УТВЕРЖДАЮ
Заместитель руководителя
организации п/я А-3398
_____ А.А.Зак
"11" декабря 1985 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

КОРПУСА КЛАПАНОВ УГЛОВЫХ И СО СМЕЩЕННЫМИ ПАТРУБКАМИ. МЕТОДИКА РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ.

РД РТМ 26-07-258-85
Взамен приложения 2
СТП 07.81-547-81

Письмом организации п/я А-3398 от "11" декабря 1985 г.
№ 7-4/12-3299 срок введения установлен с "1" января 1987г.

Настоящий руководящий технический материал (РТМ) устанавливает нормы и методы расчета на статическую и циклическую прочность корпусов клапанов угловых и со смещенными патрубками, проектируемых для атомных электростанций (АЭС).

РТМ применим при соблюдении правил устройства и безопасной эксплуатации оборудования АЭС [1].

РТМ составлен в соответствии с требованиями норм расчета на прочность оборудования АЭС [2].

Инв. № 13.5.87

4-87

gost.e-ecolog.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ЗНАМЯ ТРУДА"
им.И.И.Лепсе

УТВЕРЖДАЮ:

Зам.директора ЦКБА

_____ Ю.И.Тарасьев

30 05 1994г

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

о приостановке действия РД РТМ 26-07-258-85 "Корпуса клапанов угловых и со смещенными патрубками. Методика расчета на прочность"

В связи с тем, что руководящий документ РД РТМ 26-07-258-85 устарел и не соответствует "Нормам расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. ПНАЭ Г-7-002-86", а использование формул документа приводит к значительным ошибкам, применение РД РТМ приостановить до переработки документа с момента утверждения данного технического решения.

СОГЛАСОВАНО:

Главный конструктор

_____ В.В.Ширяев

_____ 1994 г

Начальник отдела 118 Р.А.Азарашвили

Руководитель темы и исполнитель:
ведущий инженер-исследователь Р.В.Сашина

I. ВЫБОР ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ

I.I.Общие положения.

I.I.I. В основу формул, используемых при выборе основных размеров, положен метод предельных нагрузок.

I.I.2. При выборе основных размеров используются расчетное давление и расчетная температура.

1 Расчетное давление - максимальное избыточное давление в арматуре при нормальных условиях эксплуатации. ~~За расчетную температуру стенки, по которой определяют величину номинального допускаемого напряжения, принимается наибольшее значение температуры стенки корпуса арматуры~~. Расчетная температура стенки ~~определяется на основании тепловых расчетов или результатов испытаний. При отсутствии данных тепловых расчетов или результатов испытаний, в порядке, исключения, расчетную температуру стенки принимают равной температуре среды.~~ принимается равной максимальной температуре среды при нормальных условиях эксплуатации.

1 I.I.3. Номинальные допускаемые напряжения для корпусов, работающих с температурой стенки ниже температуры, вызывающей ползучесть материала, у которых расчетная температура стенки не превышает 623К (350°С) для углеродистых, легированных, кремнемарганцовистых и высокохромистых сталей; 723К (450°С) для корроизоностойких сталей аустенитного класса, жаропрочных хромомолибденованадиевых сталей и железо-никелевых сплавов; ~~титановых сплавов независимо от температуры,~~ определяется по формуле

$$[\sigma_н] = \eta \cdot min\left(\frac{\sigma_т}{1,5}; \frac{\sigma_в}{2,6}\right).$$

Поправочный коэффициент η равен единице, за исключением стальных отливок, для которых коэффициент η имеет следующие значения ~~[6]~~[5]:

$\eta = 0,8$ - для отливок, подвергающихся индивидуальному контролю неразрушающими методами;

54-87 Ивов 13.5.87

η = 0,7 - для остальных отливок.

При определении номинальных допускаемых напряжений значения механических свойств принимают по данным государственных или отраслевых стандартов (ГОСТ или ОСТ) или технических условий (ТУ). В случае отсутствия в этих документах необходимых данных, следует руководствоваться значениями, приведенными в [2].

I.I.4. Коэффициент снижения прочности стыковых сварных соединений $\varphi_г$ выбирается в зависимости от объема дефектоскопического контроля по табл.I.

Таблица I

Объем радиографического или ультрозвукового контроля,%	Максимальное значение коэффициента снижения прочности $\varphi_г$
I00	I,0
50	0,9
25	0,85
I0 и менее	0,8

При наличии углового шва, а так же, если характеристики прочности металла сварного соединения выбранной марки ниже требуемых стандартами или ТУ для основного материала при расчетной температуре, коэффициент прочности такого сварного соединения устанавливается специализированным подразделением организации - разработчика конструкторской документации.

Во всех случаях коэффициенты прочности корпуса, ослабленного сварным швом принимают $\varphi_г, \varphi_п \leq 1,0$

I.I.5. Номинальная толщина стенки корпуса клапана определяется по следующей формуле

$$S \geq S_R + C .$$

13.5.87

54-87

Величина прибавки к расчетным толщинам определяется по формуле

$$C = C_I + C_2$$

Обоснование прибавок к расчетным толщинам должно быть приведено в технической документации.

Прибавка C_I определяется по предельному минусовому отклонению толщины стенки, установленному конструкторской и технологической документацией.

Значение прибавки C_2 принимается по табл.2

Таблица 2

Группа стали	Рабочая среда	Прибавка C_2, мм
Углеродистые и легированные	Вода, пароводяная смесь, насыщенный пар	I,0
	Перегретый пар	0,5
Аустенитные	Вода, пар	0,I ①

Не охваченные табл.2 значения C_2 устанавливаются с учетом скорости коррозии и срока службы.

I.2. Выбор толщин стенок на цилиндрических участках корпуса.

I.2.I. Расчетные толщины стенок на цилиндрических участках горловины и патрубков определяются по формуле

$$S_R = \frac{\rho D_в}{2[\sigma_н] - \rho}.$$

Номинальная толщина стенки горловины может быть увеличена против расчетной по результатам проверки ослабленных сечений горловины (п.I.4.).

Номинальная толщина стенки патрубка в зоне сопряжения с корпусом может быть увеличена в целях укрепления корпуса, ослабленного отверстием под патрубок.

54-87 [illegible] 135.87

① I.2.2. Расчетная толщина стенки на цилиндрическом участке корпуса, ослабленном отверстием под патрубок (сечение А-А), определяется по формуле

$$S_R = \frac{p D_в}{2\varphi[\sigma_н] - p}$$

Коэффициент прочности φ корпуса, ослабленного отверстием зависит от фактора укрепления корпуса патрубком. Значение коэффициента φ может быть предварительно задано. Окончательно значение коэффициента φ определяется согласно п.п.I.2.~~2~~3 и I.2.~~3~~4 последовательными приближениями, задаваясь на каждом шаге приближения значением S_1.

I.2.3. Неукрепленным считается отверствие, если толщина стенки патрубка в зоне сопряжения не превышает расчетную толщину, определенную по п.I.2.I

Коэффициент прочности корпуса, ослабленного неукрепленным отверстием определяется по формуле

$$\varphi = \frac{2}{\frac{D_{в3}}{\sqrt{(D_{в1}+S_1)(S_1-C)}} + 1{,}75}$$

где S_1 - толщина стенки корпуса в сечении А-А.

Диаметр неукрепленного отверстия не должен превышать наибольший допустимый диаметр отверствия, определенный по формуле

$$d_{пред} = \left(\frac{2}{\varphi_0} - 1{,}75\right)\cdot\sqrt{(D_{в1}+S_1)(S_1-C)}$$

где

$$\varphi_0 = \frac{p[D_{в1} + (S_1-C)]}{2(S_1-C)\cdot[\sigma_н]}$$

54-87 [illegible] 13.5.87

I.2.4. Коэффициент прочности корпуса, ослабленного укрепленным отверстием определяется по формуле

$$\varphi = \varphi' \left[1 + \frac{f}{2S\sqrt{(D_в + S_1)(S_1 - c)}} \right]$$

Коэффициент φ' определяется согласно п.I.2.2.3 ①

Величина компенсирующей площади f укрепления отверстия патрубком определяется по формуле

$$f = 2h_п \left[S_п - c - S_{оп} \right]$$

Используемое при расчете значение высоты патрубка $h_п$ принимается равным размеру, указанному на чертеже (длина утолщенной части патрубка), но не более определенного по формулам

$$h_п = \sqrt{(D_{нз2} - S_п)(S_п - c)} \quad при \quad \frac{S_п}{D_{нз2}} \leq 0{,}14 ;$$

$$h_п = 2{,}5(S_п - c) \quad при \quad \frac{S_п}{D_{нз2}} > 0{,}14 .$$

Номинальная толщина стенки патрубка $S_п$ в зоне сопряжения определяется по формуле

$$S_п = 0{,}5(D_{нз2} - D_{вз}).$$

① Расчетная толщина стенки патрубка $S_{оп}$ определяется согласно п.I.2.2.1.

Величина компенсирующей площади должна удовлетворяться условию

$$f \geq \frac{\varphi - \varphi'}{1 - 0{,}875 \cdot \varphi'} (S_1 - c) \cdot D_{вз}$$

Во всех случаях принимают $\varphi \leq 1{,}0$.

54-87 Альбом 15.5.87

I.2.5. Проверка равнопрочности патрубков с трубопроводом АЭС.

Для обеспечения равнопрочности патрубков и трубопровода проводится проверка ослабленных сечений по площадям и по моментам сопротивления этих сечений изгибу:

$$F_n \geq F_{тр} \cdot \frac{[\sigma_к]_{тр}}{[\sigma_к]} \quad ,$$

$$W_n \geq W_{тр} \cdot \frac{[\sigma_к]_{тр}}{[\sigma_к]} \quad ,$$

где $F_{тр}$, $W_{тр}$, $[\sigma_к]_{тр}$ - площадь поперечного сечения, момент сопротивления и номинальное допускаемое напряжение присоединяемой трубы;

F_n и W_n - площадь поперечного сечения и момент сопротивления наиболее нагруженного сечения патрубка.

I.3. Выбор основных размеров корпуса в зоне тройникового соединения.

① I.3.I. ~~Выбранные в п.I.3~~ размеры толщин стенок проверяются для тройниковых узлов методом площадей [3] и должны в каждой расчетной зоне удовлетворять условию

$$p\left(\frac{F}{\varphi_n \cdot A} + 0{,}5\right) \leq [\sigma_к] \quad ,$$

где F - площадь сечения жидкости расчетной зоны;

A - площадь сечения стенки корпуса этой зоны,

φ_n - коэффициент выбирается в соответствии с п.I.I.4.

I.3.2. Расчетные зоны I, II, III, и IУ (рис.I и 2) включают площади A и F , ограниченные осевыми линиями корпуса и патрубка, а также размерами b и h . Размер $b = \sqrt{(D_{\ell} + S) \cdot S}$ откладывается на внутренней поверхности вдоль корпуса, а размер $h = \sqrt{(D_{\ell_3} + S_n) \cdot S_n}$ - вдоль патрубка от наружной поверхности.

54-87 Инв. № 15.5.87

Корпус проходной со смешенными патрубками. Расчетные зоны.

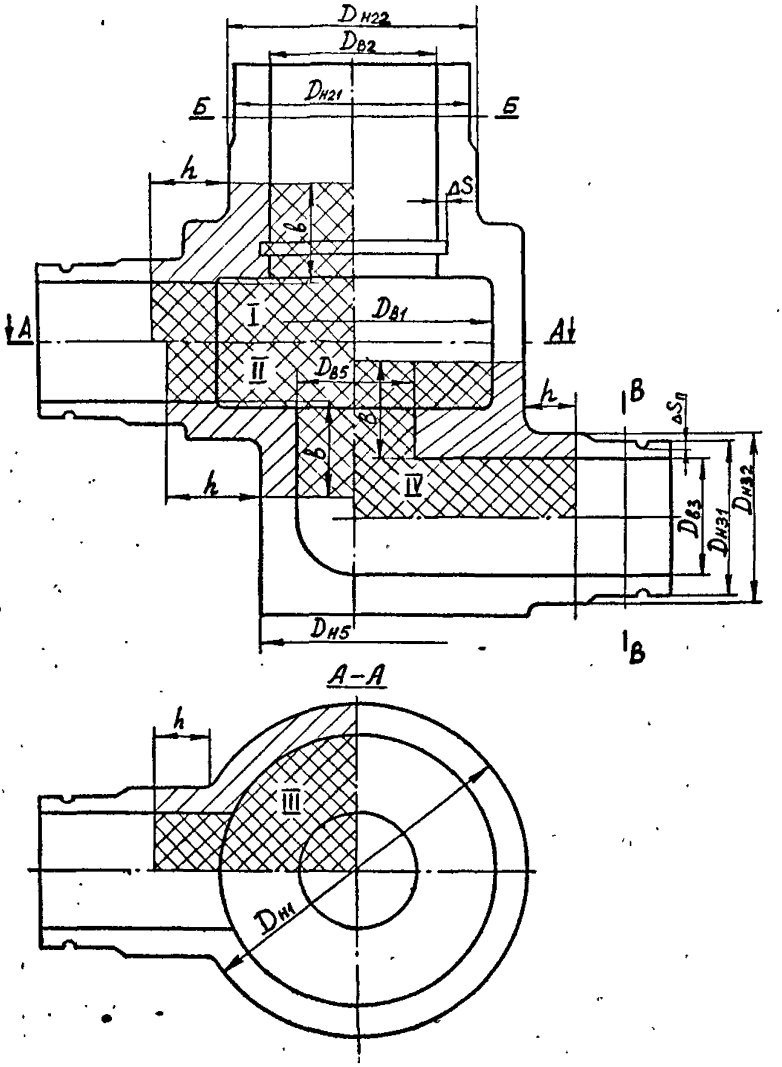

Рис.I

Зам. I

54-87 23.9.87

Корпус угловой. Расчетные зоны

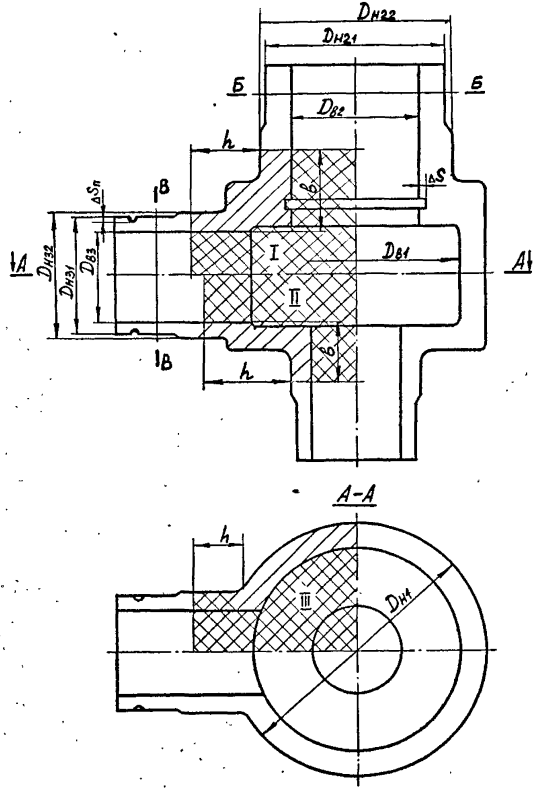

Рис.2
Зам. (I)

При вычислении b и h толщины S и S_n следует брать по возможности на границе зоны (как это указано на рис.I и 2).

Если это не представляется возможным выполнить, следует брать ту толщину, которая обеспечивает наибольший запас прочности.

Если в корпусе арматуры с фланцами фактическое расстояние от угловой точки до уплотнительной поверхности фланца меньше соответствующего значения b, то в площадь сопротивления А включается площадь фланца.

При определении площади сечения стенки А номинальную толщину стенки следует уменьшить на величину эксплуатационной прибавки C_2.

Если патрубок (или другой элемент расчетной зоны) имеет переменную толщину стенки, то при определении площади А данной зоны следует использовать среднюю толщину стенки. Для патрубка с переменной толщиной стенки, схема которого приведена на рис.3, среднюю толщину стенки и длину b допускается определять по формулам

$$\bar{b}_n = b_n(1-\beta) \quad \text{и} \quad \bar{S}_n = S_n - \frac{\bar{b}_n}{l}\cdot\frac{\delta S_n}{2} \text{ ①},$$

где $$\beta = \frac{d_e\cdot\delta S_n}{4\cdot l\cdot b_n} \text{ ①}; \qquad b = \sqrt{(D_n - S_n)(S_n - C_2)};$$

$$S_n = 0{,}5(D_n - d_e); \qquad \text{①}\ \delta S_n = 0{,}5(d_n - d_e);$$

$\bar{S}_n$ - средняя толщина стенки патрубка на участке длиной b_n.

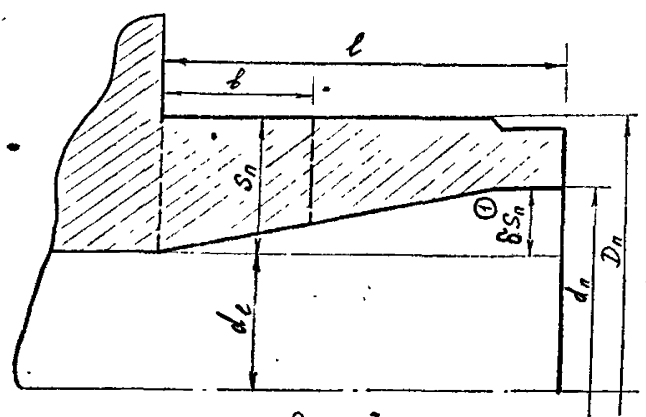

Рис.3.

54-87 [illegible] 13.5.81

I.4. Проверка ослабленных сечений горловины.

Если горловина приварена к корпусу и коэффициент прочности сварного шва $\varphi_г < 1{,}0$ или в корпусе имеется расточка глубиной более 10% толщины стенки корпуса, необходимо проверить прочность корпуса по каждому из указанных ослабленных сечений на нагрузку от внутреннего давления и от усилия закрытия арматуры.

Напряжение от внутреннего давления по сечению сварного шва

$$\sigma_1 = \frac{p\pi D_в^2}{4\varphi_г A_w} ,$$

где $A_w = \pi(S - C_2)(D_в + S)$ – площадь поперечного сечения сварного шва.

Напряжение от усилия закрытия арматуры по сечению сварного шва

$$\sigma_2 = \frac{Q_{шт}}{\varphi_г A_w} .$$

Напряжение от внутреннего давления по сечению расточки

$$\sigma_3 = \frac{p\pi(D_в + 2\Delta S)^2}{4A_p} ,$$

где $A_p = \frac{\pi}{4}\left[D_н^2 - (D_в + 2\Delta S)^2\right]$ – площадь поперечного сечения в месте расточки.

Напряжение от усилия закрытия арматуры по сечению расточки

$$\sigma_4 = \frac{Q_{шт}}{A_p} .$$

Наибольшее напряжение в ослабленном сечении горловины

$$\sigma_{max} = max\left[\sigma_1 + \sigma_2 ; \sigma_3 + \sigma_4\right] .$$

Максимальное напряжение по ослабленному сечению горловины не должно превышать допускаемого номинального напряжения

$$\sigma_{max} \leq [\sigma_н] .$$

54-87 [illegible] 13.5.87

2. ПОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ

2.1. Общие положения.

Поверочный расчет проводится с учетом всех расчетных нагрузок и всех расчетных режимов эксплуатации. В один расчетный режим может быть включена группа режимов, если внешние нагрузки и температура этих режимов отличаются не более, чем на 5% от принятых расчетных значений.

Поверочный расчет основывается на оценке прочности по допускаемым напряжениям.

Приведенные напряжения определяются по теории наибольших касательных напряжений.

Наличие двух знаков ("плюс", "минус") перед слагаемыми в формулах, приведенных в настоящем руководящем техническом материале означает, что расчет должен выполняться дважды: со знаком "плюс" и со знаком "минус".

Номинальное допускаемое напряжение $[\sigma_н]$ определяется в соответствии с п.1.1.3.

2.2. Расчетные схемы.

2.2.1. Поверочный расчет корпуса проходного клапана производится ~~для узлов 1 ÷ 8 (рис.4)~~ для сечений А-А, Б-Б и В-В (рис.1) и для узлов 1÷8 (рис.4).

Поверочный расчет корпуса углового клапана производится ~~для узлов 1 ÷ 7 (рис.5)~~ для сечений А-А, Б-Б и В-В (рис.2) и для узлов 1÷7 (рис.5).

2.2.2. Напряжения в узлах 1, 2 и 3 складываются из напряжений вычисленных по схеме осесимметричной конструкции (рис.6), нагруженной внутренним давлением, усилием по штоку и напряжений, обусловленных изгибающим моментом.

2.2.3. Расчет для узлов 4, 5 и 8 производится по схеме тройникового соединения (рис.7).

Заданные нагрузки – внутренее давление, изгибающий момент. Направление момента – произвольное.

54-87 Ильин 13.5.87

Корпус проходной со смещенными патрубками. Расчетные узлы.

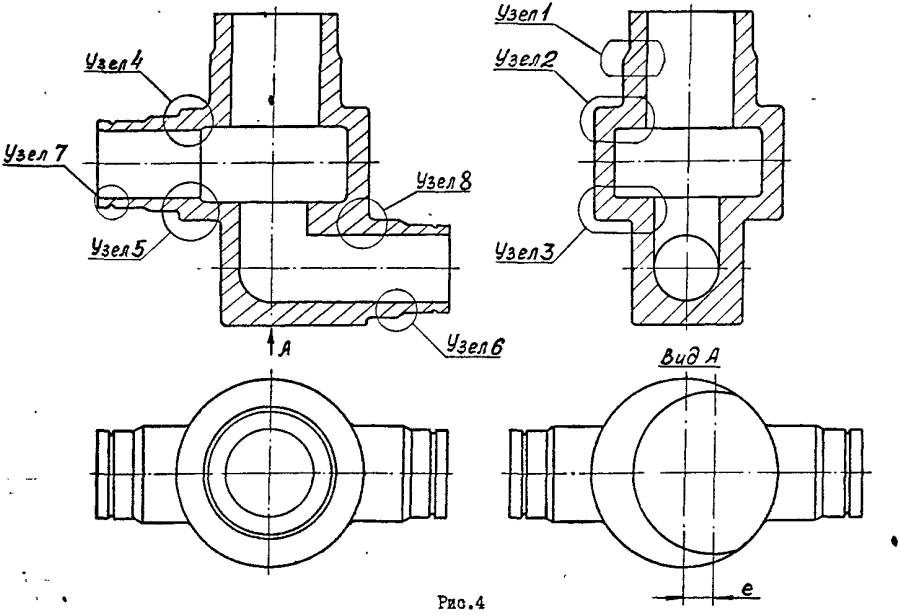

Рис.4

54-87 Ивой 13.5.87

Корпус угловой. Расчетные узлы

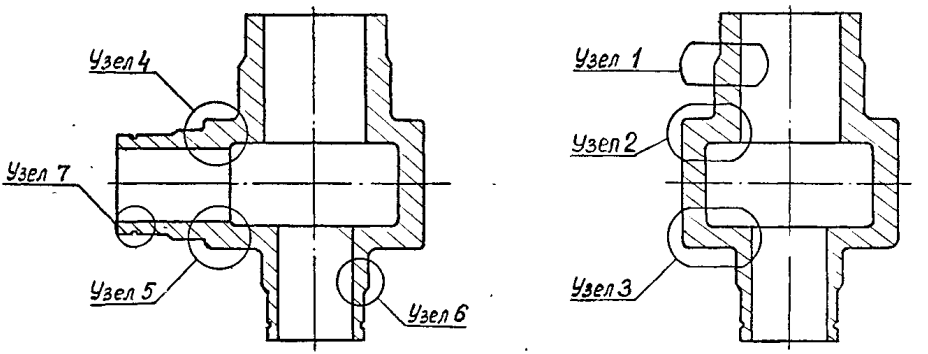

Рис.5

Осесимметричная конотрукция

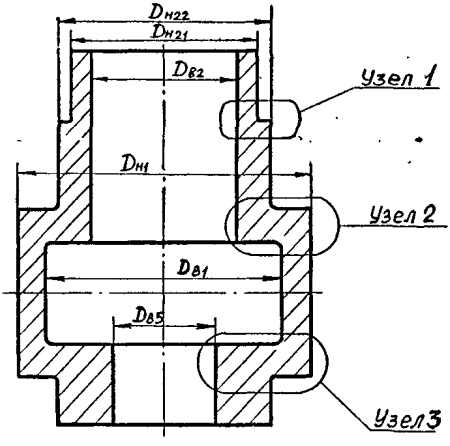

Рис.6.

Тройниковое соединение

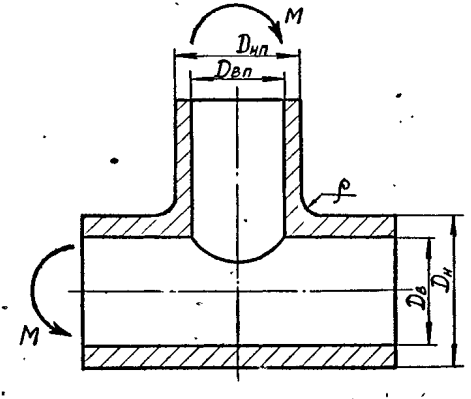

Рис.7
Зам. 1

2.2.4. Расчет для узла 6 производится по схеме сопряжения двух цилиндрических оболочек разной толщины.

Заданные нагрузки – внутреннее давление, изгибающий момент.

Коэффициенты концентрации допускается принимать по справочным данным для случая трубы со ступенчатым изменением толщины стенки, нагруженной внутренним давлением и изгибающим моментом.

2.2.5. Расчет для узла 7 производится по схеме трубы, ослабленной кольцевой торообразной выточкой глубиной ΔS_n, нагруженной внутренним давлением и изгибающим моментом.

Коэффициенты концентрации допускается принимать по справочным данным для растягиваемой пластины с односторонним U -образным вырезом.

2.2.6. Расчет температурных напряжений допускается выполнять с использованием осесимметричных расчетных схем.

2.2.7. В обоснованных случаях разрешается сокращать количество расчетных узлов.

(1) 2.3. Этапы расчета.

Этапы расчета представлены в табл.3. На каждом из этапов расчет проводится для всех узлов, указанных в п.2.2. *Расчет напряжений в узлах 1,2,3,6,7 производится для каждого элемента, составляющего узел, на внутренней и на наружной поверхностях в отдельности.*

Таблица 3

№ этапа	Учитываемые нагрузки	Расчетная группа категорий напряжений	Критерий прочности
I.	Внутреннее давление; усилие по штоку	$(\sigma)_1$	$(\sigma)_1 \le [\sigma_н]$
II.	Внутреннее давление; момент от веса трубопровода; усилие по штоку	$(\sigma)_2$	$(\sigma)_2 \le 1{,}3[\sigma_н]$
III.	Внутреннее давление; размах моментов от самокомпенсации температурных расширений; неравномерное температурное поле; усилие по штоку	$(\sigma)_R$	$(\sigma)_R \le 2{,}5[\sigma_н]$
IV.	Внутреннее давление; размах моментов от самокомпенсации температурных расширений; неравномерное температурное поле; усилие по штоку	(σ_a)	$a \le 1$

54-87 Инв.№ 13.5.87

Восстановленный подлинник №1

2.4. Этап I. Определение приведенного напряжения $(\sigma)_1$.

2.4.1. Приведенные напряжения $(\sigma)_1$ определяются на цилиндрических участках корпуса в сечениях А-А, Б-Б, В-В (рис. I).

2.4.2. Составляющие напряженного состояния в сечениях А-А и Б-Б вычисляются по формулам:

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^p, \qquad \sigma_z = \sigma_z^p + \frac{Q_{шт}}{F},$$

где напряжения σ_θ^p, σ_z^p вычисляются согласно п. 2.9,

F – площадь соответствующего поперечного сечения.

2.4.3. Приведенное напряжение $(\sigma)_1$ в сечении В-В определяется по формуле:

$$(\sigma)_1 = \sigma_\theta^p$$

2.4.4. Общие мембранные напряжения σ_θ, σ_z могут быть приняты из расчета численными методами по схеме осесимметричной конструкции.

2.5. Этап II. Определение приведенного напряжения $(\sigma)_2$.

2.5.1. Составляющие напряженного состояния для узлов I и 2 вычисляются по формулам

$$\sigma_\theta = \sigma_{m\theta}^0; \qquad \sigma_z = \sigma_{mz}^0,$$

где $\sigma_{m\theta}^0$, σ_{mz}^0 – общие или местные мембранные плюс общие изгибные напряжения, полученные из расчета численными методами по схеме осесимметричной конструкции.

Составляющие напряженного состояния для узла 3 вычисляются по формулам:

$$\sigma_\theta = \sigma_{m\theta}^0; \qquad \sigma_z = \sigma_{mz}^0 \pm \sigma_z^M.$$

Изгибные напряжения σ_z^M вычисляются согласно п. 2.9.

2.5.2. Составляющие напряженного состояния для узлов 4, 5 и 8 вычисляются по формулам

$$\sigma_\theta = 0{,}5\left(\sigma_\theta^{P} + \sigma_\theta^{PГ}\right)$$
$$\sigma_z = 0{,}5\left(\sigma_z^{PГ} \pm \sigma_z^{M}\right)$$

Напряжения σ_θ^{P}, $\sigma_\theta^{PГ}$, $\sigma_z^{PГ}$, σ_z^{M} вычисляются согласно п.2.8.

2.5.3. Составляющие напряженного состояния для узла 6 вычисляются по формулам

$$\sigma_\theta = \sigma_{m\theta}^{o}$$
$$\sigma_z = \sigma_{mz}^{o} \pm \sigma_z^{M}$$

① где $\sigma_{m\theta}^{o}$, σ_{mz}^{o} – ~~общие или местные мембранные напряжения~~ общие или местные мембранные плюс общие изгибные напряжения, полученные из расчета численными методами узла сопряжения двух цилиндрических оболочек разной толщины.

Напряжения σ_z^{M} определяются согласно п.2.9.

2.5.4. Составляющие напряженного состояния для узла 7 вычисляются по формулам

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^{P}$$
$$\sigma_z = \frac{pD_в^2}{(D_н - 2\Delta S_п)^2 - D_в^2} \pm \sigma_z^{M}$$

Напряжения σ_θ^{P} и σ_z^{M} определяются согласно п.2.9.

2.6. Этап Ш. Определение размаха приведенных напряжений $(\sigma)_R$.

2.6.I. Составляющие напряженного состояния для узлов I, 2 вычисляются по формулам

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^{o} + \sigma_\theta^{t}$$
$$\sigma_z = \sigma_z^{o} + \sigma_z^{t}$$

где σ_θ^{o}, σ_z^{o} – местные максимальные напряжения, полученные из расчета численными методами.

Составляющие напряженного состояния в узле 3 вычисляются по формулам

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^{o} + \sigma_\theta^{t}$$
$$\sigma_z = \sigma_z^{o} + \sigma_z^{t} \pm \sigma_z^{M}$$

54-87 [illegible] 13.5.87

Изгибное напряжение σ_z^M вычисляется согласно п.2.9.

2.6.2. Составляющие напряженного состояния для узлов 4, 5, 8 вычисляются по формулам:

на внутренней поверхности

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^p + \sigma_\theta^t;$$
$$\sigma_z = \sigma_z^t,$$

на наружной поверхности (на галтели)

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^{pr} + \sigma_\theta^{tr};$$
$$\sigma_z = \sigma_z^{pr} + \sigma_z^{tr} \pm \sigma_z^M.$$

Напряжения σ_θ^p, σ_θ^{pr}, σ_z^{pr}, σ_z^M вычисляются согласно п.2.8.

Составляющие напряженного состояния в сечении А-А определяются по формулам:

на внутренней поверхности

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^t;$$
$$\sigma_z = \sigma_z^t \pm 0{,}5\sigma_z^M;$$

на наружной поверхности

$$\sigma_\theta = 0{,}6\sigma_\theta^p + \sigma_\theta^{tr};$$
$$\sigma_z = 0{,}6\sigma_\theta^p + \sigma_z^{tr} \pm 0{,}5\sigma_z^M.$$

2.6.3. Составляющие напряженного состояния для узла 6 вычисляются по формулам

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^0 + \sigma_\theta^t;$$
$$\sigma_z = \sigma_z^0 + \sigma_z^t \pm \sigma_z^M,$$

где σ_θ^0, σ_z^0 – местные максимальные напряжения, полученные из расчета численными методами для узла сопряжения двух цилиндрических оболочек разной толщины.

Напряжения σ_z^M вычисляется согласно п.2.9.

2.6.4. Составляющие напряженного состояния для узла 7 вычисляются по формулам

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^p + \sigma_\theta^t;$$
$$\sigma_z = \frac{pD_B^2}{(D_H - 2\Delta S_n)^2 - D_B^2} + \sigma_z^t \pm \sigma_z^M.$$

Напряжения σ_θ^p, σ_z^M вычисляются согласно п.2.9.

54-87 Шифр 13.5.87

2.6.5. Радиальное напряжение σ_r принимается равным:

на внутренней поверхности $\sigma_r = -p$,

на наружной поверхности $\sigma_r = 0$.

Составляющие общих температурных напряжений σ_θ^t, σ_z^t, σ_θ^{tr}, σ_z^{tr} определяются для каждого узла в соответствии с п.2.2.6.

2.7. Этап IУ. Расчет на циклическую прочность.

2.7.I. Составляющие напряженного состояния для узлов I, 2 вычисляются по формулам:

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^0 + \mu\left[(K_{mz}-1)\sigma_{mz}^0 + (K_{bz}-1)\sigma_{bz}^0\right] + \sigma_\theta^t,$$
$$\sigma_z = K_{mz}\cdot\sigma_{mz}^0 + K_{bz}\cdot\sigma_{bz}^0 + \sigma_z^t,$$

где σ_{mz}^0, σ_{bz}^0 - мембранное и изгибное, σ_θ^0 - максимальное (мембранное плюс изгибное) напряжения, определяемые по суммам напряжений, полученных из расчета численными методами и общих температурных напряжений; σ_θ^t, σ_z^t - местные температурные напряжения; K_{mz}, K_{bz} - теоретические коэффициенты концентрации, мембранных и изгибных напряжений, определяемые экспериментально или по справочным данным.

Составляющие напряженного состояния для узла 3 вычисляются по формулам:

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^0 + \mu\left[(K_{mz}-1)(\sigma_{mz}^0 \pm \sigma_z^M) + (K_{bz}-1)\sigma_{bz}^0\right] + \sigma_\theta^t,$$
$$\sigma_z = K_{mz}(\sigma_{mz}^0 \pm \sigma_z^M) + K_{bz}\cdot\sigma_{bz}^0 + \sigma_z^t.$$

Напряжение σ_z^M вычисляется согласно п.2.9.

2.7.2. Составляющие напряженного состояния для узлов 4, 5 и 8 вычисляются по формулам:

на внутренней поверхности

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^p + \sigma_\theta^t,$$
$$\sigma_z = \sigma_z^t,$$

на наружной поверхности

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^{pr} + \sigma_\theta^{tr}$$
$$\sigma_z = \sigma_z^{pr} + \sigma_z^{tr} \pm \sigma_z^M.$$

Зам (I)

Инв. № подл. 54-87 | Подпись и дата 23.9.87 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

Напряжения σ_θ^p, σ_θ^{pr}, σ_z^{pr}, σ_z^M вычисляются согласно п.2.8.

Составляющие напряженного состояния в сечении А-А вычисляются по формулам:

на внутренней поверхности

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^t,$$
$$\sigma_z = \sigma_z^t \pm 0{,}5\,\sigma_z^M,$$

на наружной поверхности

$$\sigma_\theta = 0{,}6\,\sigma_\theta^p + \sigma_\theta^{tr},$$
$$\sigma_z = 0{,}6\,\sigma_\theta^p + \sigma_z^{tr} \pm 0{,}5\,\sigma_z^M.$$

2.7.3. Составляющие напряженного состояния для узла 6 вычисляются поф формулам

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^o + \mu\left[(K_{mz}-1)(\sigma_{mz}^o \pm \sigma_z^M) + (K_{\text{в}z}-1)\sigma_{\text{в}z}^o\right] + \sigma_\theta^t,$$
$$\sigma_z = K_{mz}(\sigma_{mz}^o \pm \sigma_z^M) + K_{\text{в}z}\cdot\sigma_{\text{в}z}^o + \sigma_z^t,$$

где σ_{mz}^o, $\sigma_{\text{в}z}^o$ - мембранное и изгибное, σ_θ^o - максимальное (мембранное плюс изгибное) напряжения, определяемые по суммам напряжений, полученных из расчета численными методами для узла сопряжения двух цилиндрических оболочек разной толщины, и общих температурных напряжений; σ_θ^t, σ_z^t - местные температурные напряжения.

Напряжение σ_z^M вычисляется согласно п.2.9.

2.7.4. Составляющие напряженного состояния для узла 7 вычисляются по формулам:

$$\sigma_\theta = \sigma_\theta^p + \mu(K_{mz}-1)(\sigma_z^p \pm \sigma_z^M) + \sigma_\theta^t,$$
$$\sigma_z = K_{mz}(\sigma_z^p \pm \sigma_z^M) + \sigma_z^t,$$

где $\sigma_z^p = \dfrac{\mu D_{\text{в}3}^2}{(D_{\text{н}31} - 2\Delta S_n)^2 - D_{\text{в}3}^2}$

Инв. № подл. 54-87 | Подпись и дата 23.9.87 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

2.7.5. Допускается принимать $K_{\sigma i}=K_{mi}$, $\sigma_{\sigma i}=0$, $\sigma_{mi}=\sigma_i^{\circ}$, где σ_i° - максимальное (мембранное плюс изгибное) напряжение, полученное из расчета численными методами.

μ - коэффициент, зависящий от стеснения деформаций, соответствующий напряжению σ_i в направлении θ. Если степень стеснения определить нельзя, то расчет выполняется дважды: при $\mu=0$ и $\mu=0,3$.

Общие и местные температурные напряжения (и их составляющие - мембранные и изгибные) определяются для каждого узла в соответствии с п.2.2.6.

2.7.6. При возникновении в зонах концентрации упруго-пластических деформаций амплитуда местных условных упругих напряжений определяется по формуле

$$(\sigma_{ai})=\frac{K_F\cdot(\sigma_a)}{\varphi_w\cdot\varphi_k}+0,5(\sigma)^t;$$

где (σ_a) - амплитуда приведенных напряжений, определенная по составляющим напряженного состояния без учета концентрации напряжений.

Коэффициент концентрации условных упругих напряжений K_F определяется по формуле

$$K_F=0,5\left[\frac{\sigma_T}{(\sigma_a)}+K_\sigma^2\frac{(\sigma_a)}{\sigma_T}\right];$$

где K_σ - теоретический коэффициент концентрации напряжений, определяемый экспериментально или по справочным данным, принимаемый равным наибольшему значению по направлению кольцевых и меридиональных напряжений.

Коэффициенты φ_w, φ_k учитывающие влияние на циклическую прочность сварного шва с полным проплавлением или наплавки и влияние рабочей среды соответственно, определяются по Нормам расчета на проч-

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата
23.09

ность или экспериментально. При отсутствии данных о значениях φ_W можно принять $\varphi_W = 0,6$. При отсутствии сварного шва $\varphi_W = 1$.

2.7.7. Допускаемое число циклов для i-го режима для сталей с отношением $\sigma_T/\sigma_B \leqslant 0,7$ определяется по формулам:

$$[N_I] = 0,25\left[\frac{E \cdot e_c^T}{2(\sigma_a)_i - B}\right]^{\frac{1}{m}};$$

$$[N_{II}] = 0,025\left[\frac{E \cdot e_c^T}{(\sigma_a)_i - B}\right]^{\frac{1}{m}};$$

$$[N_i] = \min\{[N_I], [N_{II}]\},$$

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата
JY-87 | 23.9.87

где $m = 0{,}5$ при $\sigma_в \leq 680$ МПа ;

$m = 0{,}36 + 2 \cdot 10^{-4} \cdot \sigma_в$ при 680 МПа $< \sigma_в \leq 1175$ МПа ;

$$e_c^T = 1{,}15 \lg \frac{100}{100-\psi} ;$$

$$B = \frac{\sigma_{-1}}{1 + \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_в} \cdot \frac{1+r}{1-r}} ;$$

$r = \sigma_{min} / \sigma_{max}$ при $\sigma_{max} \leq \sigma_T$;

$r = \frac{\sigma_T - 2(\sigma_a)_i}{\sigma_T}$ при σ_{min} или $\sigma_{max} > \sigma_T$;

$r = -1$ при $(\sigma_a)_i > \sigma_T$.

При этом, если расчетное значение $r < -1$, то принимается $r = -1$.

2.7.7 Накопленное усталостное повреждение

$$a = \sum_{i=1}^{k} \frac{N_i}{[N_i]} ,$$

где k – число режимов нагружения .

Накопленное усталостное повреждение не должно превышать 1,0

$$a \leq 1{,}0 .$$

2.8. Расчет напряжений в тройниковом соединении.

2.8.1. Максимальные значения составляющих напряженного состояния тройникового соединения вычисляются по формулам:

– напряжения на внутренней поверхности (в угловй точке), обусловленные внутренним давлением.

$$\sigma_\theta^P = \alpha_\theta \cdot \sigma_н^P ;$$

– напряжения на наружной поверхности (на линии пересечения) обусловленные внутренним давлением

$$\sigma_{\theta,z}^{PГ} = \alpha_{\theta,z}^{Г} \cdot \sigma_н^P ;$$

54-87 Шва 13.5.87

– напряжения на наружной поверхности тройникового соединения в узле 4, обусловленные изгибающим моментом

$$\sigma_z^M = \alpha_z^{(4)} \cdot \sigma_H^M$$

– напряжения на наружной поверхности тройникового соединения в узлах 5 и 8, обусловленные изгибающим моментом

$$\sigma_z^M = \alpha_z \cdot \sigma_H^M$$

Коэффициенты концентрации напряжений α_θ, $\alpha_{\theta,2}^r$, α_z, $\alpha_z^{(4)}$ определяются согласно п.2.8.2.

Номинальные напряжения σ_H^P, σ_H^M определяются согласно п.2.8.3

2.8.2. Коэффициенты концентрации напряжений в зоне тройникового соединения.

2.8.2.1. Коэффициенты концентрации напряжений, обусловленных внутренним давлением, на внутренней поверхности тройникового соединения (в угловой точке) вычисляются по формулам [6]:

$$\alpha_\theta = \frac{(0{,}55y_1 + 4{,}51y_2 + 0{,}06y_3 - 3{,}08)^2 - (4{,}23y_2 + 0{,}2y_3 - 2{,}62)^2 - (0{,}42 - 0{,}07y_3)^2 + 3{,}69}{K},$$

где $X_1 = \frac{2S_n}{D_H}$; $y_1 = \frac{S_n}{S}$; $y_2 = X_1 + \frac{0{,}001}{X_1}$; $y_3 = \sqrt{\frac{S_n}{\rho}}$;

$K = 0{,}65 + 0{,}35\frac{D_H}{D_{HП}}$.

2.8.2.2. Коэффициенты концентрации напряжений, обусловленных внутренним давлением на наружной поверхности (на галтели) вычисляются по формулам [6]:

$$\alpha_\theta^r = \frac{(1{,}36y_1 + 1{,}2y_4 - 2{,}23)^2 + (2{,}81y_4 - 0{,}31y_3 - 1{,}59)^2 - (0{,}51y_3 - 0{,}73)^2 + 0{,}66}{K_2};$$

① $\alpha_z^r = \alpha_\theta^r \cdot \frac{K_1}{K_2} K_1;$

где $K_1 = (0{,}076y_3 + 0{,}652) + \frac{0{,}05 - X_1}{15X_1} \cdot \frac{1}{y_1}$;

$K_2 = (0{,}18\frac{D_H}{D_{HП}} + 0{,}82) \cdot \ln(6 \cdot \frac{D_H}{D_{HП}} - 3{,}28)$;

$y_4 = \sqrt{X_1}$.

54-87 Инв. № 13.5.87

Параметры X_1, y_1, y_2, y_3 вычисляются согласно п.2.8.2.1.

2.8.2.3. Коэффициенты концентрации напряжений, обусловленных изгибающим моментом, на наружной поверхности (на галтели) узлов 5 и 8 определяются по формулам

$$\alpha_2 = \frac{(5,39X_1 - 0,4Z_1 - 1,75)^2 + (0,57Z_1 + 4,28)^2 - 19,25}{1 + nZ_1}$$

где $Z_1 = \sqrt{y_3 - 0,3}$

① $X_1 = \frac{2S_n}{D_{H1}}$.

~~Параметр X_1 определяется согласно п.2.8.2.1.~~

n – коэффициент, определяемый по графику рис. 8.

График поправочного коэффициента n

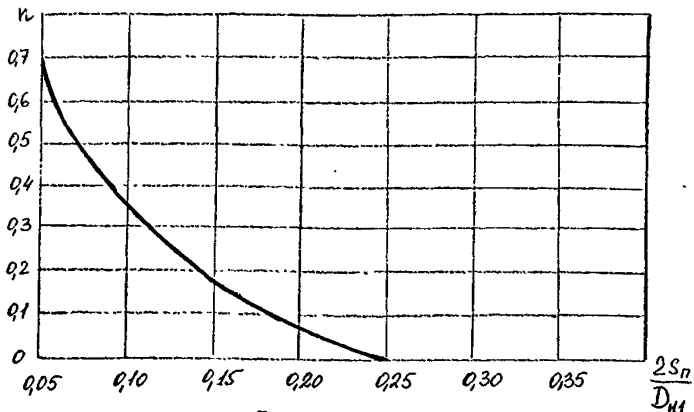

Рис. 8

2.8.2.4. Коэффициент концентрации напряжений, обусловленных изгибающим моментом, на наружной поверхности (на галтели) узла 4 определяется по формуле

$$\alpha_2^{(4)} = 0,42\alpha_2 + 0,6$$

54-87 Альбом 13.5.87

2.8.2.5. Приведенные формулы справедливы для следующих диапазонов изменения геометрических параметров тройникового соединения:

$$S/S_n \geq 0{,}7; \quad 2S/D_н \leq 0{,}7;$$
$$0{,}05 \leq \frac{2S_n}{D_н} \leq 0{,}4;$$
$$0{,}5 \leq \gamma_з = \sqrt{\frac{S_n}{\rho}} \leq 3{,}0;$$
$$1{,}0 \leq \frac{D_н}{D_{нп}} \leq 3{,}5.$$

2.8.3. *Номинальные напряжения, обусловленные внутренним давлением*, определяются по формуле

$$\sigma_н^p = p\,\frac{K^2+1}{K^2-1},$$

где $K = \frac{D_н}{D_в}$ – коэффициент телстостенности.

Для тонкостенных конструкций допускается использование формулы

$$\sigma_н^p = \frac{p}{2}\cdot\frac{D_н+D_в}{D_н-D_в}.$$

Номинальные напряжения, обусловленные изгибающим моментом, определяются по формуле

$$\sigma_н^m = \frac{M}{W}$$

где $W = 0{,}0982\,D_{нп}^3\left[1-\left(\frac{D_{вп}}{D_{нп}}\right)^4\right]$ – момент сопротивления.

2.8.4. Расчет номинальных напряжений и коэффициентов концентрации напряжений выполняется для узлов 4, 5 и 8 по размерам корпуса в сечении А–А и размерам патрубка в сечении В–В.

Расчет по п.п. 2.6.2 и 2.7.2 для сечения А–А в этом случае выполнять не требуется.

Для корпусов средней и большой толстостенности

$$\frac{D_{н1}-D_{в1}}{D_{н1}} \geq 0{,}2$$

допускается в расчетах принимать размеры корпуса, дающие наибольшую толщину стенки:

Инв. № подл. 54-87 | Подпись и дата 23.9.87 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

для узла 4 $D_в = D_{в2}$, $S = 0{,}5(D_{н1} - D_{в2})$,

для узлов 5 и 8 $D_в = D_{в5}$. $S = 0{,}5(D_{н1} - D_{в5})$

и размеры патрубка $D_{нп} = D_{н32}$, $S_п = 0{,}5(D_{н32} - D_{в3})$,

если длина утолщенной части патрубка не слишком мала.

При вычислении номинальных напряжений $\sigma_н^M$, обусловленных изгибающим моментом, момент сопротивления определяется по формуле

$$W = 0{,}0982 D_{н32}^3 \left[1 - \left(\frac{D_{в3}}{D_{н32}}\right)^4\right],$$

если длина утолщенной части патрубка не слишком мала.

Напряжение, обусловленное изгибающим моментом допускается вычислять по формуле

$$\sigma_2^M = 0{,}7 \alpha_1 \sigma_н^M.$$

При использовании рекомендаций данного подпункта необходимо выполнить расчет тройникового узла для сечения А-А по размерам корпуса в этом сечении.

Допускается принимать значения напряжений по экспериментальным данным.

2.9. Расчет напряжений на цилиндрических участках корпуса.

Составляющие напряженного состояния цилиндрического участка корпуса, нагруженного давлением, определяются по формулам:

$$\sigma_в^p = \frac{p}{2} \cdot \frac{D_н + D_в + 2c}{D_н - D_в - 2c},$$

$$\sigma_2^p = \frac{p(D_в + 2c)^2}{D_н^2 - (D_в + 2c)^2}.$$

Продольное напряжение, обусловленное изгибающим моментом, вычисляется по формуле:

$$\sigma_2^M = \frac{M}{W}.$$

Нов (I)

Инв. № подл. 37-87 | Подпись и дата 23.2.87 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

Момент сопротивления W в расчетном сечении вычисляется по формуле

$$W = 0{,}0982\, D_н^3 \left[1 - \left(\frac{D_в}{D_н}\right)^4\right].$$

При вычислении напряжений σ_z^M по п.п.2.5.I, 2.6.I и 2.7.I момент сопротивления W вычисляется по формуле

$$W = 0{,}0982\, D_{н1}^3 \left[1 - \left(\frac{D_{в1}}{D_{н1}}\right)^4\right].$$

Руководитель предприятия п/я Г-4745 — С.И.Косых

Главный инженер предприятия п/я А-7899 — М.И.Власов

Заместитель руководителя предприятия п/я А-7899 — В.А.Айриев

Главный конструктор проекта — В.В.Ширяев

Заведующий отделом I6I — Р.И.Хасанов

Заведующий отделом II8 — Р.А.Азарашвил

Заведующий сектором НТД и автоматизации расчетов — Р.В.Сашина

Ответственный исполнитель темы — Г.М.Федоров

Исполнитель — Т.В.Громова

54-87 15.5.87

ПРИЛОЖЕНИЕ I
(Обязательное)

Условные обозначения

t – температура среды, °С;

E – модуль упругости, МПа;

σ_T – минимальное значение предела текучести при расчетной температуре, МПа;

σ_B – минимальное значение предела прочности (временное сопротивление) при расчетной температуре, МПа;

σ_{-1} – предел усталости при симметричном цикле растяжение-сжатие, МПа;

m – характеристика материала;

$[\sigma_н]$ – номинальное допускаемое напряжение, МПа;

$[N]$ – допускаемое число циклов;

a – повреждение материала при циклическом нагружении;

r – коэффициент ассиметрии цикла напряжений;

σ_θ и σ_z – окружное и осевое напряжения, МПа;

$\sigma_н$ – номинальное напряжение, МПа;

ψ – относительное сужение поперечного сечения образца при статическом разрушении при растяжении, %;

$(\sigma)_1$ – приведенные напряжения, определяемые по составляющим общих мембранных напряжений;

$(\sigma)_2$ – приведенные напряжения, определяемые по суммам составляющих общих или местных мембранных и общих изгибных напряжений;

$(\sigma)_R$ – размах приведенных напряжений, определенный по суммам составляющих общих или местных мембранных, общих и местных изгибных и общих температурных напряжений;

(σ_a) – амплитуда приведенных напряжений, определяемых по суммам составляющих общих или местных мембранных напряжений, общих и местных изгибных напряжений, общих и местных температурных напряжений с учетом концентрации напряжений;

54-87 Ивал 13.5.87

$M_в$ – изгибающий момент от веса трубопровода; Нмм;

M_t – размах изгибающих моментов от температурной компенсации трубопровода;

$D_н$ и $D_в$ – наружный и внутренний диаметры в расчетном сечении корпуса, м

R – радиус канавки на патрубке;

ρ – радиус галтели сопряжения патрубка с корпусом, мм;

b и h – вспомогательные размеры (см.рис.I,2), мм;

ΔS – глубина расточки по внутренней поверхности, мм;

$\Delta S_п$ – изменение толщины патрубка переменной толщины, мм;

ℓ – длина патрубка от ближайшей образующей наружной поверхности горловины;

d_ℓ – внутренний диаметр патрубка на длине ℓ от его торца, мм;

$d_п$ – внутренний диаметр патрубка на торцевой его поверхности, мм;

S – номинальная толщина стенки корпуса , мм;

S_R – расчетная толщина стенки корпуса, мм;

$S_п$ – номинальная толщина стенки патрубка, мм;

e – эксцентриситет (рис. 4), мм;

w – момент сопротивления в расчетном сечении корпуса, $мм^3$;

c – прибавка к расчетной толщине стенки, мм;

c_1 – прибавка, учитывающая утонение стенки за счет минусового допуска, мм;

c_2 – прибавка, учитывающая утонение стенки за счет всех видов коррозии за срок службы изделия, мм;

φ – коэффициент снижения прочности корпуса, ослабленного отверстием под патрубок;

$\varphi_г$ – коэффициент снижения прочности шва приварки горловины к корпусу;

$\varphi_п$ – коэффициент снижения прочности шва приварки патрубка к корпусу;

β, e^*_c, B – вспомогательные расчетные величины.

С индексом "п" обозначаются величины, относящиеся к патрубку.

№ п/п	Обозначение величин	Условный проход D_y мм
1	2	3
	Массив текстовых ИД (GG)	
1	Номер чертежа	
2	Материал корп.	
	Массив целых числовых ИД (NS)	
1	Количество заданных режимов	
	Массив целых числовых ИД (G)	
1	Признак	
2	t средн ,°С	
3	σ_T ,МПа	
4	$\sigma_в$,МПа	
5	$t^г$,°С	
6	$\sigma_T^г$,МПа	
7	$\sigma_в^г$,МПа	
8	η	
9	$\varphi_г$	
10	$\varphi_п$	
11	C_2 ,мм	
12	P ,МПа	
13	$P^г$,МПа	
14	$M_в$,Нмм	
15	M_t ,Нмм	
16	$D_{в1}$,мм	
17	$D_{н1}$,мм	

1	2	3
18	C_1(корп.),мм	
19	L_1 ,мм	
20	L_2 ,мм	
21	L_3 ,мм	
22	L_c ,мм	
23	$D_{в2}$,мм	
24	$D_{н21}$,мм	
25	C_1(горл) ,мм	
26	$D_{н22}$,мм	
27	ΔS(горл) ,мм	
28	L_4 ,мм	
29	L_5 ,мм	
30	$D_{нф}$,мм	
31	$h_ф$,мм	
32	$D_{в3}$,мм	
33	$D_{н31}$,мм	
34	C_1(патр) ,мм	
35	$D_{н32}$,мм	
36	R(канавки) ,мм	
37	L_6 ,мм	
38	L_7 ,мм	
39	ρ ,мм	
40	$D_{в5}$,мм	
41	$D_{н5}$,мм	
42	e ,мм	
43	K_1(узла5) ,	
44	K_2(узла6)	
45	$Q_{шт}$,Н	
46	$(\sigma)_2$(тчк1) ,МПа	
47	$(\sigma)_2$(тчк2) ,МПа	

1	2	3
48	$(\sigma)_2$(тчк3) ,МПа	
49	$(\sigma)_2$(тчк4) ,МПа	
50	$(\sigma)_2$(тчк5) ,МПа	
51	$(\sigma)_2$(тчк6) ,МПа	
52	$(\sigma)_R$(тчк1) ,МПа	
53	$(\sigma)_R$(тчк 2) ,МПа	
54	$(\sigma)_R$(тчк3) ,МПа	
55	$(\sigma)_R$(тчк4) ,МПа	
56	$(\sigma)_R$(тчк5) ,МПа	
57	$(\sigma)_R$(тчк6) ,МПа	
	Режим I	
58	t_{max} ,°С	
59	t_{min} ,°С	
60	v_t ,°С/час	
61	P_{max} ,МПа	
62	P_{min} ,МПа	
63	N ,цикл	
64	E ,МПа	
65	σ_T ,МПа	
66	$\sigma_в$,МПа	
67	σ_{-1} ,МПа	
68	ψ ,%	
	Режим II	
69	t_{max} ,°С	
70	t_{min} ,°С	
71	v_t ,°С/час	
72	P_{max} ,МПа	
73	P_{min} ,МПа	
74	N ,цикл	
75	E ,МПа	
76	σ_T ,МПа	
77	$\sigma_в$,МПа	
78	σ_{-1} ,МПа	
79	ψ ,%	

1	2	3
	Режим III	
80	t_{max} ,°С	
81	t_{min} ,°С	
82	v_t ,°С/час	
83	P_{max} ,МПа	
84	P_{min} ,МПа	
85	N ,цикл	
86	E ,МПа	
87	σ_T ,МПа	
88	$\sigma_в$,МПа	
89	σ_{-1} ,МПа	
90	ψ ,%	
	Режим IV	
91	t_{max} ,°С	
92	t_{min} ,°С	
93	v_t ,°С/час	
94	P_{max} ,МПа	
95	P_{min} ,МПа	
96	N ,цикл	
97	E ,МПа	
98	σ_T ,МПа	
99	$\sigma_в$,МПа	
100	σ_{-1} ,МПа	
101	ψ ,%	
	Режим V	
102	t_{max} ,°С	
103	t_{min} ,°С	
104	v_t ,°С/час	
105	P_{max} ,МПа	
106	P_{min} ,МПа	
107	N ,цикл	
108	E ,МПа	
109	σ_T ,МПа	
110	$\sigma_в$,МПа	
111	σ_{-1} ,МПа	
112	ψ ,%	

1	2	3
	Режим VI	
113	t_{max} ,°С	
114	t_{min} ,°С	
115	v_t ,°С/ч	
116	P_{max} ,МПа	
117	P_{min} ,МПа	
118	N ,цикл	
119	E ,МПа	
120	σ_T ,МПа	
121	$\sigma_в$,МПа	
122	σ_{-1} ,МПа	
123	ψ ,%	
	Режим VII	
124	t_{max} ,°С	
125	t_{min} ,°С	
126	v_t ,°С/час	
127	P_{max} ,МПа	
128	P_{min} ,МПа	
129	N ,цикл	
130	E ,МПа	
131	σ_T ,МПа	
132	$\sigma_в$,МПа	
133	σ_{-1} ,МПа	
134	ψ ,%	
	Режим VIII	
135	t_{max} ,°С	
136	t_{min} ,°С	
137	v_t ,°С/час	
138	P_{max} ,МПа	
139	P_{min} ,МПа	
140	N ,цикл	
141	E ,МПа	
142	σ_T ,МПа	
143	$\sigma_в$,МПа	
144	σ_{-1} ,МПа	
145	ψ ,%	

Заполняется программой: запуск на решение; вариант расчета; номер расчета; количество вариантов; дата; отдел телефон; фамилия

РАСЧЕТ КОРПУСА КЛАПАНА ПО РТМ 26-07- -85 УГЛОВОГО (ПРОХОДНОГО)

I. Задача расчета.

I.I. Задачей расчета является определение следующих величин для подтверждения статической и циклической прочности корпуса клапана:

$(\sigma)_1$ – приведенное напряжение, определяемое по составляющим общих мембранных напряжений;

$(\sigma)_2$ – приведенное напряжение, определяемое по суммам составляющих общих или местных мембранных и общих изгибных напряжений;

$(\sigma)_R$ – размах приведенных напряжений, определяемый по суммам составляющих общих или местных мембранных, общих и местных изгибных, общих температурных напряжений;

(σ_a) – амплитуда приведенных напряжений, определяемая по суммам составляющих общих или местных мембранных, общих и местных изгибных, общих и местных температурных напряжений с учетом концентрации напряжений.

$[N_i]$ – допускаемое число циклов для i-го режима (определяемое по расчетной кривой усталости);

a – накопленное усталостное повреждение.

I.2. Условия прочности:

$$(\sigma)_1 \leq [\sigma_1];$$
$$(\sigma)_2 \leq [\sigma_2];$$
$$(\sigma)_R \leq [\sigma_R];$$
$$a \leq 1.$$

2.Исходные величины (приложение 2)

- материал корпуса;
- температура корпуса;
- нагрузки на корпус;

54-87 Иван 13.5.81

- геометрические размеры;
- коэффициенты снижения прочности сварных швов (см.табл.I РТМ 26-07-258-85);
- прибавки к расчетным толщинам по предельному минусовому отклонению толщин стенок (устанавливаются конструкторской и технологической документацией); см.п.I.I.5 РТМ 26-07-258-85);
- коэффициенты концентрации;
- число циклов нагружения на i-том режиме в эксплуатации (принимаются по ОТТ или другой конструкторской документации).

3. Расчет корпуса выполнен по методике РТМ 26-07-258-85 в соответствии с требованиями "Норм расчета на прочность элементов реакторов, парогенераторов, сосудов и трубопроводов атомных электростанций опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок" (Нормы АЭС, М., 1973) и "Правил устройства и безопасной эксплуатации оборудования атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок" (М., "Металлургия", 1973).

4. При определении напряженного состояния в узлах I, 2 и 3 используется программа ORTANS для ЕС ЭВМ [7].

Напряжения $(\sigma)_2$ и $(\sigma)_R$ для шести точек (рис. 3), полученные из расчета по ORTANS вставляются в бланк исходных данных (приложение 3) для продолжения расчета на ЭВМ СМ-4.

5. Значения коэффициентов концентрации для узлов 6 и 7 устанавливаются по справочным данным, указанным в пп.2.7.3 и 2.7.4 РТМ 26-07-258-85 или со ссылкой на источник информации в форме расчета.

6. Значения механических характеристик материалов σ_T, σ_B, E, Ψ, σ_{-1} принимаются по данным ГОСТов, технических условий или Норм АЭС при соответствующей расчетной температуре. Нормативный документ, по которому приняты механические характеристики,

54-87 Ильин 13.5.87

указывается в форме расчета.

7. В расчетах на циклическую прочность характеристики механических свойств (E , ψ , σ_{ℓ}) принимают минимальными в рассматриваемом интервале температур.

54-87 Шваг 13.5.87

Корпус проходной со смещенными патрубками

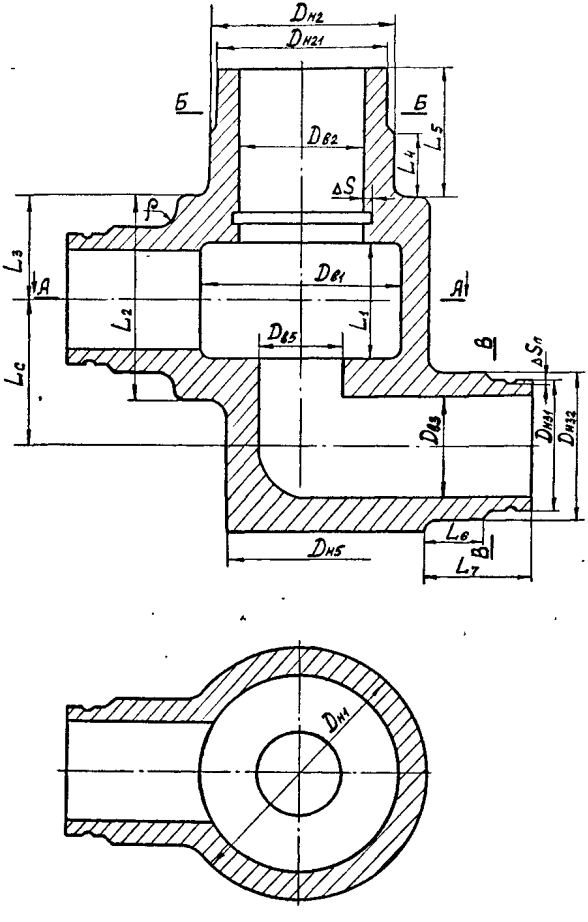

Рис.1

54-87 [illegible] 13.5.87

Корпус угловой

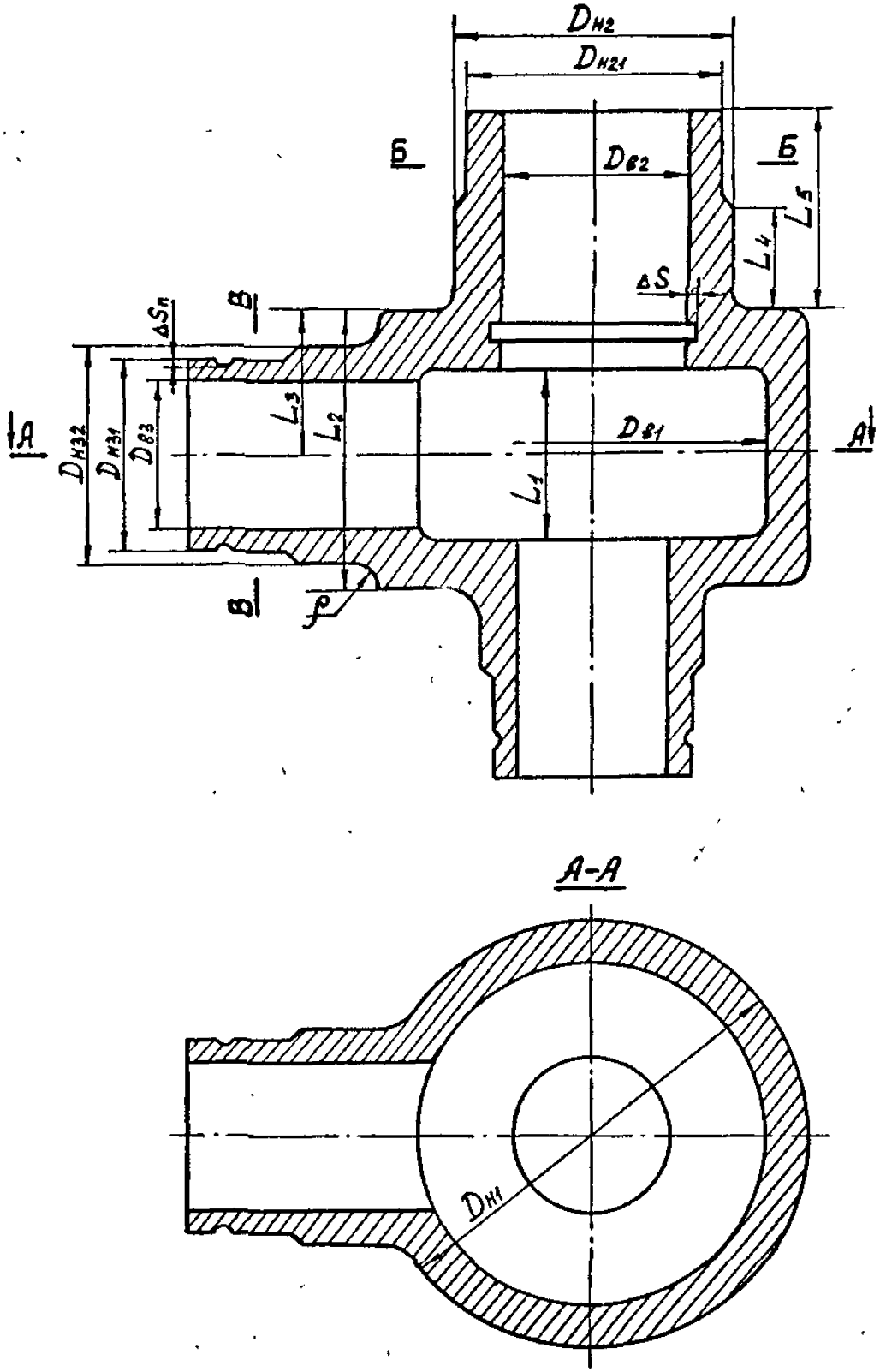

Рис. 2

54-87 Инв. № 15.5.87

Осесимметричная конструкция

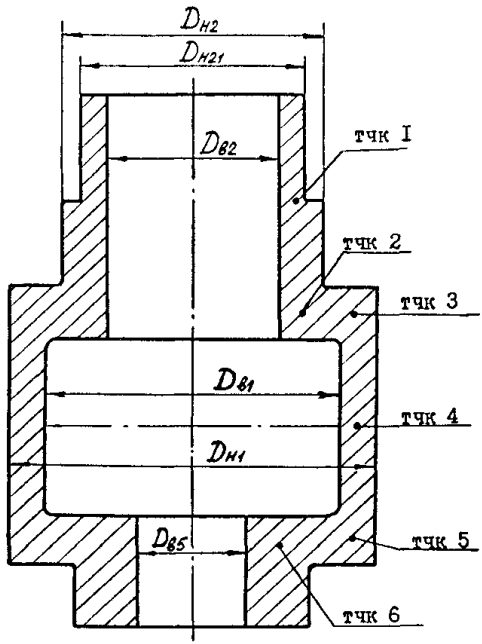

Рис.3

54-87 МЦВак 13.5.87

RKU

РАСЧЕТ КОРПУСА КЛАПАНА

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	УСЛОВНЫЙ ПРОХОД DY, MM	
	100	
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ДОПУСКАЕМЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ		
НОМЕР ЧЕРТЕЖА	С 26517-100	
МАТЕРИАЛ	08Х18Н10Т	
НД ПО КОТОРОМУ ВЫБРАНЫ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА	НОРМЫ АЭС	
ПРИЗНАК	1	
ТЕМПЕРАТУРА СРЕДЫ ГРАД С	350.000000	
G.T (ПРЕДЕЛ ТЕКУЧ.) МПА	180.000000	
G.B (ПРЕДЕЛ ПРОЧН.) МПА	360.000000	
Т-РА ГИДРОИСП. ГРАД С	20.0000000	
G.T (ПРЕДЕЛ ТЕКУЧ.) МПА	330.000000	
G.B (ПРЕДЕЛ ПРОЧН.) МПА	500.000000	
ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФ.	1.00000000	
КОЭФ. СНИЖЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ШВА ПРИВАРКИ ГОРЛОВИНЫ	0.94999999	
КОЭФ. СНИЖЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ШВА ПРИВАРКИ ПАТРУБКА	0.89999998	
С2 ПРИБАВКА НА КОРРОЗИЮ	0.50000000	
[G.H] МПА	120.000000	
[G.H]ГИДРОИСП. МПА	146.666672	
ЗАДАННЫЕ НАГРУЗКИ		
P (ДАВЛЕНИЕ СРЕДЫ) МПА	20.0000000	
ДАВЛЕНИЕ ГИДРОИСПЫТ. МПА	29.5000000	
МОМЕНТ ОТ ВЕСА ТРУБ. НММ	11100000.0	
МОМЕНТ ОТ ТЕМП.КОМП. НММ	29100000.0	
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ		
D.B1 (ВНУТР.КОРПУСА) ММ	150.000000	
D.H1 (НАРУЖН.КОРПУСА) ММ	210.000000	
C1 (НА МИНУС.ДОПУСК) ММ	0.30000001	
L.1(ДЛИНА ВНУТР.ПРОТОЧКИ КОРПУСА) ММ	110.000000	
L.2 (ДЛИНА КОРПУСА) ММ	235.000000	
L.3 (РАССТОЯН. ОТ ТОРЦА КОРП.ДО ОСИ ПАТРУБКА) ММ	115.000000	
L.C (РАСТОЯНИЕ МЕЖДУ ОСЯМИ ПАТРУБКОВ) ММ	160.000000	
DB.2 (ВНУТР.ГОРЛОВИНЫ)ММ	110.000000	
D.H21 (МЕНЬШИЙ НАРУЖНЫЙ ГОРЛОВИНЫ) ММ	160.000000	
C1 (НА МИНУС.ДОПУСК) ММ	0.40000001	
D.H22 (БОЛЬШИЙ НАРУЖНЫЙ ГОРЛОВИНЫ) ММ	165.000000	
ГЛУБИНА РАСТОЧКИ ГОРЛ.ММ	5.00000000	
L.4 (ДЛИНА УТОЛЩЕННОЙ ЧАСТИ ГОРЛОВИНЫ) ММ	65.0000000	
L.5 (ПОЛН.ДЛИНА ГОРЛ.)ММ	180.000000	

54.81 Инв.№ 13.51.87

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ		УСЛОВНЫЙ ПРОХОД DУ, ММ: 100
D.Ф (НАРУЖН.ФЛАНЦА)	ММ	300.000000
Н.Ф (ТОЛЩИНА ФЛАНЦА)	ММ	60.0000000
D.В3 (ВНУТР.ПАТРУБКА)	ММ	105.000000
D.Н31(МЕНЬШИЙ НАРУЖН.)	ММ	145.000000
С1 (НН МИНУС.ДОПУСК)	ММ	0.50000000
D.Н32(БОЛЬШИЙ НАРУЖН.)	ММ	160.000000
R (РАДИУС КАННВКИ)	ММ	3.00000000
L.6 (ДЛИНА УТОЛЩЕННОЙ ЧАСТИ ПАТРУБКА)	ММ	50.0000000
L.7 (ПОЛН.ДЛИНА ПАТР.)	ММ	110.000000
РАДИУС ГАЛТЕЛИ	ММ	5.00000000
D.В5	ММ	102.000000
D.Н5	ММ	200.000000
ЭКЦЕНТРИСИТЕТ	ММ	22.0000000
КОЭФФИЦИЕНТЫ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ		
К.1 (КОЭФ. КОНЦЕНТРАЦИИ В УЗЛЕ 6)		1.79999995
К.2 (КОЭФ. КОНЦЕНТРАЦИИ В УЗЛЕ 7)		2.00000000
РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ ДРУГИХ МОДУЛЕЙ		
Q.ШТ (УСИЛИЕ ПО ШТОКУ) Н		208857.000
(G)2 В ТЧК. 1	МПА	10.0000000
(G)2 В ТЧК. 2	МПА	45.2000008
(G)2 В ТЧК. 3	МПА	35.7999992
(G)2 В ТЧК. 4	МПА	48.7999992
(G)2 В ТЧК. 5	МПА	39.7999992
(G)2 В ТЧК. 6	МПА	42.2999992
(G)R В ТЧК. 1	МПА	10.0000000
(G)R В ТЧК. 2	МПА	50.5000000
(G)R В ТЧК. 3	МПА	66.0999985
(G)R В ТЧК. 4	МПА	43.5000000
(G)R В ТЧК. 5	МПА	43.2000008
(G)R В ТЧК. 6	МПА	43.2999992

54-87 Иванс 13.5.87

ВЫБОР ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ ТАБЛИЦА

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ		УСЛОВНЫЙ ПРОХОД DУ, ММ 100		
ВЫБОР ТОЛЩИН СТЕНОК НА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ УЧАСТКАХ КОРПУСА				
D.B MAX ОТВЕРСТИЯ	ММ	156.648056		
D.B ПО ЧЕРТЕЖУ	ММ	105.000000		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ D.B < ИЛИ = D.B ПРЕДЕЛ.		ВЫПОЛНЕНО		
S.R ПАТРУБКА	ММ	9.54545498		
S (УТОЛЩ.ЧАСТИ ПАТР.)	ММ	27.5000000		
КОЭФ.ПРОЧНОСТИ КОРПУСА		0.92592508		
УСЛ.УКРЕПЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЯ ПАТРУБКОМ: S.R < ИЛИ = S		ВЫПОЛНЕНО		
S.R+C В СЕЧ. А-А	ММ	15.6351805		
S (НОМ.ПО ЧЕРТЕЖУ)	ММ	30.0000000		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ S.R+C < ИЛИ = S		ВЫПОЛНЕНО		
S.R+C В СЕЧ. Б-Б	ММ	10.8999996		
S (НОМ.ПО ЧЕРТЕЖУ)	ММ	25.0000000		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ S.R+C < ИЛИ = S		ВЫПОЛНЕНО		
S.R+C В СЕЧ. В-В	ММ	10.5454550		
S (НОМ.ПО ЧЕРТЕЖУ)	ММ	20.0000000		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ S.R+C < ИЛИ = S		ВЫПОЛНЕНО		
ВЫБОР ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ КОРПУСА В ЗОНЕ ТРОЙНИКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ				
G(МЕТОД ПЛОЩАД.) I	МПА	67.1352615		
G(МЕТОД ПЛОЩАД.) II	МПА	64.6301727		
G(МЕТОД ПЛОЩАД.) III	МПА	54.9871864		
G(МЕТОД ПЛОЩАД.) IV	МПА	67.8338089		
[G.H]	МПА	120.000000		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ G.MAX < ИЛИ = [G.H]		ВЫПОЛНЕНО		
ПРОВЕРКА ОСЛАБЛЕННЫХ СЕЧЕНИЙ ГОРЛОВИНЫ				
G1	МПА	19.2544861		
G2	МПА	21.1580505		
G3	МПА	25.7142868		
G4	МПА	23.7433014		
G.MAX	МПА	49.4575882		
[G.H]	МПА	120.000000		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ G< ИЛИ = [G.H]		ВЫПОЛНЕНО		

ТАБЛИЦА

ПОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ		УСЛОВНЫЙ ПРОХОД DY, MM		
		100		
ЭТАП I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ (G)1				
ПРИВЕДЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (G)1 ПРИ РАСЧЕТНЫХ УСЛОВИЯХ				
(G)1 В СЕЧ. А-А	МПА	61.6666756		
(G)1 В СЕЧ. Б-Б	МПА	55.8518448		
(G)1 В СЕЧ. В-В	МПА	64.1000061		
[G.H]	МПА	120.000000		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)1 < ИЛИ = [G.H]		ВЫПОЛНЕНО		
ПРИВЕДЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (G)1 ПРИ УСЛОВИЯХ ГИДРОИСПЫТАНИЙ				
(G)1 В СЕЧ. А-А	МПА	90.9583435		
(G)1 В СЕЧ. Б-Б	МПА	82.3814697		
(G)1 В СЕЧ. В-В	МПА	94.5475082		
1.35*[G.H]	МПА	198.000015		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)1 < ИЛИ = 1.35*[G.H]Г		ВЫПОЛНЕНО		
ЭТАП II. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ (G)2				
ПРИВЕДЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (G)2 В УЗЛАХ 1,2,3 (СХЕМА ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ)				
ПРИВЕДЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (G)2 ПРИ РАСЧЕТНЫХ УСЛОВИЯХ				
(G)2 В ТЧК. 1	МПА	10.0000000		
(G)2 В ТЧК. 2	МПА	45.2000008		
(G)2 В ТЧК. 3	МПА	35.7999992		
(G)2 В ТЧК. 4	МПА	65.3049545		
(G)2 В ТЧК. 5	МПА	56.3049545		
(G)2 В ТЧК. 6	МПА	58.8049545		
1.3*[G.H]	МПА	156.000000		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)2 < ИЛИ = 1.3*[G.H]		ВЫПОЛНЕНО		
ПРИВЕДЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (G)2 ПРИ УСЛОВИЯХ ГИДРОИСПЫТАНИЙ				
(G)2 В ТЧК. 1	МПА	14.7500000		
(G)2 В ТЧК. 2	МПА	66.6699982		
(G)2 В ТЧК. 3	МПА	52.8050003		
(G)2 В ТЧК. 4	МПА	71.9799957		
(G)2 В ТЧК. 5	МПА	58.7049980		
(G)2 В ТЧК. 6	МПА	62.3924980		
1.5*[G.H]ГИДР.	МПА	220.000015		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)2 < ИЛИ = 1.5*[G.H]Г		ВЫПОЛНЕНО		

54-87 Шиваг 13.5.87

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ		УСЛОВНЫЙ ПРОХОД DУ, ММ 100
ПРИВЕДЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (G)2 В УЗЛАХ 4,5,8 ТРОЙНИКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИВЕДЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (G)2 ПРИ РАСЧЕТНЫХ УСЛОВИЯХ		
(G)2 УЗЕЛ 4	МПА	183.416916
(G)2 УЗЕЛ 5	МПА	268.656189
(G)2 УЗЕЛ 8	МПА	283.810760
1.3*[G.H]	МПА	156.000000
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)2 < ИЛИ = 1.3*[G.H]		НЕ ВЫПОЛНЕНО
ПРИВЕДЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (G)2 ПРИ УСЛОВИЯХ ГИДРОИСПЫТАНИЙ		
(G)2 УЗЕЛ 4	МПА	155.811981
(G)2 УЗЕЛ 5	МПА	155.811981
(G)2 УЗЕЛ 8	МПА	180.403564
1.5*[G.H]ГИДР.	МПА	220.000015
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)2 < ИЛИ = 1.5*[G.H]Г		ВЫПОЛНЕНО
ПРИВЕДЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (G)2 В УЗЛАХ 6 И 7		
(G)2 УЗЕЛ 6	МПА	176.152039
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)2 < ИЛИ = 1.3*[G.H]		НЕ ВЫПОЛНЕНО
(G)2 ГИДР. УЗЕЛ 6	МПА	125.000000
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)2 < ИЛИ = 1.5*[G.H]Г		ВЫПОЛНЕНО
(G)2 УЗЕЛ 7	МПА	88.6729736
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)2 < ИЛИ = 1.3*[G.H]		ВЫПОЛНЕНО
(G)2 ГИДР. УЗЕЛ 7	МПА	94.5475082
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)2 < ИЛИ = 1.5*[G.H]Г		ВЫПОЛНЕНО
ЭТАП III.ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМАХОВ ПРИВЕДЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ (G)R РАЗМАХ ПРИВЕДЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ (G)R В УЗЛАХ 1,2 И 3		
(G)R В ТЧК. 1	МПА	10.0000000
(G)R В ТЧК. 2	МПА	50.5000000
(G)R В ТЧК. 3	МПА	66.0999985
(G)R В ТЧК. 4	МПА	86.7697525
(G)R В ТЧК. 5	МПА	86.4697495
(G)R В ТЧК. 6	МПА	86.5697479

13.5.87

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ		УСЛОВНЫЙ ПРОХОД DУ, ММ I00
2.5*[G.H]	МПА	300.000000
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)R < ИЛИ = 2.5*[G.H]		ВЫПОЛНЕНО

РАЗМАХ ПРИВЕДЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ (G)R В УЗЛАХ 4,5 И 8

(G)R УЗЕЛ 4	МПА	497.285431	
(G)R УЗЕЛ 5	МПА	944.215759	
(G)R УЗЕЛ 8	МПА	947.519165	
2.5*[G.H]	МПА	300.000000	
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)R < ИЛИ = 2.5*[G.H]		НЕ ВЫПОЛНЕНО	

РАЗМАХ ПРИВЕДЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ (G)R В УЗЛАХ 6 И 7

(G)R УЗЕЛ 6	МПА	359.101318	
(G)R УЗЕЛ 7	МПА	171.622238	
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ (G)R < ИЛИ = 2.5*[G.H]		ВЫПОЛНЕНО	

ЭТАП IV. РАСЧЕТ КОРПУСА НА ЦИКЛИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ

РЕЖИМ		1	
T MAX.	ГРАД С	350.000000	
T MIN.	ГРАД С	20.0000000	
V.T	ГРАД С/ЧАС	150.000000	
P MAX.	МПА	18.0000000	
P MIN.	МПА	0.10000000	
N (ЗАДАННОЕ)		2000.00000	
E (МОДУЛЬ УПРУГОСТИ)	МПА	175000.000	
G.T (ПРЕДЕЛ ТЕКУЧ.)	МПА	157.000000	
G.B (ПРЕДЕЛ ПРОЧН.)	МПА	333.000000	
ПРЕДЕЛ УСТАЛОСТИ	МПА	133.000000	
ОТНОСИТЕЛЬНОЕ СУЖЕНИЕ	%	40.0000000	

РЕЖИМ		2	
T MAX.	ГРАД С	70.0000000	
T MIN.	ГРАД С	20.0000000	
V.T	ГРАД С/ЧАС	999999.000	
P MAX.	МПА	16.0000000	
P MIN.	МПА	0.10000000	
N (ЗАДАННОЕ)		300.000000	
E (МОДУЛЬ УПРУГОСТИ)	МПА	200000.000	
G.T (ПРЕДЕЛ ТЕКУЧ.)	МПА	190.000000	
G.B (ПРЕДЕЛ ПРОЧН.)	МПА	469.000000	
ПРЕДЕЛ УСТАЛОСТИ	МПА	187.000000	
ОТНОСИТЕЛЬНОЕ СУЖЕНИЕ	%	40.0000000	

54-87 Инв.№ 13.5.82

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ		УСЛОВНЫЙ ПРОХОД ДУ, ММ 100		
РЕЖИМ		3		
T MAX.	ГРАД С	350.000000		
T MIN.	ГРАД С	20.0000000		
V.T	ГРАД С/ЧАС	999999.000		
P MAX.	МПА	18.0000000		
P MIN.	МПА	2.00000000		
N (ЗАДАННОЕ)		20.0000000		
E (МОДУЛЬ УПРУГОСТИ)	МПА	175000.000		
G.T (ПРЕДЕЛ ТЕКУЧ.)	МПА	157.000000		
G.B (ПРЕДЕЛ ПРОЧН.)	МПА	333.000000		
ПРЕДЕЛ УСТАЛОСТИ	МПА	133.000000		
ОТНОСИТЕЛЬНОЕ СУЖЕНИЕ	%	40.0000000		
РАСЧЕТ НА ЦИКЛИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ В УЗЛАХ 1,2 И 3				
ТОЧКА 1				
РЕЖИМ		1		
(G)A	МПА	4.47499990		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)		2000.00000		
[N.I]		6075.71436		
A.I		0.32917941		
РЕЖИМ		2		
(G)A	МПА	3.97499990		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)		300.000000		
[N.I]		3868.16577		
A.I		0.07755614		
РЕЖИМ		3		
(G)A	МПА	4.00000000		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)		20.0000000		
[N.I]		6012.48047		
A.I		0.00332641		
A		0.41006196		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ A < ИЛИ = 1.		ВЫПОЛНЕНО		
ТОЧКА 2				
РЕЖИМ		1		
(G)A	МПА	22.5987492		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)		2000.00000		
[N.I]		9496.08105		
A.I		0.21061319		
РЕЖИМ		2		
(G)A	МПА	20.0737495		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)		300.000000		
[N.I]		5041.97949		
A.I		0.05950044		

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	УСЛОВНЫЙ ПРОХОД ДУ, ММ		
	100		
РЕЖИМ	3		
(G)A МПА	20.2000008		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	20.0000000		
[N.I]	8897.11230		
A.I	0.00224792		
A	0.27236158		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ A < ИЛИ = 1.	ВЫПОЛНЕНО		

ТОЧКА 3

РЕЖИМ	1		
(G)A МПА	29.5797482		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	2000.00000		
[N.I]	11629.4717		
A.I	0.17197686		
РЕЖИМ	2		
(G)A МПА	26.2747498		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	300.000000		
[N.I]	5640.90186		
A.I	0.05318299		
РЕЖИМ	3		
(G)A МПА	26.4399986		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	20.0000000		
[N.I]	10589.3076		
A.I	0.00188870		
A	0.22704855		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ A < ИЛИ = 1.	ВЫПОЛНЕНО		

ТОЧКА 4

РЕЖИМ	1		
(G)A МПА	41.1011238		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	2000.00000		
[N.I]	17128.1074		
A.I	0.11676713		
РЕЖИМ	2		
(G)A МПА	17.2912502		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	300.000000		
[N.I]	4803.81201		
A.I	0.06245041		
РЕЖИМ	3		
(G)A МПА	17.3999996		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	20.0000000		
[N.I]	8266.95996		
A.I	0.00241927		
A	0.18163680		

54-87 [illegible] 13.5.87

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	УСЛОВНЫЙ ПРОХОД DY, MM 100		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ А < ИЛИ = 1.	ВЫПОЛНЕНО		
ТОЧКА 5			
РЕЖИМ	1		
(G)A МПА	40.9668732		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	2000.00000		
[N.I]	17043.1621		
A.I	0.11734912		
РЕЖИМ	2		
(G)A МПА	17.1720000		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	300.000000		
[N.I]	4793.98437		
A.I	0.06257842		
РЕЖИМ	3		
(G)A МПА	17.2800007		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	20.0000000		
[N.I]	8241.46582		
A.I	0.00242675		
A	0.18235430		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ А < ИЛИ = 1.	ВЫПОЛНЕНО		
ТОЧКА 6			
РЕЖИМ	1		
(G)A МПА	41.0116234		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	2000.00000		
[N.I]	17071.4082		
A.I	0.11715495		
РЕЖИМ	2		
(G)A МПА	17.2117500		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	300		
[N.I]	4797.2[illegible]732		
A.I	0.06253573		
РЕЖИМ	3		
(G)A МПА	17.3199997		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	20.0000000		
[N.I]	8249.95020		
A.I	0.00242426		
A	0.18211494		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ А < ИЛИ = 1.	ВЫПОЛНЕНО		

54-82 [illegible] 13.5.87

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	УСЛОВНЫЙ ПРОХОД ДУ, ММ: 100		
РАСЧЕТ НА ЦИКЛИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ В УЗЛАХ 4,5 И 8			
УЗЕЛ 4			
РЕЖИМ	1		
⟨G⟩н МПА	139.214722		
N.I⟨ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ⟩	2000.00000		
[N.I]	14317.6484		
A.I	0.13497378		
РЕЖИМ	2		
⟨G⟩А МПА	123.660804		
N.I⟨ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ⟩	300.000000		
[N.I]	50413.9609		
A.I	0.00595073		
РЕЖИМ	3		
⟨G⟩А МПА	124.437737		
N.I⟨ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ⟩	20.0000000		
[N.I]	21057.9922		
A.I	0.00094976		
A	0.14187427		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ A < ИЛИ = 1.	ВЫПОЛНЕНО		
УЗЕЛ 5			
РЕЖИМ	1		
⟨G⟩А МПА	139.214722		
N.I⟨ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ⟩	2000.00000		
[N.I]	14817.6924		
A.I	0.13497378		
РЕЖИМ	300		
⟨G⟩А МПА	4797.25732		
N.I⟨ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ⟩	0.06253573		
[N.I]	3		
A.I	17.3199997		
РЕЖИМ	3		
⟨G⟩А МПА	124.437737		
N.I⟨ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ⟩	20.0000000		
[N.I]	21057.9922		
A.I	0.00094976		
A	0.14187427		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ A < ИЛИ = 1.	ВЫПОЛНЕНО		
УЗЕЛ 8			
РЕЖИМ	1		
⟨G⟩А МПА	163.384720		

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	УСЛОВНЫЙ ПРОХОД ДУ, ММ I00		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	2000.00000		
[N.I]	9280.38672		
A.I	0.21550827		
РЕЖИМ	2		
(G)A МПА	145.129440		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	300.000000		
[N.I]	26553.2988		
A.I	0.01129803		
РЕЖИМ	3		
(G)A МПА	146.042206		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	20.0000000		
[N.I]	12835.1426		
A.I	0.00155822		
A	0.22836453		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ A < ИЛИ = 1.	ВЫПОЛНЕНО		

РАСЧЕТ НА ЦИКЛИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ В УЗЛАХ 6 И 7

УЗЕЛ 6

РЕЖИМ	1		
(G)A МПА	221.378662		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	2000.00000		
[N.I]	3122.18362		
A.I	0.64057750		
РЕЖИМ	2		
(G)A МПА	89.4375000		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	300.000000		
[N.I]	33232.5312		
A.I	0.00902730		
РЕЖИМ	3		
(G)A МПА	90.0000000		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	20.0000000		
[N.I]	69040.5781		
A.I	0.00028968		
A	0.64989448		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ A < ИЛИ = 1.	ВЫПОЛНЕНО		

УЗЕЛ 7

РЕЖИМ	1		
(G)A МПА	157.889572		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	2000.00000		
[N.I]	10227.5098		
A.I	0.19555102		

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	УСЛОВНЫЙ ПРОХОД DУ, ММ 100		
РЕЖИМ	2		
(G)A МПА	25.4797516		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	300.000000		
[N.I]	5558.32373		
A.I	0.05397311		
РЕЖИМ	3		
(G)A МПА	25.6400013		
N.I(ЧИСЛО ЦИКЛ.ЗАДАННОЕ)	20.0000000		
[N.I]	10346.5830		
A.I	0.00193301		
A	0.35145712		
УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ A < ИЛИ = 1.	ВЫПОЛНЕНО		

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
(Справочное)

ЛИТЕРАТУРА

I. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок, М., "Металлургия", I973.

2. Нормы расчета на прочность элементов реакторов, парогенераторов, сосудов и трубопроводов атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок, М.,"Металлургия", I973г.

3. Предложения НПО ЦКТИ по обоснованию выбора основных размеров корпусов арматуры, НПО ЦКТИ им. И.И.Ползунова, отдел технической документации, Л.,I984г.

4. Р.Петерсон. Коэффициенты концентрации напряжений. Графики и формулы для расчета конструктивных элементов на прочность. М., "Мир", I977г.

5. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. ГОСТ I1249-80.

6. Заключительный отчет "Экспериментальное исследование напряженно-деформированного состояния корпусов арматуры АЭС и выдача рекомендаций по определению максимальных напряжений". 23.I9270т. п/я А-729I,I985г.

7. Методические указания. Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Метод и стандартные программы расчета на ЭВМ осесимметричных конструкций (систем из оболочек, пластин и колец) в упругопластической области деформирования. I-ая редакция. ГОССТАНДАРТ, ВНИИНМАШ,М.,I980 (ORTANS).

54-87 Кибас 13.5.87

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Вводная часть. I

I. ВЫБОР ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ. . . . . .2.

I.I. Общие положения. 2

I.2. Выбор толщин стенок на цилиндрических участках корпуса. 4

I.3. Выбор основных размеров корпуса в зоне тройниковго соединения.. 7

I.4. Проверка ослабленных сечений горловины. II

2. ПОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ. I2

2.I. Общие положения I2

2.2. Расчетные схемы. I2

2.3. Этапы расчета I6

2.4. Этап I. Определение приведенного напряжения $(\sigma)_1$. . I7

2.5. Этап П. Определение приведенного напряжения $(\sigma)_2$. . I7

2.6. Этап Ш. Определение размаха приведенных напряжений $(\sigma)_R$ I8

2.7. Этап IУ. Расчет на циклическую прочность. 20

2.8. Расчет напряжений в тройниковом соединении. 22

2.9. Расчет напряжений на цилиндрических участках корпуса. 25

ПРИЛОЖЕНИЕ I. Условные обозначения. 27

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Бланк исходных данных. 29

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Пример (форма) расчета. 30

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ЛИТЕРАТУРА. 47

54-8; Ивас 15.5.87

gost.e-ecolog.ru