

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
52857.11—  
2007

---

**Сосуды и аппараты**

**НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА  
НА ПРОЧНОСТЬ**

**Метод расчета на прочность обечаек и днищ  
с учетом смещения кромок сварных соединений,  
угловатости и некруглости обечаек**

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2009

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

### Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский и конструкторский институт химического машиностроения» (ОАО НИИХИММАШ); Закрытым акционерным обществом «Петрохим Инжиниринг» (ЗАО Петрохим Инжиниринг); Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт нефтяного машиностроения» (ОАО ВНИИНЕФТЕМАШ); Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 260 «Оборудование химическое и нефтегазоперерабатывающее»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2007 г. № 503-ст

4 В настоящем стандарте учтены основные нормативные положения следующих международных и европейских стандартов: Директивы 97/23 ЕС Европейского Парламента и Совета от 29 мая 1997 г. по сближению законодательств государств-членов, касающейся оборудования, работающего под давлением; EN 13445-3 : 2002 «Сосуды, работающие под давлением. Часть 3. Расчет» (EN 13445-3 : 2002 «Unfired pressure vessel — Part 3: Design»)

### 5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет*

© Стандартинформ, 2009

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

**Содержание**

1 Область применения . . . . .	1
2 Нормативные ссылки . . . . .	1
3 Обозначения . . . . .	1
4 Общие положения . . . . .	2
5 Смещение кромок сварных швов . . . . .	3
6 Общая некруглость цилиндрических обечаек (овальность) . . . . .	4
7 Локальная некруглость (увод сварных соединений, вмятины) . . . . .	6
Приложение А (справочное) Рисунки, поясняющие текст стандарта . . . . .	9

## Сосуды и аппараты

## НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ

## Метод расчета на прочность обечаек и днищ с учетом смещения кромок сварных соединений, угловатости и некруглости обечаек

Vessels and apparatus. Norms and methods of strength calculation.  
Method of strength calculation of shells and heads according to weld misalignment,  
angular misalignment and shell nonroundness

Дата введения — 2008—04—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает нормы и методы расчета на прочность обечаек, выпуклых днищ и крышек сосудов и аппаратов, работающих в условиях однократных и многократных статических нагрузок под внутренним или наружным давлением, с учетом отклонений от правильной геометрической формы (общая и локальная некруглости, угловатость, смещение кромок сварных соединений).

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 52857.1 — 2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования

ГОСТ Р 52857.2 — 2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек

ГОСТ Р 52857.6 — 2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках

ГОСТ Р 52630 — 2006 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия

**П р и м е ч а н и е** — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

$a$  — параметр, характеризующий некруглость, %;

$s$  — сумма прибавок к расчетной толщине стенки обечайки, мм;

$D$  — внутренний диаметр идеальной обечайки, мм;

$D_k$  — расчетный диаметр гладкой конической обечайки, мм;

$D_{max}$  — наибольший наружный диаметр обечайки, мм;

$D_{\min}$  — наименьший наружный диаметр обечайки, мм;  
 $E$  — модуль продольной упругости при расчетной температуре, МПа;  
 $f$  — геометрический параметр обечайки;  
 $K_1, K_2, K_y$  — безразмерные коэффициенты;  
 $K_s$  — эффективный коэффициент концентрации напряжений для сварных швов;  
 $l$  — расчетная длина гладкой обечайки, мм (см);  
 $[N]$  — допускаемое число циклов нагружения;  
 $n$  — параметр зоны некруглости;  
 $n_y$  — коэффициент запаса устойчивости;  
 $p$  — расчетное внутреннее избыточное или наружное давление, МПа;  
 $[p]$  — допускаемое внутреннее избыточное или наружное давление, МПа;  
 $[p]_E^0$  — допускаемое наружное давление из условия устойчивости в пределах упругости для обечайки с отклонениями формы, МПа;  
 $[p]_E$  — допускаемое наружное давление из условия устойчивости в пределах упругости для оболочки круговой формы (без дефектов), МПа;  
 $p_{кр}$  — критическое давление длинной обечайки, МПа;  
 $[p]_p$  — допускаемое наружное давление из условия прочности  $\varphi = 1$ , МПа;  
 $R_{mit}$  — минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при расчетной температуре, МПа;  
 $R_{elt}(R_{p0,2/t})$  — предел текучести материала при расчетной температуре, МПа;  
 $r_B$  — радиус вмятины в плане, мм;  
 $s$  — исполнительная толщина стенки обечайки, мм;  
 $s_k$  — исполнительная толщина стенки конической обечайки, мм;  
 $\alpha_\sigma$  — коэффициент концентрации напряжений;  
 $\delta$  — величина отклонения от идеальной круговой формы или величина смещения и увода кромок, мм;  
 $\lambda_0, \lambda_{0y}, \lambda_1, \lambda_{1y}$  — безразмерные коэффициенты;  
 $\sigma_n$  — номинальное напряжение, МПа;  
 $\sigma_a$  — амплитуда напряжений, МПа;  
 $[\sigma_a]$  — допускаемая амплитуда напряжений, МПа;  
 $[\sigma]$  — допускаемое напряжение для материала обечайки при расчетной температуре, МПа;  
 $\varphi$  — коэффициент прочности сварных швов;  
 $\psi$  — половина центрального угла зоны некруглости, рад.

## 4 Общие положения

4.1 Приведенный в настоящем стандарте расчет применим, если предварительно определены толщины стенок элементов и допускаемые давления для элементов сосудов и аппаратов, удовлетворяющих техническим требованиям к качеству изготовления и контроля по нормативным документам.

4.2 Расчетные значения допускаемых напряжений и механических характеристик материала принимаются по ГОСТ Р 52857.1.

4.3 Формулы применимы для сосудов, изготовленных из материалов, пластичных в условиях эксплуатации.

4.4 Методы расчета не применимы при сочетании отдельных дефектов в расчетных элементах. В отдельных случаях методы расчета могут быть применены при наличии нескольких дефектов в расчетном элементе сосуда, если расстояние между ними превышает  $1,5\sqrt{Ds}$ .

4.5 Приведенные методы расчета допустимы, если неточности изготовления (за исключением смещения стенок кольцевых сварных швов) находятся от штуцеров, фланцевых соединений, колец жесткости и т.п. на расстоянии не менее  $1,5\sqrt{Ds}$ .

4.6 Максимальные напряжения в местах нарушения правильной формы обечаек и днищ определяются в предположении неограниченной упругости материала согласно ГОСТ Р 52857.1 (пункт 8.10).

4.7 Допускается проводить оценку прочности сосудов и аппаратов с учетом отклонений от идеальной формы с помощью специальных исследований, например экспериментальным методом или численными методами, например конечных элементов.

## 5 Смещение кромок сварных швов (см. рисунки А.1, А.2)

### 5.1 Смещение кромок продольного сварного шва цилиндрической или конической обечайки

#### 5.1.1 Проверка прочности при нагружении внутренним избыточным давлением

Максимальное напряжение для цилиндрической обечайки вычисляют по формуле

$$\sigma_{\max} = \frac{\rho D}{2(s-c)} \left[ 1 + 3 \frac{\delta}{s-c} \right]. \quad (1)$$

Условие прочности  $\sigma_{\max} \leq 1,5\varphi [\sigma]$ ,

где  $[\sigma]$  — допускаемое напряжение по ГОСТ Р 52857.1;

$\varphi$  — коэффициент прочности сварного шва, определяемый по ГОСТ Р 52857.1.

Максимальное напряжение для конической обечайки вычисляют по формуле

$$\sigma_{\max} = \frac{\rho D_p}{2(s-c)\cos\alpha} \left[ 1 + 3 \frac{\delta}{s-c} \right]. \quad (2)$$

$D_p$  — наибольший внутренний диаметр конической обечайки в месте смещения кромок сварного шва.

Условие прочности  $\sigma_{\max} \leq 1,5\varphi [\sigma]$ ,

где  $[\sigma]$  — допускаемое напряжение по ГОСТ Р 52857.1;

$\varphi$  — коэффициент прочности сварного шва, определяемый по ГОСТ Р 52857.1.

#### 5.1.2 Проверка устойчивости при нагружении внешним давлением

Допускаемое внешнее давление вычисляют по формуле

$$[\rho] = \frac{[\rho]_p}{\sqrt{1 + \left( \frac{[\rho]_p}{[\rho]_E} \right)^2}}. \quad (3)$$

Допускаемое давление из условий устойчивости  $[\rho]_E$  определяют по ГОСТ Р 52857.2.

Допускаемое давление из условий прочности вычисляют по формуле

- для цилиндрической обечайки:

$$[\rho]_p = \frac{2[\sigma](s-c)}{D+(s-c)} \lambda_1; \quad (4)$$

- для конической обечайки:

$$[\rho]_p = \frac{2[\sigma](s_k-c)}{\frac{D_k}{\cos\alpha} + (s_k-c)} \lambda_1. \quad (5)$$

Коэффициент  $\lambda_1$  равняется:

$$\lambda_1 = 1 \quad \text{при} \quad \frac{\delta}{s} \leq 0,1; \quad (6)$$

$$\lambda_1 = \frac{1,105}{\frac{\delta}{s} + \sqrt{\left( \frac{\delta}{s} \right)^2 + 1}} \quad \text{при} \quad \frac{\delta}{s} > 0,1.$$

### 5.2 Смещение кромок кольцевого сварного шва в цилиндрической или конической обечайке

#### 5.2.1 Проверка прочности при нагружении внутренним избыточным давлением

Максимальное напряжение для цилиндрической обечайки вычисляют по формуле

$$\sigma_{\max} = \frac{\rho D}{4(s-c)} \left[ 1 + 3 \frac{\delta}{s-c} \right]. \quad (7)$$

Условие прочности  $\sigma_{\max} \leq 1,5\varphi [\sigma]$ ,

где  $[\sigma]$  — допускаемое напряжение по ГОСТ Р 52857.1;

$\varphi$  — коэффициент прочности сварного шва, определяемый по ГОСТ Р 52857.1.

Максимальное напряжение для конической обечайки вычисляют по формуле

$$\sigma_{\max} = \frac{pD_p}{4(s-c)\cos\alpha} \left[ 1 + 3 \frac{\delta}{s-c} \right]. \quad (8)$$

$D_p$  — внутренний диаметр конической обечайки в месте, где расположен кольцевой сварной шов со смещением.

Условие прочности  $\sigma_{\max} \leq 1,5\varphi [\sigma]$ ,

где  $[\sigma]$  — допускаемое напряжение по ГОСТ Р 52857.1;

$\varphi$  — коэффициент прочности сварного шва, определяемый по ГОСТ Р 52857.1.

5.2.2 Проверка устойчивости при нагружении внешним давлением по ГОСТ Р 52857.2.

### 5.3 Оценка малоциклового прочности по ГОСТ Р 52857.6

Амплитуду напряжений вычисляют по формуле

$$\sigma_a = K_a \frac{\sigma_{\max}}{2}. \quad (9)$$

Эффективный коэффициент концентрации по таблице 1.

Условие прочности при циклическом нагружении  $\sigma_a \leq [\sigma_a]$ .

## 6 Общая некруглость цилиндрических обечаек (овальность) (см. рисунок А.3)

Под общей некруглостью (овальностью) понимается общее отклонение от круговой формы по всему периметру поперечного сечения цилиндрической обечайки.

Некруглость вычисляют по формуле

$$a = \frac{2(D_{\max} - D_{\min})}{D_{\max} + D_{\min}} 100 \%. \quad (11)$$

### 6.1 Проверка прочности при нагружении внутренним избыточным давлением

Максимальное напряжение вычисляют по формуле

$$\sigma_{\max} = \frac{pD}{2(s-c)} \left[ 1 + \frac{3a \frac{D}{200(s-c)}}{1 + 0,455 \frac{p}{E} \left( \frac{D}{s-c} \right)^3} \right]. \quad (12)$$

Предварительно проверяется условие прочности без учета овальности по ГОСТ Р 52857.2. Затем проверяется условие прочности с учетом овальности обечайки по формуле

$$\sigma_{\max} \leq 3\varphi [\sigma].$$

Условие прочности при малоциклового нагружении:

$$\sigma_a \leq [\sigma]_a.$$

Амплитуду напряжений при малоциклового нагружении вычисляют по формуле

$$\sigma_a = \frac{pD}{4(s-c)} \left[ 1 + 3a \frac{D}{200(s-c)} \right]. \quad (13)$$

## 6.2 Расчет обечаек, нагруженных наружным давлением

6.2.1 Допускаемое наружное давление вычисляют по формуле

$$[\rho] = \frac{[\rho]_p}{\sqrt{1 + \left(\frac{[\rho]_p}{[\rho]_E^0}\right)^2}} \quad (14)$$

Допускаемое давление  $[\rho]_E^0$  из условия устойчивости овальной обечайки в пределах упругости вычисляют по формуле

$$\left. \begin{array}{l} \text{- при } a \leq 0,5 \% \quad [\rho]_E^0 = [\rho]_E, \\ \text{- при } 0,5 \% \leq a \leq 2 \% \quad [\rho]_E^0 = \frac{[\rho]_E}{1 + 1,5 a f \frac{[\rho]_E}{\rho_\tau} n_y} \end{array} \right\}; \quad (15)$$

$$\rho_\tau = \frac{2R_{p0,2/t}(s-c)}{D+(s-c)}; \quad (16)$$

$$\begin{array}{l} \text{- при } 0,02 \frac{D}{l} \sqrt{\frac{D}{s-c}} \leq 1 \quad f = 1 - 0,02 \frac{D}{l} \sqrt{\frac{D}{s-c}}; \\ \text{- при } 0,02 \frac{D}{l} \sqrt{\frac{D}{s-c}} > 1 \quad f = 0. \end{array} \quad (17)$$

Допускаемое давление  $[\rho]_p$  из условия прочности вычисляют по формуле

$$[\rho]_p = \frac{2[\sigma](s-c)}{D+(s-c)} \lambda_{0y}, \quad (18)$$

где  $\lambda_{0y} = 1$  при  $a \leq 0,5 \%$ ,

$$\lambda_{0y} = \frac{\frac{DK_y}{400(s-c)} + \sqrt{\left(\frac{DK_y}{400(s-c)}\right)^2 + 1}}{\frac{aDK_y}{200(s-c)} + \sqrt{\left(\frac{aDK_y}{200(s-c)}\right)^2 + 1}} \quad \text{при } 0,5 \% < a \leq 2 \%. \quad (19)$$

Коэффициент  $K_y$  рассчитывают по соотношениям:

$$\left. \begin{array}{l} \text{при } \frac{l}{D} > \sqrt{\frac{D}{2(s-c)}} \quad K_y = \frac{1}{1 - \frac{\rho}{\rho_{кр}}}, \\ \text{при } \frac{l}{D} \leq \sqrt{\frac{D}{2(s-c)}} \quad K_y = 1 \end{array} \right\}; \quad (20)$$

$$\text{где } \rho_{кр} = 0,275 \left[ \frac{2(s-c)}{D} \right]^3 E. \quad (21)$$

6.2.2 Амплитуду напряжений в условиях циклического нагружения наружным давлением вычисляют по формуле

$$\sigma_a = \frac{\rho D}{4(s-c)} \left[ 1 + \frac{3aDK_y}{200(s-c)} \right]. \quad (22)$$



Условие прочности при циклической нагрузке:

$$\sigma_a \leq [\sigma_a].$$

## 7 Локальная некруглость (увод сварных соединений, вмятины) (см. рисунок А.4)

Под локальной некруглостью понимаются отклонения оболочки от правильной формы распределенной на части окружности, обусловленные уводом кромок сварного шва или вмятиной.

### 7.1 Проверка прочности при нагружении внутренним избыточным давлением

#### 7.1.1 Определение максимальных напряжений

Максимальное напряжение вычисляют по формулам:

- при вытянутой вдоль оси обечайки вмятине или при уводе сварного шва (угловатость):

$$\sigma_{\max} = \frac{\rho D}{2(s-c)} \left[ 1 + \frac{\frac{6\delta}{(s-c)}}{1 + \frac{1,365}{n^2 - 1} \frac{\rho}{E} \left( \frac{D}{s-c} \right)^3} \right], \quad (23)$$

где  $n = \frac{\pi}{2\psi}$  — параметр, характеризующий зону отклонения (см. рисунок А.4);

- при круговой в плане вмятине:

$$\sigma_{\max} = \alpha_{\sigma} \sigma_H. \quad (24)$$

Номинальное напряжение вычисляют по формулам:

- для цилиндрической обечайки:

$$\sigma_H = \frac{\rho D}{2(s-c)}; \quad (25)$$

- для выпуклого днища:

$$\sigma_H = \frac{\rho R_p}{2(s-c)}, \quad (26)$$

где  $R_p$  — радиус кривизны выпуклого днища в зоне вмятины.

Коэффициент концентрации вычисляют по формуле

$$\alpha_{\sigma} = 1 + B \left( \frac{\delta'}{s} \right)^m, \quad (27)$$

где для цилиндрической обечайки:

$$B = -0,234 \frac{r_B^2}{Ds} + \frac{r_B}{\sqrt{Ds}} + 1,05,$$

$$m = -0,222 \frac{r_B}{\sqrt{Ds}} + 0,358,$$

$$\delta' = \delta (1 - \sigma_H / R_{m\delta});$$

- для сферического днища:

$$B = -0,216 \frac{r_B^2}{R_p s} + 0,84 \frac{r_B}{\sqrt{R_p s}} + 1,36,$$

$$m = 0,315 \frac{r_B}{\sqrt{R_p s}} + 0,232,$$

$$\delta' = \delta (1 - \sigma_H / R_{mt}).$$

### 7.1.2 Проверка прочности

Предварительно проверяют условие прочности без учета отклонений от идеальной геометрической формы обечаек по ГОСТ Р 52857.2. Затем проверяют условие прочности с учетом местных напряжений по формуле

$$\sigma_{\max} \leq 3\varphi [\sigma]. \quad (28)$$

### 7.2 Расчет обечаек, нагруженных наружным давлением

Допускаемое давление вычисляют по формулам (14) — (17). Параметр  $a$ , входящий в формулу (15), вычисляют по формулам:

$$a = \frac{4\delta}{D} 100\% \text{ — в случае вмятины;} \quad (29)$$

$a = 0$  — в случае наружного увода кромок (наружной вмятины) [см. рисунок А.46].

Давление  $[p]_p$  вычисляют по формуле

$$[p]_p = \frac{2[\sigma](s-c)}{D+(s-c)} \lambda_{1y}, \quad (30)$$

где  $\lambda_{1y}$  вычисляют по формулам:

- при толщине листов  $s \leq 20$  мм

$$\text{при } \frac{\delta}{s} \leq 0,1 \quad \lambda_{1y} = 1$$

$$\text{при } \frac{\delta}{s} > 0,1 \quad \lambda_{1y} = \frac{1,105}{\frac{\delta}{s} K_y + \sqrt{\left(\frac{\delta}{s} K_y\right)^2 + 1}};$$

- при толщине листов от 20 до 50 мм

$$\text{при } \frac{\delta}{s} \leq 0,15 \quad \lambda_{1y} = 1$$

$$\text{при } \frac{\delta}{s} > 0,15 \quad \lambda_{1y} = \frac{1,160}{\frac{\delta}{s} K_y + \sqrt{\left(\frac{\delta}{s} K_y\right)^2 + 1}}.$$





Если увод кромок (вмятины) направлен наружу, то при вычислении  $[p]_p$   $K_y$  принимают равным единице.

7.3 При циклической нагрузке условия прочности проверяют по формуле

$$\sigma_a = 0,5K_3 \sigma_{\max} \leq [\sigma_a].$$

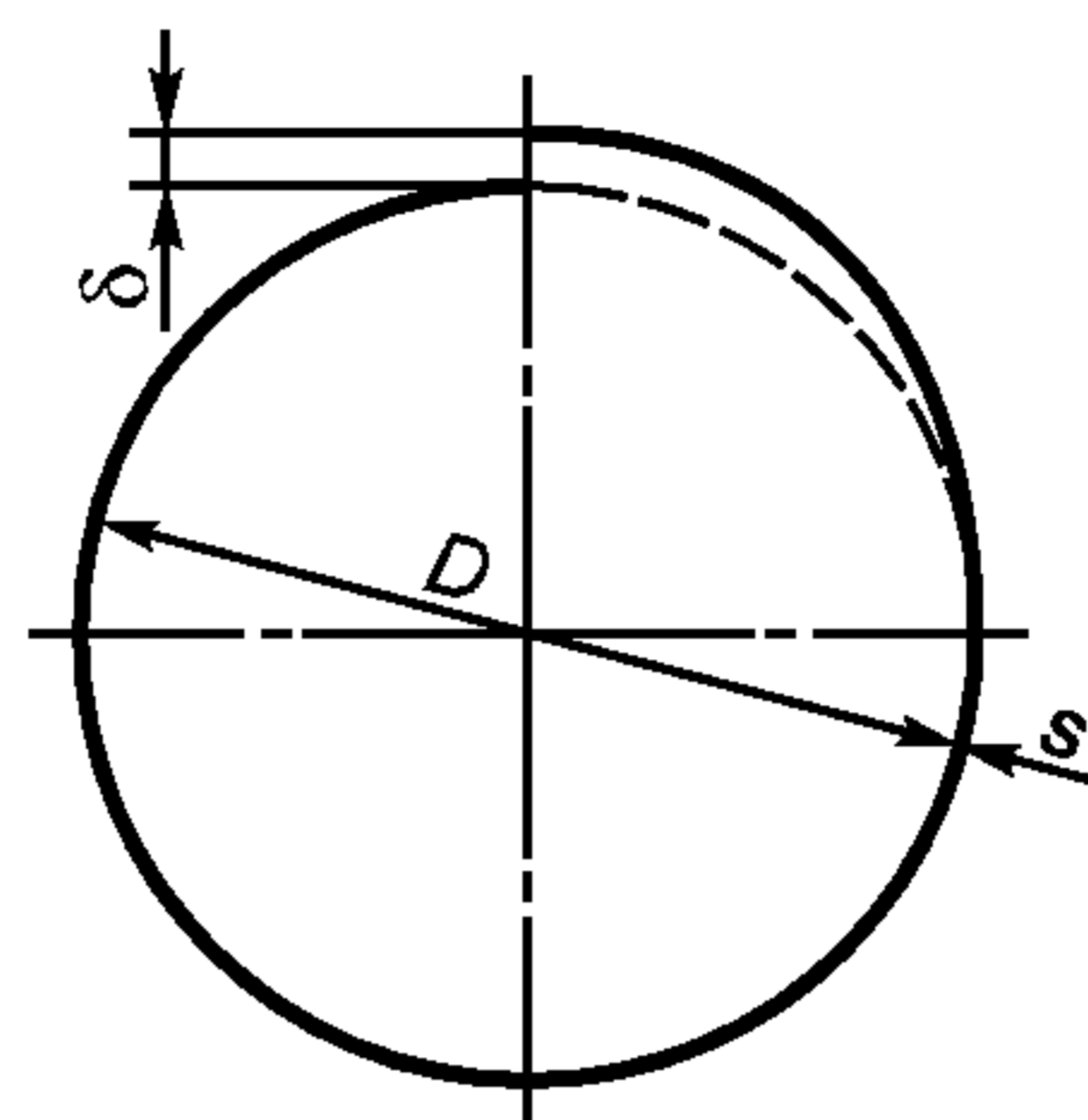
Эффективный коэффициент концентрации  $K_3$  определяют по таблице 1.

Таблица 1

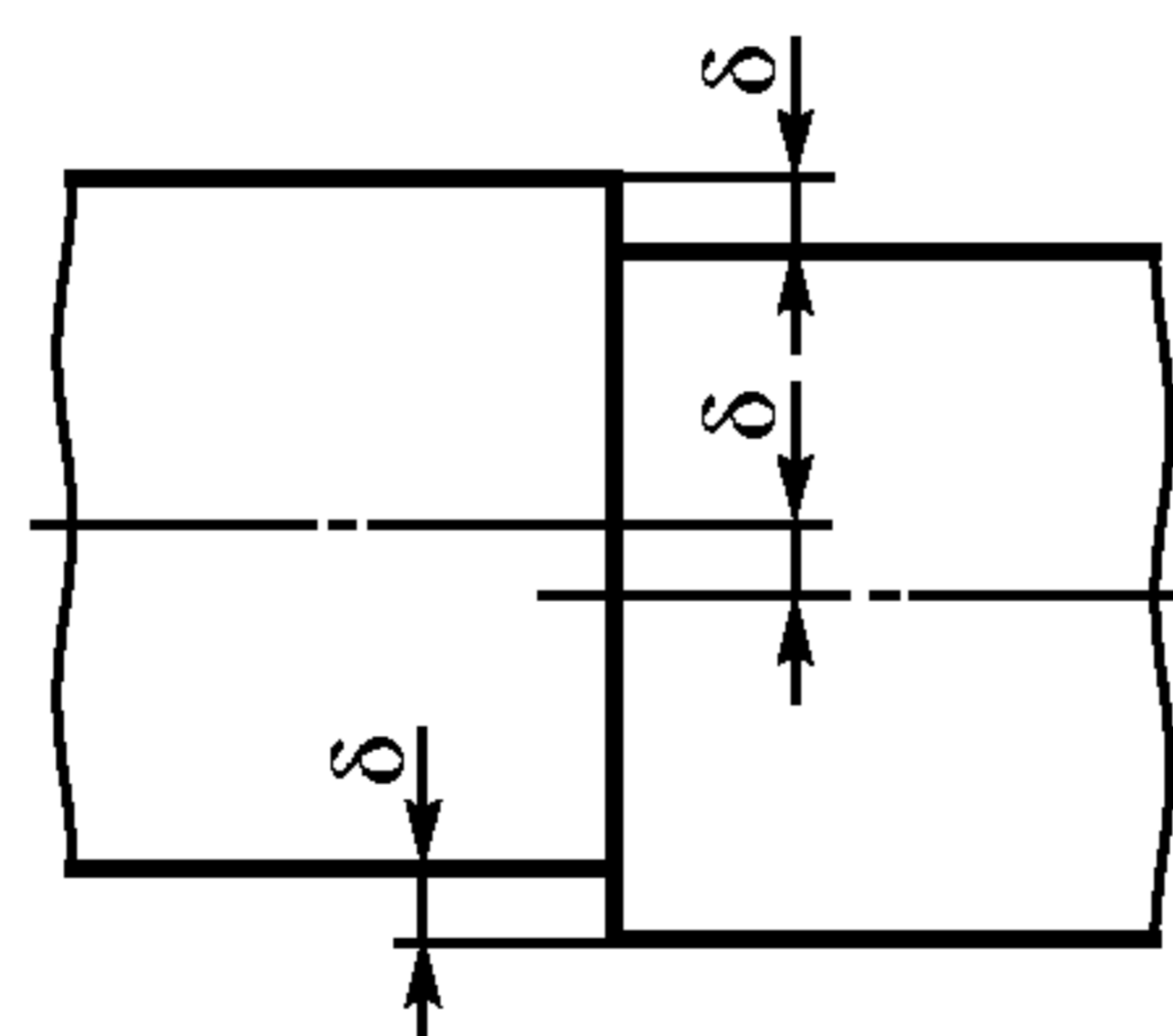
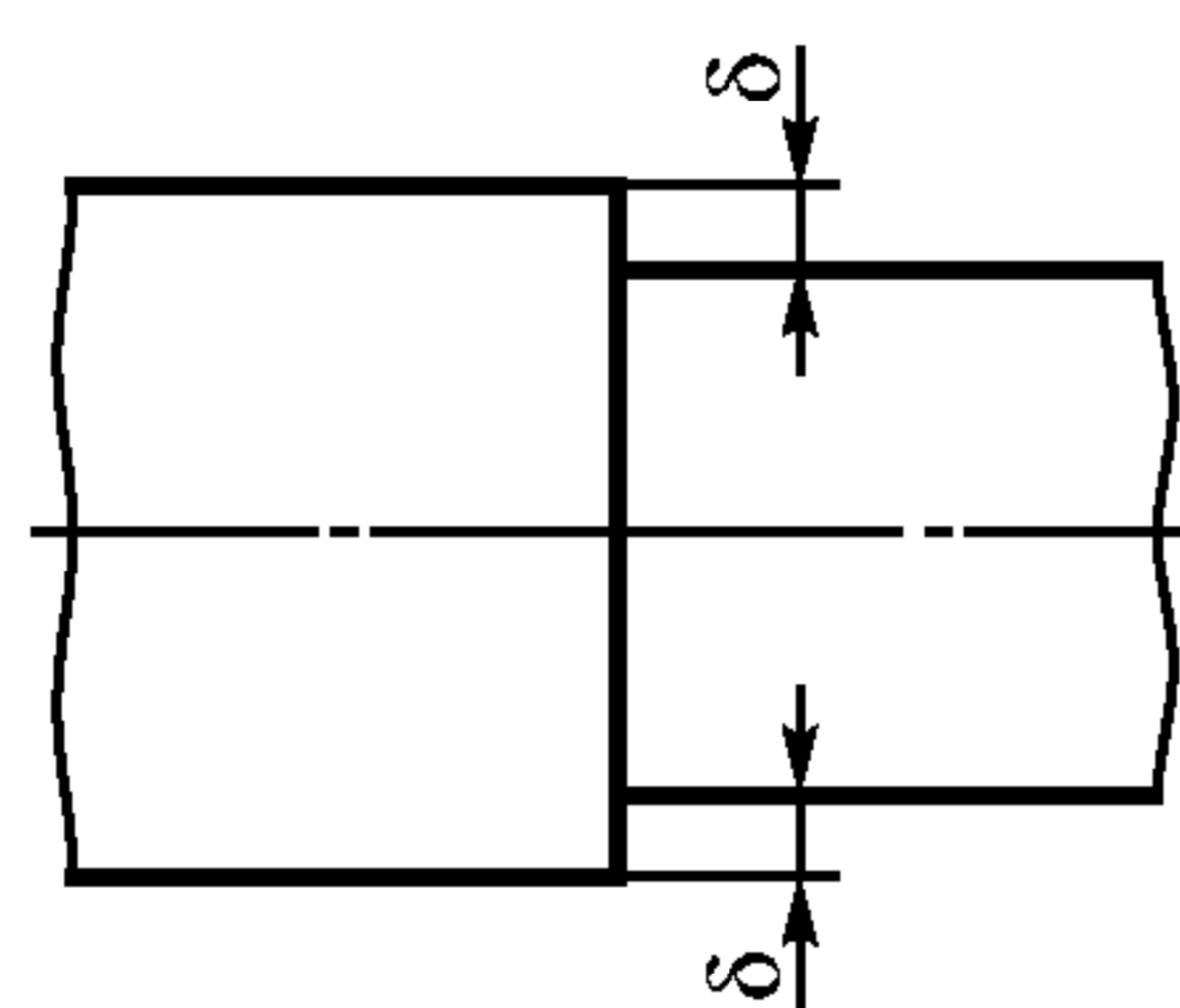
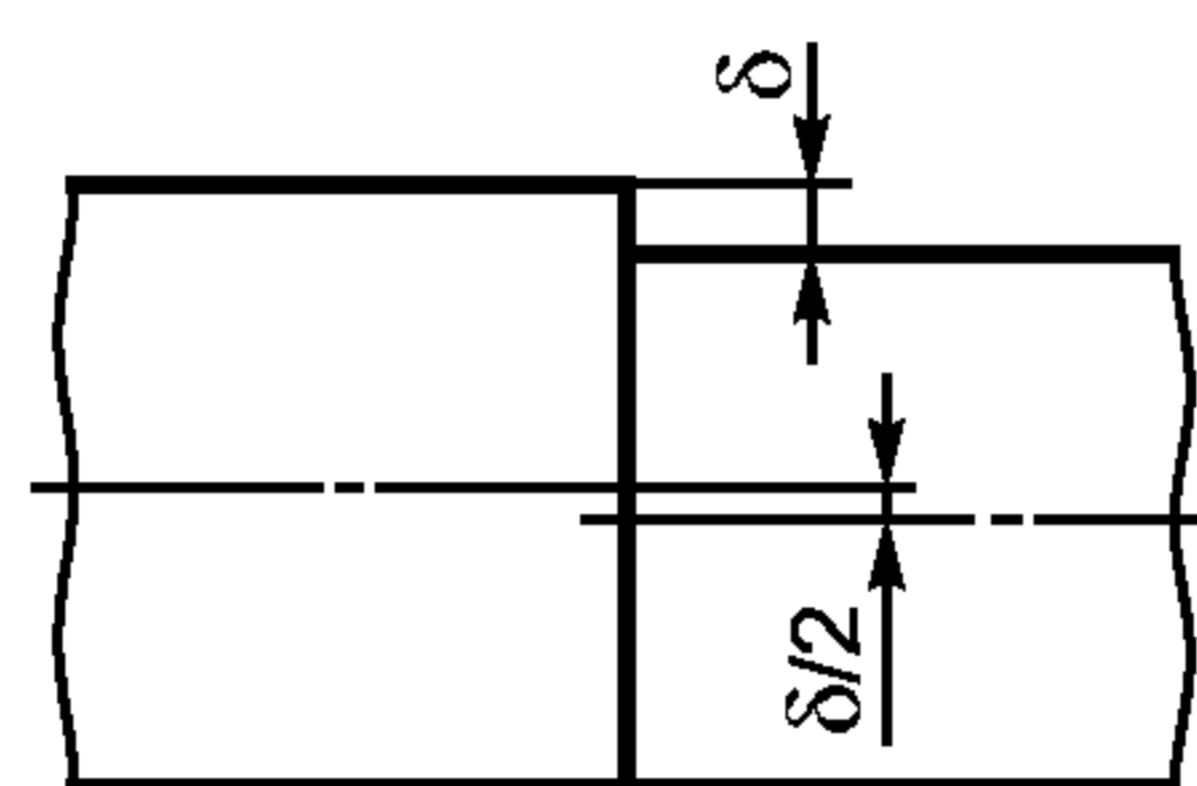
Характеристика сварного шва	Схема сварного шва	Эффективный коэффициент концентрации напряжений	
		Углеродистая сталь	Низколегированная и аустенитная сталь
Стыковой сварной шов с плавным переходом и полным проваром		1,0	1,0
Стыковой сварной шов с подкладным листом по всей длине шва		1,2	1,4
Стыковой сварной шов (односторонний) с неполным проваром		1,5	1,8
Стыковой шов со смещением кромок		1,3	1,5

Приложение А  
(справочное)

## Рисунки, поясняющие текст стандарта

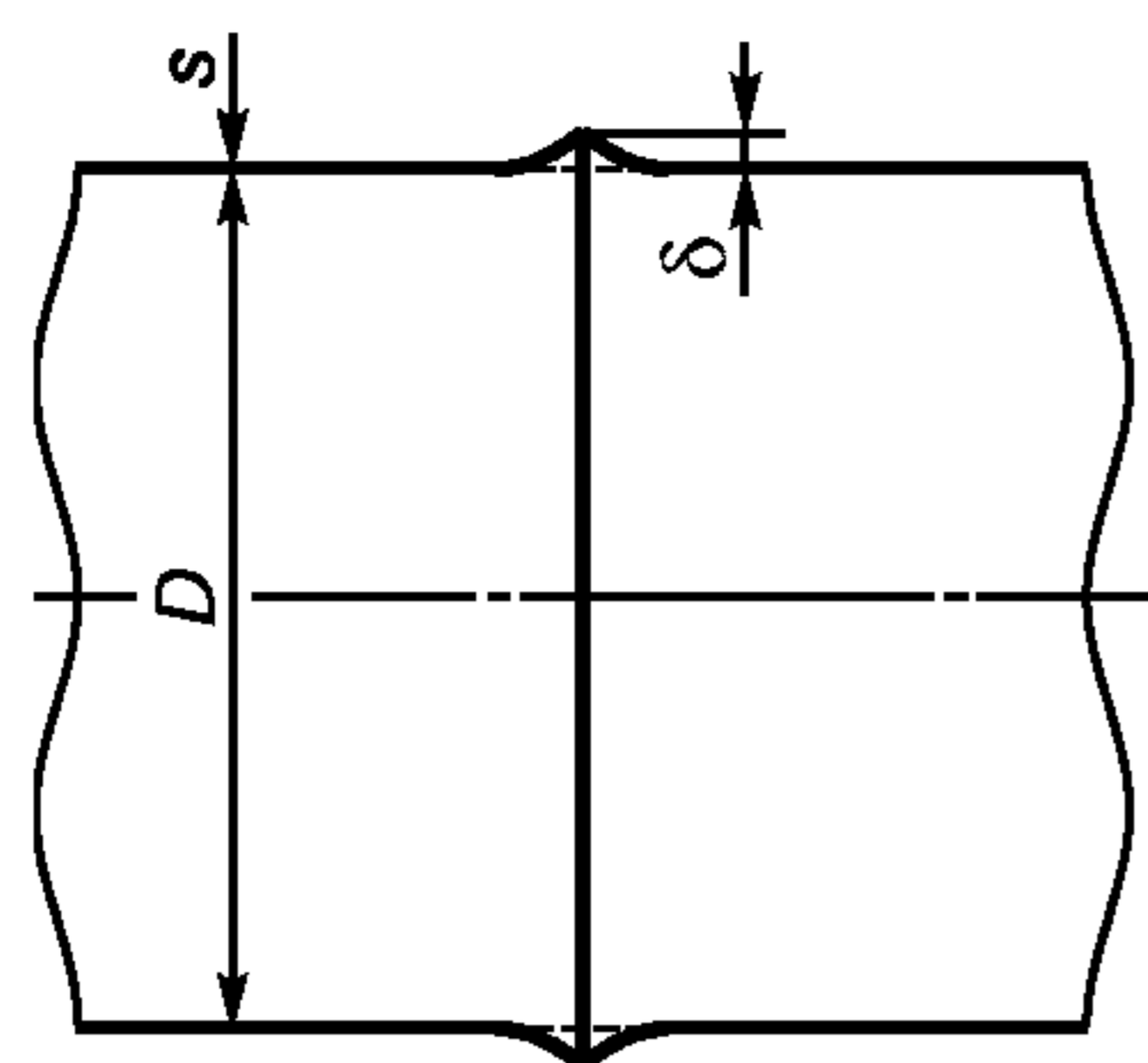


а — продольный сварной шов

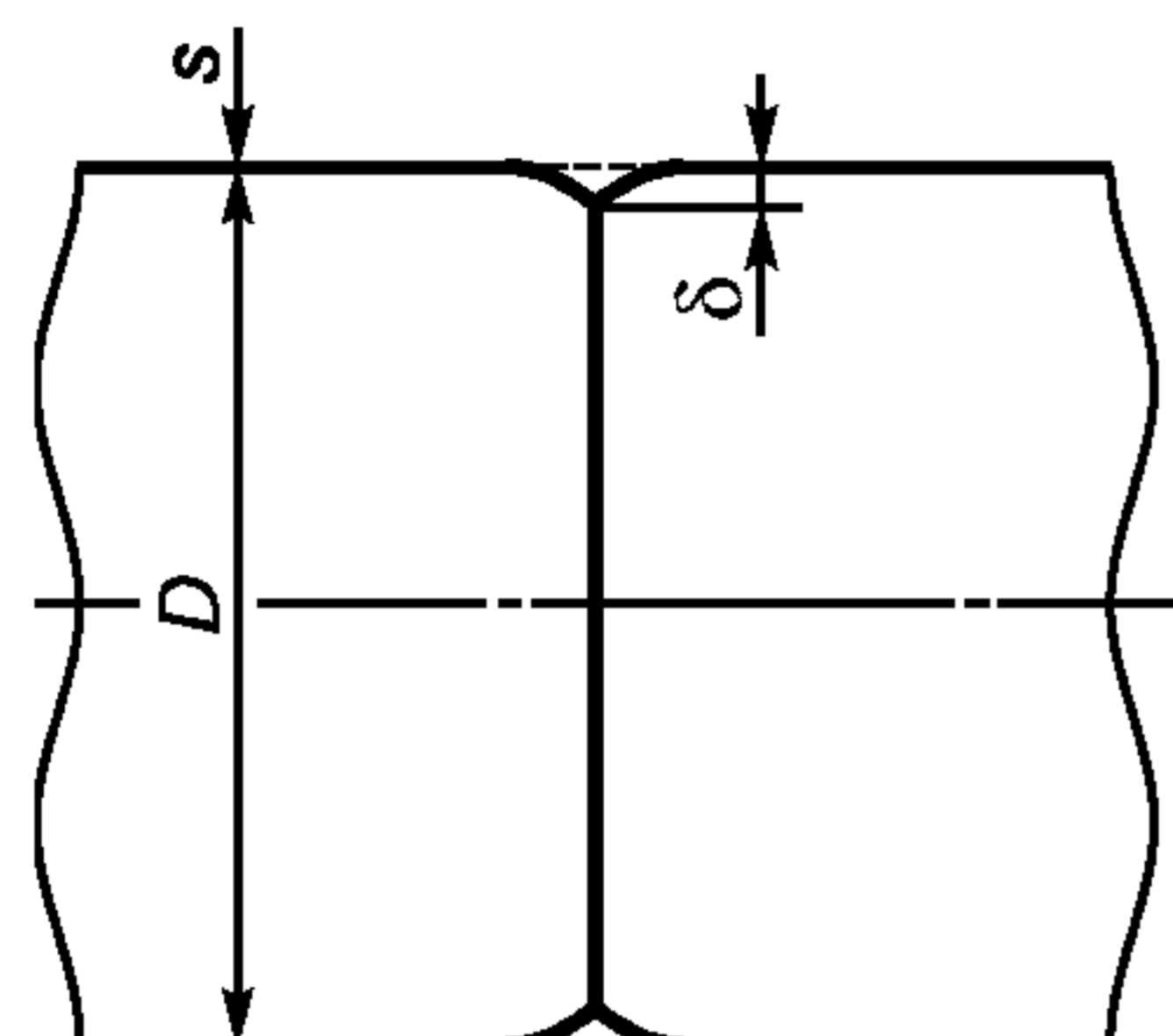


б — кольцевые сварные швы

Рисунок А.1 — Смещение кромок



а — наружный увод кромок



б — внутренний увод кромок

Рисунок А.2 — Увод кромок кольцевого шва

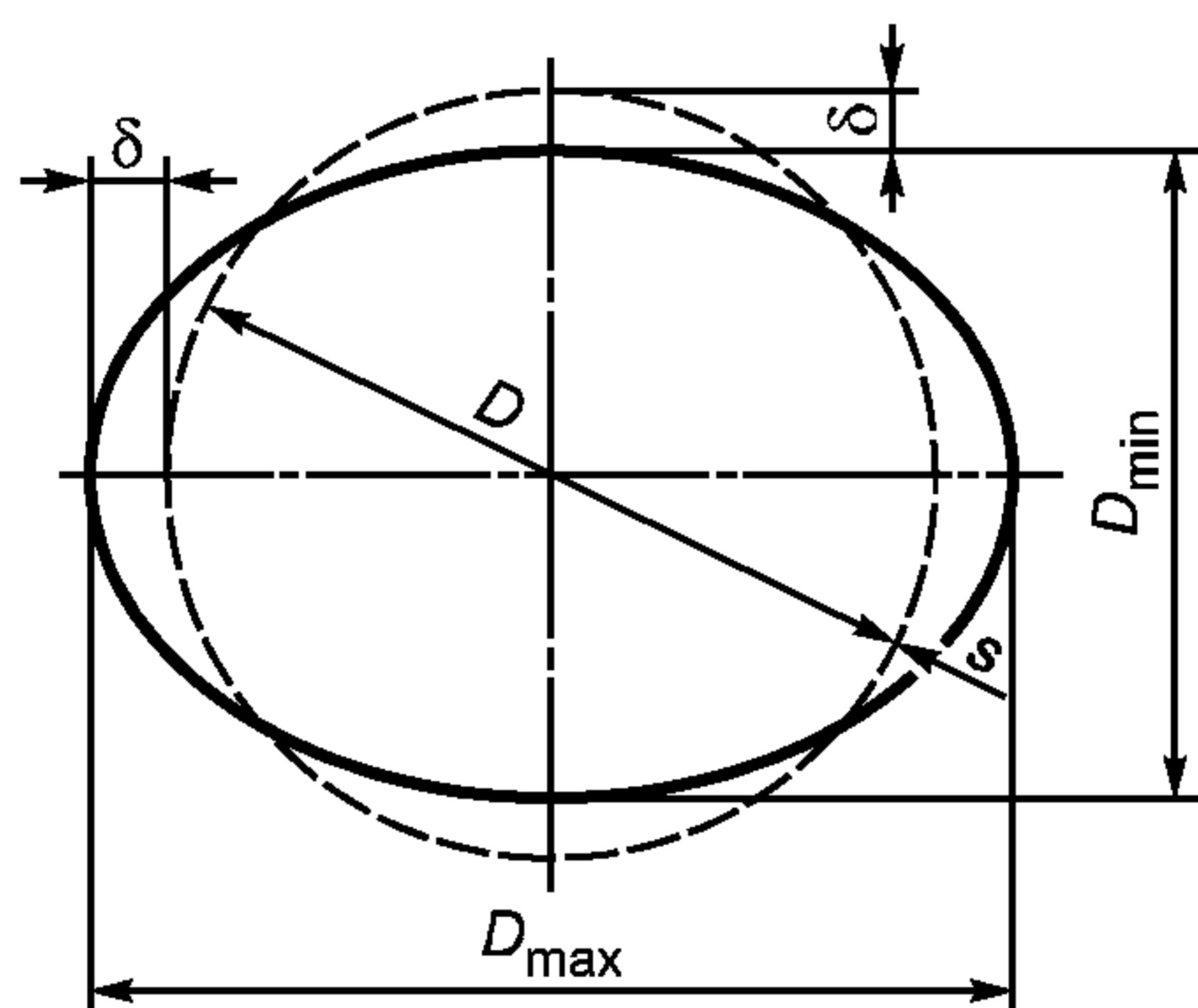
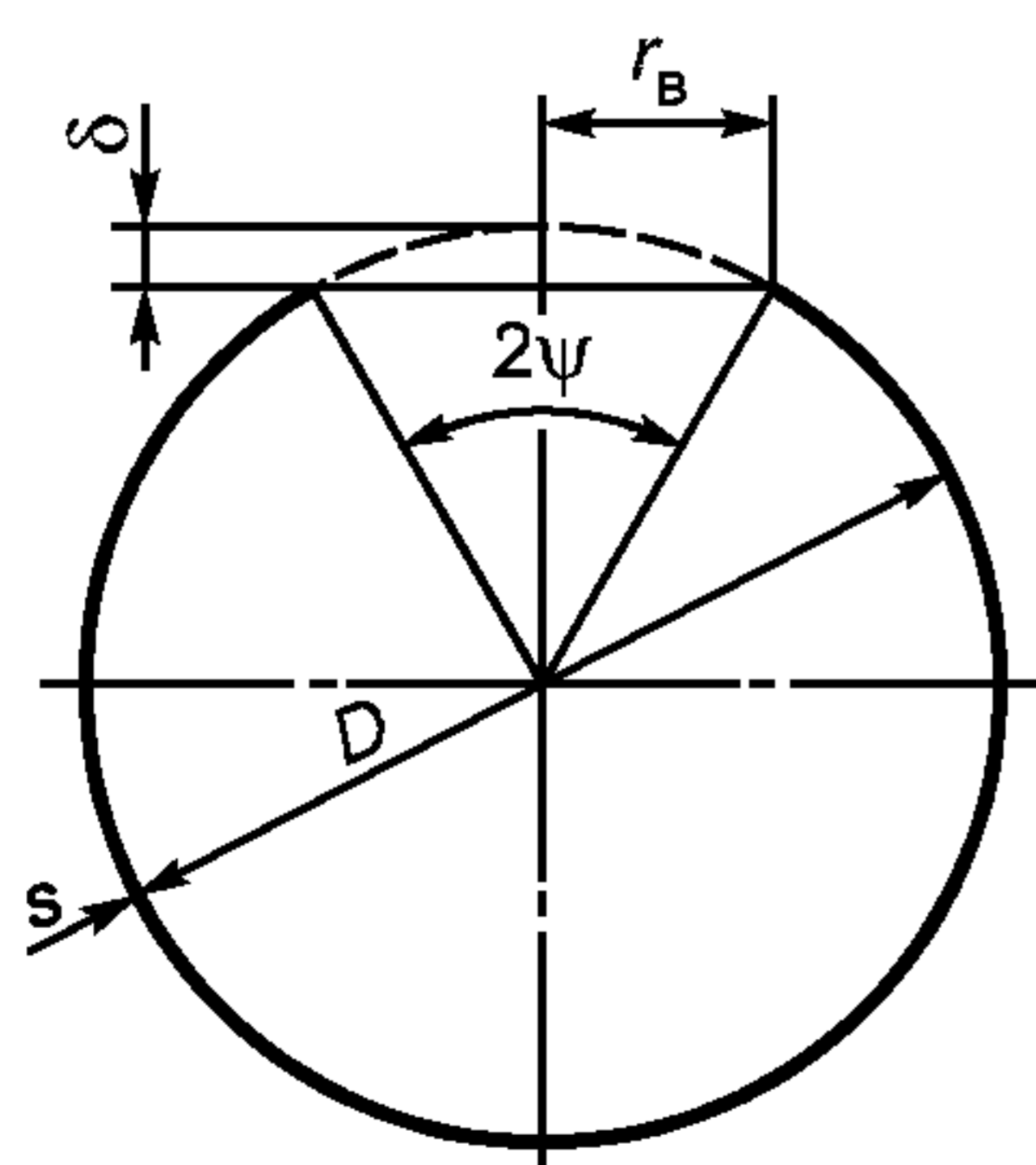
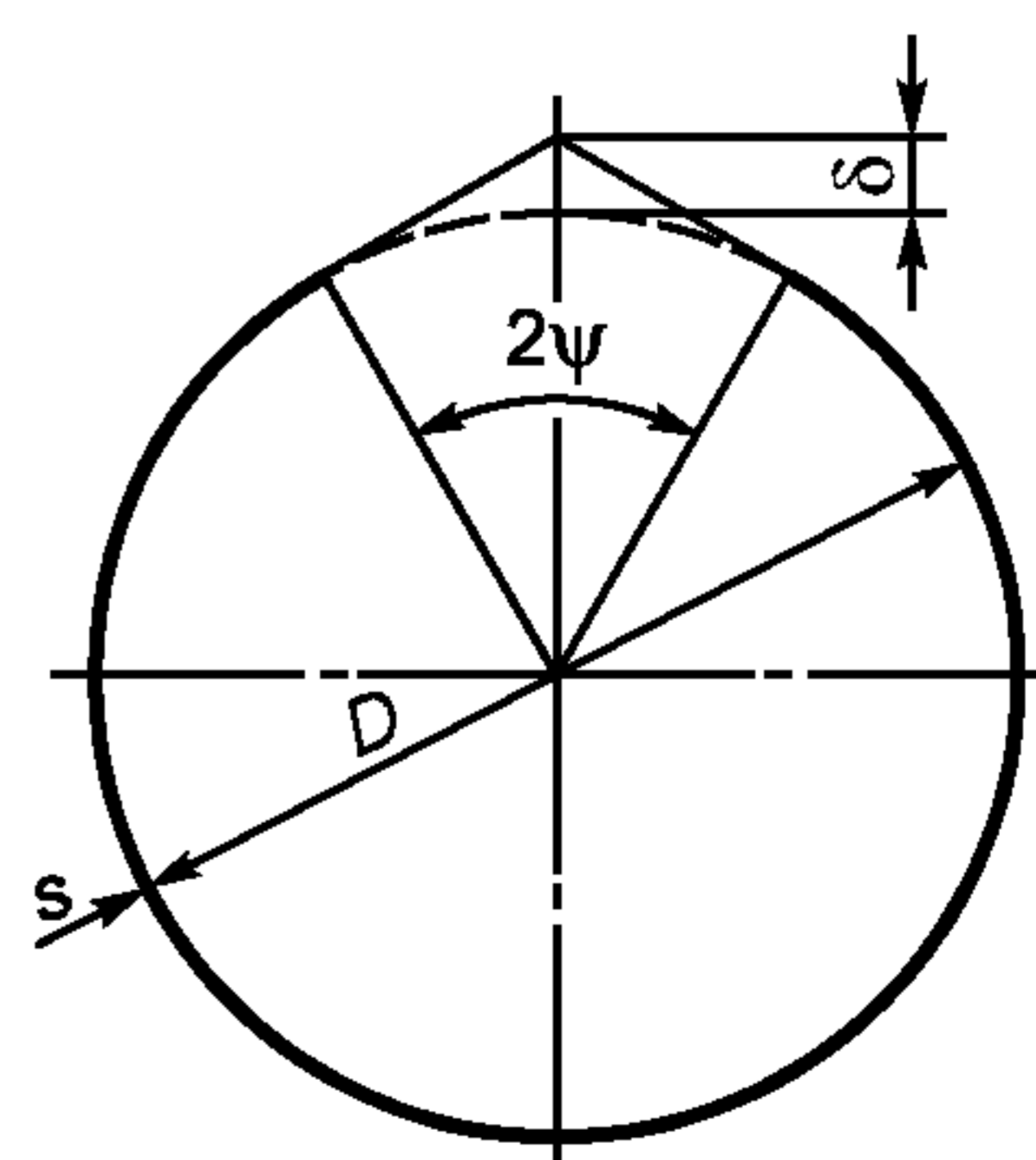


Рисунок А.3 — Общая некруглость



а — вмятина



б — наружный увод кромок

Рисунок А.4 — Локальная некруглость

---

УДК 66.023:006.354

ОКС 71.120  
75.200

Г02

ОКП 36 1500

Ключевые слова: сосуды и аппараты, нормы и методы расчета на прочность, смещение кромок сварных швов, некруглость

---

Редактор *Р. Г. Говердовская*  
Технический редактор *В. Н. Прусакова*  
Корректор *Н. И. Гаврищук*  
Компьютерная верстка *А. П. Финогеновой*

Подписано в печать 20.05.2009. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,10. Тираж 73 экз. Зак. 980.

---

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru) [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)  
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.