

**РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ**

---

**КОТЛЫ СТАЦИОНАРНЫЕ  
ПАРОВЫЕ И ВОДОГРЕЙНЫЕ  
РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ КОЛЛЕКТОРОВ  
ОТ ДЕЙСТВИЯ НАГРУЗОК В ОПОРАХ  
И ПОДВЕСКАХ**

**РТМ 108.031.109—79**

**Издание официальное**

**УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** указанием Министерства энергетического машиностроения от 24.12.79 № ВВ-002/9553

ИСПОЛНИТЕЛЬ — НПО ЦКТИ:

**Б. В. ЗВЕРЬКОВ,  
Т. М. ЭЛЬКОВСКАЯ**

**СОГЛАСОВАН** с Государственным комитетом по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР (Госгортехнадзор СССР)

Заместитель начальника Управления  
по котлонадзору и подъемным сооружениям  
Госгортехнадзора СССР

**А. И. МУРАЧЕВ**

**КОТЛЫ СТАЦИОНАРНЫЕ  
ПАРОВЫЕ И ВОДОГРЕЙНЫЕ****РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ  
КОЛЛЕКТОРОВ ОТ ДЕЙСТВИЯ  
НАГРУЗОК В ОПОРАХ  
И ПОДВЕСКАХ****РТМ 108.031.109—79**

Указанием Министерства энергетического машиностроения от 24.12.79 № ВВ-002/9553 введен как рекомендуемый

Настоящий руководящий технический материал (РТМ) распространяется на стационарные паровые и водогрейные котлы и устанавливает единую методику расчета на прочность цилиндрических горизонтальных коллекторов под действием местных весовых нагрузок в опорах и подвесках.

РТМ также может быть использован для расчета местных напряжений в окрестности опор котельных барабанов, корпусов котлов и других цилиндрических конструкций энергомашиностроения.

**1. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

- $D_n$  — номинальный наружный диаметр коллектора, мм;  
 $D_b$  — номинальный внутренний диаметр коллектора, мм;  
 $s$  — номинальная толщина стенки коллектора, мм;  
 $a$  — ширина поверхности подвески или опоры, мм;  
 $b$  — длина поверхности подвески или опоры, мм;  
 $G$  — усилие, приложенное к одной подвеске или опоре, Н (кгс);  
 $\theta$  — половина угла охвата коллектора подвеской или опорой, град;  
 $d$  — номинальный наружный диаметр плавниковой трубы, мм;  
 $q$  — распределенная нагрузка, МПа (кгс/мм<sup>2</sup>);  
 $2l$  — длина участка, на котором действует распределенная нагрузка  $q$ , мм;

- $h$  — ширина участка, на котором действует распределенная нагрузка  $q$ , мм;  
 $p$  — внутреннее давление в коллекторе, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $d_{ш}$  — номинальный внутренний диаметр штуцера, мм;  
 $k_1$  — коэффициент;  
 $k_2$  — коэффициент;  
 $\sigma_z$  — осевое напряжение в коллекторе, МПа (кгс/мм<sup>2</sup>);  
 $\sigma_\varphi$  — окружное напряжение в коллекторе, МПа (кгс/мм<sup>2</sup>);  
 $N_z, N_\varphi$  — соответственно осевое и окружное усилия в коллекторе, отнесенные к единице длины, Н/мм (кгс/мм);  
 $M_z, M_\varphi$  — соответственно осевой и окружной изгибающие моменты в коллекторе, отнесенные к единице длины, Н (кгс);  
 $\sigma_z^p$  — осевое напряжение от внутреннего давления, МПа (кгс/мм<sup>2</sup>);  
 $\sigma_\varphi^p$  — окружное напряжение от внутреннего давления, МПа (кгс/мм<sup>2</sup>);  
 $\sigma_r$  — радиальное напряжение от внутреннего давления, МПа (кгс/мм<sup>2</sup>);  
 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  — главные нормальные напряжения, МПа (кгс/мм<sup>2</sup>);  
 $\sigma_0$  — эквивалентное напряжение, МПа (кгс/мм<sup>2</sup>);  
 $[\sigma]$  — номинальное допускаемое напряжение при расчетной температуре, МПа (кгс/мм<sup>2</sup>).

## 2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Расчет на прочность коллекторов под действием весовых нагрузок является поверочным и выполняется после выбора основных размеров коллектора в соответствии с ОСТ 108.031.02—75.

2.2. Используемые материалы и полуфабрикаты, а также технология изготовления и контроль коллекторов, штуцеров и деталей опор и подвесок должны соответствовать указанным в отраслевой нормативно-технической документации.

2.3. Отношение наружного диаметра коллектора к толщине стенки должно удовлетворять условию  $D_{н}/s = 9 \div 35$ .

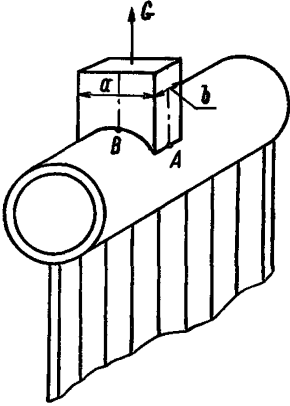
Для коллекторов с отношением  $D_{н}/s < 9$  расчет на прочность от действия весовой нагрузки должен проводиться в соответствии с ОСТ 108.031.02—75.

2.4. Настоящий РТМ рассматривает коллекторы с вертикальным подвесом экранов (черт. 1 и 2).

2.5. Схемы расположения подвесок или опор и нагружения коллектора указаны на черт. 1 и 2.

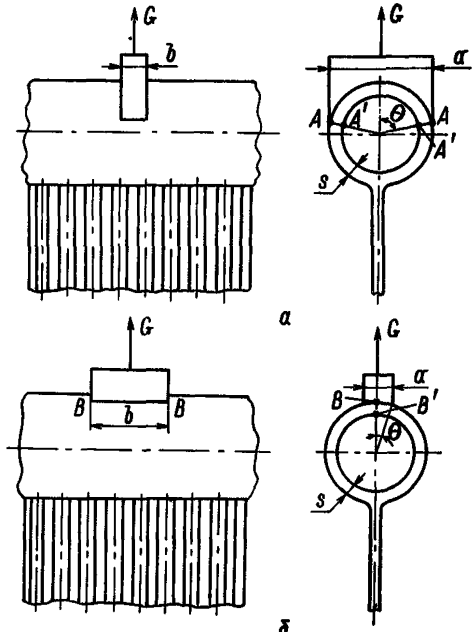
2.6. Для подвесных конструкций коллекторов направление действия усилия  $G$ , а также распределенной нагрузки  $q$ , приложенной к коллектору, совпадает с направлениями, указанными на черт. 1, 2, 3. Для опорных конструкций направление усилия  $G$  и распределенной нагрузки  $q$  противоположно направлениям, указанным на черт. 1, 2, 3.

Общий вид коллектора газоплотного экрана



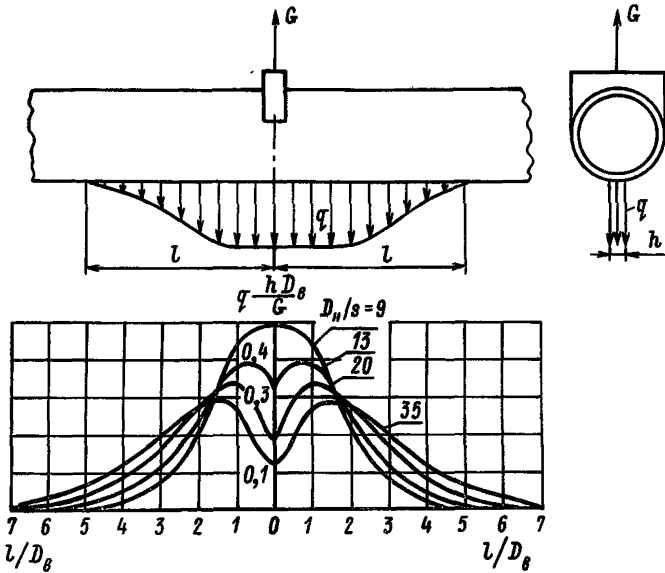
Черт. 1

Расчетная схема коллектора



Черт. 2

Распределенная нагрузка, действующая на коллектор со стороны экрана



Черт. 3

## 3. МЕСТНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ

3.1. Усилие  $G$ , действующее на подвеску или опору (см. черт. 1, 2, 3), определяется как суммарный вес коллектора, его содержимого и присоединенного оборудования, приходящийся на одну подвеску или опору.

3.2. Для коллекторов цельносварных газоплотных экранов реактивная нагрузка  $q$ , действующая со стороны экрана на коллектор (см. черт. 3), определяется по номограммам, приведенным на черт. 3, в зависимости от диаметра коллектора. Реактивная нагрузка, действующая на газоплотный экран со стороны коллектора, по величине равна  $q$  и противоположна по направлению.

3.3. Ширина участка  $h$ , на котором действует распределенная реактивная нагрузка  $q$ , при расчете напряжений в коллекторе принимается равной  $h=0,85d$ .

Длина участка  $2l$  воздействия нагрузки  $q$  для коллектора и газоплотного экрана определяется по кривым, приведенным на черт. 3.

3.4. По размерам подвесок или опор  $a$  и  $b$  вычисляются коэффициенты

$$k_1 = \frac{b}{D_B + s} \sqrt{\frac{2s}{D_B + s}}; \quad k_2 = \frac{a}{D_B + s}.$$

3.5. Для подвесных конструкций расчет максимальных усилий  $N_z$ ,  $N_\varphi$  и моментов  $M_z$ ,  $M_\varphi$  в коллекторе, вызванных действием весовых нагрузок, ведется по кривым, приведенным на черт. 4—11.

Для опорных конструкций значения усилий  $N_z$ ,  $N_\varphi$  и моментов  $M_z$ ,  $M_\varphi$  в коллекторе, найденные по кривым черт. 4—11, берутся со знаком минус.

3.6. Для подвесок или опор, удовлетворяющих условию  $a > b$ , значения  $N_z$ ,  $N_\varphi$ ,  $M_z$ ,  $M_\varphi$  в коллекторе определяются по кривым, приведенным на черт. 4—7, с использованием параметров  $k_1$  и  $\theta$ .

3.7. Для подвесок или опор, удовлетворяющих условию  $b > a$ , значения усилий и моментов  $N_z$ ,  $N_\varphi$ ,  $M_z$ ,  $M_\varphi$ , действующих в стенках коллектора, определяются по кривым, приведенным на черт. 8—11, с использованием коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$ .

3.8. В случае подвеса коллектора за штуцер при определении максимальных усилий и моментов в коллекторе по пп. 3.4—3.7 принимается

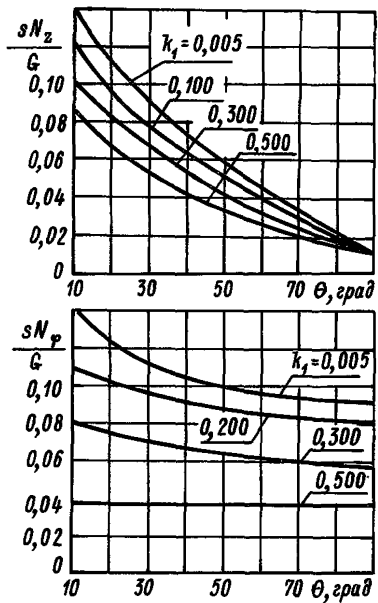
$$a = b = 0,85 d_{\text{шт.}}$$

3.9. Наибольшие местные напряжения возникают в коллекторе (у краев подвесок или опор) в точках  $A$  или  $A'$  при  $a > b$  и в точках  $B$  или  $B'$  при  $b > a$  (см. черт. 1, 2).

3.10. Значения максимальных местных окружных  $\sigma_\varphi$  и осевых  $\sigma_z$  напряжений в стенках коллектора определяются по формулам:

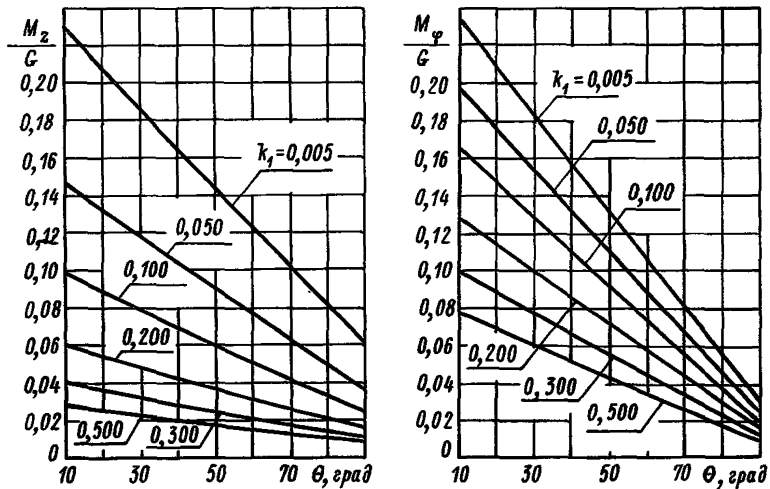
$$\sigma_z = \frac{N_z}{s} \pm \frac{6M_z}{s^2}; \quad \sigma_\varphi = \frac{N_\varphi}{s} \pm \frac{6M_\varphi}{s^2}.$$

Номограммы для вычисления усилий  $N_z$ ,  $N_\varphi$  в коллекторе при  $D_H/s = 9 \div 13$  и  $a > b$



Черт. 4

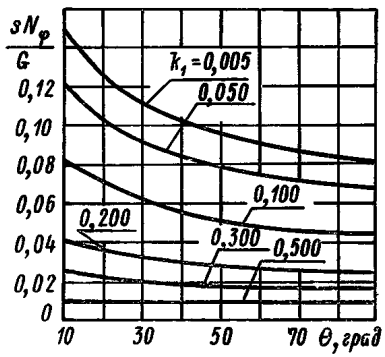
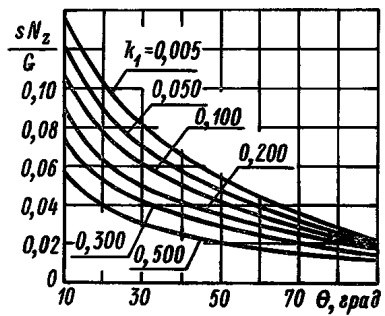
Номограммы для вычисления моментов  $M_z$ ,  $M_\varphi$  в коллекторе при  $D_H/s = 9 \div 13$  и  $a > b$



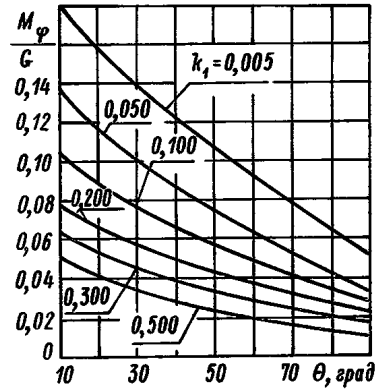
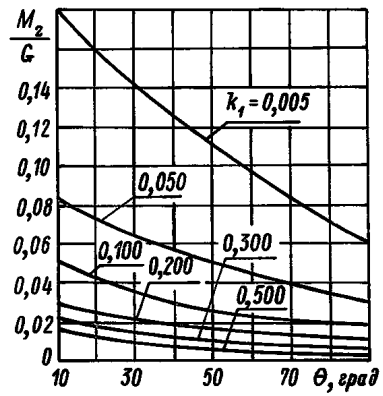
Черт. 5

Номограммы для вычисления моментов  $M_z, M_\varphi$  в коллекторе при  $D_H/s = 14 \div 35$  и  $a > b$

Номограммы для вычисления усилий  $N_z, N_\varphi$  в коллекторе при  $D_H/s = 14 \div 35$  и  $a > b$

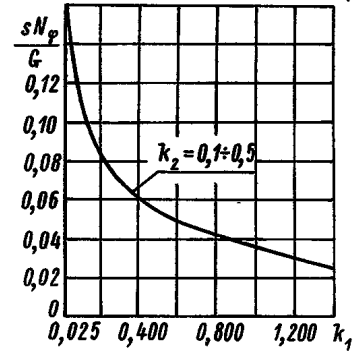
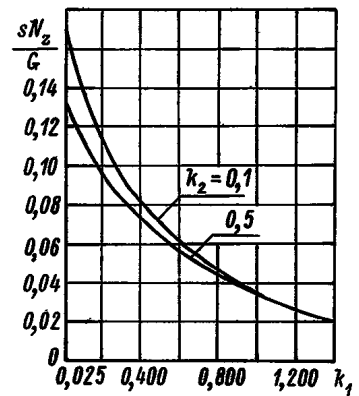


Черт. 6



Черт. 7

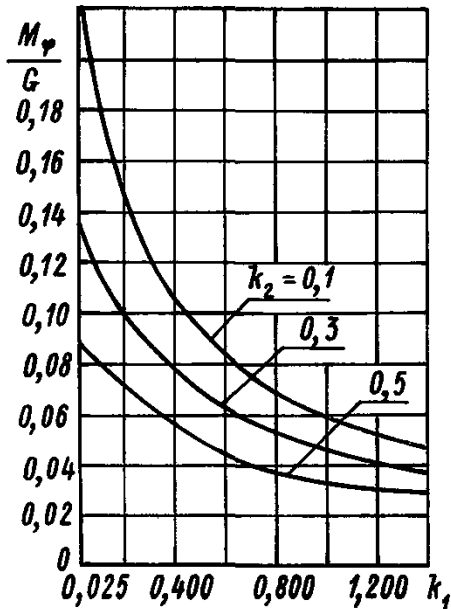
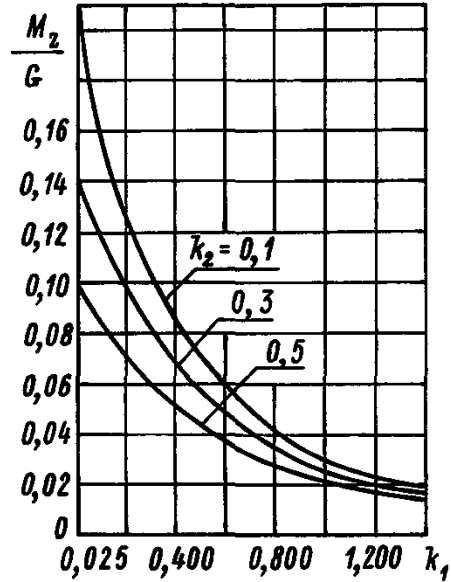
Номограммы для вычисления усилий  $N_z, N_\varphi$  в коллекторе при  $D_H/s = 9 \div 13$  и  $a < b$



Черт. 8

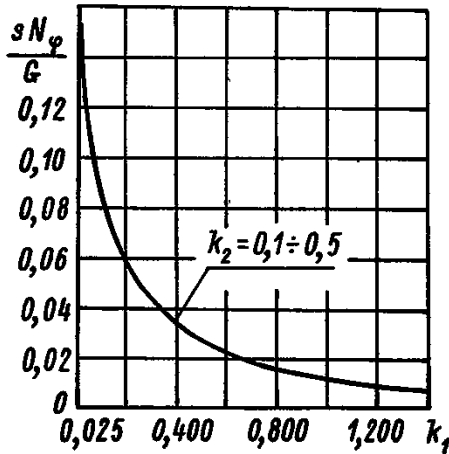
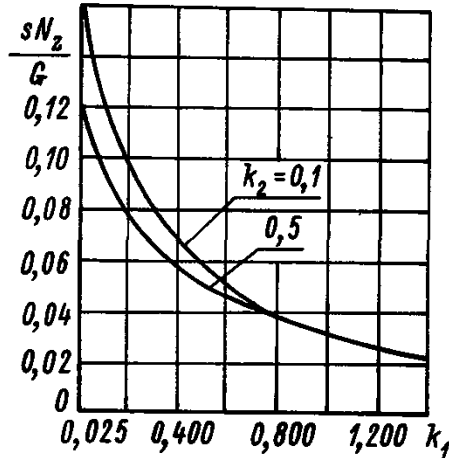


Номограммы для вычисления моментов  $M_z, M_\varphi$  в коллекторе при  $D_H/s = 9 \div 13$  и  $a < b$



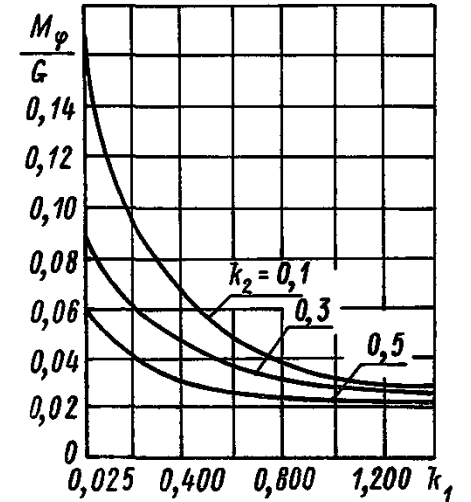
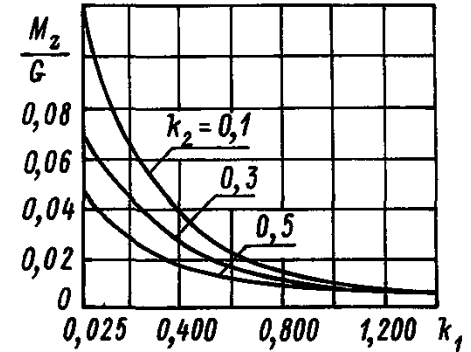
Черт. 9

Номограммы для вычисления усилий  $N_z, N_\varphi$  в коллекторе при  $D_H/s = 14 \div 35$  и  $a < b$



Черт. 10

Номограммы для вычисления моментов  $M_z, M_\varphi$  в коллекторе при  $D_H/s = 14 \div 35$  и  $a < b$



Черт. 11

Знак минус относится к внутренней поверхности (точки  $A'$  или  $B'$ ), знак плюс — к наружной (точки  $A$  или  $B$ ).

3.11. Напряжения от внутреннего давления вычисляются по формулам:

$$\sigma_z^p = \frac{pD_n^2}{400s(D_n + s)};$$

$$\sigma_\varphi^p = \frac{pD_n}{200s};$$

$$\sigma_r^p = -\frac{p}{200}.$$

#### 4. УСЛОВИЯ ПРОЧНОСТИ

4.1. Для рассматриваемой точки коллектора (точки  $A$  или  $A'$ ,  $B$  или  $B'$ ) вычисляются три главных нормальных напряжения, которые представляют собой алгебраическую сумму действующих в одном направлении напряжений, вызванных весовыми нагрузками и внутренним давлением. Главные напряжения определяются по формулам:

$$\sigma_1 = \sigma_\varphi + \sigma_\varphi^p; \sigma_2 = \sigma_z + \sigma_z^p; \sigma_3 = \sigma_r^p, \text{ если } \sigma_\varphi + \sigma_\varphi^p > \sigma_z + \sigma_z^p > \sigma_r^p;$$

$$\sigma_1 = \sigma_z + \sigma_z^p; \sigma_2 = \sigma_\varphi + \sigma_\varphi^p; \sigma_3 = \sigma_r^p, \text{ если } \sigma_z + \sigma_z^p > \sigma_\varphi + \sigma_\varphi^p > \sigma_r^p.$$

4.2. Эквивалентное напряжение для рассматриваемой точки коллектора принимается равным

$$\sigma_9 = \sigma_1 - \sigma_3.$$

4.3. Величина эквивалентного напряжения в коллекторе от действия весовых нагрузок и внутреннего давления должна удовлетворять условию

$$\sigma_9 \leq 1,5 [\sigma].$$

Величина номинального допускаемого напряжения принимается в соответствии с ОСТ 108.031.02—75.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА

1.1. Вычислить напряжения от весовых нагрузок в коллекторе наружным диаметром  $D_n=273$  мм и толщиной стенки  $s=26$  мм,  $D_n/s \approx 10$ .

Ширина подвески  $a=25$  мм, длина  $b=120$  мм, весовая нагрузка на одну подвеску  $G=5$  т.

Внутреннее давление в коллекторе  $p=164$  кгс/см<sup>2</sup>.

Допускаемое напряжение  $[\sigma]=9,7$  кгс/мм<sup>2</sup>.

1.2. Порядок расчета приведен в таблице.

Искомая величина	Расчет
Коэффициенты $k_1, k_2$	$k_1 = \frac{b\sqrt{2s}}{(D_B + s)^{3/2}} = \frac{120 \cdot 7,2}{247^{3/2}} \approx 0,22;$ $k_2 = \frac{a}{D_B + s} = \frac{25}{247} \approx 0,1$
Максимальные усилия $N_z, N_\varphi$ и моменты $M_z, M_\varphi$ (см. черт. 8 и 9) в коллекторе	$N_z = \frac{0,112G}{s} = \frac{0,112 \cdot 5 \cdot 10^3}{26} = 21,5 \text{ кгс/мм};$ $N_\varphi = \frac{0,08G}{s} = \frac{0,08 \cdot 5 \cdot 10^3}{26} = 15,4 \text{ кгс/мм};$ $M_z = 0,12G = 0,12 \cdot 5 \cdot 10^3 = 600 \text{ кгс};$ $M_\varphi = 0,135G = 0,135 \cdot 5 \cdot 10^3 = 675 \text{ кгс}$
Максимальные местные напряжения в стенках коллектора	$\sigma_z = \frac{N_z}{s} + \frac{6M_z}{s^2} = \frac{21,5}{26} + \frac{6 \cdot 600}{26^2} = 0,83 + 5,32 = 6,15 \text{ кгс/мм}^2;$ $\sigma_\varphi = \frac{N_\varphi}{s} + \frac{6M_\varphi}{s^2} = \frac{15,4}{26} + \frac{6 \cdot 675}{26^2} = 0,59 + 5,99 = 6,58 \text{ кгс/мм}^2$
Напряжения под действием внутреннего давления	$\sigma_z^p = \frac{pD_B^2}{400s(D_B + s)} = \frac{164 \cdot 221^2}{400 \cdot 26 \cdot 247} = 3,12 \text{ кгс/мм}^2;$ $\sigma_\varphi^p = \frac{pD_B}{200s} = \frac{164 \cdot 221}{200 \cdot 26} = 6,97 \text{ кгс/мм}^2;$ $\sigma_r^p = -\frac{p}{200} = -0,82 \text{ кгс/мм}^2$

Искомая величина	Расчет
Главные напряжения	$\sigma_1 = \sigma_\varphi = 13,55 \text{ кгс/мм}^2;$
	$\sigma_2 = \sigma_z = 9,27 \text{ кгс/мм}^2;$
	$\sigma_3 = \sigma_r = -0,82 \text{ кгс/мм}^2$
Эквивалентное напряжение	$\sigma_3 = \sigma_1 - \sigma_3 = 13,55 + 0,82 = 14,37 \text{ кгс/мм}^2$
Условие прочности	$\sigma_3 \leq 1,5 [\sigma] = 1,5 \cdot 9,7 = 14,55 \text{ кгс/мм}^2;$ $14,37 < 14,55$

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*

*Справочное*

**ПЕРЕЧЕНЬ  
ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ДАНЫ ССЫЛКИ  
В ДАННОМ РТМ**

ОСТ 108.031.02—75. Котлы стационарные паровые и водогрейные и трубопроводы пара и горячей воды. Нормы расчета на прочность.

---

СОДЕРЖАНИЕ

1. Условные обозначения . . . . .	1
2. Общие положения . . . . .	2
3. Местные напряжения . . . . .	4
4. Условия прочности . . . . .	8
Приложение 1. Пример расчета . . . . .	9
Приложение 2. Перечень документов, на которые даны ссылки в дан- ном РТМ . . . . .	11

---

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ РТМ 108.031.109—79**

Изм.	Номер листов (страниц)				Номер доку-мента	Подпись	Дата	Срок внедрения изменения
	изме-ненных	замене-нных	новых	аннули-рованных				

\_\_\_\_\_

Редактор *Г. Д. Семенова.*

Техн. ред. *Н. П. Беянина.*

Корректор *Л. А. Крупнова.*

---

Сдано в набор 24.03.80. Подписано к печ. 04.06.80. Формат бум. 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Объем 1 печ. л. Тираж 1000. Заказ 340. Цена 20 коп.

---

00.01.10-74

Редакционно-издательский отдел НПО ЦКТИ им. И. И. Ползунова.  
194021, Ленинград, Политехническая ул., д. 24.