металла. При этом визуально устанавливают наличие потускнения; коррозионных поражений, наличие и характер слоя продуктов коррозии; наличие или отсутствие нежелательного изменения среды и др.

На основе качественного показателя коррозионной стойкости дают оценку типа: стоек - не стоек, годен - не годен и др.

Изменение внешнего вида допускается оценивать баллами условных шкал, например, для изделий электронной техники по ГОСТ 27597-88.

1.9. Допустимые показатели коррозии и коррозионной стойкости устанавливают в нормативно-технической документации на материал, изделие, оборудование.

2. Определение показателей коррозии

2.1. Сплошная коррозия

2.1.1. Потерю массы на единицу площади поверхности , , вычисляют по формуле

,

где - масса образца до испытаний, кг;

- масса образца после испытаний и удаления продуктов коррозии, кг;

S - площадь поверхности образца, .

2.1.2. При образовании трудноудаляемых твердых продуктов коррозии или нецелесообразности их удаления количественную оценку сплошной коррозии проводят по увеличению массы. Увеличение массы на единицу площади поверхности вычисляют по разности масс образца до и после испытаний, отнесенной к единице площади поверхности образца. Для вычисления потери массы металла по увеличению массы образца необходимо знать состав продуктов коррозии.

Данный показатель коррозии металла в газах при высокой температуре определяют по ГОСТ 6130-71.

2.1.3. Продукты коррозии удаляют по ГОСТ 9.907-83.

2.1.4. Изменение размеров определяют прямыми измерениями по разности между размерами образца до и после испытаний и удаления продуктов коррозии. При

необходимости изменение размеров по потере массы с учетом геометрии образца, например, изменение толщины плоского образца , м, вычисляют по формуле

,

где - потери массы на единицу площади, □ ;

- плотность металла, □ .

2.2. Коррозия пятнами

2.2.1. Площадь каждого пятна определяют планиметром.

При невозможности такого измерения пятно очерчивают прямоугольником и вычисляют его площадь.

2.2.2. Степень поражения поверхности металла коррозией пятнами (G) в процентах вычисляют по формуле

,

гле - площадь i-того пятна, □ ;

n - количесто пятен;

S - площадь поверхности образца, .

Допускается при коррозии пятнами определять степень поражения поверхности коррозией с помощью сетки квадратов.

2.3. Питтинговая коррозия

2.3.1. Максимальную глубину проникновения питтинговой коррозии определяют:

измерением механическим индикатором с передвижным игольчатым щупом расстояния между плоскостью устья и дном питтинга после удаления продуктов коррозии в случаях, когда размеры питтинга позволяют осуществлять свободное проникновение игольчатого щупа к его дну;

микроскопически, после удаления продуктов коррозии измерением расстояния между плоскостью устья и дном питтинга ((метод двойной фокусировки);

микроскопически на поперечном шлифе при соответствующем увеличении;

последовательным механическим удалением слоев металла заданной толщины, например, по 0,01 мм до исчезновения последних питтингов.

Учитывают питтинги с поперечником устья не менее 10 мкм. Суммарная площадь рабочей поверхности должна быть не менее 0,005 .

2.3.2. Шлиф для измерения максимальной глубины проникновения питтинговой коррозии вырезают из области расположения наиболее крупных питтингов на рабочей поверхности. Линия разреза должна проходить через возможно большее число таких питтингов.

2.3.3. Максимальную глубину проникновения питтинговой коррозии находят как среднее арифметическое измерений наиболее глубоких питтингов в зависимости от их количества (n) на поверхности: при $n < 10$ измеряют 1-2 питтинга, при $n < 20$ - 3-4, при $n > 20$ - 5.

2.3.4. При сквозной питтинговой коррозии за максимальную глубину проникновения принимают толщину образца.

2.3.5. Максимальный размер поперечника питтинга определяют с помощью измерительных инструментов или оптических средств.

2.3.6. Степень поражения поверхности металла питтингами выражают долей поверхности, занятой питтингами, в процентах.

При наличии большого числа питтингов с поперечником более 1 мм рекомендуется степень поражения определять по п. 2.2.

2.4. Межкристаллитная коррозия

2.4.1. Глубину межкристаллитной коррозии определяют металлографическим методом по ГОСТ 1778-70 на травленом шлифе, изготовленном в поперечной плоскости образца, на расстоянии от кромок не менее чем 5 мм при увеличении и более.

Допускается определять глубину проникновения коррозии алюминия и алюминиевых сплавов на нетравленых шлифах. Режим травления - по ГОСТ 6032-89, ГОСТ 9.021-74 и НТД.

(Измененная редакция, Изм. N 1).

2.4.2. Изменение механических свойств при межкристаллитной коррозии - временного сопротивления разрыву, относительного удлинения, ударной вязкости - определяют сравнением свойств образцов металла, подвергавшихся и не подвергавшихся коррозии.

Механические свойства образцов металла, не подвергавшихся коррозии, принимают за 100%.

2.4.3. Образцы изготовляют по ГОСТ 1497-84 и ГОСТ 11701-84 при определении временного сопротивления разрыву и относительного удлинения и по ГОСТ 9454-78 - при определении ударной вязкости.

2.4.4. Допускается применять физические методы контроля глубины проникновения коррозии по ГОСТ 6032-89.

2.5. Коррозионное растрескивание и коррозионная усталость

2.5.1. При коррозионном растрескивании и коррозионной усталости трещины выявляют визуально или с применением оптических или других дефектоскопических средств контроля.

Допускается применение косвенных методов измерения, например, определение увеличения электрического сопротивления образца.

2.5.2. Изменение механических свойств определяют по п. 2.4.2.

2.6. Расслаивающая коррозия

2.6.1. Степень поражения поверхности при расслаивающей коррозии выражают долей в процентах площади с отслаиваниями на каждой поверхности образца по ГОСТ 9.904-82.

2.6.2. Суммарную длину торцов с трещинами для каждого образца (L) в процентах вычисляют по формуле

,

где - длина участка торца, пораженного трещинами, м;

П - периметр образца, м.

2.6.3. Допускается использовать в качестве обобщенного полуколичественного (балльного) показателя расслаивающей коррозии балл условной шкалы по ГОСТ 9.904-82.

3. Определение показателей коррозионной стойкости

3.1. Сплошная коррозия

3.1.1. Основные количественные показатели коррозионной стойкости против сплошной коррозии при отсутствии специальных требований, например, в части загрязнения среды, определяют по таблице.

3.1.2. При протекании сплошной коррозии с постоянной скоростью показатели коррозионной стойкости определяют по формулам

;

,

где - время до уменьшения массы на единицу площади на допустимую величину , год;

- скорость убыли массы, ;

- время проникновения на допустимую (заданную) глубину (l), год;

- линейная скорость коррозии, м/год.

3.1.3. При протекании сплошной коррозии с непостоянной скоростью показатели коррозионной стойкости определяют по п. 1.5.

3.1.4. При наличии специальных требований к оптическим, электрическим и другим свойствам металла, его коррозионная стойкость оценивается временем изменения указанных свойств до допустимого (заданного) уровня.

3.2. Коррозия пятнами

Показателем коррозионной стойкости при коррозии пятнами является время достижения допустимой степени поражения поверхности.

Значение определяют графически по п. 1.5.

3.3. Питтинговая коррозия

3.3.1. Основным показателем коррозионной стойкости против питтинговой коррозии является отсутствие питтингов или минимальное время проникновения питтинга на допустимую (заданную) глубину.

определяют графически из зависимости максимальной глубины питтингов от времени.

3.3.2. Показателем стойкости против питтинговой коррозии может служить также время достижения допустимой степени поражения поверхности питтингами.

3.4. Межкристаллитная коррозия

3.4.1. Показатели коррозионной стойкости против межкристаллитной коррозии в общем случае определяют графически или аналитически из временной зависимости глубины проникновения или механических свойств в соответствии с п. 1.5.

3.4.2. Качественную оценку стойкости против межкристаллитной коррозии типа стоек - не стоек на основе ускоренных испытаний коррозионно-стойких сплавов и стали устанавливают по ГОСТ 6032-89, алюминиевых сплавов - по ГОСТ 9.021-74.

3.5. Коррозионное растрескивание

3.5.1. Количественные показатели стойкости против коррозионного растрескивания определяют для высокопрочных сталей и сплавов по ГОСТ 9.903-81, для алюминиевых и магниевых сплавов - по ГОСТ 9.019-74, сварных соединений стали, медных и титановых сплавов - по ГОСТ 26294-84.

3.6. Расслаивающая коррозия

3.6.1. Показатели стойкости против расслаивающей коррозии для алюминия и его сплавов определяют по ГОСТ 9.904-82, для других материалов - по НТД.

4. Обработка результатов

4.1. Рекомендуется проводить предварительную обработку результатов с целью выявления анормальных (выпадающих) значений.

4.2. Зависимость коррозионного эффекта (интегрального показателя коррозии) от времени в случае его монотонного изменения рекомендуется выражать графически, используя для построения не менее четырех значений показателя.

4.3. Результаты расчета показателей коррозии и коррозионной стойкости рекомендуется выражать доверительным интервалом числового значения показателя.

4.4. Уравнение регрессии, доверительные интервалы и точность анализа определяют по ГОСТ 20736-75, ГОСТ 18321-73.

4.5. Металлографический метод оценки коррозионных поражений приведен в приложении 1.

(Введен дополнительно, Изм. N 1).

Приложение 1
Обязательное

Металлографический метод оценки коррозионных поражений

1. Сущность метода

Метод основан на определении типа коррозии, формы коррозионного поражения, распределения коррозионного поражения в металлах, сплавах и защитных металлических покрытиях (далее - материалах) с помощью сравнения с соответствующими типовыми формами, а также измерения глубины коррозионного поражения на металлографическом шлифе.

2. Образцы

2.1. Место отбора образцов из испытуемого материала выбирают на основании результатов визуального (невооруженным глазом или с помощью лупы) осмотра поверхности или неразрушающей дефектоскопии.

2.2. Образцы вырезают из следующих мест материала:

1) если коррозией поражена только часть поверхности материала, образцы отбирают в трех местах: из части, пораженной коррозией; из части, не пораженной коррозией и на участке между ними;

2) если имеются участки поверхности материала с различными видами коррозии или с различной глубиной коррозионного поражения, образцы отбирают из всех участков, пораженных коррозией;

3) если на поверхности материала имеется один тип коррозионного поражения, образцы отбирают не менее чем из трех характерных участков исследуемого материала.

2.3. При необходимости отбирают не менее одного образца из не менее пяти функционально необходимых участков испытуемого материала. Размер образца определяют, исходя из размеров зоны коррозионного поражения.

2.4. Образцы вырезают таким образом, чтобы плоскость шлифа была перпендикулярна исследуемой поверхности. Способ изготовления не должен влиять на структуру материала и разрушать поверхностный слой и кромки образца. Для материалов с защитными покрытиями не допускается повреждение покрытия и отрыв его от основного материала.

2.5. Маркировка образца - по ГОСТ 9.905-82.

2.6. При изготовлении металлографического шлифа с поверхности образца удаляют все следы вырезки, например, заусенцы.

2.7. При операциях шлифования и полирования шлифа необходимо следить за тем, чтобы не изменился характер и размер коррозионного поражения. Кромки шлифа в месте коррозионного поражения не должны иметь закруглений. Допускаются закругления, не влияющие на точность определения коррозионного поражения. Для этого рекомендуется заливать образец в заливную массу таким образом, чтобы исследуемая кромка находилась на расстоянии не менее 10 мм от края шлифа. Полировку проводят кратковременно при помощи алмазных паст.

2.8. Оценку шлифа проводят до и после травления. Травление позволяет установить различие между коррозионным поражением и структурой материала. При травлении не должен быть изменен характер и размеры коррозионного поражения.

3. Проведение испытания

3.1. Определение и оценка типа коррозии, формы коррозионного поражения и его распределения в материале

3.1.1. При проведении испытания необходимо учитывать химический состав испытуемого материала, способ его обработки, а также все коррозионные факторы.

3.1.2. Испытание проводят на металлографическом шлифе под микроскопом при увеличении 50, 100, 500 и .

3.1.3. При определении типа коррозии контроль коррозионного поражения проводят по всей длине шлифа.

На одном образце допускается определять несколько типов коррозии.

3.1.4. При испытании защитных покрытий определение типа коррозии покрытия и основного материала проводят отдельно.

3.1.5. Если на материал кроме коррозионной среды действуют и другие факторы, влияющие на изменение структуры материала, например, высокая температура, механические воздействия, коррозионное поражение определяют путем сравнения материала с конкретным образцом, подвергнутым влиянию аналогичных факторов, но защищенным от воздействия коррозионной среды.

3.1.6. Оценку формы коррозионного поражения и определение типа коррозии проводят путем сравнения с типовыми схемами изображения по приложению 2, распределение коррозионного поражения в материале - по приложению 3.

3.2. Измерение глубины коррозионного поражения

3.2.1. Глубину коррозионного поражения определяют на микрометаллографическом шлифе с помощью окулярной шкалы и микрометрического винта микроскопа.

3.2.2. Глубину коррозионного поражения определяют по разности толщины металла прокорродировавшего участка поверхности шлифа и участка поверхности без наличия коррозии или измерением глубины поражения от поверхности, не разрушенной или незначительно разрушенной коррозией.

При испытании материала с защитным покрытием результаты измерения глубины коррозионного поражения покрытия и основного металла определяют отдельно.

3.2.3. Если коррозией поражена вся поверхность образца и глубина коррозионного поражения на разных участках поверхности заметно не различается, например в случае межкристаллитной или транскристаллитной коррозии, глубину коррозионного поражения измеряют не менее чем на 10 участках поверхности.

У образцов больших размеров проводят измерения не менее чем на 10 участках на каждые 20 мм длины контролируемой поверхности, учитывая самые глубокие поражения.

3.2.4. При локальном коррозионном поражении, например, питтинговая коррозия или коррозия пятнами, измерения проводят в местах данного коррозионного поражения, причем количество участков для измерений может отличаться от требований, приведенных в п. 3.2.3.

3.2.5. Для уточнения определения максимальной глубины коррозионного поражения после металлографической оценки шлифов проводят их повторную перешлифовку:

1) у образцов с локальным коррозионным поражением, например, коррозия пятнами или питтинговая коррозия - до максимальной глубины коррозионного поражения, т.е. до момента, когда измеренная глубина меньше, чем предшествующий результат измерения;

2) у образцов с почти одинаковой глубиной коррозионного поражения на разных участках поверхности после оценки проводят перешлифовку и изготовляют новый металлографический шлиф, на котором опять проводят оценку коррозионного поражения.

3.2.6. Погрешность измерения глубины коррозионного поражения не более .

4. Протокол испытания - по ГОСТ 9.905-82

Приложение (Исключено, Изм. N 1).

Приложение 1 (Введено дополнительно, Изм. N 1).

Приложение 2
Обязательное

Типы коррозии

Продолжение

Продолжение

Продолжение

Продолжение

Продолжение

Продолжение

Продолжение

Продолжение

Продолжение

Продолжение

Продолжение

Продолжение

Приложение 2 (Введено дополнительно, Изм. N 1).

Приложение 3
Обязательное

Распределение коррозии

Продолжение

Продолжение

Продолжение

Приложение 3 (Введено дополнительно, Изм. N 1).