

## РАСЧЕТЫ И ИСПЫТАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ

Методы механических испытаний металлов.  
 Определение характеристик трещиностойкости  
 (вязкости разрушения) при статическом нагружении

ГОСТ  
 25.506—85

Design, calculation and strength testing.  
 Methods of mechanical testing of metals.  
 Determination of fracture toughness characteristics  
 under the static loading

ОКСТУ 0809

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 27 марта  
 1985 г. № 902 срок действия установлен

с 01.01.86

до 01.01.91

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает методы механических испытаний для определения характеристик трещиностойкости металлов при статическом кратковременном нагружении на образцах толщиной не менее 1 мм при температуре от минус 269 до плюс 600°С.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Обозначения и единицы измерения величин, применяемые в настоящем стандарте, указаны в обязательном приложении 1.

Примечание. Пояснения к обозначениям приведены в справочном приложении 2.

1.2. Для определения характеристик трещиностойкости испытывают с записью диаграмм «нагрузка—смещение» (« $P-v$ ») или «нагрузка—прогиб» (« $P-f$ ») образцы с предварительно нанесенной усталостной трещиной.

1.3. По результатам испытаний определяют следующие основные характеристики трещиностойкости:

силовые — критические коэффициенты интенсивности напряжений  $K$  (или  $K_I$ ):  $K_{IC}$ ,  $K_C^*$ ,  $K_{QI}$ ,  $K_C$ ;

деформационная — раскрытие в вершине трещины  $\delta_C$ ;

энергетические — критические значения  $J$ -интеграла  $J_C$  или  $J_{IC}$ .



1.4. Трещиностойкость металлов оценивают по одной или нескольким силовым, деформационным и энергетическим величинам  $K_{IC}$ ,  $K_{IC}^*$ ,  $K_C$ ,  $K_{QT}$ ,  $\delta_C$ ,  $J_C$  ( $J_{IC}$ ).

При выполнении условий корректности определения характеристик трещиностойкости (п. 5.1.3.2; 5.1.5.1 и 5.1.6) основной является величина  $K_{IC}$ .

В случае невыполнения условий корректности величин  $K_{IC}$ ,  $K_C$ ,  $K_{QT}$  трещиностойкость металлов оценивают по величинам  $K_C^*$ ,  $\delta_C$ ,  $J_C$  ( $J_{IC}$ ).

Примечания:

1. Для определения трещиностойкости металлов в широком диапазоне длин трещин допускается использовать предел трещиностойкости  $I_C$  (рекомендуемое приложение 3).

2. Методы построения температурных зависимостей характеристик трещиностойкости и определение критических температур для малоуглеродистых и низколегированных сталей описаны в рекомендуемом приложении 4.

1.5. Определяемые по настоящему стандарту характеристики трещиностойкости (наряду с другими характеристиками механических свойств) могут быть использованы для:

сравнения различных вариантов химического состава, технологических процессов изготовления, обработки и контроля качества металлов и сплавов;

сопоставления материалов при обосновании их выбора для машин и конструкций;

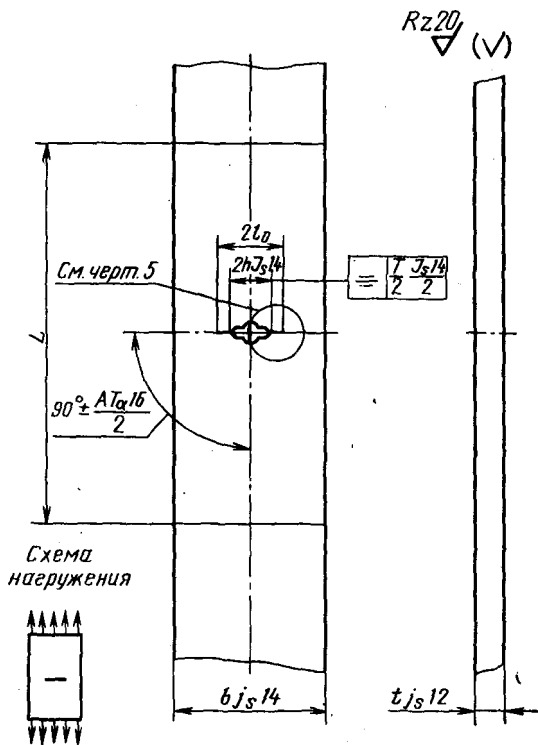
расчетов на прочность несущих элементов конструкций с учетом их дефектности, геометрических форм и условий эксплуатации; анализа причин аварий и разрушений конструкций.

1.6. Для металлов, предназначенных для использования в машинах и конструкциях с заданными условиями эксплуатации, могут быть применены методы испытаний, типы образцов и характеристики трещиностойкости металла в соответствии с отраслевыми нормативно-техническими документами.

## 2. ОБРАЗЦЫ И ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЕ

2.1. Для определения характеристик трещиностойкости применяют следующие образцы: тип 1 — плоский прямоугольный с центральной трещиной для испытаний на осевое растяжение (черт. 1); тип 2 — цилиндрический с кольцевой трещиной для испытаний на осевое растяжение (черт. 2); тип 3 — прямоугольный компактный образец с краевой трещиной для испытаний на внецентренное растяжение (черт. 3); тип 4 — плоский прямоугольный образец с краевой трещиной для испытаний на трехточечный изгиб (черт. 4).

Тип 1



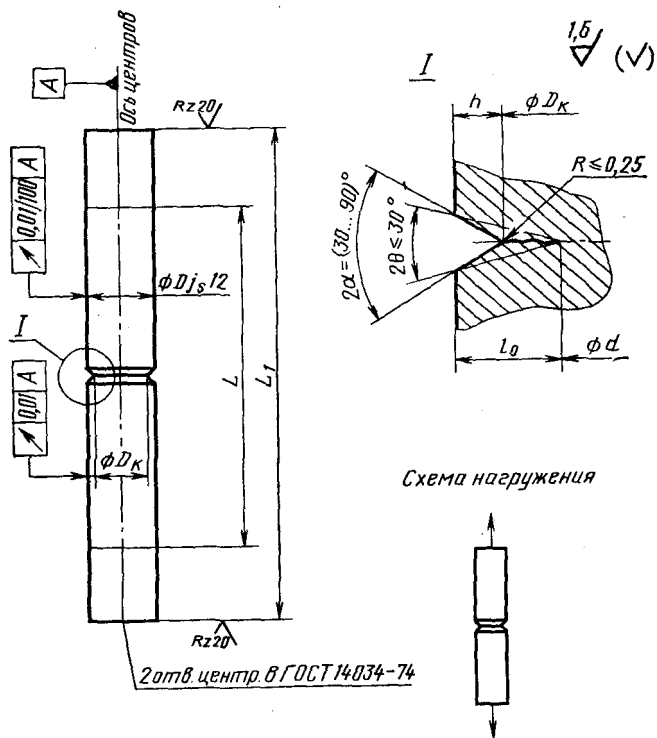
$L$  — расстояние между частями образца, служащими для крепления в захватах

$$b > 8t; \quad 2h \approx (0,25 - 0,35)b;$$

$$L > 2b; \quad 2l \approx (0,3 - 0,5)b$$

Черт. 1

Тип 2



$L$ —расстояние между частями образца, служащими для крепления в захватах;

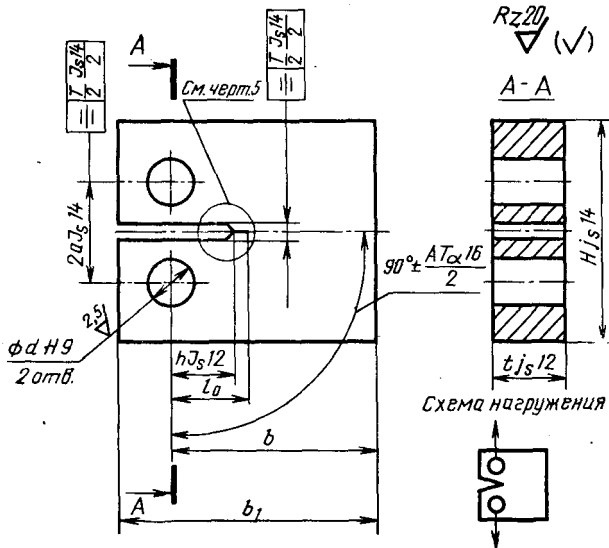
$$L = 5D; d = (0,6 - 0,7)D; L_1 > 7D$$

$$l_0 = 0,5(D - d) > h + 1,5 \text{ мм и } l_0 > 3,7h \operatorname{tg} \alpha$$

$$D_{к} = D - 2h \sim (0,65 - 0,85)D$$

Черт. 2

Тип 3

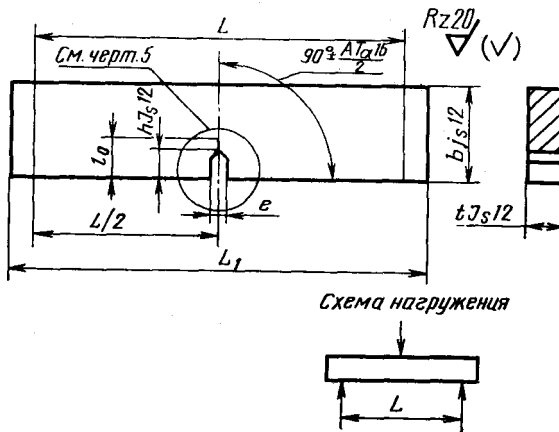


$$b=2t; b_1=1,25b; H=1,2b; 2\alpha=0,55b;$$

$$d=0,25b; l_0=(0,45-0,55)b; e<0,06b; h=(0,35-0,50)b$$

Черт. 3

Тип 4

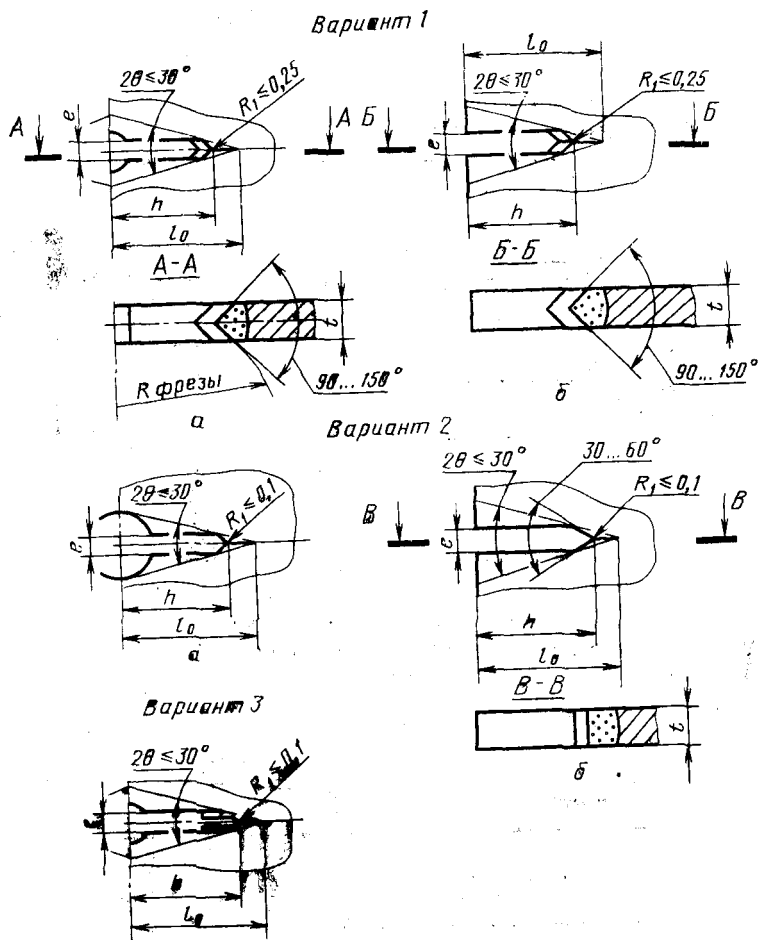


$L$ —расстояние между опорами

$$b=2t; l_0=(0,45-0,55)b; e<0,06b;$$

$$L=4b; L_1=4b+0,5b; h=(0,35b-0,50)b$$

Черт. 4



$$e < 0,06b; L_0 - h > 1,5 \text{ мм}$$

Черт. 5

2.2. Соотношение размеров и схемы нагружения образцов показаны на черт. 1—4. При этом рекомендуются следующие размеры образцов:

- тип 1 ширина  $b$  не менее 50 мм;
- тип 2 диаметр  $D$  не менее 12 мм;
- тип 3 толщина  $t$  не менее 20 мм;
- тип 4 толщина  $t$  не менее 10 мм.

В образцах типов 1 и 2 форму и размеры частей, служащих для крепления и нагружения, определяют после выбора конст-

рукции захватов. Размер  $h$  назначают в зависимости от способа изготовления надреза и крепления образца так, чтобы он не разрушился в захватах.

Примечания:

1. Для образцов типов 1, 3, 4 шероховатость их боковой поверхности вблизи вершины надреза и исходной усталостной трещины должна соответствовать 8-му классу.

2. Рекомендации по выбору образцов приведены в рекомендуемом приложении 5.

2.3. Иницирующий надрез в образце типа 2 показан на черт. 2, а в остальных — на черт. 5. Ориентация надреза в случае анизотропии механических свойств должна быть одинаковой для всех образцов при данных испытаниях.

Для образцов типа 1 применяют надрезы вариантов 1а, 2а, 3 (черт. 5), для образцов типов 3 и 4 вариантов 1б и 2б.

Надрез изготавливают с помощью специальных фрез (см. черт. 5, варианты 1а и 2б) или шлифовального круга (вариант 2б), пропиливанием от центрального отверстия (вариант 2а) или электроискровым способом (вариант 3). В отдельных случаях допускается комбинировать различные способы. Иницирующий надрез для образца типа 2 изготавливают на токарном станке с последующей шлифовкой.

• Примечание. Для уменьшения нагрузки и времени, необходимых для зарождения трещин, можно применять лазерную, электронно-лучевую и другие обработки вершины надреза при условии, что область нарушенного состояния исходного материала у вершины надреза будет меньше длины создаваемой исходной усталостной трещины.

2.4. При вырезке и изготовлении образцов необходимо обеспечить минимальные наклеп, остаточные напряжения, а также изменения структуры и фазового состава в зоне разрушения образца. Окончательную механическую обработку образцов и нанесение исходной усталостной трещины проводят после термической обработки образцов.

2.5. Усталостную трещину наносят таким образом, чтобы контур надреза находился между прямыми, пересекающимися под углом  $2\theta$   $20$ — $30^\circ$  в вершине трещины (черт. 5), а разность  $(l_0 - h)$  была не меньше 1,5 мм.

2.6. Усталостные трещины в плоских образцах типов 1, 3 и 4 (черт. 1, 3, 4) наносят при переменном растяжении с коэффициентом асимметрии цикла  $R=0,1$ — $0,2$ , а в образцах типа 2 — при круговом изгибе ( $R=-1$ ). При этом регистрируют минимальные и максимальные усилия цикла, и число циклов. Номинальные напряжения  $\sigma_0$  при максимальном усилии цикла (должны быть не больше  $0,5 \sigma_{0,2}$  ( $\sigma_{0,2}$  определяют при температуре, при которой наносят усталостные трещины), а рекомендуемое число

циклов нагружения при нанесении усталостной трещины — не меньше  $5 \cdot 10^4$ .

Примечания:

1. В образцах типа 4 допускается нанесение усталостных трещин при знакопеременном консольном изгибе с соблюдением требований настоящего пункта.

2. При нанесении усталостной трещины на образцах, предназначенных для испытаний с целью определения  $K_{IC}$ ,  $K_C$ ,  $K_C^*$  и  $K_{QT}$ , максимальный коэффициент интенсивности напряжений цикла  $K_{max}$ , рассчитанный для надреза как для трещины длиной  $h$ , не должен превышать  $0,75 K_{IC}$ , где  $K_{IC}$  — предполагаемое значение  $K_{IC}$ , а на конечном участке трещины длиной не менее 1,5 мм — не превосходить  $0,6 K_{IC}$ . Если трещину наносят при температуре  $T^{(1)}$ , а испытывают образец при температуре  $T^{(2)}$ , то  $K_{max}$  не должен превышать  $0,6 K_{IC} \cdot \sigma_{0,2}^{(1)} / \sigma_{0,2}^{(2)}$ , где величины с индексом (1) относятся к температуре  $T^{(1)}$ , а с индексом (2) к  $T^{(2)}$  (см. рекомендуемое приложение 6).

2.7. Отклонение длины нанесенной усталостной трещины на каждой из боковых поверхностей плоских образцов от заданной длины не должно превышать 2% от  $l_0$  при  $l_0 \geq 25$  мм и 0,5 мм при  $l_0 < 25$  мм.

Угол отклонения плоскости усталостной трещины от плоскости надреза на всех образцах не должен превышать  $10^\circ$ .

2.8. Рекомендации по конструкциям приспособлений для крепления и нагружения образцов при нанесении усталостных трещин даны в рекомендуемом приложении 6.

### 3. ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

3.1. Для определения характеристик трещиностойкости используют машины с механическим, гидравлическим или электрогидравлическим приводом, метрологические параметры которых соответствуют ГОСТ 7855—84.

3.2. Необходимое максимальное усилие испытательной машины рассчитывают по формулам:

для образцов типа 1

$$P_{max} \geq 0,5(b-2l)t(\sigma_{0,2} + \sigma_B)$$

для образцов типа 2

$$P_{max} \geq 0,4d^2(\sigma_{0,2} + \sigma_B)$$

для образцов типа 3

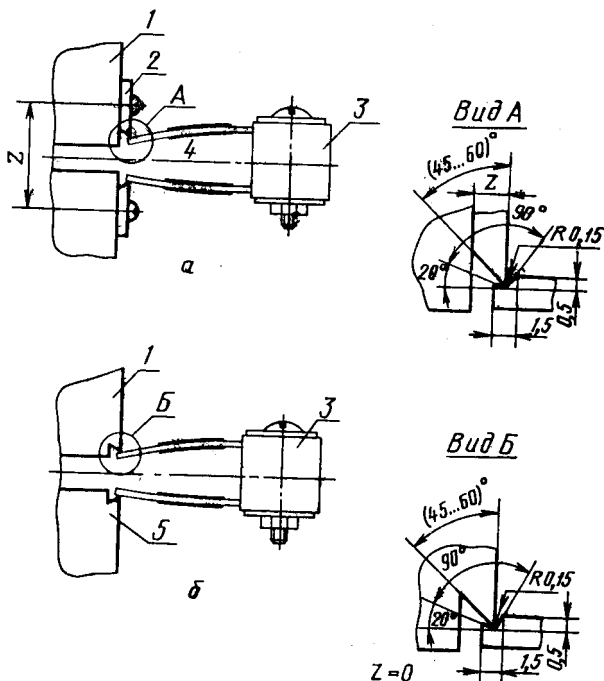
$$P_{max} \geq 0,2(b-l)t(\sigma_{0,2} + \sigma_B)$$

для образцов типа 4

$$P_{max} \geq 0,1 \frac{(b-l)^2}{b} t(\sigma_{0,2} + \sigma_B).$$



3.3. Для измерения смещений  $v$  или прогибов  $f$  применяют двухконсольные датчики тензорезисторного типа. Захватные части датчиков, способы их установки на образцах и размеры элементов датчиков в зоне их крепления приведены на черт. 6. Расчет остальных размеров датчиков и схема соединения тензорезисторов для обеспечения термокомпенсации приведены в рекомендуемом приложении 7.



1—образец; 2—накладные опорные призмы; 3—датчик смещения; 4—плоскость надреза; 5—призматические выступы

Черт. 6

Разность показаний прямого и обратного хода и нелинейность в диапазоне рабочего хода датчика и погрешность измерения датчика не должны превышать 2% от рабочего диапазона датчика. Тарировку датчика проводят с погрешностью не более  $\pm 0,01$  мм.

3.3.1. Установку датчиков смещения на образцах типов 1—4 проводят с помощью накладных опорных призм (черт. 6а).

На образцах типов 3 и 4 допускается установка датчиков на призматических выступах, изготовленных на торцах образцов (черт. 6б).

3.3.1.1. Оси отверстий для установки накладных опорных призм или призматические выступы должны располагаться на одинаковом расстоянии от плоскости надреза, с погрешностью не более  $\pm 0,2$  мм.

3.3.1.2. Расстояние между осями отверстий Z (черт. 6) для крепления накладных опорных призм должно быть для образцов: типа 1 — не более  $2l$ ; типа 2 — не более  $(D-d)$ ; типов 3 и 4 — не более  $2l$ .

Примечание. На образцах типа 2 допускается изготовление лысок глубиной не более  $0,15(D-d)$ .

3.3.1.3. Расстояние между кромками призматических выступов на образцах типов 3 и 4 должно быть не более  $2l$ .

3.3.2. Двухконсольный датчик прогиба  $f$  для образцов типа 4 устанавливается на опорных призмах, одна из которых жестко закреплена на нагружающем ноже, а другая на traversе испытательной машины.

3.4. Датчики смещений  $v$  или прогибов  $f$ , а также устройства для записи диаграмм « $P-v$ » и « $P-f$ » должны обеспечивать:

тангенс угла наклона линейного участка диаграмм « $P-v$ » и « $P-f$ » к оси  $v$  или  $f$  в пределах 1—3;

масштаб диаграммы по оси  $v$  и  $f$  не менее 25:1.

Примечание. При испытаниях по определению  $K_{1c}$  масштаб по оси  $v$  увеличивают не менее, чем в два раза по сравнению с приведенными выше.

3.5. Температуру образца измеряют термоэлектрическими датчиками (термопарами), приваренными к образцу вблизи вершины исходной усталостной трещины.

Примечание. Допускаются иные способы крепления термопар, при условии обеспечения надежного контакта спая термопары с поверхностью образца. Температуру образца измеряют приборами класса точности не ниже 0,5.

3.6. Приспособления для крепления и нагружения образцов (см. рекомендуемое приложение 6) должны обеспечивать реализацию заданной схемы нагружения, в частности, точную центровку образца и исключить его разрушение в захватах.

При испытании образцов типа 4 номинальные диаметры опорных роликов и центрального нагружающего ножа должны быть равными  $b/3$ .

#### 4. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

4.1. Испытательные машины должны быть аттестованы в соответствии с ГОСТ 24555—81, при этом должны быть выполнены требования разд. 3.

4.2. Размеры образцов  $l_0$ ,  $b$ ,  $D$  и  $t$ , а также толщина накладных опорных призм  $z$  перед испытаниями измеряют с погрешностью не выше 0,1 мм.

4.3. Скорости нагружения образцов устанавливаются по скорости перемещения подвижного захвата в пределах от 0,02 до 0,2 мм/с.

При испытаниях на определение  $K_{IC}$ ,  $K_C$ ,  $K_{QT}$  и  $K_C^*$  скорость нагружения должна соответствовать скорости роста коэффициента интенсивности напряжений в пределах (0,5—1,5) МПа·м<sup>1/2</sup>/с на линейном участке диаграмм « $P-u$ » или « $P-f$ ».

Примечание. При наличии в НТД на металлопродукцию особых указаний допускается проведение испытаний при других скоростях нагружения. В этих случаях скорость нагружения должна быть указана в протоколе испытаний.

4.4. При проведении испытаний при температурах, отличающихся от комнатной, должны соблюдаться требования к испытаниям, установленным ГОСТ 22706—77, ГОСТ 11150—84, ГОСТ 9651—84. В процессе испытания контролируют температуру образца в сечении с трещиной не должна превышать  $\pm 2^\circ\text{C}$  при температурах от минус 269 до  $20^\circ\text{C}$  и  $\pm 5^\circ\text{C}$  при температурах от 20 до  $600^\circ\text{C}$ .

Примечание. Температурный диапазон испытаний на трещиностойкость не должен включать температуры, при которых происходят структурные превращения и возникают деформации ползучести.

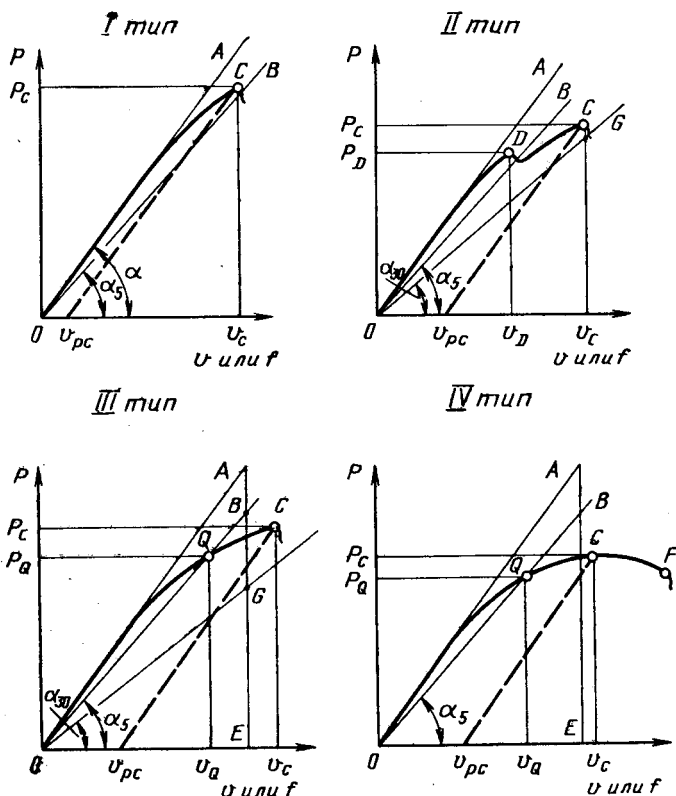
4.5. При определении характеристик  $K_{IC}$ ,  $K_C$ ,  $K_{QT}$  и  $K_C^*$  испытания образцов и типов 1—4 проводят до разрушения с регистрацией диаграмм « $P-u$ ».

Характерные типы диаграмм « $P-u$ » (или « $P-f$ ») приведены на черт. 7.

Диаграмма I типа характеризуется расположением вершины (точка  $C$ ) левее прямой  $OB$ , наклоненной к оси  $u$  (или  $f$ ) под углом  $\alpha_5$ , тангенс которого на 5% меньше тангенса угла  $\alpha$  наклона касательной  $OA$  к начальному линейному участку диаграммы. Разрушение образца происходит в точке  $C$  диаграммы.

Диаграмма II типа характеризуется наличием локального максимума нагрузки (точка  $D$ ), находящегося левее прямой  $OB$ . Разрушение образца происходит в точке  $C$  диаграммы, расположенной левее прямой  $OG$ , наклоненной к оси  $u$  (или  $f$ ) под углом  $\alpha_{30}$ , тангенс которого на 30% меньше, чем тангенс угла наклона касательной  $OA$  (угла  $\alpha$ ).

Диаграмма III типа характеризуется наличием максимума нагрузки (точка  $C$ ), соответствующей разрушению образца, лежащей левее прямой  $OG$ .



Черт. 7

Диаграмма IV типа представляет собой кривую с максимальной нагрузкой в точке  $C$ . Разрушение образца происходит в точке  $F$  диаграммы, расположенной правее точки  $C$ .

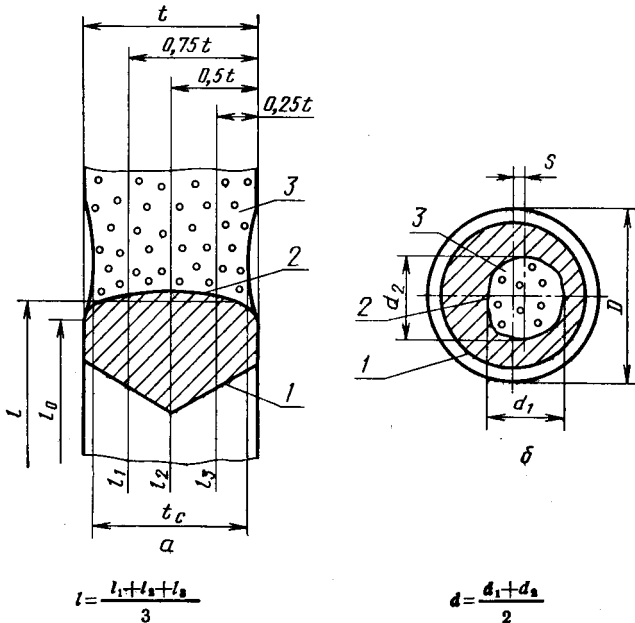
Примечание. Прямую  $OB$  удобно строить следующим образом: из точки  $A$  опускают перпендикуляр  $AE$  на ось  $v$  (или  $f$ ) и откладывают отрезок  $AB=0,05 AE$ . Через точку  $O$  и  $B$  проводят прямую  $OB$ . Построение прямой  $OG$  проводят таким же образом, но величина  $AG$  должна быть равна  $0,3 AE$ .

4.5.1. После разрушения образцов вычисляют, с округлением до  $0,1$  мм, длину исходной усталостной трещины  $l$  для плоских образцов типов 1, 3 и 4 или для образцов типа 2 диаметра образца  $d$ .

4.5.1.1. Длину  $l$  в плоских образцах типов 1, 3 и 4 вычисляют с округлением  $0,1$  мм как среднее арифметическое измерение (с погрешностью не более  $0,1$  мм) не менее чем в 3 точках на контуре усталостной трещины, расположенных через равные проме-

жутки по толщине образца, исключая боковые поверхности (черт. 8а).

## Схемы изломов



$$l = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{3}$$

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

а—плоских образцов типов 1, 3 и 4; б—цилиндрического образца типа 2; 1—граница надреза; 2—контур усталостной трещины; 3—статический долом

Черт. 8

Если какие-либо два из указанных результатов измерений отличаются более, чем на 10%, образец отбраковывают.

4.5.1.2. Если в образце типа 1 значение средней длины усталостной трещины справа и слева от центра образца отличается более чем на 10%, образец отбраковывается.

4.5.1.3. В образце типа 2 измеряют расстояние  $s$  между центрами поперечного сечения и статического долома образца, а также диаметры контура усталостной трещины в двух взаимно перпендикулярных направлениях  $d_1$ ,  $d_2$  и вычисляют их среднее значение  $d$  (черт. 8б). Если величина  $2s/d$  и (или) значение  $\frac{|d_1 - d_2|}{2d}$

превышает 0,08, образец отбраковывают.

4.5.2. Все измеренные и вычисленные величины заносят в протокол испытания (рекомендуемое приложение 8).

4.6. Значения раскрытия трещины  $\delta_c$  определяют при испытании образцов типов 1—4 до разрушения с записью диаграмм « $P-u$ ».

4.6.1. Замеры и вычисление длины исходной усталостной трещины  $l$  в образцах типов 1, 3 и 4 и размеров  $s$  и  $d$  в образцах типа 2 проводят в соответствии с п. 4.5.1.

4.6.2. Все полученные при испытании величины ( $l_1, l_2, l_3, l$  или  $d_1, d_2, d$ ) совместно с диаграммами « $P-u$ » заносят в протокол испытания.

4.7. Критические значения  $J$ -интеграла  $J_c(J_{IC})$  определяют на образцах типов 3 и 4 с записью диаграмм « $P-u$ » для образцов типа 3 и « $P-f$ » для образцов типа 4.

4.7.1. Первый образец доводят до разрушения. По полученной при испытании диаграмме « $P-u$ » или « $P-f$ » анализируют, к какому характерному типу диаграмм она относится (см. п. 4.5).

4.7.2. В случае получения при испытании диаграммы I типа (черт. 7) по излому образца проводят вычисление длины исходной усталостной трещины  $l$  в соответствии с п. 4.5.1.1.

Получение этого типа диаграмм проверяют на не менее трех одинаковых образцах в одинаковых условиях испытаний. Полученные значения  $l_1, l_2, l_3, l$  для каждого образца совместно с диаграммами « $P-u$ » или « $P-f$ » заносят в протокол испытания (рекомендуемое приложение 8).

4.7.3. Если при испытании первого образца по п. 4.7.1 была получена диаграмма « $P-u$ » или « $P-f$ » II, III или IV типа необходимо проведение дополнительных испытаний на одинаковых образцах в одних условиях испытаний.

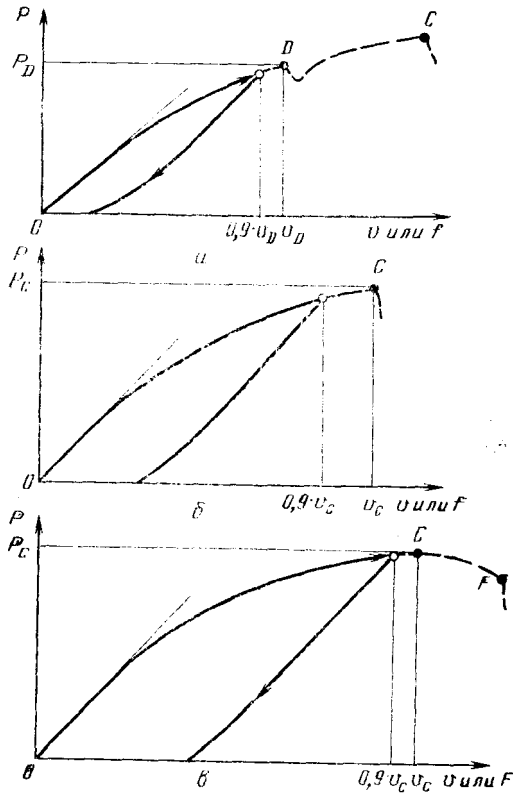
4.7.4. Следующий образец статически нагружают до заранее выбранного смещения  $u$  или прогиба  $f$ , составляющего не менее  $0,9 u_c$  или  $0,9 f_c$  для диаграмм III и IV типов и  $0,9 u_D$  или  $0,9 f_D$  для диаграмм II типа (черт. 9). При этом значения  $u_c, f_c, f_D$  и  $u_D$  назначают по диаграммам, полученным при испытании по п. 4.7.1. Затем образец разгружают, фиксируют контур статически подросшей трещины и доламывают.

Примечание. Способы фиксации контура статического подраста трещины указаны в рекомендуемом приложении 9.

4.7.5. Длину исходной усталостной трещины  $l$  вычисляют в соответствии с п. 4.5.1.1.

4.7.6. Статический подрост трещины  $\Delta l$  вычисляют с округлением до 0,1 мм как среднее арифметическое измерение не менее, чем в 5 точках на контуре статически подросшей трещины, расположенных через равные промежутки по толщине образца, исключая боковые поверхности (черт. 10). Каждое измерение следует проводить с погрешностью не более 0,1 мм.

Схемы нагружения и разгрузки образцов  
при испытании по п. 4.7.4.



а—диаграмма II типа; б—диаграмма III типа; в—  
диаграмма IV типа

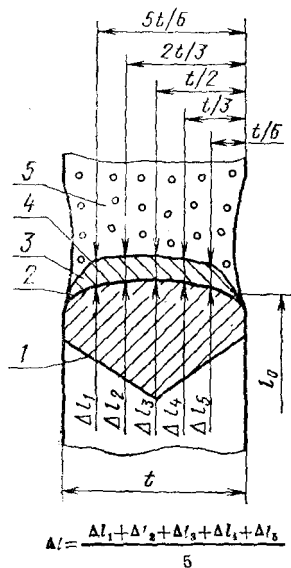
Примечания:

1. Пунктиром показаны диаграммы, полученные при испытании первого образца по п. 4.7.1.
2. O— точка разгрузки образцов.

Черт. 9

4.7.7. В случае, когда статический подрост трещины  $\Delta l$  образца, испытанного по п. 4.7.4, оказался меньше 0,3 мм для образцов толщиной  $t$  не более 30 мм или  $0,01 \cdot t$  для образцов толщиной свыше 30 мм, то величины  $l$  и  $\Delta l$ , полученные по пп. 4.7.5 и 4.7.6, совместно с диаграммами « $P-u$ », или « $P-f$ » заносят в протокол испытания.

Схема измерения излома плоского образца со статическим подростом трещины



1—граница надреза; 2—контур усталостной трещины; 3—площадь статически подростшей трещины; 4—контур статически подростшей трещины; 5—статический долом

Черт. 10

4.7.8. В случае, когда статический подрост трещины  $\Delta l$  образца, испытанного по п. 4.7.4, оказался больше 0,3 мм для образцов толщиной  $t$  не более 30 мм и  $0,01 \cdot t$  для образцов свыше 30 мм, то необходимо испытать дополнительно не менее четырех одинаковых образцов в одних условиях испытания. При этом, длины исходных усталостных трещин  $l_0$ , измеренных на боковых поверхностях образцов, должны отличаться не более, чем на 10%.

4.7.8.1. Каждый образец нагружают до заранее выбранного смещения  $v_i$  или прогиба  $f_i$  меньших  $0,9 v_c$  или  $0,9 f_c$  для диаграмм III и IV типов и  $0,9 v_D$  или  $0,9 f_D$  для диаграмм II типа. При этом значения  $v_c$ ,  $f_c$ ,  $f_D$  или  $v_D$  назначают по диаграммам, полученным при испытании по п. 4.7.1. Затем образец разгружают, фиксируют статический подрост трещины и доламывают.

Примечания:

1. Схемы нагружения и разгрузки образцов приведены на черт. 11.
2. Способы фиксации контура статического подраста трещины приведены в рекомендуемом приложении 9.

4.7.8.2. Длину исходной усталостной трещины  $l$  вычисляют по п. 4.5.1.1.

4.7.8.3. Статический подрост трещины  $\Delta l$  вычисляют в соответствии с п. 4.7.6.

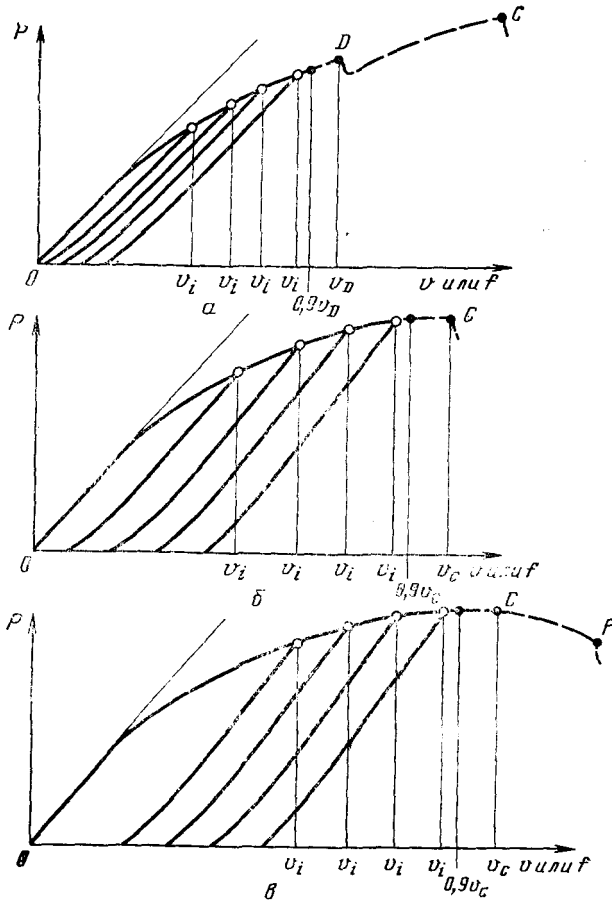
4.7.8.4. Полученные значения  $l_1, l_2, l_3, l, \Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3, \Delta l_4, \Delta l_5, \Delta l'$  для каждого образца совместно с диаграммами « $P-u$ » или « $P-f$ » заносят в протокол испытания.

4.7.9. В случае, когда при испытании по п. 4.7.4 образец разрушился до достижения выбранного значения  $v$  или  $f$  и диаграмма « $P-u$ » или « $P-f$ » получилась IV типа, необходимо дополнительно испытать не менее пяти одинаковых образцов в одних ус-



ловиях испытания. При этом длины исходных усталостных трещин, измеренных на боковых поверхностях образцов, не должны отличаться более, чем на 10%.

Схемы нагружения и разгрузки образцов при испытании по п. 4.7.8.1



а—диаграмма II типа; б—диаграмма III типа; в—диаграмма IV типа;

Примечания:

1. Пунктиром показаны диаграммы, полученные при испытании первого образца по п. 4.7.1.
2. о — точка разгрузки образцов.

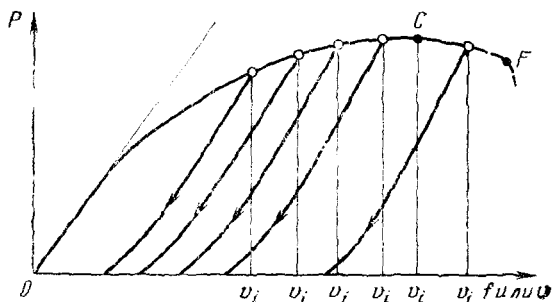
4.7.9.1. Каждый образец нагружают до заранее выбранного значения  $v_i$  или  $f_i$ . Затем образец разгружают, фиксируют статический подрост трещины и доламывают.

Примечания:

1. Рекомендуется первый образец нагружать до начала спада нагрузки на диаграммах « $P-v$ » или « $P-f$ ». Каждый из последующих образцов нагружают последовательно до меньшей величины смещения  $v_i$  или прогиба  $f_i$ , как показано на черт. 12, и затем образец разгружают.

2. Способы фиксации статического подраста трещины указаны в приложении 9.

Схема нагружения и разгрузки образцов при испытании по п. 4.7.9.1



o — точка разгрузки образца.

Черт. 12

4.7.9.2. Длину исходной усталостной трещины  $l$  вычисляют по п. 4.5.1.1.

4.7.9.3. Статический подрост трещины  $\Delta l$  вычисляют по п. 4.7.6.

4.7.9.4. Полученные значения  $l_1, l_2, l_3, l, \Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3, \Delta l_4, \Delta l_5, \Delta l$  для каждого образца, совместно с диаграммами « $P-v$ » или « $P-f$ » заносят в протокол испытания.

4.7.10. В случае, когда при испытании по п. 4.7.4 образец разрушился до достижения выбранного значения  $v$  или  $f$  и диаграмма « $P-v$ » или « $P-f$ » получилась II или III типа проводят вычисление длины исходной усталостной трещины  $l$  по п. 4.5.1.1.

4.7.10.1. Полученные значения  $l_1, l_2, l_3, l$  совместно с диаграммами « $P-v$ » или « $P-f$ » заносят в протокол испытания.

4.8. Толщину  $t_c$  в зоне максимального сужения разрушенных плоских образцов типов 1, 3 и 4 (черт. 8а) определяют как среднее арифметическое двух измеренных значений толщины у вершины трещины на обеих половинках разрушенного образца. На образцах типа 1 также измерения проводят у двух вершин трещины.

4.9. Все измеренные и вычисленные при испытании величины и машинные диаграммы « $P-v$ » или « $P-f$ » заносят в протокол испытания (рекомендуемое приложение 8).

4.10. Требования по технике безопасности при проведении испытаний — по ГОСТ 12.2.003—74 (СТ СЭВ 1085—78).

### 5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

5.1. Вычисление критических коэффициентов интенсивности напряжений  $K_{IC}$ ,  $K_C$ ,  $K_{QT}$  и  $K_C^*$ .

5.1.1. По диаграммам « $P-v$ » определяют нагрузки  $P_Q$ ,  $P_D$  и  $P_C$ . Характерные типы диаграммы « $P-v$ » показаны на черт. 7. Для диаграммы I типа принимают  $P_Q = P_C$ , для диаграммы II типа —  $P_Q = P_D$ .

По диаграммам III и IV типов нагрузки  $P_Q$  определяют в точке пересечения диаграммы с прямой  $OB$ .

5.1.2. По значениям  $P_Q$  вычисляют величины  $K_Q$  по формулам для коэффициентов интенсивности  $K(K_I)$

$$K_Q = \frac{P_Q}{t \sqrt{b}} \cdot Y_1,$$

где 
$$Y_1 = 0,380 \left[ 1 + 2,308 \left( \frac{2l}{b} \right) + 2,439 \left( \frac{2l}{b} \right)^2 \right]$$

при  $0,3 b \leq 2l \leq 0,5b$  для образца типа 1;

$$K_Q = \frac{P_Q}{\sqrt{D^3}} (Y_2' + Y_2''),$$

где 
$$Y_2' = 6,53 \left[ 1 - 1,8167 \left( \frac{d}{D} \right) + 0,9167 \left( \frac{d}{D} \right)^2 \right];$$

$$Y_2'' = 3,1 \left( \frac{2s}{d} \right),$$

при  $0,6 D \leq d \leq 0,7 D$  и  $2 s < 0,08 d$  для образца типа 2;

$$K_Q = \frac{P_Q}{t \sqrt{b}} Y_3,$$

где 
$$Y_3 = 13,74 \left[ 1 - 3,380 \left( \frac{l}{b} \right) + 5,572 \left( \frac{l}{b} \right)^2 \right]$$

при  $0,45b \leq l \leq 0,55b$  для образца типа 3

и 
$$K_Q = \frac{P_Q \cdot L}{t \cdot \sqrt{b^3}} \cdot Y_4,$$

$$\text{где } Y_4 = 3,494 \left[ 1 - 3,396 \left( \frac{l}{b} \right) + 5,839 \left( \frac{l}{b} \right)^2 \right]$$

при  $0,45b \leq l \leq 0,55b$  для образца типа 4.

Значения функций  $Y_1$ ,  $Y_2'$ ,  $Y_2''$ ,  $Y_3$  и  $Y_4$  приведены в табл. 1—3.

Таблица 1

Значения поправочной функции  $Y_1$  для образцов типа 1

$\frac{2l}{b}$	$Y_1$	$\frac{2l}{b}$	$Y_1$	$\frac{2l}{b}$	$Y_1$	$\frac{2l}{b}$	$Y_1$
0,300	0,727	0,350	0,800	0,400	0,879	0,450	0,962
0,305	0,734	0,355	0,808	0,405	0,887	0,455	0,971
0,310	0,741	0,360	0,816	0,410	0,895	0,460	0,980
0,315	0,748	0,365	0,824	0,415	0,904	0,465	0,988
0,320	0,756	0,370	0,832	0,420	0,912	0,470	0,997
0,325	0,763	0,375	0,839	0,425	0,920	0,475	1,003
0,330	0,770	0,380	0,847	0,430	0,928	0,480	1,014
0,335	0,778	0,385	0,855	0,435	0,937	0,485	1,024
0,340	0,785	0,390	0,863	0,440	0,945	0,490	1,032
0,345	0,793	0,395	0,871	0,445	0,954	0,495	1,041
						0,500	1,050

Таблица 2

Значения поправочных функций  $Y_2'$  и  $Y_2''$  для образцов типа 2

$\frac{d}{D}$	$Y_2'$	$\frac{d}{D}$	$Y_2'$	$\frac{2s}{d}$	$Y_2''$
0,600	1,57	0,650	1,35	0	0
0,605	1,54	0,655	1,33	0,01	0,03
0,610	1,52	0,660	1,31	0,02	0,06
0,615	1,50	0,665	1,29	0,03	0,09
0,620	1,47	0,670	1,27	0,04	0,12
0,625	1,45	0,675	1,25	0,05	0,16
0,630	1,43	0,680	1,23	0,06	0,19
0,635	1,41	0,685	1,21	0,07	0,22
0,640	1,39	0,690	1,19	0,08	0,25
0,645	1,37	0,695	1,17		
		0,700	1,16		

Таблица 3

Значения поправочных функций  $Y_3$  и  $Y_4$  для образцов типов 3 и 4

$\frac{l}{b}$	$Y_3$	$Y_4$	$\frac{l}{b}$	$Y_3$	$Y_4$
0,450	8,34	2,29	0,500	9,66	2,66
0,455	8,46	2,32	0,505	9,81	2,70
0,460	8,58	2,35	0,510	9,97	2,75
0,465	8,70	2,39	0,515	10,13	2,79
0,470	8,82	2,42	0,520	10,29	2,84
0,475	8,95	2,46	0,525	10,46	2,89
0,480	9,09	2,50	0,530	10,63	2,94
0,485	9,22	2,54	0,535	10,81	2,99
0,490	9,37	2,58	0,540	10,99	3,04
0,495	9,51	2,62	0,545	11,17	3,09
			0,550	11,36	3,14

Примечания:

1. Допускается вычислять поправочные функции  $Y_1$ ,  $Y_2'$ ,  $Y_3$  и  $Y_4$  по формулам:

$$Y_1 = 0,2369 \left[ 1 + 6,827 \left( \frac{2l}{b} \right) \right];$$

$$Y_2' = 4 \left[ 1 - 1,017 \left( \frac{d}{D} \right) \right];$$

$$Y_3 = -5,219 \left[ 1 - 5,739 \left( \frac{l}{b} \right) \right];$$

$$Y_4 = -1,555 \left[ 1 - 5,456 \left( \frac{l}{b} \right) \right].$$

2. При испытании образцов предпочтительных размеров (рекомендуемое приложение 5) значение  $K_Q$  вычисляют по формуле  $K_Q = P_Q \cdot g$ . Значения функции  $g$  для образцов типов 1, 2, 3 и 4 приведены в рекомендуемом приложении 5.

5.1.3. Вычисление значения  $K_{IC}$  приводят по формулам для  $K_Q$  по п. 5.1.2.

5.1.3.1. По полученным для заданной температуры испытаний в соответствии с п. 5.1.2 величинам  $K_Q$  и пределам текучести при той же температуре  $\sigma_{0,2}$  вычисляют расчетные размеры сечения для плоских образцов (черт. 1, 3, 4)

$$t_{PK} = \beta_K \left( \frac{K_Q}{\sigma_{0,2}} \right)^2,$$

где безразмерный коэффициент  $\beta_K$  принимают равным 2,5 для алюминиевых, титановых, магниевых сплавов и сталей; 0,6 для чугунов;

для цилиндрических образцов (черт. 2)

$$D_{PK}=2,3 \left( \frac{K_Q}{\sigma_{0,2}} \right)^2, \quad d_{PK}=1,6 \left( \frac{K_Q}{\sigma_{0,2}} \right)^2.$$

5.1.3.2. Величину  $K_Q$ , определенную по п. 5.1.3, принимают равной  $K_{IC}$ , если для диаграмм « $P-v$ » III и IV типов  $P_C \leq 1,1P_Q$ , а для диаграммы II типа  $P_C \leq 1,1P_D$  и если для плоских образцов типов 1, 3, 4 выполняются неравенства одной из двух групп:

$$1. t_{PK}/t \leq 1 \quad \text{и} \quad \varphi_C = \frac{t-t_C}{t} \cdot 100\% \leq 1,5\%;$$

2.  $v_C \leq 1,2v_Q$  для диаграмм III и IV типов и  $v_C \leq 1,2v_D$  для диаграмм II типа. Значения  $v_C$ ,  $v_Q$  и  $v_D$  находят графически по полученным диаграммам « $P-v$ » в соответствии с черт. 7, а для цилиндрических образцов (тип 2)

$$D_{PK}/D \leq 1 \quad \text{и} \quad d_{PK}/d \leq 1.$$

Если приведенные неравенства не удовлетворяются, то для определения  $K_{IC}$  следует испытать образцы большей толщины  $t$  или диаметра  $D$ .

Примечание. Для нахождения  $v_C$ ,  $v_Q$  или  $v_D$  на диаграммах « $P-v$ » из точек  $C$ ,  $Q$  или  $D$ , соответственно, опускают перпендикуляр на ось  $v$ . Величины  $v_C$ ,  $v_Q$  или  $v_D$  соответствуют расстоянию от точки  $O$  до точки пересечения перпендикуляров с осью  $v$  (черт. 7).

5.1.3.3. В протокол испытания (рекомендуемое приложение 8) записывают полученную величину  $K_{IC}$  с указанием, какая группа неравенств п. 5.1.3.2 удовлетворяется. Если ни одна группа неравенств п. 5.1.3.2 не выполняется, то в протоколе испытания приводят величину  $K_Q$ .

5.1.4. Вычисление значений  $K_C^*$  проводят по формулам п. 5.1.2 с заменой  $P_Q$  на  $P_C$ .

Полученные значения  $K_Q$  принимают равным  $K_C^*$ .

5.1.5. Перед вычислением  $K_{QT}$  необходимо вычислить величины  $\sigma_{C0}$  по формулам:

$$\sigma_{C0} = \frac{P_Q}{(b-2l) \cdot t} \quad \text{— для образцов типа 1;}$$

$$\sigma_{C0} = \frac{4P_Q}{\pi d^2} \quad \text{— для образцов типа 2;}$$

$$\sigma_{C0} = \frac{P_Q}{(b-l)t} \cdot \left[ 1 + \frac{3(b+l)}{b-l} \right] \quad \text{— для образцов типа 3;}$$

$$\sigma_{C0} = \frac{6P_Q b}{(b-l)^2 t} \quad \text{— для образцов типа 4,}$$

где значения  $P_Q$  берут по п. 5.1.1.

5.1.5.1. В случае, когда  $\sigma_{с0}$  меньше  $0,8 \sigma_{0,2}$  по формулам п. 5.1.2 вычисляют значения  $K_Q$ .

5.1.5.2. По полученным по п. 5.1.5.1 значениям  $K_Q$  вычисляют значения  $l_T$  для плоских образцов типов 1, 3 и 4 по формуле

$$l_T = l + \frac{1}{\gamma \cdot \pi} \left( \frac{K_Q}{\sigma_{0,2}} \right)^2 \text{ и}$$

$d_T$  для цилиндрических образцов типа 2

$$d_T = d - \frac{1}{3\pi} \left( \frac{K_Q}{\sigma_{0,2}} \right)^2,$$

где  $\gamma = 210 \cdot t^* + 1,8$  при  $t^*$  от  $1 \times 10^{-3}$  до  $20 \times 10^{-3}$  и  $\gamma = 6$  при  $t^*$  больших  $20 \times 10^{-3}$ .

5.1.5.3. Значение  $K_{QT}$  получают по формулам п. 5.1.2 с заменой  $K_Q$  на  $K_{QT}$ ,  $l$  на  $l_T$  для образцов типов 1, 3 и 4 и  $d$  на  $d_T$  для образцов типа 2.

5.1.6. Вычисление  $K_C$ , при условии, когда  $\sigma_{с0}$  меньше  $0,8 \sigma_{0,2}$ , проводят в соответствии с п. 5.1.5 с заменой  $K_{QT}$  на  $K_C$  и  $P_Q$  на  $P_C$ .

5.1.7. Полученные значения  $K_Q$ ,  $K_{TC}$ ,  $K_C^*$ ,  $K_C$ ,  $K_{QT}$ ,  $\sigma_{с0}$ ,  $l_T$  и  $d_T$  с учетом п. 5.1.3.3 заносят в протокол испытания.

## 5.2. Вычисление раскрытия трещины $\delta_C$

5.2.1. Величину  $\delta_C$  вычисляют для точек  $C$  диаграмм « $P-v$ » I—IV типов (черт. 7) по формулам:

$$\delta_C = \frac{K_C^*(1-\mu^2)}{2\sigma_{0,2}E} + v_{PC} \text{ — для образцов типов 1 и 2;}$$

$$\delta_C = \frac{K_C^*(1-\mu^2)}{2\sigma_{0,2}E} + \frac{(b-l)}{3z+1,75b+2l} \cdot v_{PC} \text{ — для образцов типа 3;}$$

$$\delta_C = \frac{K_C^*(1-\mu^2)}{2\sigma_{0,2}E} + \frac{0,4(b-l)}{0,4b+0,6l+z} \cdot v_{PC} \text{ — для образцов типа 4,}$$

где  $K_C^*$  вычисляют по п. 5.1.4 для соответствующих типов образцов, а  $v_{PC}$  находят графически из полученных диаграмм « $P-v$ » в соответствии с черт. 7.

Примечание. Для нахождения  $v_{PC}$  на диаграммах « $P-v$ » из точки  $C$  проводят прямую, параллельную начальному линейному участку диаграммы, до пересечения с осью  $v$  (на черт. 7 показана пунктиром). Величина  $v_{PC}$  соответствует расстоянию на диаграмме между точкой  $O$  и точкой пересечения этой прямой с осью  $v$ .

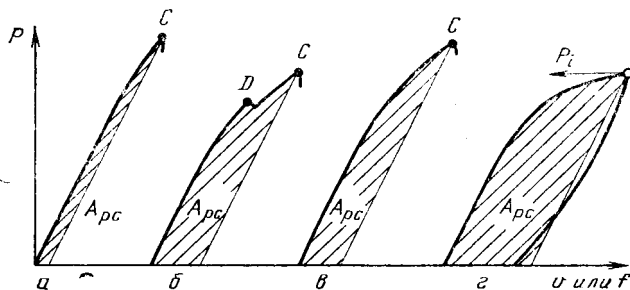
5.2.2. Полученные значения  $K_C^*$ ,  $\delta_C$  и  $v_{PC}$  заносят в протокол испытания (рекомендуемое приложение 8).

5.3. Вычисление критических значений  $J_C(J_{IC})$ 

5.3.1. По диаграммам « $P-u$ » или « $P-f$ », полученным при испытании образцов по п. 4.7.2 или 4.7.10, выделяют пластическую часть (черт. 13 а, б, в) и вычисляют работу  $A_{pc}$ , соответствующую пластической части площади под диаграммой.

Примечание. Для выделения площади под диаграммами « $P-u$ » или « $P-f$ » из точки  $C$  диаграммы (черт. 13а, б, в) проводят прямую, параллельную начальному линейному участку диаграммы.

Схема выделения пластической части по диаграммам « $P-u$ » или « $P-f$ »



а—диаграмма I типа; б—диаграмма II типа; в—диаграмма III типа; г—при разгрузке образца; о — точка разгрузки образца

Черт. 13

5.3.1.1. Значение  $J_C(J_{IC})$  вычисляют по формуле

$$J_C = \frac{(1-\mu^2)K_C^{*2}}{E} + \frac{A_{pc}}{(b-l)t} \cdot \frac{\kappa}{k},$$

где  $K_C^*$  вычисляют в соответствии с п. 5.1.4;

$l$  — значение исходной длины трещины, вычисленное по пп. 4.7.2 и 4.7.10.

Значение  $\kappa$  и  $k$  для образцов:

типа 3

$$\kappa = 2 + 0,522 \frac{(b-l)}{b}, \quad k = 1 + \frac{r_V}{l + 0,1(b-l)},$$

$$r_V = 0,25b + z;$$

типа 4

$$\kappa = 2, \quad k = 1.$$

5.3.2. В случае, если при испытаниях, проводимых по п. 4.7.4 и в результате замеров  $\Delta l$  по п. 4.7.6, оказалось, что статический



подрост трещины  $\Delta l$  менее 0,3 мм на образцах толщиной не более 30 мм или  $\Delta l$  менее 0,01  $t$  при толщине образцов более 30 мм (п. 4.7.7), то для вычисления  $J_C$  ( $J_{IC}$ ) по диаграмме « $P-v$ » или « $P-f$ » выделяют пластическую часть (черт. 13  $z$ ) и вычисляют работу  $A_p$ , соответствующую пластической части под диаграммой, ограниченной точкой разгрузки.

5.3.2.1. Значение  $J_C$  ( $J_{IC}$ ) вычисляют по формуле п. 5.3.1.1 с заменой  $A_{pC}$  на  $A_{pi}$  и  $K_C^*$  на  $K^*$  (значение  $K^*$  вычисляют в соответствии с п. 5.1.4 с заменой  $P_C$  на  $P_i$ ).

5.3.3. При получении результатов испытаний по п. 4.7.8.4 по диаграммам « $P-v$ » или « $P-f$ » вычисляют для каждого испытанного образца работу  $A_{pi}$  (черт. 13  $z$ ), соответствующую пластической части площади под диаграммой, ограниченной точкой разгрузки.

5.3.3.1. Значение  $J_i$  для каждого образца вычисляют по формуле

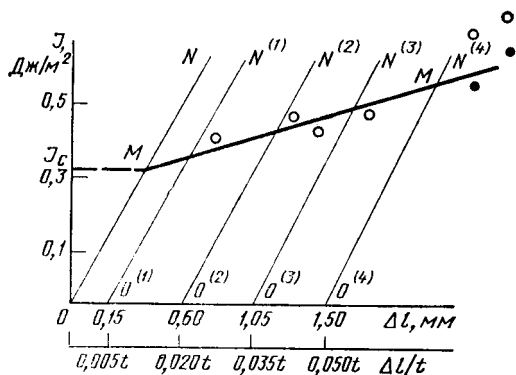
$$J_i = \frac{K^{*2}(1-\mu)}{E} + \frac{A_{pi}}{(b-l)t} \cdot \frac{\kappa}{k},$$

где  $K^*$  вычисляют в соответствии с п. 5.1.4 с заменой  $P_C$  на  $P_i$ , а значения параметров  $\kappa$  и  $k$  по п. 5.3.1.1.

5.3.3.2. В координатах « $J-\Delta l$ » для образцов толщиной  $t$  не более 30 мм или « $J-\Delta l/t$ » для образцов толщиной  $t$  более 30 мм наносят расчетную прямую  $ON$  (черт. 14), вычисленную по формуле

$$J = (\sigma_{0,2} + \sigma_B) \Delta l \quad \text{— при } t \text{ не более 30 мм,}$$

$$\text{при } J = (\sigma_{0,2} + \sigma_B) \Delta l / t \quad \text{— при } t \text{ более 30 мм.}$$



● — скорректированные значения  $J_i$

Черт. 14

5.3.3.3. Для образцов толщиной не более 30 мм параллельно полученной по п. 5.3.3.2. прямой  $ON$  на расстояниях  $\Delta l$ , равных 0,15; 0,60; 1,05 и 1,50 мм проводят прямые  $O^{(1)}N^{(1)}$ ,  $O^{(2)}N^{(2)}$ ,  $O^{(3)}N^{(3)}$  и  $O^{(4)}N^{(4)}$ .

5.3.3.4. Для образцов толщиной  $t$  более 30 мм параллельно полученной по п. 5.3.3.2 прямой  $ON$  на расстояниях  $\Delta l/t$ , равных 0,005  $t$ ; 0,020  $t$ ; 0,035  $t$  и 0,050  $t$  проводят прямые  $O^{(1)}N^{(1)}$ ,  $O^{(2)}N^{(2)}$ ,  $O^{(3)}N^{(3)}$  и  $O^{(4)}N^{(4)}$ .

5.3.3.5. Для образцов толщиной  $t$  не более 30 мм вычисленные по п. 5.3.3.1 значения  $J_i$  для каждого образца при соответствующих значениях  $\Delta l$  (п. 4.7.8.4) представляют графически в виде точек в координатах « $J-\Delta l$ » (черт. 14).

5.3.3.6. Для образцов толщиной  $t$  более 30 мм вычисленные по п. 5.3.3.1 значения  $J_i$  для каждого образца при соответствующих величинах  $\Delta l/t$  (п. 4.7.8.4) представляют графически в виде точек в координатах « $J-\Delta l/t$ » (черт. 14).

5.3.3.7. Если не менее четырех точек, построенных по п. 5.3.3.5 или 5.3.3.6 попало в интервал между прямыми  $O^{(1)}N^{(1)}$  и  $O^{(4)}N^{(4)}$  и в каждом из интервалов  $O^{(1)}N^{(1)} - O^{(2)}N^{(2)}$ ,  $O^{(2)}N^{(2)} - O^{(3)}N^{(3)}$  и  $O^{(3)}N^{(3)} - O^{(4)}N^{(4)}$  находится не менее одной точки, то через эти точки проводят прямую линию  $MM$ .

5.3.3.8. Если из всех точек, построенных по п. 5.3.3.5 или 5.3.3.6 не более двух находятся правее прямой  $O^{(4)}N^{(4)}$ , а не менее двух точек лежат в различных интервалах между  $O^{(1)}N^{(1)}$  и  $O^{(4)}N^{(4)}$ , то для образцов, соответствующим точкам, лежащим правее прямой  $O^{(4)}N^{(4)}$  необходимо дополнительно вычислить длину контура  $S$  и площадь  $\Delta F$  статически подросшей трещины по формулам:

$$S = 4 \sqrt{(\Delta l_3 - \Delta l)^2 + (t/4)^2} \text{ и } \Delta F = \Delta l t.$$

5.3.3.9. Для точек, лежащих правее прямой  $O^{(4)}N^{(4)}$  скорректированное значение  $J_i$  вычисляют по формуле

$$J_i = \frac{(1 - \mu^2) K^2}{E} + \frac{A_{pi}}{S(b-l) + \kappa \Delta F} \cdot \frac{\kappa}{k}.$$

Вычисленное скорректированное значение  $J_i$  наносят на график « $J-\Delta l$ » в виде точек.

5.3.3.10. Через точки, лежащие левее прямой  $O^{(4)}N^{(4)}$  и удовлетворяющие условиям п. 5.3.3.8 и через скорректированные точки по п. 5.3.3.9, проводят прямую  $MM$ .

5.3.3.11. Если условия пп. 5.3.3.7 и 5.3.3.8 не выполняются, необходимо провести дополнительные испытания образцов.

5.3.3.12. Значение  $J$ , соответствующее точке  $M$  пересечения прямых  $ON$  и  $MM$ , принимают равной  $J_C$ .

5.3.4. В случае проведения испытаний по п. 4.7.9, результаты испытания (п. 4.7.9.4) обрабатывают по методике п. 5.3.3.

5.3.5. Величины  $J_C$ , полученные по пп. 5.3.1.1, 5.3.2.1, 5.3.3.11 и по п. 5.3.4, принимают равными  $J_{IC}$ , если они удовлетворяют неравенству

$$t_{pJ}/t \geq 1,$$

где

$$t_{pJ} = \beta_J \frac{J_C}{\sigma_{0,2} + \sigma_B}.$$

Коэффициент  $\beta_J$  равен 200 при  $\sigma_{0,2}/\sigma_B$  меньших 0,6

$$\text{и} \quad \beta_J = -375 \frac{\sigma_{0,2}}{\sigma_B} + 425$$

при значениях  $\sigma_{0,2}/\sigma_B$  больших или равных 0,6.

5.3.6. Если условия п. 5.3.5 не выполняются, то для получения величины  $J_{IC}$  следует испытать образцы большей толщины.

5.3.7. По полученным по п. 5.1.3 величинам  $K_{IC}$  допускается вычислять значения  $J_{IC}$  по формуле

$$J_{IC} = \frac{(1 - \mu^2) K_{IC}^2}{E}.$$

5.3.8. Полученные для каждого образца значения  $A_{pC}$  или  $A_{pi}$ ,  $K_C^*$  или  $K^*$ ,  $J_C$  или  $J_{IC}$  заносят в протокол испытания (приложение 8) с указанием формулы вычисления  $J_i$ . Кроме того, в протокол испытания заносят значения  $\beta_{pJ}$  и  $t_{pJ}$ .

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕЛИЧИН

Символ	Название	Единица измерения	Примечание
$K$	Коэффициент интенсивности напряжений	МПа·м <sup>1/2</sup>	См. п. 1.3 и приложение 2 п. 4
$K_I$	Коэффициент интенсивности напряжений для трещины отрыва	То же	См. п. 1.3 и приложение 2 п. 5
$K_Q$	Расчетная величина коэффициента интенсивности напряжений	»	См. п. 5.1.2
$K_{IC}$	Критический коэффициент интенсивности напряжений	»	См. п. 1.3 и приложение 2 п. 6
$K_{QI}$	Критический коэффициент интенсивности напряжений для образца данной толщины или диаметра	»	См. п. 1.3 и приложение 2 п. 7
$K_C$	Критический коэффициент интенсивности напряжений для образца данной толщины или диаметра при максимальной нагрузке	»	См. п. 1.3 и приложение 2 п. 8
$K^*$	Условный коэффициент интенсивности напряжений	»	См. п. 5.3.2.1 и приложение 2 п. 9
$K_C^*$	Условный критический коэффициент интенсивности напряжений для образца данной толщины или диаметра	»	См. п. 1.3 и приложение 2 п. 10
$K_{max}$	Наибольший коэффициент интенсивности напряжений цикла	»	См. п. 2.6
$\delta_C$	Раскрытие в вершине трещины при максимальной нагрузке $P_C$	м	См. п. 1.3 и приложение 2 п. 12
$J$	джей-интеграл	МДж/м <sup>2</sup>	См. п. 1.3 и приложение 2 п. 13
$J_I$	Расчетная величина $J$ -интеграла	То же	См. п. 5.3.3.1
$J_C (J_{IC})$	Критический $J$ -интеграл	»	См. п. 1.3 и приложение 2 п. 14
$P$	Нагрузка, действующая на образец в процессе испытания	МН	
$\Delta l_1, \dots, \Delta l_5$	Статический подrost исходной усталостной трещины в соответствующем сечении плоских образцов	м	См. п. 4.7.3.3, а также черт. 10

Продолжение

Символ	Название	Единица измерения	Примечание
$\Delta l$	Средний статический подрост исходной усталостной трещины	м	См. п. 4.7.3.3, а также черт. 10
$d$	Средний диаметр контура исходной усталостной трещины в образцах типа 2	То же	См. п. 4.5.1.3, а также черт. 8
$d_1$ $d_2$	Диаметры контура исходной усталостной трещины в двух взаимно перпендикулярных направлениях в образцах типа 2	»	То же
$d_T$	Расчетный диаметр ослабленного сечения образца типа 2 с учетом пластической зоны	»	См. п. 5.1.5.2
$s$	Расстояние между центрами поперечного сечения и статического излома в образцах типа 2	»	См. п. 4.5.1.3, а также черт. 8
$z$	Расстояние между торцевой поверхностью образцов типов 3 и 4 и кромками накладных опорных призм	»	См. п. 3.3.1, а также черт. 6
$t_C$	Средняя толщина плоских образцов в зоне разрушения	»	См. п. 4.8, а также черт. 8
$t_{PK}$	Расчетная толщина образцов типов 1, 3 и 4 при вычислении $K_{IC}$ .	»	См. п. 5.1.3.1
$t_{PJ}$	Расчетная толщина плоских образцов типов 3 и 4 при вычислении $J_{IC}$	»	См. п. 5.3.5
$t^*$	Безразмерный параметр, численно равный толщине образцов типов 1, 3 и 4	»	См. п. 5.1.5.2
$d_{PK}$ $D_{PK}$	Расчетные диаметры по ослабленному и неослабленному сечениям образцов типа 2	»	См. п. 5.1.3.1
$\Delta F$	Расчетная площадь статического подраста усталостной трещины	м <sup>2</sup>	См. п. 5.3.3.8
$S$	Расчетная длина контура статически подросшей трещины	м	См. п. 5.3.3.8
$P_C$	Максимальная нагрузка, действующая на образец	МН	См. п. 5.1.1
$P_D$	Нагрузка, действующая на образец и соответствующая точке локального максимума на диаграмме « $P-v$ » или « $P-f$ » II типа	То же	То же
$P_Q$	Расчетная нагрузка на образец	»	»

Символ	Название	Единица измерения	Примечание
$\sigma_{0,2}$	Условный предел текучести	МПа	
$\sigma_B$	Временное сопротивление (предел прочности)	То же	
$\sigma_0$	Номинальное напряжение по ослабленному сечению образца	»	См. п. 2.6
$\sigma_{c0}$	Номинальное разрушающее напряжение по ослабленному сечению образца	»	См. п. 5.1.5
$A_{pi}$	Работа, соответствующая пластической части под диаграммами «P—v» или «P—f»	МДж	См. п. 5.3.2
$A_{pc}$	Работа, соответствующая пластической части под диаграммами «P—v» или «P—f» при разрушении образца	То же	См. п. 5.3.1
$H, d, l_0, L, l, L_1, b, e, a, D, h, b_1, l$	Размеры образцов	м	См. п. 2.2, а также черт. 1—5
	Средняя длина (полудлина) исходной усталостной трещины	То же	См. п. 4.5.1
$l_1, l_2, l_3$	Длина (полудлина) исходной усталостной трещины, измеренная в соответствующем сечении излома плоского образца	»	См. п. 4.5.1.1, а также черт. 8
$l_T$	Расчетная длина (полудлина) исходной трещины с учетом пластической зоны	»	См. п. 5.1.5.2
$\varphi_C$	Относительное сужение образцов типов 1, 3 и 4 в зоне разрушения	%	См. п. 5.1.3.2
$v$	Смещение берегов надрезов образцов типов 1, 2, 3 и 4	м	См. п. 1.2
$f$	Прогиб образцов типа 4	То же	См. п. 1.2
$v_C$	Смещение берегов надреза образцов, соответствующие характерным точкам на диаграммах «P—v» или «P—f»	»	См. п. 5.1.3.2, а также черт. 7
$v_D$			
$v_{pc}$	Условное пластическое смещение $v$ , соответствующее точке С диаграммы «P—v»	»	См. п. 5.2.1, а также черт. 7
$Y_1, Y_2', Y_2'', Y_3, Y_4, g, R$	Поправочные функции		См. п. 5.1.2
	Коэффициент асимметрии цикла		См. п. 2.6
$\beta_L, \beta_K$	Безразмерные коэффициенты		См. п. 5.1.3.1
$\gamma$	Безразмерный коэффициент		См. п. 5.1.5.1
$k, \kappa$	Безразмерные коэффициенты		См. п. 5.3.1.1
$r_V$	Расчетный параметр геометрии образца	м	См. п. 5.3.1.1
$\mu$	Коэффициент Пуассона		См. п. 5.2.1

Продолжение

Символ	Название	Единица измерения	Примечание
<i>E</i>	Модуль нормальной упругости	МПа	См. п. 5.2.1
<i>Z</i>	Расстояние между осями отверстий для крепления накладных опорных призм	м	См. п. 3.3.1.2 и черт. 6