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

gost.e-ecolog.ru

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**

© Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И. И. Ползунова (НПО ЦКТИ), 1980.

УДК 621.18:539.4 Группа Е21

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

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

$D_н$ — номинальный наружный диаметр коллектора, мм;
$D_в$ — 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/мм^2);
$2l$ — длина участка, на котором действует распределенная нагрузка q, мм;

Издание официальное Перепечатка воспрещена

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);

σ_1, σ_2, σ_3 — главные нормальные напряжения, МПа (кгс/мм²);

$\sigma_э$ — 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 $D_н/s = 9 \div 35$.

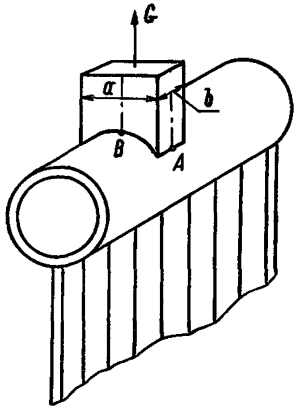
Для коллекторов с отношением $D_н/s < 9$ расчет на прочность от действия весовой нагрузки должен проводиться в соответствии с ОСТ 108.031.02—75.

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.

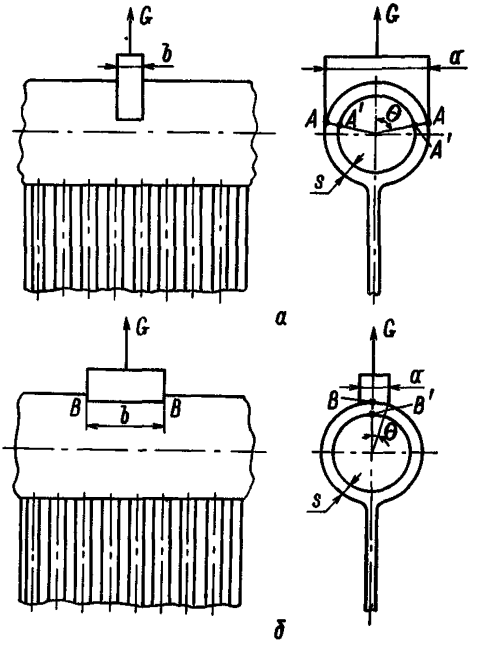
2.6. Для подвесных конструкций коллекторов направление действия усилия G, а также распределенной нагрузки q, приложенной к коллектору, совпадает с направлениями, указанными на черт. 1, 2, 3. Для опорных конструкций направление усилия G и распределенной нагрузки q противоположно направлениям, указанным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

Общий вид коллектора газоплотного экрана



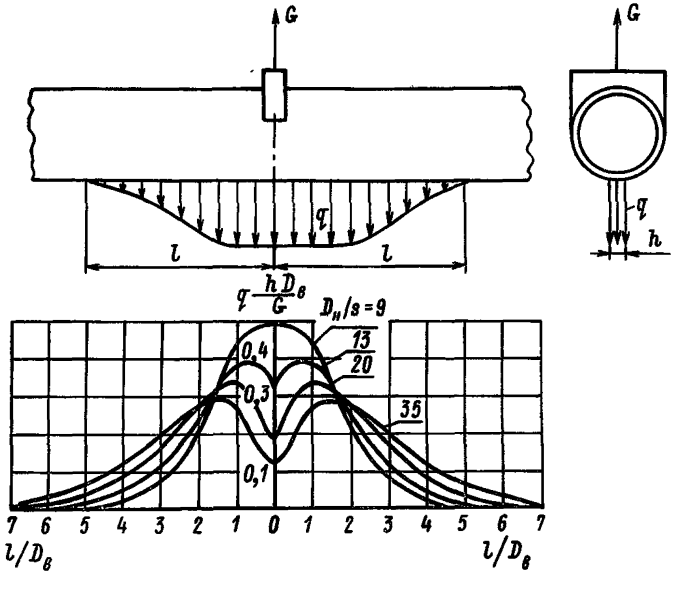
Черт. 1

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 $h=0{,}85\,d$.

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

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

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

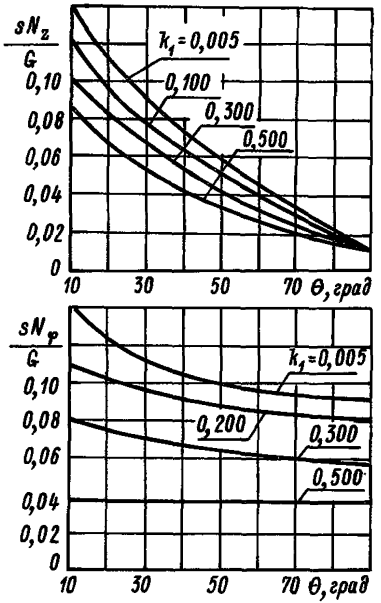
$$a=b=0{,}85\,d_ш.$$

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:

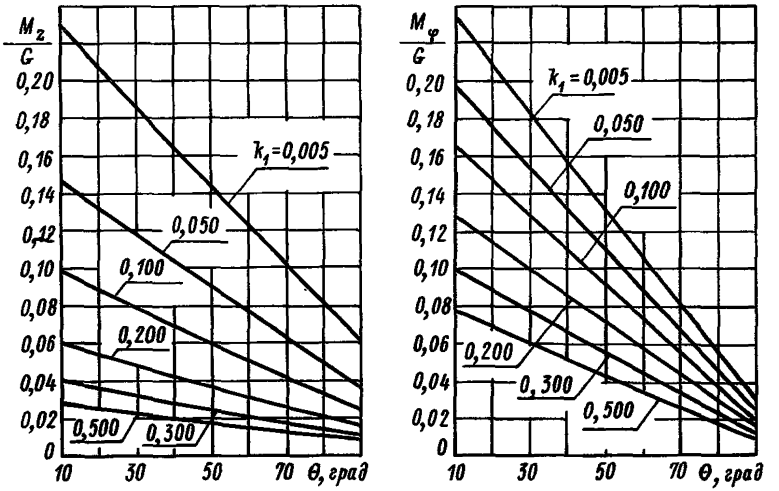
$$\sigma_z=\frac{N_z}{s}\pm\frac{6M_z}{s^2};\quad \sigma_\varphi=\frac{N_\varphi}{s}\pm\frac{6M_\varphi}{s^2}.$$

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



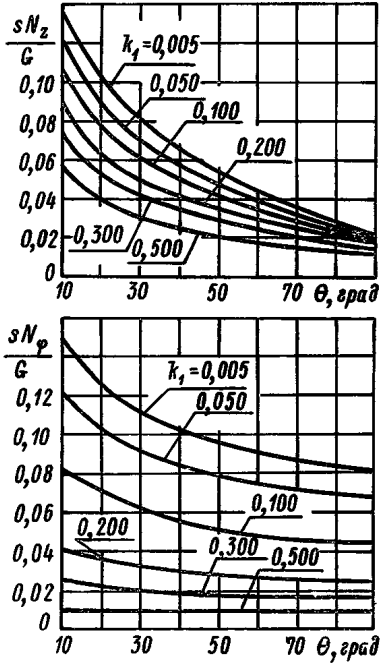
Черт. 4

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



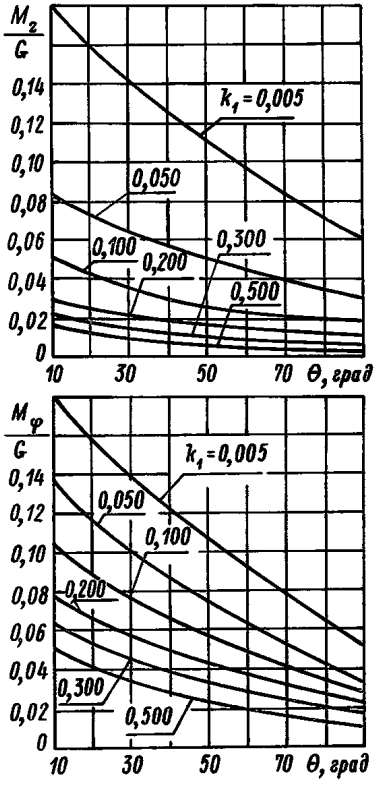
Черт. 5

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



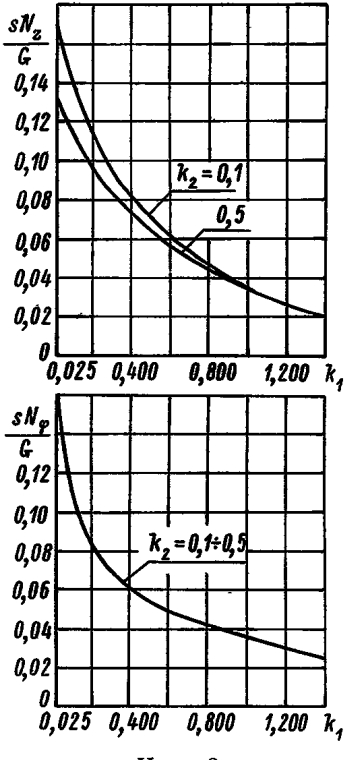
Черт. 6

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



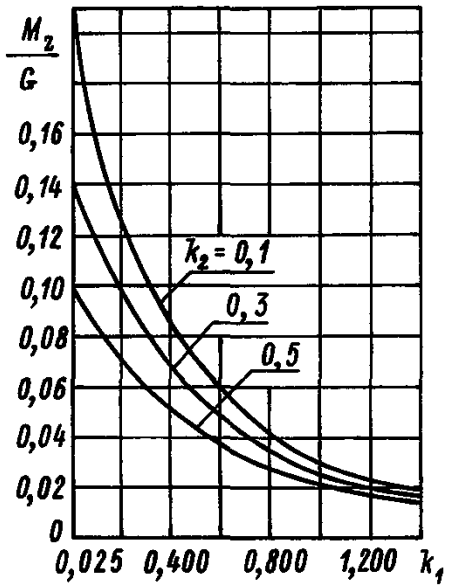
Черт. 7

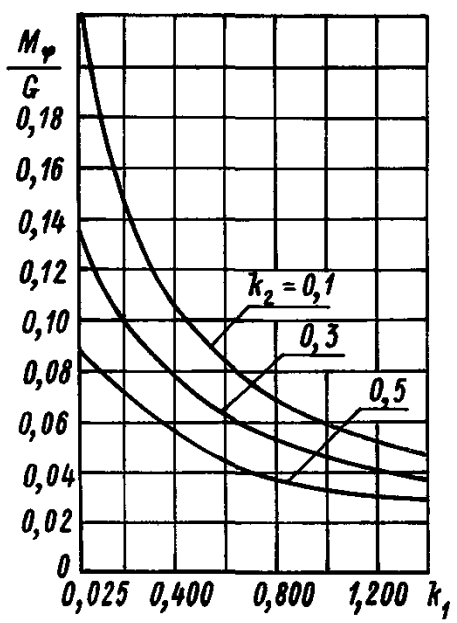
Номограммы для вычисления усилий N_z, N_φ в коллекторе при $D_н/s = 9 \div 13$ и $a < b$



Черт. 8

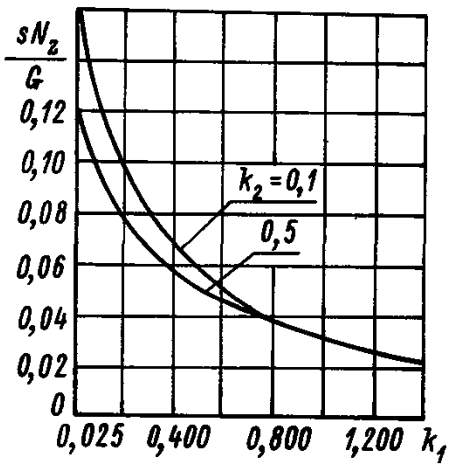
Номограммы для вычисления моментов M_z, M_φ в коллекторе при $D_н/s = 9 \div 13$ и $a < b$

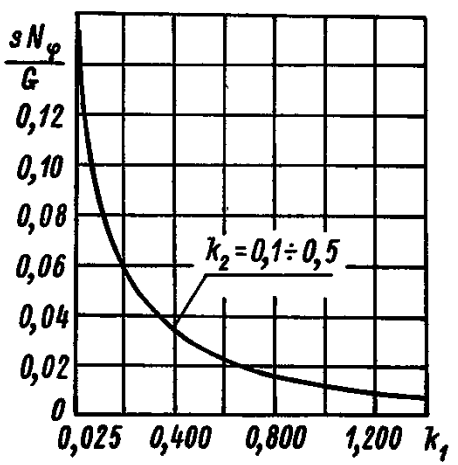




Черт. 9

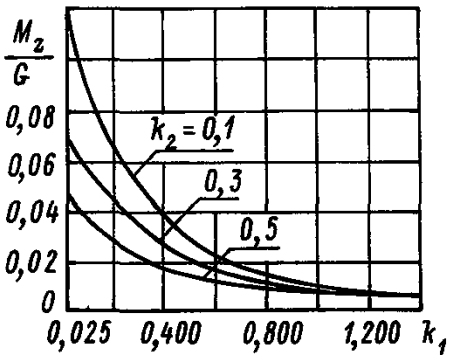
Номограммы для вычисления усилий N_z, N_φ в коллекторе при $D_н/s = 14 \div 35$ и $a < b$

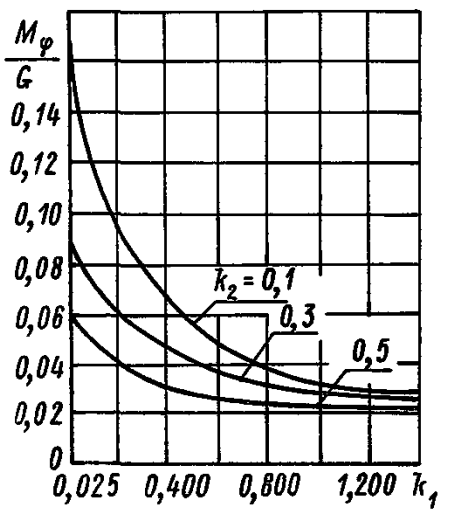




Черт. 10

Номограммы для вычисления моментов M_z, M_φ в коллекторе при $D_н/s = 14 \div 35$ 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:

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

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

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

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:

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

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

4.2. Эквивалентное напряжение для рассматриваемой точки коллектора принимается равным

$$\sigma_э = \sigma_1 - \sigma_3.$$

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

$$\sigma_э \leqslant 1{,}5\,[\sigma].$$

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 $D_н=273$ мм и толщиной стенки $s=26$ мм, $D_н/s\approx 10$.

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^2.

Допускаемое напряжение $[\sigma]=9{,}7$ кгс/мм^2.

1.2. Порядок расчета приведен в таблице.

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

Продолжение табл.

Искомая величина	Расчет
Главные напряжения	$\sigma_1 = \sigma_\varphi = 13{,}55$ кгс/мм^2;
	$\sigma_2 = \sigma_z = 9{,}27$ кгс/мм^2;
	$\sigma_3 = \sigma_r = -0{,}82$ кгс/мм^2
Эквивалентное напряжение	$\sigma_э = \sigma_1 - \sigma_3 = 13{,}55 + 0{,}82 = 14{,}37$ кгс/мм^2
Условие прочности	$\sigma_э \leqslant 1{,}5\,[\sigma] = 1{,}5 \cdot 9{,}7 = 14{,}55$ 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 данном РТМ 11

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ РТМ 108.031.109—79

Изм.	Номер листов (страниц)				Номер документа	Подпись	Дата	Срок внедрения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных				

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. $60\times90^{1}/_{16}$.
Объем 1 печ. л. Тираж 1000. Заказ 340. Цена 20 коп.

gost.e-ecolog.ru

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