МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й
С Т А Н Д А Р Т

ГОСТ 9.903—2024

Единая система защиты от коррозии и старения

СТАЛИ И СПЛАВЫ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ

Методы ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский и проектный институт строительных металлоконструкций им. Н.П. Мельникова» (АО «ЦНИИПСК им. Мельникова»)

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 543 «Защита изделий и материалов от коррозии, старения и биоповреждений»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 сентября 2024 г. № 177-П)

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	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 октября 2024 г. № 1474-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 9.903—2024 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2025 г.

5 ВЗАМЕН ГОСТ 9.903—81

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Поправка к ГОСТ 9.903—2024 Единая система защиты от коррозии и старения. Стали и сплавы высокопрочные. Методы ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Азербайджан	AZ	Азстандарт

(ИУС № 6 2025 г.)

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Единая система защиты от коррозии и старения

СТАЛИ И СПЛАВЫ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ

Методы ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание

Unified system of corrosion and ageing protection. High-strength steels and alloys.
Accelerated test methods for corrosion cracking

Дата введения — 2025—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на высокопрочные стали и титановые сплавы (далее — материалы) и устанавливает методы ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание образцов с предварительно созданными усталостными трещинами.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 9.008 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Термины и определения

ГОСТ 9.072 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Термины и определения

ГОСТ 9.106 Единая система защиты от коррозии и старения. Коррозия металлов. Термины и определения

ГОСТ 9.901.1—89 Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы. Общие требования к методам испытаний на коррозионное растрескивание

ГОСТ 9.920 Единая система защиты от коррозии и старения. Сплавы алюминиевые и магниевые. Методы ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.021 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования

ГОСТ 25.506—85 Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении

ГОСТ 1497—2023 Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 3248 Металлы. Метод испытания на ползучесть

ГОСТ 4204 Реактивы. Кислота серная. Технические условия

ГОСТ 4233 Реактивы. Натрий хлористый. Технические условия

ГОСТ 5962 Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья. Технические условия

Издание официальное

ГОСТ 6709[1)] Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ 10145 Металлы. Метод испытания на длительную прочность

ГОСТ 13837 Динамометры общего назначения. Технические условия

ГОСТ 25336 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 28840 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

ГОСТ 28841 Машины для испытания материалов на усталость. Общие технические требования

ГОСТ 28845 Машины для испытания материалов на ползучесть, длительную прочность и релаксацию. Общие технические требования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (www.easc.by) или по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дата датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 9.008, ГОСТ 9.072, ГОСТ 9.106, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

коррозионное растрескивание; (КР)**:** Поражение металла, вызванное одновременным воздействием коррозионной среды и номинально статическим растягивающим напряжением, в результате которого обычно образуются трещины. Этот процесс часто значительно снижает несущую способность металлических конструкций.

[ГОСТ 9.901.1—89, приложение, пункт 1]

3.2 **коэффициент интенсивности напряжений K_I:** Величина, характеризующая интенсивность напряжений вблизи вершины трещины в линейно-упругой среде при отрывном типе деформации (поверхности трещины отходят друг от друга по нормали) в условиях трехосного напряженного состояния материала (при плоской деформации).

3.3 **критический коэффициент интенсивности напряжений на воздухе K_{IC}:** Коэффициент интенсивности напряжений при плоской деформации, соответствующий разрушающей нагрузке при статических испытаниях на воздухе.

3.4

начало испытания: Время, когда приложено напряжение или образец помещен в коррозионную среду, в зависимости от того, какая операция происходит позже.

[ГОСТ 9.901.1—89, приложение, пункт 6]

3.5

время до появления трещины: Период времени от начала испытания до момента, когда трещина обнаруживается установленным способом.

[ГОСТ 9.901.1—89, приложение, пункт 7]

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 58144—2018.

3.6

время до разрушения: Период времени от начала испытания до разрушения; за критерии разрушения принимают время первого появления трещин, время полного разрушения испытуемого образца или время наступления согласованного промежуточного состояния образца.

[ГОСТ 9.901.1—89, приложение, пункт 8]

3.7 **начальный коэффициент интенсивности напряжений при испытаниях на коррозионное растрескивание K_{I0}:** Коэффициент интенсивности напряжений при испытаниях на коррозионное растрескивание, определяемый по значениям начальной нагрузки на образец и начальной длины концентратора напряжений (механический надрез и усталостная трещина).

3.8

пороговый коэффициент интенсивности напряжений при КР ($K_{IКР}$): Коэффициент интенсивности напряжений при плоской деформации, характеризующий сопротивление материала росту трещины при коррозионном растрескивании (в данных условиях: электролит, температура и т. п.), ниже которого рост трещины отсутствует или скорость роста не превышает 0,0001 мм/ч.

[ГОСТ 9.901.1—89, приложение, пункт 3]

3.9

средняя скорость роста трещины: максимальная глубина трещины (трещин) вследствие коррозионного растрескивания, деленная на время испытания.

[ГОСТ 9.901.1—89, приложение, пункт 10]

4 Основные положения

4.1 Сущность методов заключается в том, что образцы подвергают одновременному воздействию коррозионной среды и растягивающих напряжений, при котором поверхности трещины расходятся в направлении действующих напряжений симметрично относительно плоскости исходной трещины.

4.2 Настоящий стандарт устанавливает четыре метода испытаний, обеспечивающие сопоставимые результаты:

- метод 1 — при постоянной нагрузке на плоских образцах;
- метод 2 — при ступенчато изменяемой нагрузке;
- метод 3 — при постоянной деформации;
- метод 4 — при постоянной нагрузке на цилиндрических образцах.

4.3 Критерием оценки стойкости материала к коррозионному растрескиванию является пороговый коэффициент интенсивности напряжений $K_{IКР}$.

4.4 Значения $K_{IКР}$ определяют для заданной продолжительности испытаний и (или) для условно принятого значения скорости роста трещины.

4.5 Значения $K_{IКР}$ не могут быть использованы для оценки влияния на стойкость к коррозионному растрескиванию факторов, изменяющих поверхностные свойства материалов (защитных покрытий, поверхностного упрочнения и т. п.).

4.6 Растворы, применяемые при испытаниях должны соответствовать разделу 3 ГОСТ 9.901.1—89.

5 Метод определения $K_{IКР}$ при постоянной нагрузке на плоский образец (метод 1)

5.1 Сущность метода

Сущность метода определения $K_{IКР}$ при постоянной нагрузке на образец состоит в испытании серии образцов при различных исходных значениях коэффициента интенсивности напряжений при плоской деформации K_{I0} и продолжительности испытаний не менее 40 сут.

Допускается определять $K_{IКР}$ при другой продолжительности испытаний, установленной в технических условиях на материал, при этом сравнительные испытания материалов проводят при продолжительности испытаний не менее 40 сут.

5.2 Требования к образцам

5.2.1 Минимальную толщину образцов S_{min}, мм, ориентировочно вычисляют по формуле

$$S_{min} \geq 2{,}5 \cdot 10^3 \left(\frac{K_I}{\sigma_{0,2}} \right)^2, \quad (1)$$

где K_I — коэффициент интенсивности напряжений при плоской деформации, МПа · м$^{1/2}$, в интервале от K_{IKP} до K_{IC};

$\sigma_{0,2}$ — условный предел текучести материала при растяжении, МПа;

K_{IC} определяют по ГОСТ 25.506—85 (пункт 5.1.3).

Для новых материалов, близких по химическому составу, механическим и коррозионным свойствам, ориентировочное значение K_{IKP} выбирают по приложению А.

5.2.2 Основными критериями выбора толщины образцов являются образование в процессе роста трещин поверхностей разрушения, перпендикулярных к направлению действия растягивающих напряжений и отсутствие макроскопического разветвления растущих трещин, т. е. рост в процессе испытаний одной магистральной трещины.

Эти критерии могут быть определены только после проведения предварительных испытаний. Если эти условия не выполняются, испытания повторяют на образцах толщиной 2*S*. Если толщина *S*, определенная по формуле (1), составляет доли миллиметра, определение K_{IKP} проводят на образцах сталей толщиной не менее 1 мм, образцах титановых сплавов — не менее 5 мм.

5.2.3 Применяют следующие типы образцов в зависимости от приложения нагрузки:

- ОР — осевое растяжение;
- КИ — консольный изгиб;
- BPI и BPII — внецентренное растяжение.

Типы, форма и размеры образцов приведены в приложении Б.

5.2.4 Вырезку образцов из полуфабрикатов проводят в соответствии с приложением В.

Направление вырезки образца обозначают двумя буквами, первая из которых указывает направление нормали к плоскости трещины, а вторая — направление развития трещины в этой плоскости, и вносят в протокол испытаний (форма протокола приведена в приложении Г).

5.2.5 Проводят замер образцов. Длину, ширину и толщину образцов вычисляют как среднее арифметическое трех измерений. Данные измерений вносят в протокол испытаний.

5.2.6 Количество образцов должно быть не менее трех при каждом значении начальной нагрузки, для данного состояния материала и направления вырезки образца.

5.2.7 Образцы подвергают термической обработке в соответствии с требованиями стандартов или технической документации на материал.

5.3 Аппаратура, материалы и реактивы

5.3.1 Машины или приспособления, предназначенные для испытаний металлов и сплавов на ползучесть и длительную прочность в соответствии с требованиями ГОСТ 3248, ГОСТ 10145 и ГОСТ 28845.

5.3.2 Машины или вибраторы, обеспечивающие циклическое нагружение образцов при симметричном или пульсирующем цикле нагружения, типа универсальной испытательной машины МУП-20 по ГОСТ 28840.

5.3.3 Машины, обеспечивающие консольное нагружение образцов при симметричном цикле нагружения, типа универсальной испытательной машины УКИ-10М по ГОСТ 28841.

5.3.4 Микроскопы или другие приборы, позволяющие определять длину трещины с погрешностью не более 0,05 мм.

5.3.5 Коррозионная среда: 3 %-ный раствор хлористого натрия по ГОСТ 4233 в дистиллированной воде по ГОСТ 6709; 0,001Н раствор серной кислоты по ГОСТ 4204 в дистиллированной воде по ГОСТ 6709. В зависимости от условий эксплуатации реальных изделий допускается применять другие коррозионные среды.

5.3.6 Спирт этиловый по ГОСТ 5962.

5.3.7 Эксикатор по ГОСТ 25336.

5.4 Подготовка к испытаниям

5.4.1 Образцы обезжиривают и промывают этиловым спиртом.

5.4.2 Усталостную трещину получают на воздухе при циклическом растяжении или консольном изгибе на машинах (5.3.2, 5.3,3) на полностью термически обработанных образцах.

Циклическое нагружение подбирают таким образом, чтобы скорость роста усталостной трещины на последнем миллиметре не превышала 1 мм за 50000 циклов.

Не допускается применять окрашивающие растворы для облегчения контроля за ростом усталостной трещины.

5.4.3 Измеряют расчетную длину исходной трещины (механический надрез + усталостная трещина). Длина усталостной трещины должна быть не менее 1,5 мм, не менее 5 % длины исходной трещины и не менее толщины образца.

Разность длин усталостной трещины на обеих сторонах образца не должна превышать 10 %. Если это требование не выполняется, необходимо продолжить циклическое нагружение, предварительно повернув образец на 180° (оснастка при этом остается в первоначальном положении).

Результаты измерений вносят в протокол испытаний.

5.4.4 Отклонение усталостной трещины от плоскости симметрии надреза не должно превышать 10°.

5.4.5 Образцы маркируют по ГОСТ 9.920. Маркировку наносят на расстоянии не менее 20 мм от плоскости исходной усталостной трещины. Данные вносят в протокол испытаний.

5.4.6 Подготовленные к испытаниям образцы с усталостной трещиной хранят в эксикаторе.

5.4.7 Определяют критический коэффициент интенсивности напряжений на воздухе K_{IC}.

5.5 Проведение испытаний

5.5.1 Образцы устанавливают в захваты испытательной машины и подводят коррозионную среду. Объем раствора на 1 см^2 поверхности образца должен быть не менее 10 см^3.

5.5.2 Образцы нагружают до начального коэффициента интенсивности напряжений K_{I0}, вычисляемого по формуле

$$K_{I0} = м \cdot K_{IC}, \qquad (2)$$

где $м < 1$.

Расчетные значения K_{I0} вносят в протокол испытаний.

5.5.3 Испытания проводят при температуре 291—298 К (18 °С—25 °С). Допускается проводить испытания при температурах, соответствующих условиям эксплуатации изделий.

5.5.4 Проводят контроль за разрушением образцов через 0,5 ч после начала испытаний, далее через 1, 2, 4, 6, 8 ч, далее четыре раза в сутки. Допускаются другие интервалы времени.

5.5.5 Фиксируют время до разрушения образцов и вносят его в протокол испытаний.

5.5.6 Если за 40 сут образцы не разрушились, их разгружают, снимают с испытательной машины, высушивают при температуре 373—423 К (100 °С—150 °С) и разрушают на испытательной машине на воздухе.

5.5.7 Определяют конечную длину трещины (исходная трещина и коррозионная трещина) всех образцов как среднее арифметическое трех измерений: на $^1/_4$, $^1/_2$, и $^3/_4$ толщины. Результаты измерений вносят в протокол испытаний.

5.5.8 По конечной длине трещины и формулам (3)—(10) вычисляют действительное значение K_{I0}. Данные вносят в протокол испытаний.

5.5.9 Образцы с коррозионной трещиной более 0,1 мм относят к разрушившимся образцам.

5.5.10 Если за 40 сут разрушились все образцы при $K_{I0} > 0{,}1K_{IC}$, определение K_{IKP} повторяют в интервале от $K_{I0} = 0$ до $K_{I0} = 0{,}1K_{IC}$.

5.5.11 Если ни один из образцов не разрушился (в том числе при $K_{I0} = 0{,}9K_{IC}$), K_{IKP} определяют по методу 2.

5.5.12 Определение K_{IKP} проводят с погрешностью не более 10 %.

5.6 Обработка результатов

5.6.1 Коэффициент K_{IKP} определяют графическим или расчетным способом.

5.6.2 Графический способ определения состоит в построении зависимости $K_{I0} = f(\tau)$, где τ — время до разрушения образцов.

За K_{IP} принимают коэффициент интенсивности напряжений, соответствующий времени испытаний 40 сут.

5.6.3 По расчетному способу K_{IKP} вычисляют как среднее арифметическое трех минимальных значений K_{I0} разрушившихся и трех максимальных значений K_{I0} неразрушившихся образцов.

Если разность значений более 10 %, K_{IKP} определяют в более узком интервале $K_{I0} = (0{,}7 – 1{,}5)\ K_{IKP}$.

5.6.4 Коэффициенты K_{IC}, K_{I0} и K_{IKP} вычисляют по формулам:

- для образцов типа ОР:

$$K = \frac{P \cdot l^{1/2}}{S \cdot b} y_{OP}, \tag{3}$$

где P — нагрузка на образец, Н;

l — конечная длина трещины, м;

S — толщина образца, м;

b — ширина образца, м;

y_{OP} — коэффициент, вычисляемый по формуле

$$y_{OP} = 1{,}99 - 0{,}41\left(\frac{l}{b}\right) + 18{,}70\left(\frac{l}{b}\right)^2 - 38{,}48\left(\frac{l}{b}\right)^3 + 53{,}85\left(\frac{l}{b}\right)^4, \tag{4}$$

- для образцов типа КИ:

$$K = \frac{4{,}12M}{S \cdot b^{3/2}} y_{KИ}, \tag{5}$$

где M — изгибающий момент, Н · м;

$y_{KИ}$ — коэффициент, вычисляемый по формуле

$$y_{KИ} = \sqrt{\alpha^{-3} - \alpha^3}, \tag{6}$$

где α — коэффициент, вычисляемый по формуле

$$\alpha = 1 - \frac{l}{b}, \tag{7}$$

- для образцов типа ВР:

$$K = \frac{P}{S \cdot b^{1/2}} y_{BP}, \tag{8}$$

где y_{BP} — коэффициент, рассчитываемый по формулам:

$$y_{BP} = 29{,}6\left(\frac{l}{b}\right)^{1/2} - 185{,}5\left(\frac{l}{b}\right)^{3/2} + 655{,}7\left(\frac{l}{b}\right)^{5/2} - 1017{,}0\left(\frac{l}{b}\right)^{7/2} + 638{,}9\left(\frac{l}{b}\right)^{9/2}, \tag{9}$$

для $\frac{b}{2H} = 0{,}833$,

$$y_{BP} = 30{,}96\left(\frac{l}{b}\right)^{1/2} - 195{,}8\left(\frac{l}{b}\right)^{3/2} + 730{,}6\left(\frac{l}{b}\right)^{5/2} - 1186{,}3\left(\frac{l}{b}\right)^{7/2} + 754{,}6\left(\frac{l}{b}\right)^{9/2}, \tag{10}$$

для $\frac{b}{2H} = 1{,}03$,

где H — размер образца, определяемый по рисунку Б.3, м.

Значения y_{OP}, $y_{KИ}$ и y_{BP} приведены в приложении Д.

5.6.5 Значения K_{IKP} вносят в протокол испытаний.

6 Метод определения K_{IKP} при ступенчато изменяемой нагрузке на образец (метод 2)

6.1 Сущность метода

6.1.1 Сущность метода определения K_{IKP} при ступенчато изменяемой нагрузке на образец (метод остановки трещины вне зоны пластической деформации у вершины исходной усталостной трещины) состоит в постепенном ступенчатом увеличении нагрузки на образец до начала роста трещины, проращивании трещины через исходную зону пластической деформации не менее 1 мм для высокопрочных сталей и 2,5 мм для титановых сплавов и постепенном снижении нагрузки до полной остановки роста трещины.

За K_{IKP} принимают коэффициент интенсивности напряжений, соответствующий остановке трещины.

6.1.2 Требования к образцам — по 5.2.

Количество образцов не менее трех для данного состояния материала и направления вырезки образца.

6.2 Аппаратура, материалы и реактивы

6.2.1 Машины или приспособления, предназначенные для статического нагружения, должны обеспечивать возможность проведения следующих операций:

- измерять и поддерживать постоянную нагрузку в течение всего процесса испытаний с погрешностью не более 1 %;
- плавно нагружать образцы;
- надежно центрировать образцы.

Примечание — Для испытаний может быть использована разрывная машина типа Р-5 по ГОСТ 28840.

6.2.2 Машины или вибраторы — в соответствии с требованиями 5.3.2, 5.3.3.

6.2.3 Микроскопы или другие приборы — в соответствии с требованиями 5.3.4.

6.2.4 Установки, обеспечивающие непрерывное измерение длины трещины и непрерывную запись измеряемого параметра, должны обеспечивать чувствительность не менее 0,001 мм прироста трещины.

Схема установки для непрерывного контроля за ростом трещины приведена в приложении Е.

6.2.5 Схемы потенциометрические и мостовые на постоянном и переменном токе, должны обеспечивать измерение электрического сопротивления центральной части образца.

6.2.6 Датчики перемещения (тензометрические, трансформаторные и индукционные) должны обеспечивать измерение раскрытия трещины и не должны влиять на коррозионный процесс.

6.2.7 Коррозионная среда для проведения испытаний — по 5.3.5.

6.3 Подготовка к испытаниям

6.3.1 Подготовку к испытаниям проводят по 5.4.

6.3.2 Для любого из методов измерения приращения трещины осуществляют градуировку, определяющую в абсолютных или относительных единицах приращение трещины в зависимости от изменения измеряемого параметра (электрического сопротивления, раскрытия трещины и т. п.).

Градуировку осуществляют на образцах из серии подготовленных к испытаниям путем замера конечной длины трещины (см. 5.5.7) с одновременным измерением калибруемого параметра (см. 6.2.4).

6.4 Проведение испытаний

6.4.1 Испытания проводят при температуре, указанной в 5.5.3.

6.4.2 Образцы устанавливают в захваты испытательной машины, подводят коррозионную среду, нагружают образцы, повышая нагрузку до начала роста трещины, проращивают трещину по 6.1 и затем снижают нагрузку.

Повышают и снижают нагрузку произвольно, но после снижения скорости роста трещины до 10^{-1}—10^{-2} мм/ч необходимо снижать нагрузку на 2 %—3 %. После остановки роста трещины убеждаются в отсутствии ее роста в течение 10 ч, при этом приращение трещины должно быть менее 0,001 мм, и фиксируют нагрузку остановки трещины.

Нагрузку снижают до нуля, снимают образцы с испытаний, высушивают при температуре 373—423 К (100 °С—150 °С) и разрушают на воздухе на испытательной машине.

6.4.3 Конечную длину трещины определяют по 5.5.7. Конечная длина трещины должна быть не более 70 % ширины образца.

6.5 Обработка результатов

6.5.1 По нагрузке остановки трещины, конечной длине трещины, определенных по 5.5.1, 5.5.2 и 5.6.4, вычисляют K_{IKP}. Данные вносят в протокол испытаний.

6.5.2 Коэффициент K_{IKP} определяют методом экстраполяции. Для этого строят зависимость логарифма скорости роста трещины от коэффициента интенсивности напряжения. Экстраполируют участок кривой в интервале (0,1—0,001) мм/ч до скорости роста трещины 0,0001 мм/ч. За K_{IKP} принимают коэффициент интенсивности напряжений, соответствующий этой скорости роста трещины.

7 Метод определения K_{IKP} при постоянной деформации (метод 3)

7.1 Сущность метода

7.1.1 Сущность метода состоит в задании фиксированной деформации, выдержке образцов в коррозионной среде и контроле роста трещины. В процессе роста трещины податливость образца увеличивается и значение коэффициента интенсивности напряжения уменьшается, вследствие чего скорость роста трещины снижается до полного прекращения роста.

Метод определения K_{IKP} при постоянной деформации применяют только на образцах типа ВР.

За K_{IKP} принимают коэффициент интенсивности напряжений, соответствующий прекращению роста трещины или снижению скорости роста трещины до 0,0001 мм/ч за 40 сут.

7.1.2 Требования к образцам — по 5.2.

Количество образцов должно быть не менее трех на каждое значение деформации для данного состояния материала и направления вырезки образца.

7.2 Аппаратура, материалы и реактивы

7.2.1 Машины и приспособления, жесткость которых не менее чем в 10 раз превышает жесткость образца в начале испытаний, позволяющих осуществить плавное нагружение образцов, надежное их центрирование и обеспечивать постоянную заданную деформацию образца в процессе испытаний, например, приспособление для нагружения образца типа BPI (см. приложение Ж).

Образец типа BPII нагружают с помощью винта и центрирующего вкладыша.

7.2.2 Машины или вибраторы — в соответствии с 5.3.2, 5.3.3.

7.2.3 Микроскопы или другие приборы — в соответствии с 5.3.4.

7.2.4 Коррозионная среда для проведения испытаний — по 5.3.5.

7.3 Подготовка к испытаниям

7.3.1 Подготовку к испытаниям проводят по 5.4.

7.3.2 При определении K_{IC} записывают диаграмму «нагрузка — раскрытие трещины». Получают зависимость нагрузки от деформации для образцов данной конфигурации.

Эту зависимость используют для расчета исходной деформации образца, необходимой для получения выбранного значения K_{I0}.

7.4 Проведение испытаний

7.4.1 Нагружение образцов проводят до $K_{I0} = 0{,}5K_{IC}$.

7.4.2 Образцы с приспособлением помещают в коррозионную среду и контролируют рост трещины по 6.2.4.

Если после начала испытаний трещина не растет в течение 15 сут, K_{I0} повышают на 20 %. После начала роста трещины дальнейшее повышение K_{I0} не допускается.

Испытания проводят до полной остановки трещины.

7.5 Обработка результатов

7.5.1 Определение нагрузки остановки трещины P: образец разгружают, регистрируют величину сближения поверхностей трещины, проводят повторное деформирование на испытательной машине на воздухе на эту величину и определяют P.

7.5.2 Конечную длину трещины определяют по 5.5.7. Коэффициент K_{IKP} вычисляют по нагрузке остановки трещины P и формулам (3)—(10).

Результаты вносят в протокол испытаний.

8 Метод определения K_{IKP} при постоянной нагрузке на цилиндрический образец (метод 4)

8.1 Сущность метода

8.1.1 Сущность метода определения K_{IKP} при постоянной нагрузке на цилиндрический образец с V-образным кольцевым надрезом и усталостной трещиной состоит в испытании серии образцов при различных исходных значениях коэффициента интенсивности напряжений продолжительностью испытаний 7 сут.

8.1.2 В случае расхождения результатов испытаний по методам ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание образцов с предварительно созданными усталостными трещинами арбитражным является данный метод.

8.2 Требования к образцам

8.2.1 Испытания проводят на цилиндрических образцах, изготовленных из высокопрочной стали с V-образным кольцевым надрезом и коэффициентом концентрации напряжений K_i = 2,95, определенным по таблицам Петерсона.

Образцы для испытаний должны быть изготовлены по ГОСТ 9.901.1—89 (раздел 4) и соответствовать требованиям ГОСТ 1497—2023 (пункты 1.1, 1.2, 1.10—1.13).

8.2.2 Оптимальный вариант соотношения диаметра в надрезе и диаметра цилиндрической части образца — 0,7.

8.2.3 Глубина усталостной трещины (0,15—0,35) мм.

8.3 Аппаратура, материалы и реактивы

8.3.1 Машины или вибраторы — в соответствии с 5.3.2, 5.3.3.

8.3.2 Микроскопы или другие приборы — в соответствии с 5.3.4.

8.3.3 Коррозионная среда для проведения испытаний: 0,001 Н раствор H_2SO_4 (pH 3) или камера влажности с максимальным содержанием сернистого газа 0,8 г/м^3.

8.3.4 Спирт этиловый по ГОСТ 5962.

8.3.5 Эксикатор по ГОСТ 25336.

8.3.6 Динамометр по ГОСТ 13837.

8.3.7 Установка типа «коррозионное колесо», «штоковое коромысло» или другой конструкции, состоящая из ванны с электролитом и механизма, осуществляющего периодическое погружение в электролит и подъем установленных на нем образцов. Конструкция установки должна обеспечивать полное погружение образцов в электролит в вертикальном положении.

8.4 Подготовка к испытаниям

8.4.1 Кольцевую усталостную трещину глубиной 0,15—0,35 мм в образце с V-образным кольцевым надрезом наводят на машинах (5.3.2, 5.3,3) с консольным изгибом или на других машинах или вибраторах, обеспечивающих циклическое нагружение образцов при симметричном или пульсирующем цикле нагружения.

8.4.2 Для получения усталостной кольцевой трещины с правильным диаметром и ровной поверхностью, например на образце с диаметром 6 мм, диаметром в надрезе 4,8 мм и радиусом у основания надреза ρ = 0,2 мм, количество циклов должно быть не менее 40 000. Допускается использовать образец диаметром более 6 мм по экспериментальным исследованиям.

8.4.3 Конструкция образца с V-образным кольцевым надрезом приведена на рисунке 1.

8.4.4 Допускается общую длину образца уменьшать до (60 ± 0,1) мм.

8.4.5 В начале для образцов из одной марки стали подбирается оптимальное количество циклов нагружения с нагрузкой на консоль для наведения в образцах с кольцевым надрезом усталостных трещин.

8.4.6 Первые три—пять образцов с надрезом доводят до разрушения и определяют среднее значение количества циклов. Затем, уменьшая количество циклов примерно на 10 000, проводят испытания, не доводя образец до разрушения, и визуально или с помощью бинокулярного микроскопа определяют трещину в образце.

Если трещина в образце не появилась, то количество циклов следует увеличить примерно на 3000—5000. При появлении трещины в образце его дорывают на испытательной машине и определяют глубину усталостной трещины на бинокулярном микроскопе или другом измерительном приборе по метрической шкале.

8.4.7 Консольное нагружение на цилиндрических образцах с кольцевым надрезом подбирают так, чтобы глубина трещины 0,13—0,35 мм составляла не менее 40 000 циклов.

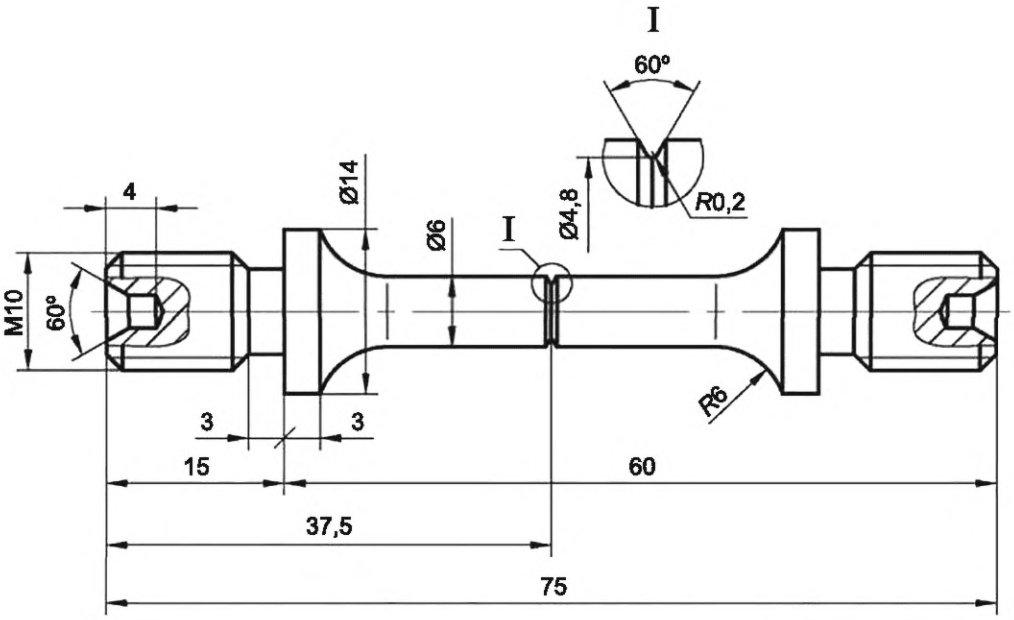


Рисунок 1 — Образец с V-образным кольцевым надрезом

8.4.8 Если глубина усталостной трещины составляет 0,15—0,35 мм, то контрольные испытания проводят на двух—четырех образцах с теми же параметрами и также доводят их до разрушения. По этим параметрам наводят усталостные трещины на других образцах с расчетом нагрузки 0,2—0,7$\sigma_в$ в брутто-сечении и проводят испытание в коррозионной среде по трем—пяти образцам на одну точку.

8.5 Проведение испытаний

Образцы с наведенными кольцевыми усталостными трещинами нагружают в брутто-сечении до напряжений σ = 0,2 – 0,7$\sigma_в$ на динамометрах или разрывных машинах с электрохимической ячейкой по ГОСТ 9.901.1—89 (раздел 5) и испытывают в условиях, имитирующих воздействие слабоагрессивной промышленной атмосферы при разных стадиях цикла ускоренных коррозионных испытаний: при периодическом (в коррозионном колесе) или при постоянном погружении в коррозионной среде по 8.3.3. Продолжительность испытаний — 7 сут.

Испытания проводят с учетом требований ГОСТ 9.901.1—89 (раздел 6).

8.6 Обработка результатов

8.6.1 После разрушения образцов в коррозионных средах определяется минимальное время до их разрушения, уточняются исходные длины усталостных трещин и значения растягивающих напряжений в сечении нетто.

8.6.2 После базового периода испытаний в 7 сут неразрушившиеся образцы доводят до разрушения, а также уточняют значения растягивающих напряжений в сечении нетто и длины усталостных трещин.

8.6.3 Подставляют полученные значения в формулу (10) и рассчитывают коэффициенты интенсивности напряжений для цилиндрических образцов с наружной трещиной переменной глубины:

$$K_{Ii} = \sigma_{net}(\pi D)^{1/2} \cdot \left[\frac{1}{2}\varepsilon\frac{1-\varepsilon}{4-3{,}200\varepsilon}\right]^{1/2}, \qquad (11)$$

где K_{Ii} — коэффициент интенсивности напряжений;

σ_{net} — растягивающее напряжение в нетто-сечении.

Значение ε вычисляют по формуле

$$\varepsilon = \alpha/R, \qquad (12)$$

где α — радиус в надрезанной части образца с учетом наведенной трещины;

R — радиус цилиндра.

8.6.4 Среднее значение скорости роста трещины v вычисляют по формуле

$$v = l / \tau, \quad (13)$$

где l — длина зоны стабильного и ускоренного роста трещины;

τ — время до разрушения образца в коррозионной среде.

8.6.5 Строят графики зависимости времени до разрушения образцов из данной марки стали и зависимости средней скорости роста трещин от коэффициента интенсивности напряжений.

8.6.6 Пороговое значение коэффициента интенсивности напряжений K_{IKP} определяют из графика по минимальному значению коэффициента интенсивности напряжений и базовому времени, при котором образцы не разрушаются.

8.6.7 Критерием оценки на трещиностойкость является значение порогового коэффициента интенсивности напряжений K_{IKP}, которое практически одинаково на различных стадиях ускоренных коррозионных испытаний для высокопрочной стали и должно составлять не менее (38 ± 0,5) МПа · м$^{1/2}$.

8.6.8 Оценку полученных результатов выполняют с учетом ГОСТ 9.901.1—89 (раздел 7).

9 Требования безопасности

9.1 При проведении работ по подготовке образцов и оборудования к испытаниям и при проведении испытаний необходимо учитывать возможность действия следующих опасных производственных факторов на организм человека: воздействие растворов кислот и щелочей; паров органических растворителей; опасность поражения электрическим током.

9.2 Персонал должен быть ознакомлен со степенью токсичности применяемых веществ и с требованиями безопасности, установленными в ГОСТ 12.1.007.

9.3 Уровни концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должны превышать предельно допустимых значений, установленных в ГОСТ 12.1.005.

9.4 Вентиляция в помещении для проведения работ по подготовке поверхности образцов должна удовлетворять требованиям ГОСТ 12.4.021.

9.5 Помещения, предназначенные для испытаний, должны удовлетворять требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004 и нормативно-технической документации государства[1)], принявшего настоящий стандарт.

9.6 Помещения для испытаний должны иметь аварийное освещение или переносные светильники с автономным питанием; средства пожаротушения; средства для оказания первой помощи пострадавшим.

[1)] В Российской Федерации действует СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

Приложение А
(справочное)

Ориентировочные значения $K_{ЛКР}$ в 3 % растворе хлористого натрия

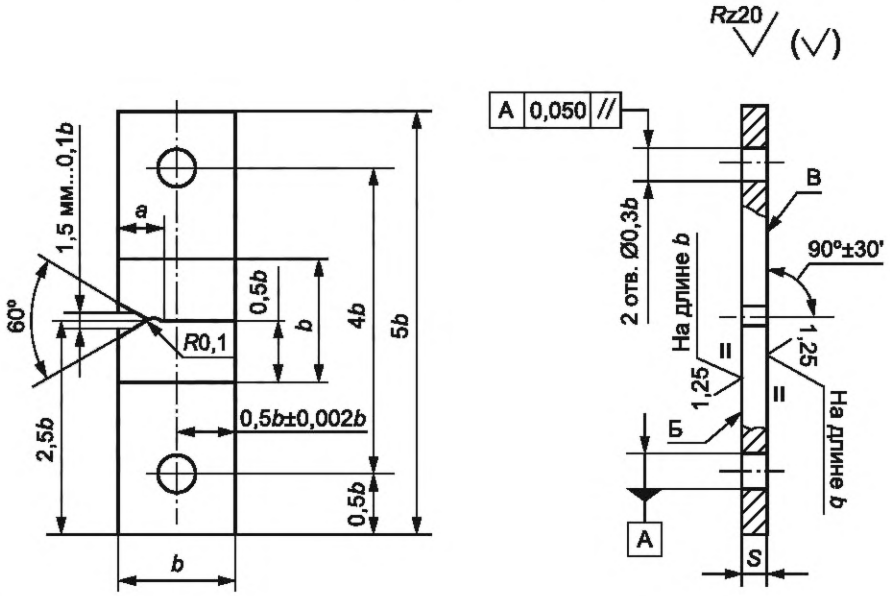
Таблица А.1

Марка	$K_{ЛКР}$, МПа · м$^{1/2}$
Высокопрочные стали*	
30ХГСН2А (30ХГСНА)	17
28Х3СНМВФА (СП28)	16
42Х2ГСНМА (ВКС1)	12
03Н18К9М5Т (ЭП637, МС200)	10
000Х12К13Н5М5Т	50
Титановые сплавы**	
ВТ20	46
ВТ6	56
ВТ5-1	40
ВТ15	35

* После термической обработки на максимальную прочность.
** Горячекатаный лист.

Приложение Б
(обязательное)

Типы образцов для испытаний



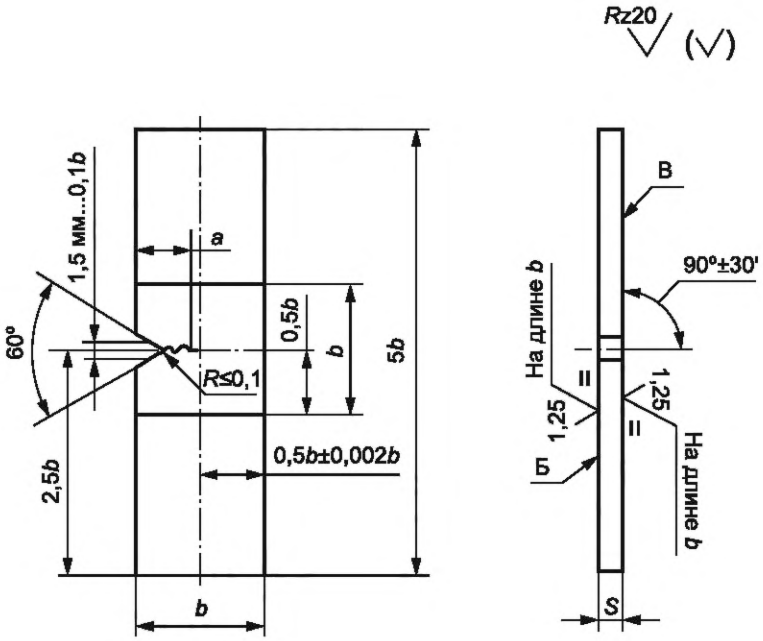
Примечания

1 Непараллельность плоскостей *Б, В* не более 0,01 на длине 10 мм.

2 $b = (3 – 12)S$.

3 $a \geq 0{,}25b$, где a — длина исходной трещины (механический надрез и усталостная трещина), мм.

Рисунок Б.1 — Образец типа ОР



Примечания

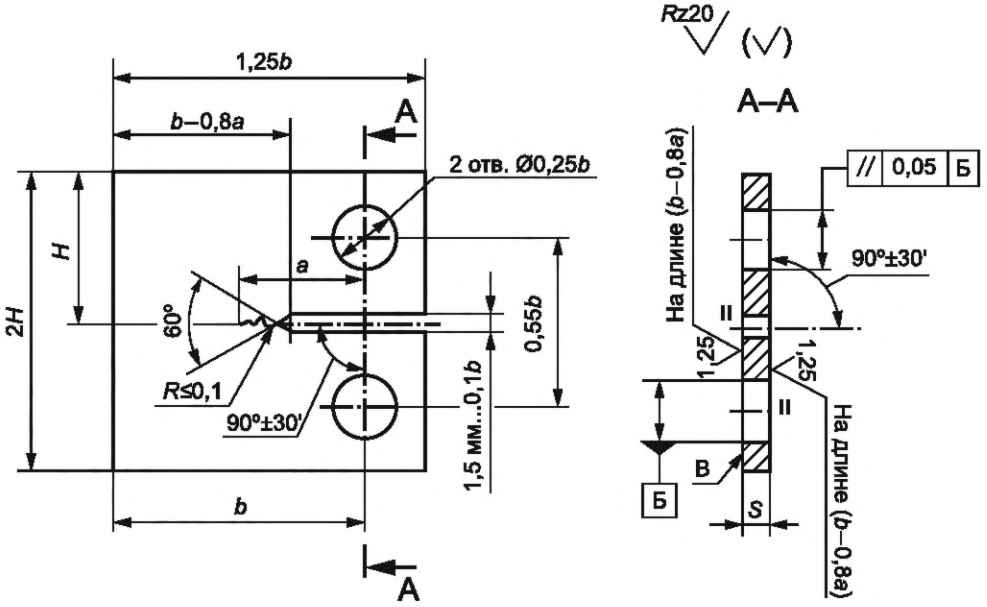
1 $S \geq 5$ мм.

2 Непараллельность плоскостей *Б, В* не более 0,01 на длине 10 мм.

3 $b = (2 – 4)S$.

4 $a \geq 0{,}25b$, где a — длина исходной трещины (механический надрез и усталостная трещина), мм.

Рисунок Б.2 — Образец типа КИ



Примечания

1 $S \geq 10$ мм.

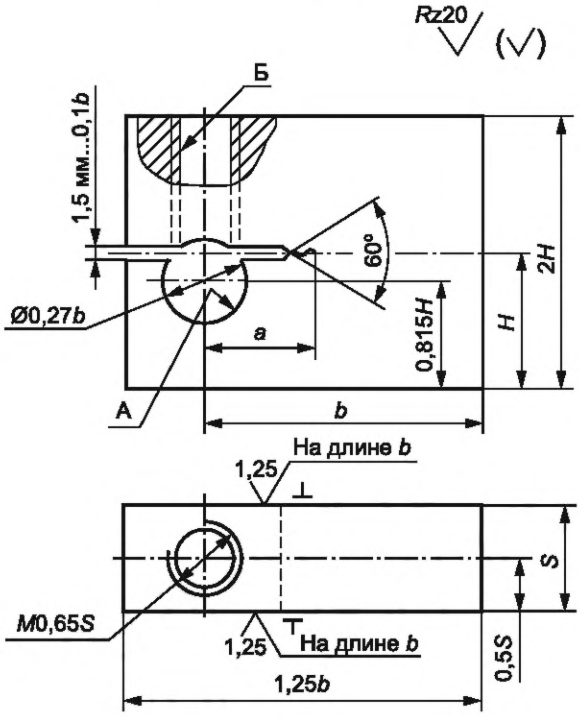
2 Непараллельность плоскостей *В, Г* не более 0,01 на длине 10 мм.

3 $b = (2 - 20)S$.

4 $a \geq 0{,}3b$, где a — длина исходной трещины (механический надрез и усталостная трещина), мм.

5 $\frac{b}{2H} = 0{,}833$ или $\frac{b}{2H} = 1{,}03$.

Рисунок Б.3 — Образец типа BPI



Примечания

1 Неперпендикулярность оси отверстия *А* относительно оси отверстия *Б* не более 30′.

2 $b = (2 - 5)S$.

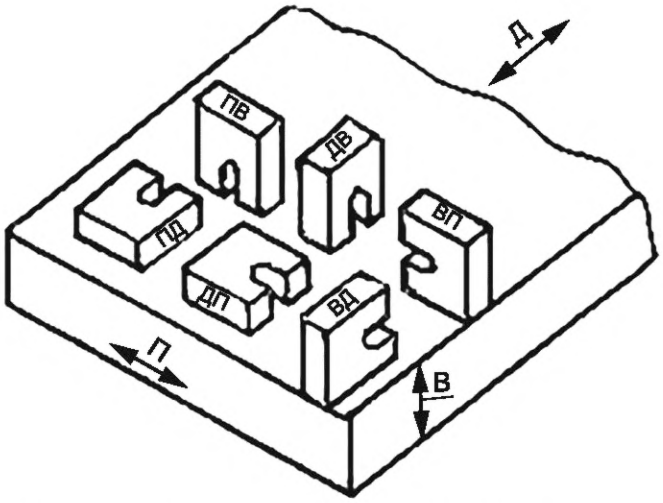
3 $a = (0{,}25 - 0{,}4)b$, где a — длина исходной трещины (механический надрез + усталостная трещина), мм.

4 $\frac{b}{2H} = 1{,}03$.

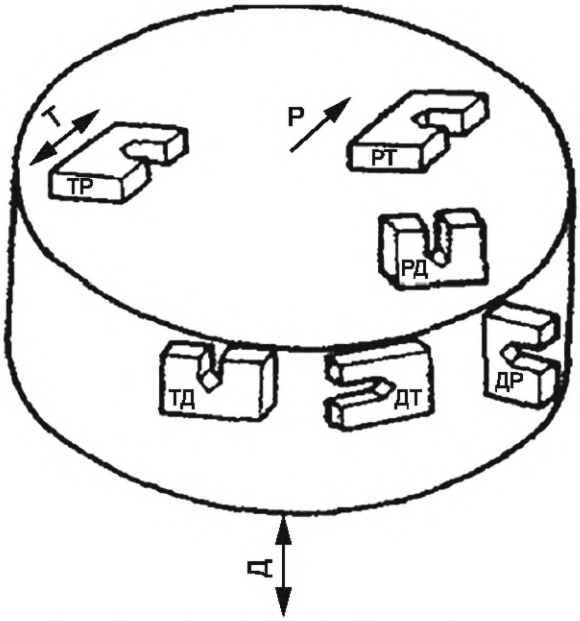
Рисунок Б.4 — Образец типа BPII

Приложение В
(обязательное)

Схема вырезки образцов



а) Листы, штамповки, поковки прямоугольного сечения (направление вырезки только *ПД* и *ДП)*



б) Полуфабрикаты цилиндрического вида

Направление вырезки: *Д* — долевое, вдоль главного вектора деформации; *В* — высотное; *П* — поперечное; *Р* — радиальное; *Т* — тангенциальное

Рисунок В.1 — Схема вырезки образцов из полуфабрикатов

Приложение Г
(рекомендуемое)

Форма протокола испытаний

Маркировка образца	Механические свойства		Тип образца					Длина трещины, мм		Коррозионная среда	Температура среды, K_{IKP}	Метод определения K_{IKP}	K_{I0}, МПа · м$^{1/2}$		K_{IKP}, МПа · м$^{1/2}$
	σ_B, МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	Обозначение	Направление вырезки	Толщина	Ширина	Длина	исходная	конечная				расчетный	действительный	

Приложение Д
(справочное)

Значения $y_{ОР}$, $y_{КИ}$, $y_{ВР}$

Таблица Д.1

$\frac{l}{b}$	$y_{ОР}$	$y_{КИ}$	$y_{ВРI}$	$y_{ВРII}$
0,20	2,43	1,20	5,19	5,70
0,21	2,48	1,24	5,22	5,75
0,22	2,52	1,28	5,25	5,81
0,23	2,57	1,32	5,29	5,88
0,24	2,62	1,36	5,34	5,95
0,25	2,67	1,40	5,41	6,04
0,26	2,72	1,44	5,48	6,14
0,27	2,77	1,48	5,56	6,24
0,28	2,83	1,52	5,65	6,36
0,29	2,89	1,56	5,74	6,48
0,30	2,95	1,60	5,85	6,60
0,31	3,01	1,65	5,96	6,74
0,32	3,08	1,69	6,09	6,88
0,33	3,15	1,74	6,22	7,02
0,34	3,22	1,79	6,35	7,17
0,35	3,30	1,83	6,50	7,33
0,36	3,38	1,88	6,65	7,49
0,37	3,46	1,94	6,81	7,66
0,38	3,55	1,99	6,97	7,83
0,39	3,64	2,04	7,14	8,00
0,40	3,73	2,10	7,32	8,18
0,41	3,83	2,16	7,51	8,36
0,42	3,94	2,22	7,70	8,55
0,43	4,05	2,28	7,91	8,74
0,44	4,17	2,35	8,12	8,94
0,45	4,29	2,42	8,34	9,15
0,46	4,42	2,49	8,37	9,36
0,47	4,56	2,56	8,81	9,58
0,48	4,70	2,64	9,06	9,82
0,49	4,86	2,72	9,32	10,06
0,50	5,02	2,81	9,60	10,31

Окончание таблицы Д.1

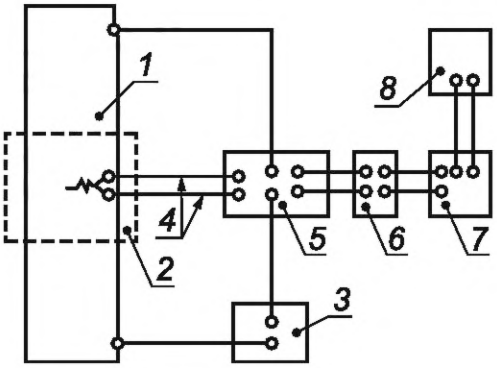
$\frac{l}{b}$	$y_{ОР}$	$y_{КИ}$	$y_{ВРI}$	$y_{ВРII}$
0,51	5,18	2,90	9,90	10,58
0,52	5,36	2,99	10,21	10,87
0,53	5,55	3,09	10,54	11,17
0,54	5,74	3,19	10,89	11,49
0,55	5,95	3,30	11,26	11,83
0,56	6,16	3,41	11,66	12,20
0,57	6,39	3,54	12,08	12,60
0,58	6,63	3,66	12,54	13,03
0,59	6,88	3,80	13,02	13,49
0,60	7,14	3,94	13,54	13,98
0,61	7,42	4,10	14,10	14,52
0,62	7,71	4,26	14,70	15,10
0,63	8,01	4,44	15,34	15,73
0,64	8,33	4,62	16,04	16,42
0,65	8,67	4,83	16,78	17,16
0,66	9,02	5,04	17,58	17,96
0,67	9,39	5,27	18,44	18,83
0,68	9,77	5,52	19,37	19,77
0,69	10,18	5,79	20,36	20,79
0,70	10,60	6,08	21,43	21,90
Примечание — $y_{ВРI}$ — для $\frac{b}{2H} = 0,833$; $y_{ВРII}$ для $\frac{b}{2H} = 1,03$.				

Приложение Е
(рекомендуемое)

Мостовая схема на постоянном токе для непрерывного измерения и записи электрического сопротивления центральной части образца с трещиной

Е.1 Образец нагружается растягивающей силой *P* или изгибающим моментом *M*.

Е.2 Образец укрепляется в электроизолированных от корпуса нагружающего устройства захватах и уплотняется во фторопластовой ячейке с коррозионной средой, в которой исследуется рост трещины. Мостовая схема на постоянном токе для непрерывного измерения и записи электрического сопротивления центральной части образца с трещиной приведена на рисунке Е.1.



1 — образец; *2* — электрохимическая ячейка; *3* — стабилизированный источник тока (П 138); *4* — вводы; *5* — двойной мост (Р 329); *6* — микровольтмикроамперметр (Ф 116/1); *7* — потенциометр; *8* — электронный потенциометр (КСП-4)

Рисунок Е.1 — Мостовая схема на постоянном токе

Е.3 Через образец от стабилизированного источника подводится постоянный ток плотностью 0,01—0,1 А/мм^2. Падение напряжения на центральной части образца с помощью вводов подается на двойной мост. Вводы должны быть приварены к образцу точечной сваркой или зачеканены. Точки присоединения вводов к образцу рекомендуется располагать в начале механического надреза и фиксировать расположение этих точек по отношению к надрезу с погрешностью 0,1 мм.

Вводы должны быть защищены от воздействия коррозионной среды химически стойким лаком или эпоксидной смолой.

Нулевым прибором двойного моста служит микровольтмикроамперметр, выходной сигнал которого через согласующий потенциометр подается на электронный потенциометр.

Е.4 До начала нагружения двойным мостом измеряют электрическое сопротивление образца. После нагружения и начала роста трещины электрическое сопротивление образца увеличивается, что приводит к разбалансу моста, величина которого записывается электронным потенциометром.

При достижении конца шкалы потенциометра проводят повторную компенсацию и т. д., снижая чувствительность многопредельного микровольтмикроамперметра по мере увеличения скорости роста трещины.

Ни один из приборов схемы не является обязательным и может быть заменен другим прибором, имеющим те же показатели чувствительности и класс точности.

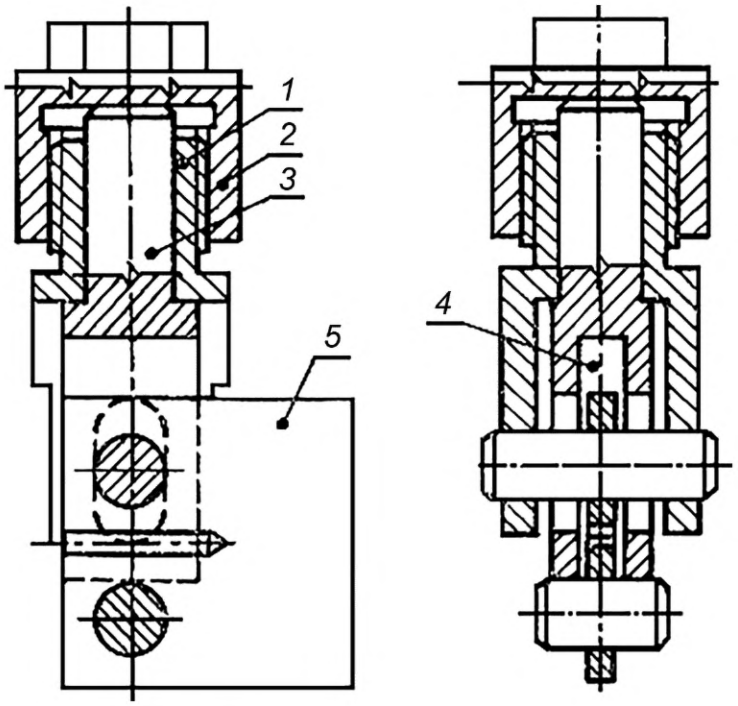
Примечание — С помощью схемы на рисунке Е.1 допускается измерять приращение трещины менее 0,001 мм (после прогрева приборов в течение 3 ч и термической стабилизации не менее 0,5 К).

Приложение Ж
(рекомендуемое)

Схема приспособления для определения $K_{/КР}$ при постоянной деформации на тонколистовых образцах типа BPI

Ж.1 Образец нагружают двумя штырями с помощью винтовой пары и штока, имеющих продольный паз для размещения образца (см. рисунок Ж.1).

Винт через отверстие связан с верхним штырем, а шток своим торцом контактирует с нижним штырем. Гайка глухим торцом перемещает шток в полости винта, осуществляя тем самым взаимное смещение нагружающих штырей и деформирование образца.



1 — винт; *2* — гайка; *3* — шток; *4* — продольный паз; *5* — образец

Рисунок Ж.1 — Схема приспособления для определения $K_{/КР}$ при постоянной деформации на тонколистовых образцах типа BPI

УДК 669.14:620.193:006.354 МКС 77.060

Ключевые слова: стали и сплавы высокопрочные, титановые сплавы, методы, ускоренные испытания, коррозионное растрескивание, усталостные трещины, коэффициент интенсивности напряжений, коррозионная среда

Редактор *Е.В. Якубова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 21.10.2024. Подписано в печать 31.10.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,37.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

Поправка к ГОСТ 9.903—2024 Единая система защиты от коррозии и старения. Стали и сплавы высокопрочные. Методы ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Азербайджан	AZ	Азстандарт

(ИУС № 6 2025 г.)

Поправка к ГОСТ 9.903—2024 Единая система защиты от коррозии и старения. Стали и сплавы высокопрочные. Методы ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Таджикистан	TJ	Таджикстандарт

(ИУС № 3 2026 г.)