ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО СТАНДАРТАМ

ВНИИНМАШ

РАСЧЕТЫ И ИСПЫТАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ

Методы механических испытаний металлов

Метод испытания на коррозионное растрескивание с постоянной скоростью деформирования

Р 50-54-37-88

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
(Госстандарт СССР)

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по нормализации в машиностроении
(ВНИИНМАШ)

Утверждены
Приказом ВНИИНМАШ
№ 306 от 01.10.1987г.

Расчеты и испытания на прочность

Методы механических испытаний металлов

Метод испытания на коррозионное растрескивание с постоянной скоростью деформирования

Р е к о м е н д а ц и и

Р 50-54-37-88

Москва 1988

УДК 620.171:620.194.85 Группа Т 51

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Метод испытаний на коррозионное растрескивание с постоянной скоростью деформирования.

Р 50-54-37-88

ОКСТУ 0070

Рекомендации (Р) устанавливают метод коррозионных испытаний с постоянной скоростью деформирования. При испытаниях определяют абсолютные и приведенные величины относительного сужения, относительного удлинения и работы коррозионного разрушения материалов и сварных соединений.

Р устанавливают требования к типам испытуемых образцов, применяемому оборудованию, условиям испытаний и методам обработки результатов испытаний.

Применение Р позволит получить коррозионно-механические характеристики материалов и сварных соединений и оценить эффективность противокоррозионных мероприятий.

Р предназначены для работников НИИ, преподавателей вузов и ИТР предприятий, занимающихся исследованиями, расчетами и испытаниями на коррозионное растрескивание материалов и сварных конструкций.

I. НАЗНАЧЕНИЕ И СУЩНОСТЬ МЕТОДА

I.I. Метод предназначен для экспресс-оценки стойкости новых материалов, материалов конструкций, бывших в эксплуатации, и сварных соединений против сероводородного растрескивания и для определения эффективности способов их защиты от коррозии в сероводородсодержащих средах. Допускается применение данного метода для экспресс-оценки стойкости материалов и сварных соединений против коррозионного растрескивания и для определения эффективности способов их защиты от коррозии в средах, рекомендованных ГОСТ 25294-84.

I.2. Сущность метода заключается в испытании в коррозионной среде образцов при растяжении с постоянной скоростью относительной деформации $2 \cdot 10^{-6}$ $с^{-1}$, которая обеспечивается скоростью движения подвижного захвата разрывной машины, равной $1{,}36 \cdot 10^{-7}$ м/с при испытании плоских образцов типа I, и равной $7{,}2 \cdot 10^{-8}$ м/с при испытании цилиндрических образцов типа IУ, ГОСТ 1497-84 (рис. I), цилиндрических образцов с надрезом (рис. 2). Отклонение от заданных скоростей движения подвижного захвата не должно превышать при испытании $\pm$ 3 %.

I.3. Основными характеристиками коррозионно-механических свойств материалов и сварных соединений являются полученные после коррозионных испытаний пяти идентичных образцов среднеарифметические значения:

а) относительного сужения: ψ_c - при испытании цилиндрических образцов типа IУ, ГОСТ 1497-84;

б) относительного удлинения: δ_c - при испытании плоских образцов типа I, ГОСТ 1497-84;

в) предела прочности $\sigma_{вс}$ или работы коррозионного разрушения: A_c - при испытании образцов типа I и типа IУ,

ГОСТ 1497-84, образцов с надрезом и кольцевой выточкой, а также при испытании образцов из материалов и сварных соединений с твердостью больше 22HRC.

1.4. Для оценки изменения механических свойств материалов и сварных соединений при растяжении в коррозионной среде применяют дополнительные коррозионно-механические характеристики, которыми являются приведенные величины: а) относительного сужения $K_\psi = \psi_c/\psi$; б) относительного удлинения $K_\delta = \delta_c/\delta$; предела прочности $K_\sigma = \sigma_{вс}/\sigma_в$; г) работы разрушения $K_A = A_c/A$, где $\psi, \delta, \sigma_в, A$ - среднеарифметические значения соответственно относительного сужения, относительного удлинения, предела прочности и работы разрушения после испытаний трех идентичных образцов по ГОСТ 1497-84.

При испытании материалов конструкций, бывших в эксплуатации, в случае отсутствия аналогичного металла за величины ψ и δ принимают средние значения данных характеристик из сертификата на исследуемый металл конструкции.

1.5. Критерием оценки коррозионно-механической стойкости сварного соединения служит вид разрушения образца: 1) разрушение по металлу шва или зоне термического влияния; 2) разрушение по основному металлу.

1.6. Минимально допустимые величины характеристик коррозионно-механических свойств для вновь созданных материалов сварных конструкций определяются значениями соответствующих характеристик, полученных для апробированных в эксплуатационных условиях материалов, имеющих идентичные механические свойства и область применения.

2. ОБРАЗЦЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ

2.I. Образцы для испытаний вырезают из заготовок основного металла или сварных соединений, изготовленных в соответствии с исследуемой технологией получения основного металла или сварных соединений, либо технологией нанесения защитных смазок, ингибиторов или покрытий.

2.2. Заготовки для испытаний отбирают по ГОСТ 7564-73, заготовки из труб вырезают вдоль оси трубы согласно ГОСТ I0006-80.

2.3. Размер термообрабатываемых заготовок включает припуск на окончательную механическую обработку и возможное коробление.

2.4. Размер заготовок сварных соединений определяют по ГОСТ 6996-66.

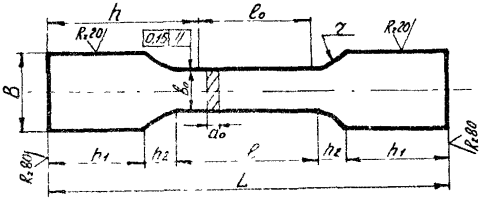
2.5. Зоны сварного соединения на стальных заготовках находят визуально или с помощью травления макрошлифов 4 %-ным раствором азотной кислоты по ГОСТ 4461-77 в этиловом спирте по ГОСТ I8300-72 в течение 20 минут.

2.6. Образцы из листового проката вырезают в направлении, перпендикулярном направлению проката, а из сварных соединений - перпендикулярно сварному шву так, чтобы одна из зон оплавления проходила на расстоянии 4 $\pm$ 2 мм от середины рабочей части образца; при этом рабочая часть образца должна включать металл шва, зону термического влияния и основной металл.

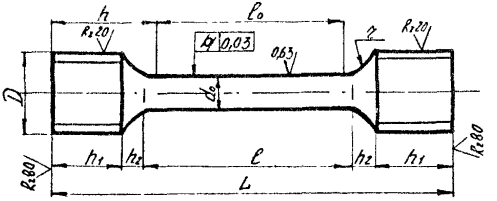
2.7. Форма и размеры образцов должны соответствовать ГОСТ I497-84, при этом размеры рабочей части цилиндрических образцов (рис. I) должны быть d_0 = 6 мм, l_0 = 30 мм, а плоских - 4х20х50 мм.

2.8. Для оценки коррозионной стойкости электродного металла сварной шов располагают посредине образца в месте кольцевой выточки (рис. 2,а). Влияние концентраторов напряжений на стой-

Тип I



Тип IV



Тип образца	a_0	b_0	d_0	l_0	l	B	D	h	h_1	h_2	2	L
I	4±0,1	20±0,2	—	50h14	68h14	40h14	—	80	50h14	21	30	210h14
IV	—	—	6±0,05	30h14	36h14	—	M12-8g	20	12h14	5	≥6	70h14

Рис. I

кость материалов и сварных соединений против сероводородного растрескивания определяют на образцах со спиральным надрезом (рис. 2,б).

2.9. Шероховатость рабочей поверхности образцов $0{,}63 \leqslant Ra \leqslant 0{,}8$ мкм по ГОСТ 2789-73.

Механическую обработку образцов необходимо проводить на режимах, исключающих перегрев и наклеп в рабочей части. За последние два прохода снимают не более 0,05 мм. Рабочая часть образцов шлифуется в продольном направлении, для окончательной обработки используется наждачная бумага № I000.

2.I0. В сварных образцах устанавливают наличие дефектов сварных соединений по ГОСТ 3242-79.

2.II. Образцы маркируют вне рабочей части по ГОСТ 9.0I9-74.

2.I2. Измерение начальных (до испытаний) и конечных (после испытаний) размеров образцов проводят согласно ГОСТ I497-84. Измерение расчетных длин образцов производят с точностью до 0,I мм, а поперечных сечений с точностью 0,0I мм. Данные измерений вносят в протокол испытаний рекомендуемого приложения.

2.I3. Образцы обезжиривают органическими растворителями, например, тетрахлорэтиленом, и промывают этиловым спиртом по ГОСТ I8300-73, после чего разрешается брать их только за нерабочую часть.

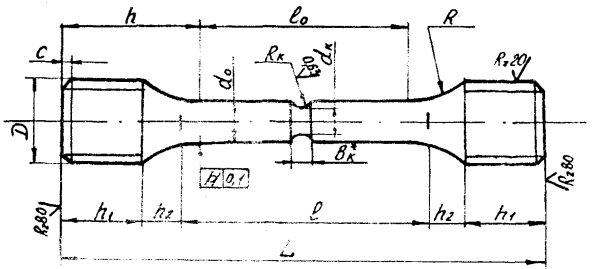
2.I4. Для уменьшения поверхности металла, контактирующего с сероводородсодержащей средой, на нерабочую поверхность образца наносят изолирующее покрытие, например, клей БФ2 ГОСТ I2I72-74.

2.I5. Подготовленные к испытаниям образцы хранят в эксикаторе ГОСТ 6371-73 не более 24-х часов.

2.I6. Количество идентичных образцов для коррозионных испытаний должно быть не менее 5.

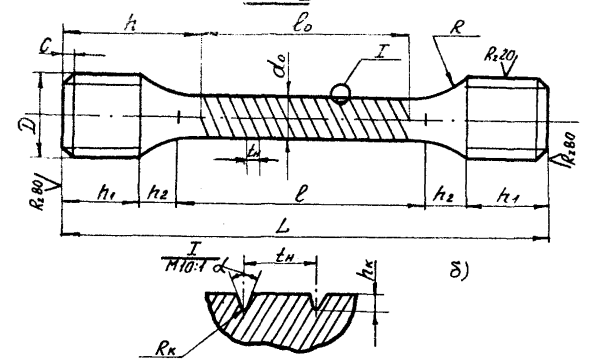
125/(√)

Тип II



а)

Тип III



б)

Тип образца	D	d_0	$d_к$	$R_к$	$B_к$	$t_н$	α	R	C	$h_к$	h	h_1	h_2	l_0	l	L
II	M12-8g	6±0,05	4±0,05	1±0,05	2	–	-	6	1,6×45°	–	20	12 h14	5	30 h14	36 h14	70 h14
III	6±0,05	–	0,1	–	2	40±1°	6	1,6×45°	0,5	20	12 h14	5	30 h14	36 h14	70 h14	

Рис.2

3. АППАРАТУРА И РЕАКТИВЫ

3.1. Машины и устройства, применяемые для проведения коррозионно-механических испытаний образцов при растяжении с постоянной скоростью относительной деформации $2 \cdot 10^{-6}$ $с^{-1}$ (рис. 3,4), должны соответствовать требованиям ГОСТ 7855-80 и ГОСТ 1497-84.

3.2. Коррозионные камеры должны обеспечивать возможность подвода инертного газа и коррозионной среды, отбора проб, а также герметичность в процессе испытаний (рис. 3). Захваты необходимо вывести за пределы коррозионной ячейки или изолировать от воздействия коррозионной среды.

Изготавливать камеры следует из электроизоляционных и химически нейтральных по отношению к коррозионной среде материалов, например, фторопласта. Объем коррозионной камеры должен обеспечивать удельный объем коррозионной среды не менее 30 мл на 1 $см^2$ неизолированной рабочей поверхности образца.

3.3. Коррозионную сероводородсодержащую среду готовят согласно ГОСТ 26294-84 и стандарта ТМ-01-77 NACE: 50 г хлористого натрия по ГОСТ 4233-77 и 5 г (4,8 мл) ледяной уксусной кислоты по ГОСТ 61-75 растворяют в 945 г дистиллированной воды по ГОСТ 6709-72. Приготовленный раствор обескислороживают продувкой со скоростью 500 $см^3$/мин инертным газом, например, азотом, в течение 60 мин и затем насыщают сероводородом до концентрации не ниже 2,8 г/л, pH = 3,0...4.

3.4. Контроль концентрации сероводорода в коррозионной среде производят не реже 1 раза в сутки методом иодометрического титрования.

3.5. Другие коррозионные среды, применяемые при испытании с постоянной скоростью деформирования, должны соответствовать ГОСТ 26294-84.

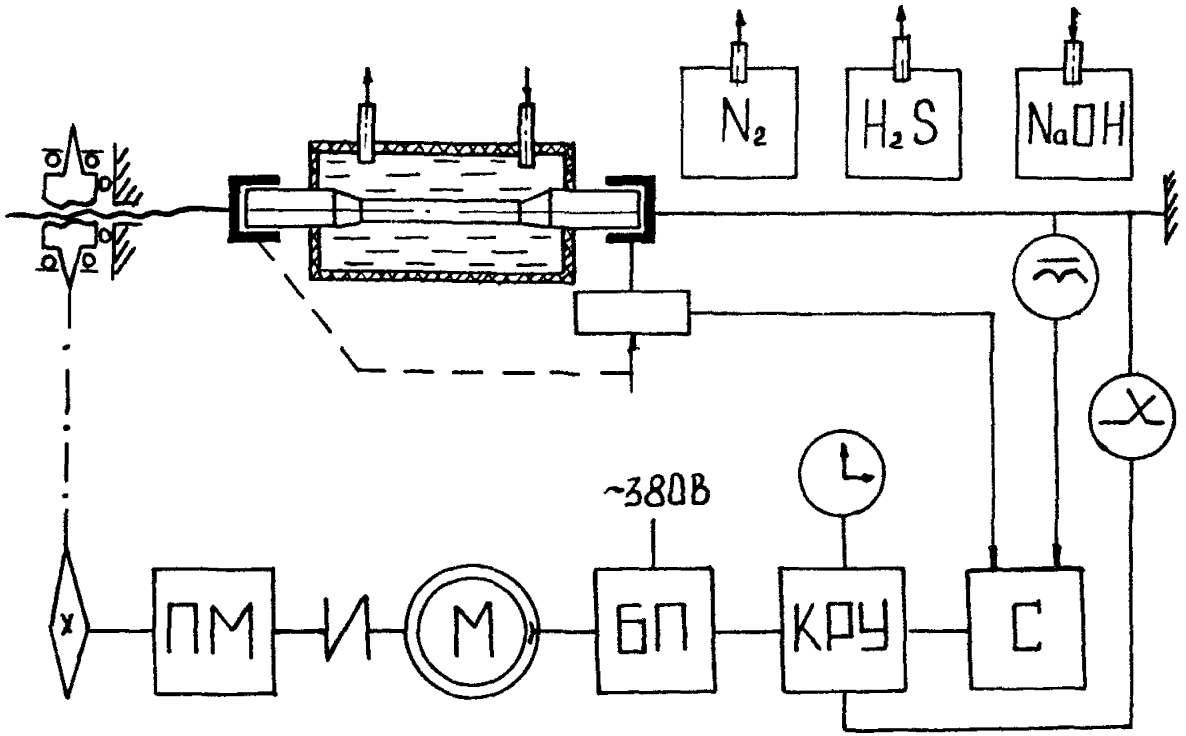


Рис.3. Функциональная схема лабораторной установки

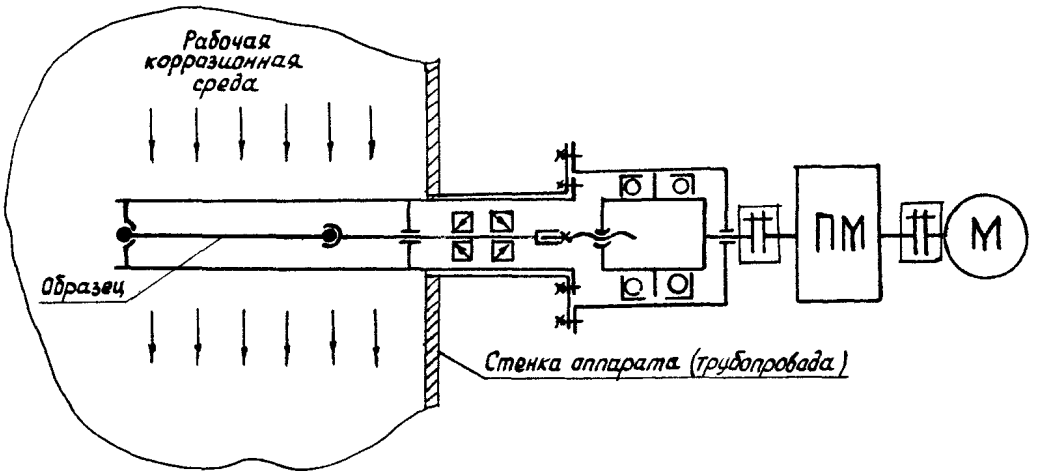


Рис. 4. Установка для коррозионных испытаний материалов в натурных условиях

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

4.I. Проводят механические испытания на воздухе по ГОСТ I497-84 трех идентичных образцов.

4.2. Образцы для коррозионных испытаний устанавливают в коррозионные камеры, которые затем продувают инертным газом, например, азотом, объемом, равным десятикратному объему камеры, и заполняют без доступа воздуха коррозионной средой.

4.3. Образцы помещают в захваты испытательной машины. Время между заполнением камеры с образцом коррозионной средой и приложением нагрузки к образцу не должно превышать 5 мин.

4.4. Испытания проводят при температуре 290-296 К (I7-23°С). Допускается проводить испытания при температурах, соответствующих условиям эксплуатации изделий.

4.5. Испытания проводят до разрушения образца, при этом регистрацию величины деформации и нагрузки выполняют с помощью самописца в координатах деформация-сила. Масштаб диаграммы по оси деформаций не менее чем 50:I и по оси нагрузок не более 5 МПа в I мм. При испытании гладких образцов такая диаграмма не обязательна.

4.6. В процессе испытаний контролируют температуру 2 раза в сутки. После разрушения образца фиксируют pH и концентрацию сероводорода в коррозионной среде, величины которых должны соответствовать п. 3.3.

4.7. Образцы после испытаний промывают дистиллированной водой, сушат и обмеряют. Результаты измерений заносят в протокол.

5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

5.I. Прочностные и пластические характеристики образцов определяют согласно ГОСТ I497-84.

5.2. В соответствии с ГОСТ I497-84 испытание считается недействительным:

а) при разрыве образца по кернам (рискам);

б) при разрыве образца в захватах испытательной машины или за пределами рабочей длины;

в) при разрыве образца по дефектам металлургического или сварочного производства;

г) при обнаружении ошибок в проведении испытаний.

5.3. Относительное сужение после испытаний образца по ГОСТ I497-84 ψ и по данной методике ψ_c вычисляют по формуле:

$$\psi = \frac{S_0 - S_к}{S_0} \cdot 100\ \%,$$

где S_0 – начальная площадь поперечного сечения рабочей части образца до разрыва, мм^2;

$S_к$ – минимальная площадь поперечного сечения образца после его разрыва, мм^2.

5.4. Относительное удлинение после испытаний образца по ГОСТ I497-84 δ и по данной методике δ_c находят из соотношения:

$$\delta = \frac{l_к - l_0}{l_0} \cdot 100\ \%,$$

где l_0 – начальная расчетная длина образца, мм;

$l_к$ – конечная расчетная длина образца после разрыва, мм.

5.5. Предел прочности определяют отношением величины максимальной нагрузки (F_{max}) к начальной площади поперечного сечения рабочей части образца (S_0).

5.6. Величину работы разрушения образца определяют измерением площади под диаграммой разрушения с учетом масштаба диаг-

раммы.

5.7. По среднеарифметическим значениям находят приведенные величины относительного сужения, относительного удлинения, предела прочности и работы разрушения материала:

$$K_\psi = \frac{\psi_c}{\psi}; \quad K_\delta = \frac{\delta_c}{\delta}; \quad K_\sigma = \frac{\sigma_{bc}}{\sigma_b}; \quad K_A = \frac{A_c}{A}.$$

5.8. Результаты испытаний и расчетов сводят в таблицу рекомендуемого приложения.

5.9. После испытаний сварных соединений вид разрушения образцов определяют согласно п. I.5. и п. 2.5. Сварное соединение считается более стойким, чем основной металл, если разрушение всех пяти образцов в коррозионной среде произошло по основному металлу вне зоны шва и зоны термического влияния. Стойкость сварного соединения принимают равной стойкости основного металла, если разрушение не менее четырех из пяти образцов происходит по основному металлу. В остальных случаях стойкость сварного соединения считается ниже стойкости основного металла.

5.I0. По величине основных или дополнительных коррозионно-механических характеристик определяют склонность материалов или сварных соединений к коррозионному растрескиванию и эффективность противокоррозионных мероприятий, более стойкому материалу или сварному соединению, а также лучшему варианту защиты от коррозии, соответствует большее значение полученной характеристики.

6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.I. Метеорологические условия, уровень звукового давления и содержания вредных примесей в рабочей зоне помещений для испытаний не должны превышать норм, установленных СН-2 45-7I, утвержденных Госстроем СССР.

6.2. Требования безопасности труда - по ГОСТ I2.I.007-76 и ГОСТ I2.2.007.0-75.

6.3. Требования пожарной безопасности по ГОСТ I2.I.004-76.

6.4. Работы с сероводородом проводят с соблюдением "Инструкции по безопасности работ при разработке нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений, содержащих сероводород".

6.5. В помещении для испытаний должны находиться средства пожаротушения, содержащие огнетушители ОУ-2, средства индивидуальной защиты на каждого работающего, включающие противогазы ПШ-I и КД 2, защитные очки, средства оказания первой медицинской помощи при несчастных случаях, включающие 3 %-ый раствор борной кислоты, нашатырный спирт, кислородную подушку, газоанализаторы со световой или звуковой сигнализацией, запас нейтрализующего сероводород раствора.

6.6. Приготовление коррозионной среды, заполнение ею камеры с образцом и слив раствора из камеры проводится в вытяжном шкафу или в специальном боксе. Сероводород после выхода из генератора или из коррозионной камеры пропускают через нейтрализующую жидкость, например, через 6 %-ый раствор марганцевокислого калия. Расход раствора 30 мл на I л сероводорода. Коррозионная среда после испытаний нейтрализуется тем же раствором.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица исходных данных

№ пп	Дата, время начала и конца испытаний	Вид испытаний коррозионные, механические	Маркировка образца	Марка металла	Размеры рабочей части образца, мм										Нагрузка, Н		Примечания
					До испытаний					После испытаний							
					d_0	a_0	b_0	l_0	S_0	$d_к$	$a_к$	$b_к$	$l_к$	$S_к$	$F_{0,2}$	F_{max}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Таблица обработки результатов

№ пп	Дата, время начала и конца испытаний	Вид испытаний коррозионные, механические	Маркировка образца	Марка металла	Механические характеристики					Коррозионно-механические характеристики								Примечания
					ψ, %	δ, %	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_в$, МПа	A, Дж.	ψ_c, %	δ_c, %	$\sigma_{вс}$, МПа	A_c, Дж.	K_ψ	K_δ	K_σ	K_A	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. ГОСТ 26294-84. Соединения сварные. Методы испытаний на коррозионное растрескивание.

2. Паркис Р.Н., Манца Ф., Ройела Х.Х. Методы испытания на коррозию под напряжением. - Защита металлов. Том IX. № 5, I973, С. 5I5-540.

3. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Метод испытания на растяжение с заданными скоростями деформирования в широком диапазоне температур. - МР I40-84. - М.:ВНИИНМАШ, I984.

4. NACE Standards TM-01-77. Test Method. Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking at Ambient Temperature Approved. - NACE Standards, Houston, 1977, p. 1-8.

5. ГОСТ I497-84 (СТ СЭВ 47I-77). Металлы. Методы испытаний металлов на растяжение.

6. Рекомендации. Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Классификация видов поверхностей разрушения (изломов) металлов. - М.:ВНИИНМАШ, I979.

7. ГОСТ 7564-73 (СТ СЭВ 2859-8I). Сталь. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов механических и технологических испытаний.

8. ГОСТ I0006-80 (СТ СЭВ 476-77). Трубы металлические. Метод испытания на растяжение.

9. ГОСТ 6996-66. Сварные соединения. Методы определения механических свойств.

I0. ГОСТ 446I-77. Кислота азотная. Технические условия.

II. ГОСТ I8300-72. Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия.

I2. ГОСТ 2789-73.Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.

I3. ГОСТ 3242-79.Соединения сварные. Методы контроля качества.

I4. ГОСТ 9.0I9-74. Методы испытаний. ЕСЗКС. Сплавы алюминиевые и магнитные. Методы ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание.

I5. ГОСТ I2I72-74. Клеи фенолвинилацетатные. Технические условия.

I6. ГОСТ 6371-73. Эксикаторы.

I7. ГОСТ 7855-80. Машины разрывные универсальные для статических испытаний металлов.

I8. ГОСТ 4233-77. Натрий хлористый. Технические условия.

I9. ГОСТ 6I-75. Кислота уксусная. Технические условия.

20. ГОСТ 6709-72. Вода дистиллированная.

2I. Расчеты и испытания на прочность. Методы испытаний на склонность к коррозионному растрескиванию сталей и сплавов в жидких средах. Методические рекомендации МР I85-86.-М.:ВНИИНМАШ, I986 г.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

I. РАЗРАБОТАНЫ И ВНЕСЕНЫ ВНИИНМАШем Госстандарта СССР.

Исполнители:

к.т.н. В.М.Кушнаренко, д-р т.н. О.И.Стеклов, д-р т.н. Э.М.Гутман, к.т.н. В.Г.Антонов, к.т.н. А.П.Фот, В.С.Уханов, Р.Н.Увяков.

2. УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Приказом ВНИИНМАШ № 306 от I.I0.87 г.

Содержание

стр.

I. Назначение и сущность метода 3
2. Образцы для испытаний 5
3. Аппаратура и реактивы 9
4. Проведение испытаний I2
5. Обработка результатов I3
6. Требования безопасности I5
Приложение: Таблицы записи исходных данных и обработки результатов испытаний I6
Литература I7
Информационные данные I9

Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Метод испытания на коррозионное растрескивание с постоянной скоростью деформирования

Рекомендации Р 50-54-37-88
Редактор Трайнин А.И.
Мл. редактор Еремеева Т.В.
ВНИИНМАШ Госстандарта СССР

Ротапринт ВНИИНМАШ I23007, Москва, ул. Шеногина, 4
Тираж 200 экз. Объем 0,8 уч.-изд. л. Цена 30 коп.
Заказ № 448-88-I.

gost.e-ecolog.ru