

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);
 θ — половина угла охвата коллектора подвеской или опорой, град;
 d — номинальный наружный диаметр плавниковой трубы, мм;
 q — распределенная нагрузка, МПа (кгс/мм²);
 $2l$ — 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/см²);
 $d_{ш}$ — номинальный внутренний диаметр штуцера, мм;
 k_1 — коэффициент;
 k_2 — коэффициент;
 σ_z — осевое напряжение в коллекторе, МПа (кгс/мм²);
 σ_φ — окружное напряжение в коллекторе, МПа (кгс/мм²);
 N_z, N_φ — соответственно осевое и окружное усилия в коллекторе, отнесенные к единице длины, Н/мм (кгс/мм);
 M_z, M_φ — соответственно осевой и окружной изгибающие моменты в коллекторе, отнесенные к единице длины, Н (кгс);
 σ_z^p — осевое напряжение от внутреннего давления, МПа (кгс/мм²);
 σ_φ^p — окружное напряжение от внутреннего давления, МПа (кгс/мм²);
 σ_r^p — радиальное напряжение от внутреннего давления, МПа (кгс/мм²);
 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ — главные нормальные напряжения, МПа (кгс/мм²);
 σ_e — эквивалентное напряжение, МПа (кгс/мм²);
 $[\sigma]$ — номинальное допускаемое напряжение при расчетной температуре, МПа (кгс/мм²).

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.

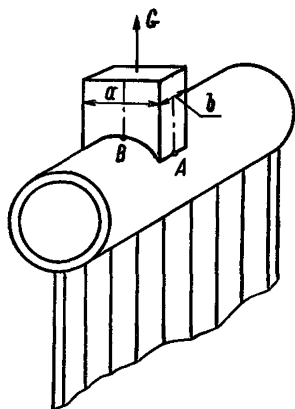
2.3. Отношение наружного диаметра коллектора к толщине стенки должно удовлетворять условию $D_n/s = 9 \div 35$.

Для коллекторов с отношением $D_n/s < 9$ 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).

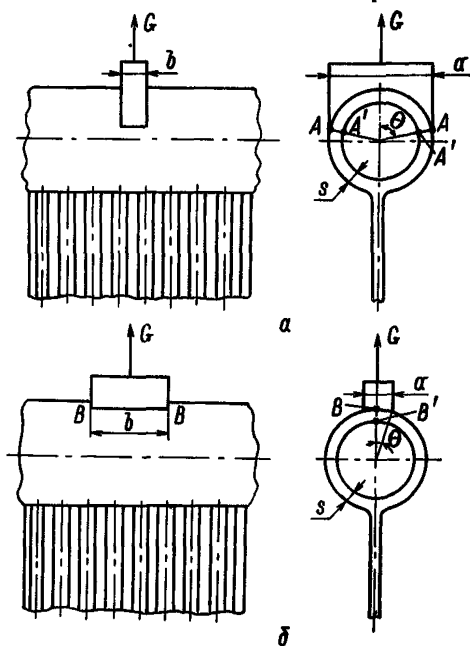
2.5. Схемы расположения подвесок или опор и нагружения коллектора указаны на черт. 1 и 2.

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.

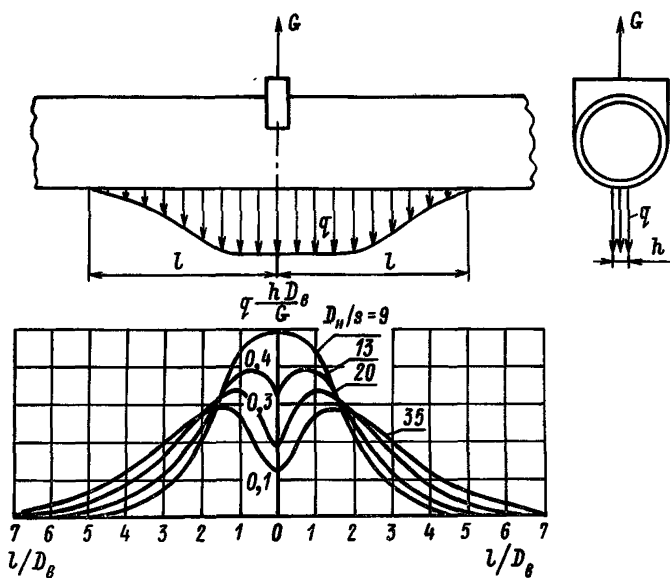
Общий вид коллектора
газоплотного экрана


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_φ и моментов M_z , M_φ в коллекторе, вызванных действием весовых нагрузок, ведется по кривым, приведенным на черт. 4—11.

Для опорных конструкций значения усилий N_z , N_φ и моментов M_z , M_φ 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_φ , M_z , M_φ в коллекторе определяются по кривым, приведенным на черт. 4—7, с использованием параметров k_1 и θ .

3.7. Для подвесок или опор, удовлетворяющих условию $b > a$, значения усилий и моментов N_z , N_φ , M_z , M_φ , 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

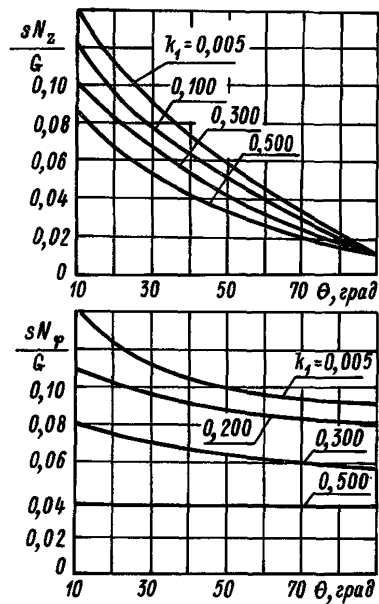
$$a = b = 0,85 d_{\text{шт.}}$$

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 σ_φ и осевых σ_z напряжений в стенках коллектора определяются по формулам:

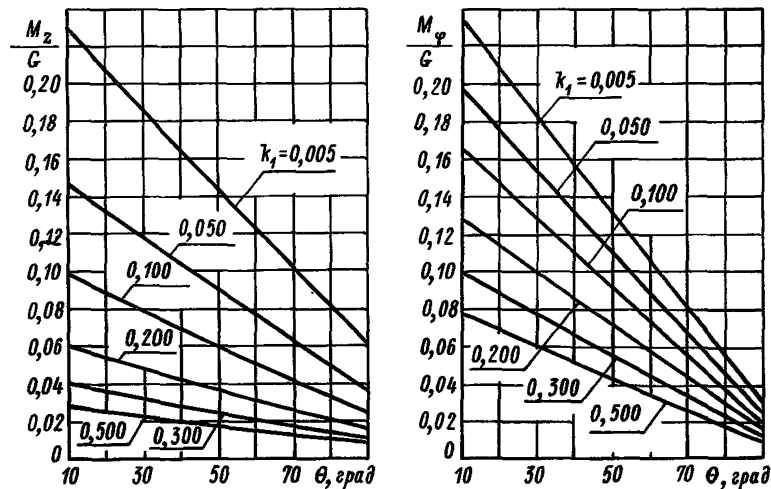
$$\sigma_z = \frac{N_z}{s} \pm \frac{6M_z}{s^2}; \quad \sigma_\varphi = \frac{N_\varphi}{s} \pm \frac{6M_\varphi}{s^2}.$$

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



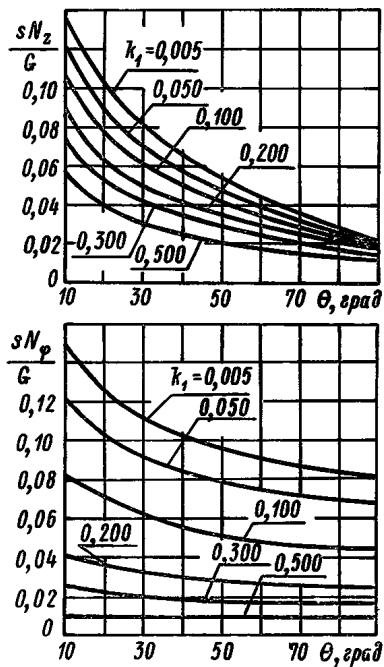
Черт. 4

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



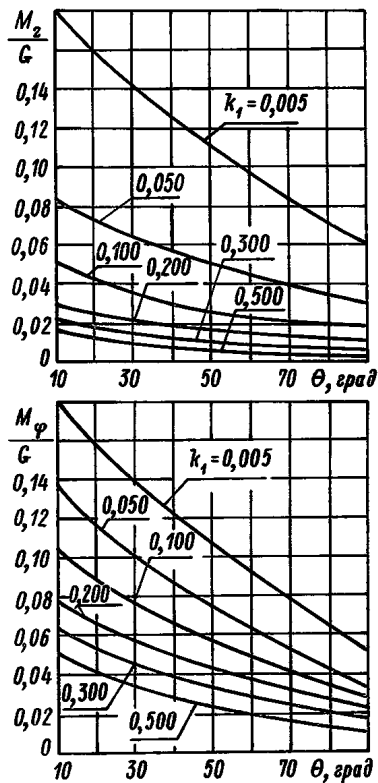
Черт. 5

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



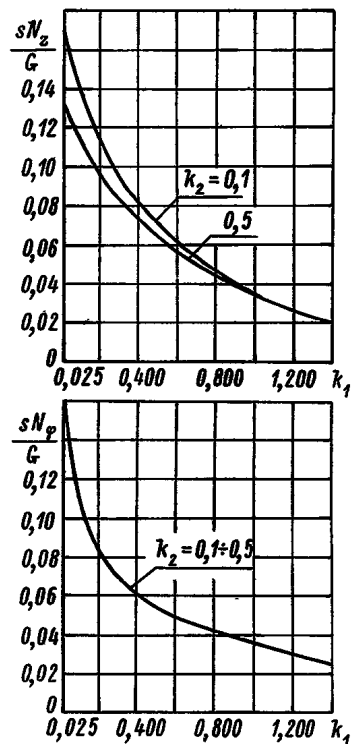
Черт. 6

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



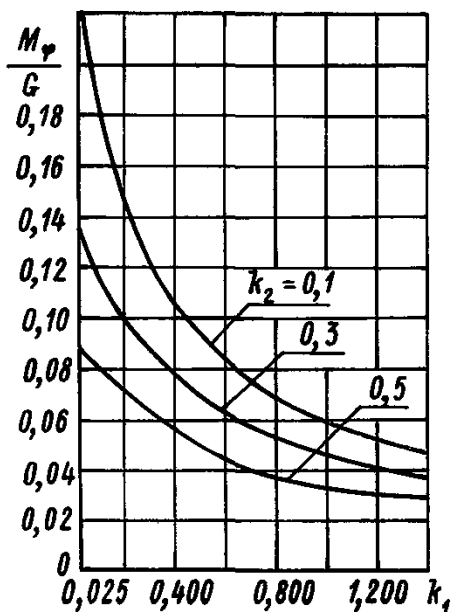
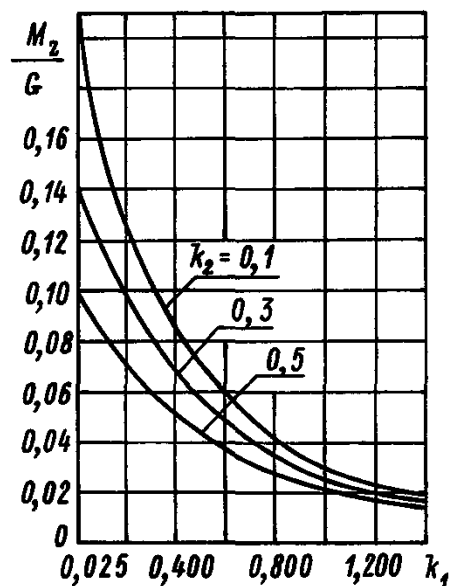
Черт. 7

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



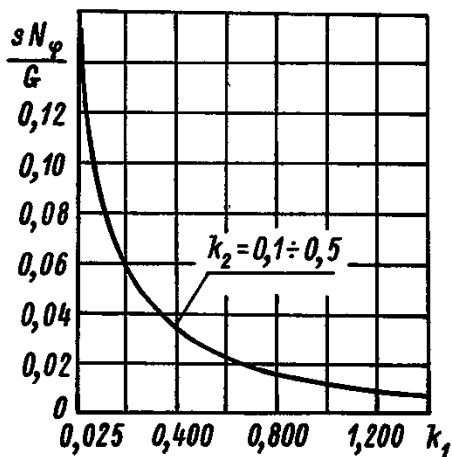
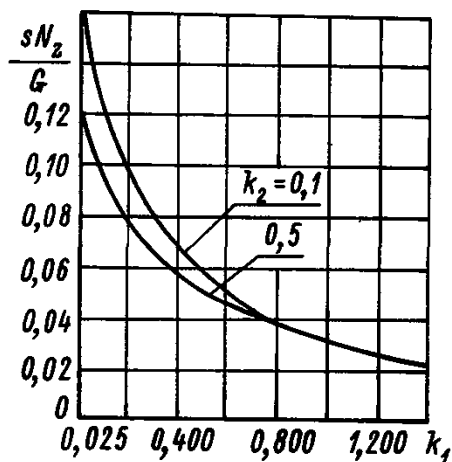
Черт. 8

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



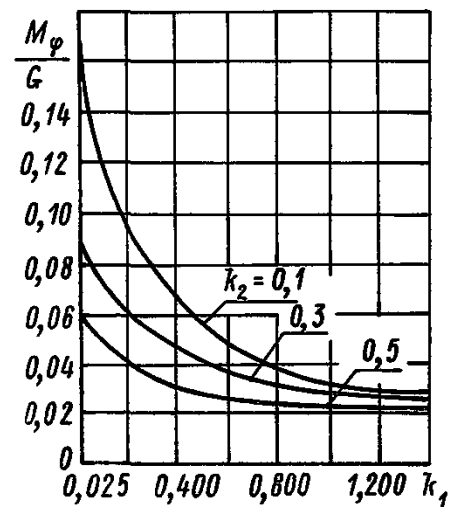
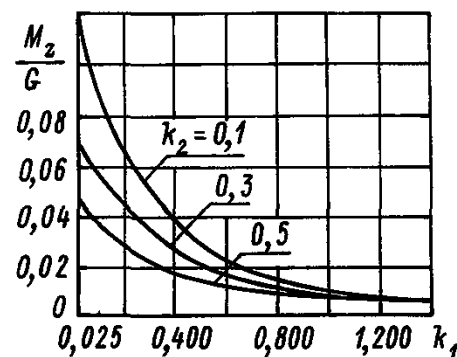
Черт. 9

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



Черт. 10

Номограммы для вычисления
моментов M_z , M_φ 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:

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

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

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

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/см².

Допускаемое напряжение $[\sigma] = 9,7$ кгс/мм².

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_φ и моменты M_z, M_φ (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	$\sigma_z^p = \frac{pD_B^2}{400s(D_B + s)} = \frac{164 \cdot 221^2}{400 \cdot 26 \cdot 247} = 3,12 \text{ кгс/мм}^2;$ $\sigma_\varphi^p = \frac{pD_B}{200s} = \frac{164 \cdot 221}{200 \cdot 26} = 6,97 \text{ кгс/мм}^2;$ $\sigma_r^p = -\frac{p}{200} = -0,82 \text{ кгс/мм}^2$

Продолжение табл.

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	$\sigma_9 = \sigma_1 - \sigma_3 = 13,55 + 0,82 = 14,37 \text{ кгс/мм}^2$
Условие прочности	$\sigma_9 \leq 1,5 [\sigma] = 1,5 \cdot 9,7 = 14,55 \text{ кгс/мм}^2;$ $14,37 < 14,55$

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

[illegible]

Редактор *Г. Д. Семенова.*

Техн. ред. *Н. П. Белянина.*

Корректор *Л. А. Крупнова.*

Сдано в набор 24.03.80. Подписано к печ. 04.06.80. Формат бум. 60×90¹/₁₆.
Объем 1 печ. л. Тираж 1000. Заказ 340. Цена 20 коп.
