

ЗАКЛАДНЫЕ УСТРОЙСТВА В ТРУБОПРОВОДАХ
И ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ УСТАНОВКИ ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ
АВТОМАТИЗАЦИИ

Пособие по выбору средств
укрепления отверстий

РМ4-266-93



ГПКИ "ПРОЕКТМОНТАЖАВТОМАТИКА

1993

Руководящий материал

Закладные устройства
в трубопроводах и обо-
рудовании для установки
приборов и средств
автоматизации.

PM4-266-93

Пособие по выбору
средств укрепления
отверстий.

Срок введения I.OI.94

Пособие позволяет определить необходимость применения средств укрепления отверстий при проектировании и монтаже отборных устройств, а также размеры элементов средств укрепления отверстий (патрубков).

Пособие применимо для укрепления отверстий в технологических трубопроводах, трубопроводах инженерных сетей и др. с внутренним диаметром 25 мм и выше, в дальнейшем – технологических трубопроводах. Расчетное рабочее давление – до 100 МПа.

Материал рассчитан на применение углеродистых и легированных сталей.

Пособие предназначено для специалистов проектных, монтажных и эксплуатирующих систем автоматизации организаций при проектировании и монтаже отборных устройств систем автоматизации в технологических трубопроводах.

І. В В Е Д Е Н И Е

Отверстия снижают прочность стенки трубопровода или аппарата и для ее восстановления необходимо выполнять укрепление отверстий.

Вопросы нормирования прочности и особенности конструирования элементов укрепления отверстий изложены в ряде нормативных документов и работ:

(ГОСТ 24755, ГОСТ І4249, СНиП2.04.І2, СН527, Пособие по расчету на прочность технологических стальных трубопроводов на Ру до І0 МПа к СНиП527, ОСТ 26-І046, РД РТМ 26-0І-44 и др.).

Пособие разработано на основе нормативных документов ОСТ 26-І046 и РДРТМ 26-0І-44.

2. Р А С Ч Е Т Н Ы Е П А Р А М Е Т Р Ы.

2.І. Основные параметры штуцерного ввода, которые определяют необходимость укрепления отверстия в технологическом трубопроводе (аппарате): d / D и $d / \sqrt{D \cdot S}$

где: d , D - внутренний диаметр отверстия в технологическом трубопроводе и внутренний диаметр технологического трубопровода,

S - толщина стенки технологического трубопровода.

Под штуцерными вводами применительно к рассматриваемой области понимаются: закладные конструкции, установленные на технологическом трубопроводе для устройства отборов давления, расхода и уровня, конструкции (бобышки, штуцера, фланцы) для установки термометчиков, рНметров и др. корпусных приборов, устанавливаемых в стенке трубопровода, аппарата, врезки в цеховые магистрали сжатого воздуха для питания приборов пневматики и т.д.

2.2. Для диаметров вводов принята следующая классификация по ОСТ 26І046.

2.2.І. Вводы малого диаметра.

К вводам малого диаметра при сплошном соединении штуцера с трубой или корпусом аппарата относятся вводы, диаметр отверстия которых удовлетворяет условию:

$$d \leq d_o - 2 C_n \quad (1)$$

где: d - диаметр отверстия в трубопроводе (черт. 1),

d_o - расчетный диаметр отверстия, допускаемый без укрепления;

C_n - суммарная прибавка к расчетной толщине стенки на коррозию внутренней поверхности, прибавки на минусовый допуск толщины стенки, эрозию и др.

Расчетный диаметр отверстия d_o для трубопроводов и цилиндрически: корпусов аппаратов определяется по формуле (2)

$$d_o = 0,25 \sqrt{D \cdot S} \quad (2)$$

Вводы малого диаметра допускается выполнять без укрепления отверстия.

2.2.2. Вводы среднего диаметра.

При диаметре отверстий $d > d_o - 2C_n$ для восстановления прочности трубы до исходной необходимо увеличить толщину стенки штуцера.

Такой способ укрепления отверстий может быть применен при соотношениях d/D не более 0,75.

2.2.3. Вводы с соотношением $\frac{d}{D} > 0,75$ относятся к вводам большого диаметра. Для их изготовления следует применять стандартные тройники и переходы.

На черт. 1 показаны наиболее часто встречающиеся варианты установки отборных устройств.

На рис. 1 приведена установка отборного устройства без укрепления отверстия.

На рис. 2 установка укрепляющего штуцера (бобышки) дана без ввода стенки штуцера в отверстие трубопровода, на рис. 3 с вводом штуцера в отверстие трубопровода.

При отсутствии полной проверки шва по рис. 4 за α принимается диаметр отверстия в технологическом трубопроводе. Решения по устройству вводов по рис. 4 пособием не предусмотрены.

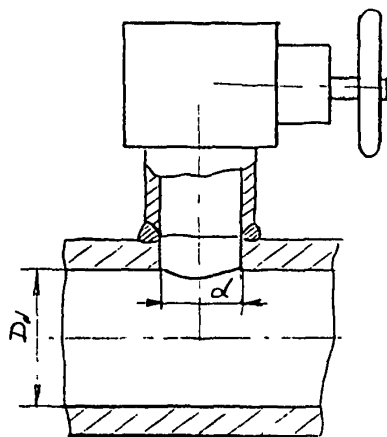


Рис. 1

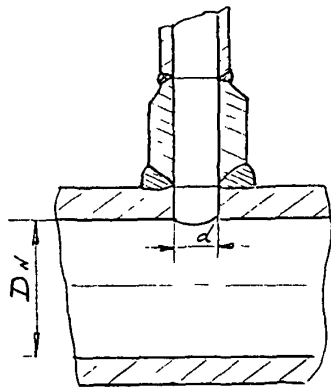


Рис. 2

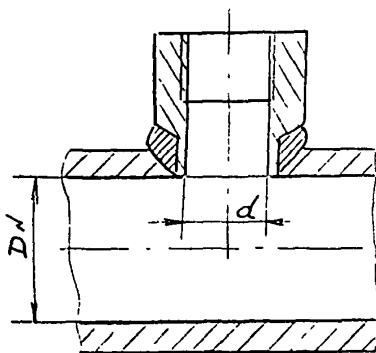


Рис 3

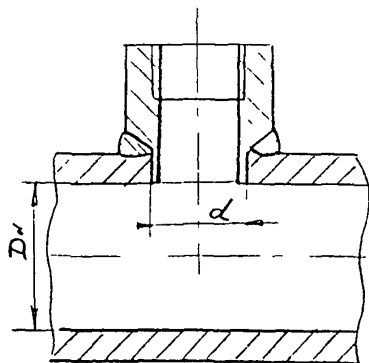


Рис. 4

3. ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА УКРЕПЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ.

3.1. Необходимость укрепления одиночного отверстия при выполнении отборных устройств в технологическом трубопроводе, на цилиндрическом корпусе или на эллиптическом днище аппарата может быть определена по графикам черт. 2.

На черт. 2 кривые 1...5 определяют границу параметров трубопровода (аппарата), при которых необходимо производить укрепление отверстий. Кривые построены на основании выражения (2).

Установка отборных устройств по сборникам СЗК4-2, СЗК4-4, СЗК4-6 на технологическом трубопроводе (аппарате с параметрами D_n' , S_p , расположенными над соответствующей кривой черт. 2, производится путем приварки отборного устройства непосредственно к трубопроводу, аппарату. Внутренние диаметры α в закладных конструкциях приведены в приложении I.

Если параметры D_n' , S_p на черт. 2 располагаются ниже соответствующей кривой, отборное устройство должно быть установлено на предварительно приваренную бобышку (штуцер) с увеличенной толщиной стенки, обеспечивающую укрепление отверстия до первоначальной прочности трубопровода, аппарата.

Параметры D_n' и S_p определяются в соответствии с выражениями (3), (4).

$$D_n' = D_n + 2 (C_1 + C_4) \quad (3)$$

$$S_p = S - (C_1 + C_2 + C_4) \quad (4)$$

D_N
мм

1000

900

800

700

600

500

400

300

200

100

1

2

3

4

5

1. для штыцера с $d'_N = 30 \text{ мм}$ 2. " " " с $d'_N = 25 \text{ мм}$ 3. " " " с $d'_N = 20 \text{ мм}$ 4. " " " с $d'_N = 15 \text{ мм}$ 5. " " " с $d'_N = 10 \text{ мм}$

3

5

7

9

11

13

15

17

Sp

мм

черт. 2.

где: D_n' — внутренний диаметр трубопровода (аппарата) за вычетом коррозионного и эрозионного износа внутренней поверхности труб за расчетный срок эксплуатации трубопровода:

D_n — внутренний диаметр трубопровода;

C_1 — коррозионный износ внутренней поверхности трубопровода за расчетный срок службы;

C_2 — коррозионный износ внешней поверхности трубопровода за расчетный срок службы;

C_4 — эрозионный износ, технологические припуски и др.;

S_p — расчетная толщина стенки;

S — фактическая толщина стенки.

3.2. Расчетная толщина стенки технологического трубопровода аппарата S_p и величина припусков C_1 ; C_2 ; C_4 берется из расчетов технологического трубопровода. Для трубопроводов с низкой коррозионной активностью среды в качестве S_p и D_n' могут быть приняты фактические параметры S и D_n .

Расчетная толщина стенки S_p для действующего оборудования может быть определена по формуле (5)

$$S_p = 0,5 (D_n + 2C_1) (\beta_p - 1) \quad (5)$$

Коэффициент толстостенности β_p можно определить по таблицам Приложения 2. Внутренний диаметр трубопровода D_n принимается по замеру, припуск C_1 принимается с учетом коррозионности среды на расчетный срок службы трубопровода по действующим нормам или по опытным показателям.

3.3. Примеры.

Пример 1

На технологическом трубопроводе с размерами $D_n = 250$ мм ;
 $S = 6$ мм; $C_I = 3$ мм необходимо установить отборное устройство
 с $d_n' = 15$ мм.

Находим, что на черт. 2 точка с координатами $D_n' = 256$ мм и
 $S_p = 3$ мм находится ниже кривой, следовательно, необходимо применить
 средства укрепления отверстия (штуцер, бобышку).

Пример 2

На технологическом трубопроводе с размерами: $D_n = 430$ мм .
 $S = 8$ мм; $\Sigma C_B = 4$ мм, $\Sigma C_S = 2$ мм.

Необходимо установить отборное устройство с $d_n' = 20$ мм

Находим, что точка с координатами 328,6 находится выше кривой 3,
 следовательно, средства укрепления отверстия применять не требуется.

Пример 3

Определить расчетную толщину стенки трубопровода с внутренним
 диаметром 250 мм из стали 20 по ГОСТ 8731-74 для условного давления
 10 МПа.

Скорость коррозии 0,5 мм/год;

Срок службы трубопровода до замены 5 лет.

Определяем $C_I = 0,5 \cdot 5 = 2,5$ мм

По таблице приложения 2 находим $\beta = 1,102$

(Для труб с характеристиками, отличающимися от включенных в при-
 ложение 2, β следует рассчитать по формуле (12))

$$S_p = 0,5 (250 + 2 \cdot 2,5) \cdot 0,102$$

$$S_p = 13 \text{ мм}$$

Вместо графиков по черт. 2 для определения граничных условий
 для выполнения врезки отборных устройств можно воспользоваться
 табл. I.

Расчетная толщина стенки S_p
технологического трубопровода, выше которой
укрепление отверстия не требуется

Т а б л и ц а I

Размеры, мм

D_n'	S_p при d_{ur}				
	10	15	20	25	30
25	8	12	15	-	-
50	6	8,5	10,5	14	17
75	4,5	7,0	8,7	12	14
100	4	6	8	10	12
125	3,5	5,5	7,5	9	10,8
150		5	6,6	8	9,8
200		4,2	5,6	7,0	8,6
250		3,8	5,0	6,3	7,6
300			4,6	5,8	7,0
350			4,3	5,3	6,5
400			4	5	6
450				4,7	5,7
500				4,4	5,4
550				4,2	5,1
600				4,0	4,9
650					4,7
700					4,5
		Укрепление отверстия не требуется			

4. Выбор средств укрепления отверстий.

Выбор средств укрепления отверстий сводится к определению минимальной толщины стенки штуцера или бобышки, устанавливаемых непосредственно на технологическом трубопроводе, аппарате, к которым производится приварка закладного устройства, (см. черт. I рис. I, 2), либо установка первичных приборов, датчиков, например,

термодатчики, датчики Р/Н метров, емкостные уравнители, заборные устройства анализа вещества и др. (см. черт. I рис. 3, 4)

В настоящем пособии приведены решения по восстановлению прочности технологического трубопровода, аппарата до исходной прочности цельной трубы (обечайки) за счет приварки штуцера, бобышки имеющих толщину стенки большую, чем у присоединяемой трубы.

Другие методы укрепления отверстий пособием не рассматриваются.

4.1. Определение минимальной расчетной толщины стенки штуцера (бобышки) при условии применения материала штуцера равноценного материалу технологической трубы (аппарата)

($G_{втр} = G_{вш}$).

4.1.1. По таблицам приложения 2 находят β_p

4.1.2. Определяют величину припусков на коррозию C_1 ; C_2 , по показателям, принятым для технологического трубопровода, аппарата.

4.1.3. По табл. 2...6 находят толщину стенки штуцера для отборного устройства с соответствующим d_N .

4.1.5. По сборнику СЗК4-2 ч.2 назначают штуцер с толщиной стенки не менее рассчитанного.

4.2. При применении материала штуцера, отличного от материала трубы (аппарата), либо при применении труб отличных от марок перечисленных в таблицах приложения 2, а также труб с иными показателями $[G]$, расчет толщины стенки штуцера можно произвести в соответствии с РД РТМ26-01-44-78 в следующем порядке:

$$S_{\text{ш}} = S_{\text{шр}} + C \quad (7)$$

где: $S_{\text{шр}}$ - расчетная толщина стенки штуцера

C - прибавка к толщине стенки штуцера

$$C = C_1 + C_2 + C_4 \quad (8)$$

где: C_1 - расчетный износ внутренней стенки штуцера от коррозии;

C_2 - расчетный износ наружной стенки штуцера от коррозии;

C_4 - расчетный износ внутренней стенки от эрозии и др.

$$S_{\text{шр}} = 0,5(d_{\text{ш}} + 2C_1) \cdot (\beta_{\text{ш}} - 1) \quad (9)$$

где: $d_{\text{ш}}$ - внутренний диаметр штуцера

$$\beta_{\text{ш}} = \exp \left[\frac{\sigma_{\text{вт}}}{\sigma_{\text{вш}}} \cdot \ln q \right] \quad (10)$$

где: $\sigma_{\text{вт}}$ - временное сопротивление материала трубы;

$\sigma_{\text{вш}}$ - временное сопротивление материала штуцера.

$$q = 1 + I \cdot J \cdot \beta_p \quad (11)$$

где: J - коэффициент формы, определяется по черт. 3 [1]

$$\beta_p = \exp \frac{p}{\varphi [\sigma]} \quad (12)$$

где: p - расчетное рабочее или условное давление, МПа;

φ - коэффициент запаса прочности по шву.

Для кольцевого шва при 100% контроле швов в трубопроводах $\varphi = 1$.

(Для трубопроводов на $P_y = 10$ МПа без 100% контроля швов

$\varphi = 0,8$ [1] для сосудов при 100% контроле стыковых швов, вы-

полняемых вручную с одной стороны $\varphi = 0,9$ при контроле швов до 50%-

- $\varphi = 0,65\%$; (ГОСТ 14249)

$[\sigma]$ допустимое напряжение - МПа.

$$[\sigma] = \min \left\{ \frac{\sigma_s}{n_s}; \frac{\sigma_r}{n_r} \right\} \quad (13)$$

$$\text{где: } n_s = 2,6; \quad n_r = 1,5$$

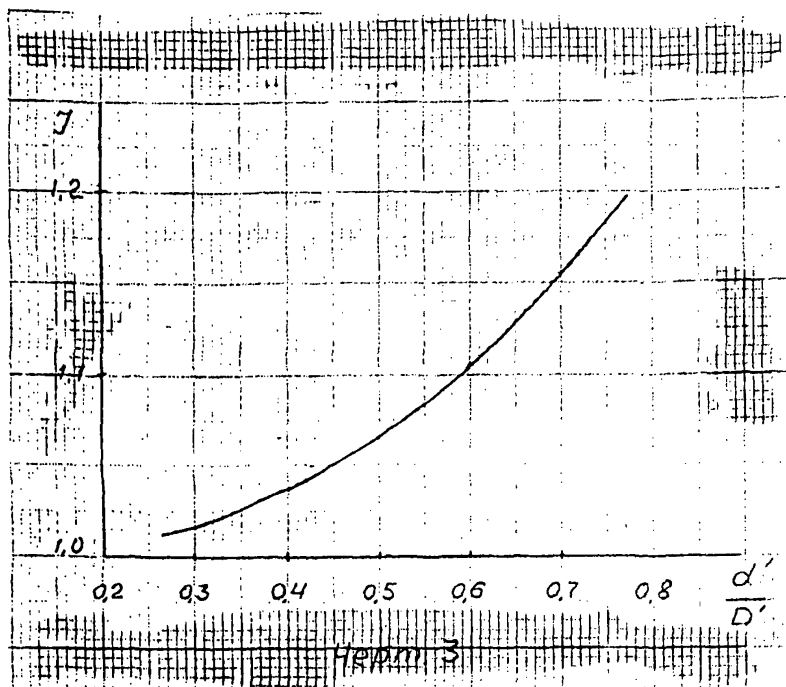
Расчеты толщины стенки штуцера, оформленные в табл. 2...6,

приведены для условий, что материал штуцера идентичен материалу

трубы, т.е. ($\sigma_{\text{вт}} = \sigma_{\text{вш}}$).

При этом выражение (9) преобразуется в выражение (14)

$$S_{\text{шр}} = 0,5 \sqrt{\beta_p - 1} + C_I (1/\beta_p - 1) \quad (14)$$



Методика расчетов табл. 2...6 приведена в прилож. 3.

4.3. Порядок выбора средств укрепления вводов среднего диаметра (более подробно, нежели в п.4.1).

4.3.1. Для выбора средств укрепления отверстий необходимо назначать следующие показатели трубопровода:

- марка стали технологического трубопровода и ввода;
- рабочее (условное) давление;
- расчетная величина коррозии стенок трубопроводов за расчетный предельный срок службы;
- внутренний диаметр технологического трубопровода;
- внутренний диаметр ввода;
- объем контроля сварных швов.

4.3.2. После выявления в соответствии с ^{разделом} СТК4-2 ч.3 необходимости укрепления отверстия по таблицам Приложения ², либо по формуле (12) находят величину коэффициента β_p , затем по показателям:

β_p , φ , и d и D , пользуясь таблицами 2 и 6, находят величину $S_{шр}$ (либо по формулам 9...11).

Минимальную толщину стенки штуцера $S_{шт}$ определяют прибавлением к расчетной толщине стенки $S_{шр}$ величины расчетного коррозионного износа внутренней и наружной поверхности трубы (7).

По сборнику типовых конструкций СТК4-2 ч.2 подбирают штуцер с требуемым d и толщиной стенки S не менее $S_{шт}$.

В том случае, когда толщина стенки отборного устройства равна или более $S_{шт}$, штуцер для укрепления отверстия не применяют.

4.3.3. Примеры определения параметров средств укрепления отверстий.

4.3.3.1. Пример I

Технологический трубопровод выполнен трубами по ГОСТ 10705, марка стали - 08 КП. Рабочее давление 4 МПа. Транспортируемая среда - холодная вода.

Диаметр трубопровода внутренний 75 мм.

Расчетная величина коррозии внутренней поверхности труб
 $C_I = 2$ мм.

Внутренний диаметр отборного устройства 10 мм.

Толщина стенки технологического трубопровода расчетная

$S_p = S - C = 2,5$ мм (получена из расчетов на прочность технологического трубопровода от проектировщика технологического трубопровода).

Точка с координатами $D = 75$ мм и $S_p = 2,5$ мм на черт. 2 лежит под кривой 5, следовательно, требуется применить средства укрепления отверстия.

Согласно инструкции по проектированию стальных технологических трубопроводов СН527-80 рассматриваемый трубопровод относится к III категории. Объем контроля сварных швов согласно

СНПЗ.05.05-84-2%, поэтому назначается коэффициент $\varphi = 0,8$ (согласно п. 4.11 СНПЗ.05.05-84 для трубопроводов $P_y \leq 10$ МПа объем контроля менее 100%, следовательно, применяется коэф. $\varphi = 0,8$, а для $P_y > 10$ МПа - объем контроля - 100%, следовательно коэф. $\varphi = 1$).

По табл. 1 приложения 2 находят величину коэф. $\beta_p, \beta_s = 1.045$.

По табл. 2 находят расчетную толщину стенки штуцера, используемого для укрепления отверстия $S_{шр}$.

$$S_{шр} = 0,8 + 0,155 \cdot C_I = 0,8 + 0,155 \cdot 2 = 1,1 \text{ мм.}$$

Минимальная толщина стенки штуцера

$$S_{ш} = 1,1 + 2 = 3,1 \text{ мм}$$

По сборнику СЗК4-I-93 ч.3 назначается штуцер Ш 17х10.

4.3.3.2. Пример 2

Трубопровод выполнен трубами по ГОСТ 9940 из стали

12х18Н9Т, рабочее давление 63 МПа

$$D = 100 \text{ мм, } C_I = 1 \text{ мм, } C_2 = 0$$

$$d = 30 \text{ мм}$$

По табл. 1-3 находят $\beta_p = 1.364$

По табл. 6 находят $S_{шр} = 8,4 + 0,563 \cdot 1 = 9 \text{ мм.}$

Минимальная толщина стенки штуцера

$$S_{ш} = S_{шр} + C_I = 10 \text{ мм.}$$

4.3.3.3. Пример 3

Трубопровод выполнен трубами по ГОСТ 9940 из стали 08х18

$R_y = 40$ МПа, $C_1 = 0$, $C_2 = 0$, $D = 150$ мм, $\alpha' = 15$. Расчетная толщина стенки технологического трубопровода неизвестна.

По табл. 1-3 находят $\beta_p = 1,323$

По табл. 3 находят, что укрепление отверстия не требуется.

Расчетная толщина стенки
штуцера S шр. мм.
при $\alpha_{\text{вн ш}} = 10$ мм

βp	D_n				
	25	50	75	100	125
I.01	0,76+0,15C _I	0,6+0,122C _I	0,6+0,111C _I	0,6+0,111C _I	0,6+0,111C _I
I.02	0,82+0,164C _I	0,7+0,133C _I	0,6+0,122C _I	0,6+0,122C _I	
I.03	0,88+0,175C _I	0,7+0,144C _I	0,7+0,133C _I	0,7+0,133C _I	
I.04	0,93+0,187C _I	0,8+0,155C _I	0,7+0,144C _I	0,7+0,144C _I	
I.05	1,0+0,198C _I	0,8+0,167C _I	0,8+0,155C _I	0,8+0,155C _I	
I.06	1,05+0,21C _I	0,9+0,178C _I	0,8+0,166C _I	0,8+0,155C _I	
I.07	1,1+0,221C _I	0,95+0,189C _I	0,9+0,177C _I	0,9+0,177C _I	
I.08	1,2+0,233C _I	1,0+0,2 C _I	0,9+0,188C _I	0,9+0,188C _I	
I.09	1,2+0,244C _I	1,0+0,211C _I	1,0+0,199C _I		
I.I	1,3+0,255C _I	1,1+0,222C _I	1,0+0,21 C _I		
I.II	1,3+0,267C _I	1,2+0,233C _I	1,1+0,221C _I		
I.I2	1,4+0,278C _I	1,2+0,244C _I	1,2+0,232C _I		
I.I3	1,45+0,290C _I	1,3+0,255C _I	1,2+0,243C _I		
I.I4	1,5+0,3 C _I	1,3+0,267C _I	1,3+0,254C _I		
I.I5	1,6+0,312C _I	1,4+0,278C _I			
I.I6	1,6+0,324C _I	1,4+0,289C _I			
I.I7	1,7+0,335C _I	1,5+0,3 C _I			
I.I8	1,7+0,347C _I	1,6+0,311C _I			

Укрепление отверстий

Укрепление отверстий
не требуется

Продолжение таблицы

Бр	D				
	25	50	75	100	125
I.19	1.8+0,358C _I	1.6+0,322C _I			
I.2	1.85+0,37C _I	1.7+0,333C _I			
I.2I	1.9+0,38IC _I	1.7+0,344C _I			
I.22	2.0+0,392C _I	1.8+0,355C _I			
I.23	2.0+0,404C _I	1.8+0,367C _I			
I.24	2.0+0,415C _I	1.9+0,378C _I			
I.25	2.1+0,427C _I	Укрепление отверстий не требуется			
I.26	2.2+0,439C _I				
I.27	2,2+0,444C _I				
I.28	2.3+0,46IC _I				
I.29	2.4+0,472C _I				
I.3	2.4+0,484C _I				
I.3I	2.5+0,495C _I				
I.3I	2.50+0,506C _I				
I.33	2.6+0,518C _I				
I.34	2,6+0,529C _I				
I.35	2,7+0,54IC _I				
I.36	2,8+0,553C _I				
I.37	2,8+0,564C _I				
I.38	2,9+0,575C _I				

βp	DH				
	25	50	75	100	125
I.39	2,9+0,586C _I	Укрепление отверстий не требуется			
I.4	3,0+0,598C _I				
I.4I	3,0+0,609C _I				
I.42	3,1+0,621C _I				
I.43	3,2+0,632C _I				
I.44	3,2+0,643C _I				
I.45	3,3+0,655C _I				
I.46	3,3+0,666C _I				
I.47	3,4+0,678C _I				
I.48	3,4+0,689C _I				
I.49	3,5+0,7 C _I				
I.5	3,6+0,712C _I				
I.5I	3,6+0,723C _I				
I.52	3,7+0,735C _I				
I.53	3,7+0,745C _I				
I.54	3,8+0,758C _I				
I.55	3,8+0,769C _I				
I.56	3,9+0,78 C _I				
I.57	4,0+0,792C _I				
I.58	4,0+0,803C _I				
I.59	4,1+0,815C _I				

βp	D√				
	25	50	75	100	125
I.6	4,1+0,826C _I				
I.6I	4,2+0,837C _I				
I.62	4,2+0,849C _I				
I.63	4,3+0,86 C _I				
I.64	4,4+0,872C _I				
I.65	укрепление отверстия не требуется				
I.66					
I.67					
I.68					
I.69					
I.7					
I.7I					
I.72					
I.73					
I.74					
I.75					
I.76					
I.77					
I.78					
I.79					
I.80					
I.8I					
I.82					
I.83					
I.84					
I.85					

Т а б л и ц а 3

Расчетная толщина стенки
штуцера $S_{ш.р}$ мм при $d_{\Sigma} = 15$ мм

βp	при $D, \text{мм}$						
	25	50	75	100	150	200	250
I.01	1.7 +0,222C _I	1.0+0,128C _I	0.9+0,111C _I	0,8+0,111C _I	0,8+0,111C _I	0,8+0,111C _I	0.8+0,111C _I
I.05	2.0+0,271C _I	1.30+0,172C _I	1.30+0,167C _I	1,2+0,155C _I	1.2+0,155C _I	1.2+0,155C _I	1.2+0,155C _I
I.1	2.5+0,331C _I	1.7+0,228C _I	1.7+0,222C _I	1,6+0,21 C _I	1,6+0,21C _I		
I.15	3.0+0,392C _I	2.1+0,283C _I	2.1+0,278C _I	2.0+0,265C _I			
I.2	3.4+0,452C _I	2.6+0,34 C _I	2.5+0,333C _I				
I.25	3,8+0,513C _I	3.0+0,396C _I					
I.3	4.3+0,573C _I	3.4+0,451C _I					
I.35	4.8+0,634C _I	3.8+0,507C _I					
I.4	5.2+0,694C _I						
I.45	5.7+0,755C _I						
I.5	6.1+0,815C _I						
I.55	6.6+0,876C _I						
I.6	7.0+0,936C _I						
I.65	7.5+0,997C _I						
I.7	8.0+1,057C _I						
I.75	8.4+1,118C _I						

Укрепление отверстий
не требуется

β_p	при $D_{\text{мм}}$						
	25	50	75	100	150	200	250
1.8	8.8+I,178C _I	Укрепление отверстия не требуется					
1.85	9.3+I,239C _I						
1.9	9.7+I,299C _I						
1.95	10.2+I,36C _I						
2.0	10.6+I,42C _I						
2,05	11.1+I,48C _I						
2.1	11.6+I,54IC _I						
2.15	12 +I,602C _I						
2.2	12,5+I,662C _I						

Т а б л и ц а 4

Расчетная толщина стенки
штуцера $S_{\text{шт}}$, мм, при $d = 20$ мм

β_p	при D мм						
	50	75	100	150	200	250	300
I.01	I.6+0, I55C _I	I.3+0, I28C _I	I.2+0, I22C _I	I.1+0, IIIC _I	I.1+0, IIIC _I	I.1+0, IIIC _I	
I.05	2 +0, 20IC _I	I.7+0, I72C _I	I.7+0, I66C _I	I.6+0, I55C _I	I.6+0, I55C _I	I.6+0, I55C _I	
I.1	2.6+0, 258C _I	2.2+0, 228C _I	2.2+0, 222C _I	2, I+0, 2IC _I			
I.15	3.2+0, 3I6C _I	2.8+0, 284C _I	2.8+0, 278C _I				
I.2	3.7+0, 373C _I	3.4+0, 34 C _I	3.3+0, 333C _I				
I.25	4.3+0, 43 C _I	4.0+0, 396C _I					
I.3	4.9+0, 487C _I	4.5+0, 45IC _I					
I.35	5.4+0, 544C _I						
I.4	6 +0, 602C _I						
I.45	6.6+0, 659C _I						
I.5							
I.55							
I.6							
I.65							
I.7							
I.75							
I.8							

Укрепление отверстия
не требуется

Т а б л и ц а 5

Расчетная толщина стенки *Sw*
при $d_w = 25$ мм

Размеры, мм

βp	при D мм						
	50	75	100	150	200	250	300
I.0I	2.3+0,183C _I	I.8+0,144C _I	I.5+0,122C _I	I.4+0,111C _I	I.4+0,111C _I	I.4+0,111C _I	I.4+0,111C _I
I.05	2.9+0,230C _I	2.2+0,178C _I	2.1+0,167C _I	I.9+0,155C _I	I.9+0,155C _I	I.9+0,155C _I	I.9+0,155C _I
I.I	3.6+0,289C _I	2,9+0,234C _I	2,8+0,222C _I	2.6+0,21 C _I	2.6+0,21 C _I		
I.15	4,3+0,347C _I	3.6+0,29 C _I	3.5+0,278C _I				
I.2	5.1+0,406C _I	4.3+0,346C _I	4.2+0,333C _I				
I.25	5.8+0,464C _I	5.0+0,403C _I					
I.3	6,5+0,523C _I	5,7+0,459C _I					
I.35	7.3+0,582C _I	6.4+0,515C _I					
I.4	8.0+0,64 C _I	7.1+0,571C _I					
I.45	8,7+0,633C _I						
I.50	9.5+0,757C _I						
I.55	10,2+0,816C _I						
I.6							

Укрепление отверстия
не требуется

Т а б л и ц а 6

Расчетная толщина стенки $S_{\text{пр}}$ при $d_{\text{внш}} = 30$ мм

Размеры, мм.

β_p	D						
	50	100	150	200	250	300	350
I.01	3.4+0,228C _I	1.9+0,128C _I	1.8+0,122C _I	1.7+0,111C _I	1.7+0,111C _I	1.7+0,111C _I	1.7+0,111C _I
I.05	4.1+0,276C _I	2.6+0,172C _I	2.5+0,167C _I	2.3+0,155C _I	2.3+0,155C _I	2.3+0,155C _I	2.3+0,155C _I
I.1.	5.1+0,337C _I	3.4+0,228C _I	3.3+0,222C _I	3.2+0,21 C _I			
I.15	6.0+0,398C _I	4.2+0,283C _I	4.2+0,278C _I				
I.2	6.9+0,459C _I	5.1+0,34 C _I					
I.25	7.8+0,519C _I	6.0+0,396C _I					
I.3	8.7+0,58 C _I	6.8+0,451C _I					
I.35	9.6+0,641C _I	7.6+0,507C _I					
I.4	10.5+0,702C _I	8.4+0,563C _I					
I.45	11.4+0,762C _I	9.3+0,619C _I					
I.5	12.3+0,823C _I						
I.55	13.3+0,884C _I						

Укрепление отверстия
не требуется

PM4-266-93 2.24

Продолжение табл. 6

β_p	D						
	50	100	150	200	250	300	350
I.6	$14,2+0,945C_I$	Укрепление отверстия не требуется					
I.65	$15,1+1,005C_I$						
I.7	$16 +1,066C_I$						

Внутренние диаметры закладных
конструкций α

Таблица

Назначение ЗК	Обозначение ЗК	Условное наимено- вание	α мм	Примечание
Приборы для измерения дав- ления, разреже- ния, уровня и состава вещества СЗК4-2-90	ЗК4-270.00-90	5, 6, I3, I4	6+2C _I	
	ЗК4-271.00-90	I, 2, 9, IO,	8+2C _I	
		7, 8, I5, I6	IO+2C _I	
		3, 4, II, I2	I5+2C _I	
	ЗК4-272.00-90	I, 2, 5, 6	6+2C _I	
		3, 4, 7, 8	IO+2C _I	
	ЗК4-273.00-90	I...3,	6+2C _I	
		7...9		
		4...6,	IO+2C _I	
	ЗК4-274.00-90	IO...I2		
		I...3	IO+2C _I	
	ЗК4-275.00-90		IO+2C _I	
	ЗК4-276.00-90	I...8	I9+2C _I	
	ЗК4-277.00-90	I...8	I9+2C _I	
	ЗК4-278.00-90	I...I2	I8+2C _I	
	ЗК4-279.00-90	I, 2, 5, 6	20+2C _I	
		3, 4, 7, 8	25+2C _I	
	ЗК4-280.00-90	I...3,	20+2C _I	
		7...9		
		4...6,	25+2C _I	
	ЗК4-281.00-90	IO...I2		
		I...8	IO+2C _I	
	ЗК4-282.00-90	I...I2	IO+2C _I	

Продолжение табл.

Назначение ЗК	Обозначение ЗК	Условное наименование	d мм	Примечание
Приборы для измерения давления, разрежения, уровня и состава вещества СЗК4-2-90	ЗК4-284.00-90	1,2,5,6 3,4,7,8	20+2C _I 25+2C _I 10+2C _I	
	ЗК4-286.00-90			
	ЗК4-287.00-90	1,2	19+2C _I	
	ЗК4-310.00-91	1...4	10+2C _I	
	ЗК4-331.00-93	1	107+2C _I	
Приборы для измерения и регулирования температуры (оборнпк 50)	ЗК4-1-87	2	105+2C _I	
		3	47+2C _I	
		4	46 +2C _I	
		1 (до-бышка M18x2)	16+2C _I	
		2 -"-	16+2C _I	
		3 -"- M20x1,5	18,5+2C _I	
		4 -"-	18,5+2C _I	
		5 (до-бышка M22x1,5)	20,5+2C _I	
		6 (до-бышка M24x1)	23+2C _I	
		7 (до-бышка M27x2)	25+2C _I	
		8 -"-	25+2C _I	
	ЗК4-1-87	9 (до-бышка M33x2)	31+2C _I	
		10 -"-	31+2C _I	

Продолжение табл.

Назначение ЗК	Обозначение ЗК	Условное наименование	d мм	Примечание
Приборы для измерения и регулирования уровня оборннк СЗК4-4-90 ч. I СЗК4-4-90 ч. II	ЗК4-5-87	I (до- бышка M18x2)	16+2C _I	
	ЗК4-6-87	2 (до- бышка M20x1,5)	18,5+2C _I	
		3 (до- бышка M27x2)	25+2C _I	
		4 (до- бышка M33x2)	31+2C _I	
	ЗК4-14-87	I	15+2C _I	
		2	15+2C _I	
		3	52+2C _I	
	ЗК-4-145	I (БП5- -M20)	14+2C _I	
		2 -"	14+2C _I	
	ЗК4-99-89	I	100+2C _I	
	ЗК4-101-89	I	82+2C _I	
	ЗК4-103-89	I	19+2C _I	
	ЗК4-107-89	I...8	120+2C _I	
	ЗК4-111-89	I...4	48+2C _I	
	ЗК4-211-89	I...8	25+2C _I	
		9...20	48+2C _I	
		21...32	47+2C _I	
		33...36	96+2C _I	

Продолжение табл.

Назначение ЗК	Обозначение ЗК	Условное наименование	d мм	Примечание
СЗК4-4-90 ч. II	ЗК4-2I4-89	I...I4	47+2C _I	
	ЗК4-2I9-89		78+2C _I	
	ЗК4-223-89	I, 7, II	19+2C _I	
		2, 3, 8, 9	29+2C _I	
		I2, I3	29+2C _I	
		4, I0, I4	37+2C _I	
		6	43+2C _I	
	ЗК4-230-89		15+2C _I	
	ЗК4-300.00-9I		30+2C _I	
	ЗК4-30I.02-9I		60+2C _I	
Приборы для измерения состава и качества вещества СЗК4-6-9I ч. 3				

$$\text{Коэффициент толстостенности } \beta_p; \beta_p = \exp \frac{p}{\varphi [\sigma]}.$$

I. Коэффициент толстостенности β_p

для давлений в интервале от 0,1 до 10 МПа,

при коэффициенте $\varphi = 1$;

Т а б л и ц а I

Наименова- ние труб	Марка стали	$\left[\frac{\sigma}{\text{Н/мм}^2} \right]$ $\frac{10^6}{10^6}$	Коэффициент толстостенности β_p для P МПа										
			0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	0,3	10
Трубы стальные электро- сварные термически об- работанные ГОСТ 10705	08КП, 08Ю	113	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,014	1,022	1,036		
	08, 08пс, 10кп	120	0,001	0,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,034		
	10, 10пс, 15КП	128	1,001	0,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,020	1,031		
	Ст2сп, Ст2кп, Ст2пс, ВСт2сп, ВСт2кп, ВСт2пс, 15, 15пс, 20кп												
Трубы стальные электро- сварные прямошовные ГОСТ 10706	Ст4сп, Ст4пс Ст4кп, ВСт4сп, ВСт4пс, ВСт4кп, 20, 20пс	158	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,026		
	Ст2кп, ВСт2кп	125	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,020	1,033		
	Ст2пс, Ст2сп ВСт2пс, ВСт2сп	128	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,020	1,031		
	Ст3кп, ВСт3кп	140	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,011	1,018	1,029		
Трубы стальные бесшов- ные горячедеформирован- ные ГОСТ 8731	Ст3пс, Ст3сп, ВСт3пс, ВСт3сп	143	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,011	1,018	1,028		
	10	135	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,012	1,019	1,030	1,048	1,077
	20; Ст4сп	158	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,026	1,041	1,065
	35	196	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,033	1,052
	45	216	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,012	1,019	1,030	1,048
	10Г2	173	1,001	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,015	1,023	1,037	1,060
	20Х	166	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,015	1,024	1,039	1,062
	40Х	253	1,001	1,001	1,001	1,002	1,002	1,004	1,006	1,010	1,016	1,035	1,040
	30ХГСА	264	1,001	1,001	1,001	1,002	1,002	1,004	1,006	1,010	1,015	1,024	1,039

Продолжение табл. I

Наименование труб	Марка стали	$\left[\frac{\sigma}{\sigma_0} \right]_2$ н/м 10	Коэффициент толстостенности β_p для R_u , МПа										
			0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10
Трубы стальные бесшовные горячедеформированные ГОСТ 8731	15ХМ	150	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,010	1,017	1,027	1,043	1,069
	30ХМА	226	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,011	1,018	1,028	1,045
	12ХН2	207	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,020	1,031	1,049
	Ст5сп	183	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,009	1,014	1,022	1,035	1,056
Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные ГОСТ 8733	10	132	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,019	1,031	1,049	1,079
	20	158	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,026	1,041	1,065
	35	196	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,033	1,052
	45	216	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,012	1,019	1,030	1,048
	10Г2	162	1,001	1,001	1,002	1,002	1,004	1,006	1,010	1,016	1,025	1,040	1,064
	15Х	158	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,026	1,041	1,065
	20Х	166	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,015	1,024	1,039	1,062
	40Х	237	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,011	1,017	1,027	1,043
	30ХГСА	188	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,009	1,013	1,022	1,034	1,055
	15ХМ	150	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,010	1,017	1,027	1,043	1,069
Трубы бесшовные горячедеформированные из коррозионностойкой стали ГОСТ 9940	08Х13	143	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,011	1,018	1,028	1,045	1,072
	08Х17Т	143	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,011	1,018	1,028	1,045	1,072
	12Х13	151	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,010	1,017	1,027	1,043	1,069
	12Х17	170	1,001	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,015	1,024	1,038	1,061
	15Х28	170	1,001	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,015	1,024	1,038	1,061
	15Х25Т	170	1,001	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,015	1,024	1,038	1,061
	04Х18Н10	170	1,001	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,015	1,024	1,038	1,061
	10Х23Н18	189	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,009	1,013	1,022	1,034	1,055
	18Х17Н15М3Т	196	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,033	1,052
	08Х18Н10	196	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,033	1,052
	08Х18Н10Т	196	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,033	1,052

Наименование труб	Марка стали	$\left[\frac{\sigma}{\sigma_0} \right]$ н/м ² Ю'	Коэффициент толстостенности β_r для R_u , МПа										
			0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10
Трубы бесшовные горяче- деформированные из корро- зионностойкой стали ГОСТ 9940	08х18Н12Б	196	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,033	1,052
	08х18Н12Т	196	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,033	1,052
	08х20Н14С2	196	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,033	1,052
	10х17НВМ2Т	203	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,020	1,032	1,050
	12х18Н9	203	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,020	1,032	1,050
	12х18Н10Т	203	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,020	1,032	1,050
	12х18Н12Т	203	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,020	1,032	1,050
	09х14Н19В2БР	211	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,019	1,030	1,049
	17х18Н9	218	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,012	1,019	1,030	1,048
	08х22Н6Т	226	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,011	1,018	1,028	1,045
Трубы стальные бесшов- ные для нефтеперера- батывающей и нефтехими- ческой промышленности ГОСТ 550	горячедеформированные												
	10	136	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,012	1,019	1,030	1,047	1,076
	20	166	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,015	1,024	1,039	1,062
	10Г2	177	1,001	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,014	1,023	1,036	1,058
	12МХ	162	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,025	1,040	1,064
	15х5, 15х5М, 15х5ВР	144	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,011	1,018	1,028	1,045	1,072
	12х8 ВФ	111	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,015	1,023	1,037	1,058	1,094
	холодно и тепло деформированные												
	10	128	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,020	1,031	1,050	1,081
	20	162	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,025	1,040	1,064
	15х5М, х8	144	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,011	1,018	1,028	1,045	1,072

2. Коэффициент толстостенности для давлений в интервале
от 0,1 до 10 МПа при коэффициенте $\varphi = 0,8$

Т а б л и ц а 2

Наименование труб	Марка стали	[с] н/м ² 10 ⁶	Коэффициент толстостенности β_p для R_y , МПа:											
			0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10	
Трубы стальные электросвар- ные термически обработанные ГОСТ 10705	08кп, 08Ю	113	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,011	1,018	1,028	1,045			
	08, 08ПС, 10кп	120	1,001	1,002	1,002	1,004	1,007	1,010	1,017	1,026	1,043			
	10, 10пс, 15кп, Ст2сп, Ст2кп, Ст2пс, ВСт2пс, ВСт2кп, ВСт2пс, 15, 15пс, 20кп	128	1,001	1,002	1,002	1,004	1,006	1,010	1,016	1,024	1,040			
	Ст4сп, Ст4пс, Ст4кп, ВСт4сп, ВСт4пс, ВСт4кп, 20, 20пс	158	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,020	1,032			
Трубы стальные электросвар- ные прямошовные ГОСТ 10706	Ст2кп, ВСт2кп	125	1,001	1,002	1,002	1,004	1,006	1,010	1,016	1,025	1,041			
	Ст2пс, Ст2сп, ВСт2пс, ВСт2сп	128	1,001	1,002	1,002	1,004	1,006	1,010	1,016	1,024	1,040			
	Ст3кп, ВСт3кп	140	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,014	1,023	1,036			
	Ст3пс, Ст3сп, ВСт3пс, ВСт3сп	143	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,014	1,022	1,036			
Трубы стальные бесшовные горячедеформированные ГОСТ 8731	10	135	1,001	1,002	1,001	1,004	1,006	1,009	1,015	1,023	1,038	1,060	1,097	
	20, Ст40п	158	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,009	1,013	1,020	1,032	1,051	1,083	
	35	196	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,026	1,041	1,066	
	45	216	1,001	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,015	1,023	1,037	1,066	
	10Г2	173	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,012	1,018	1,029	1,047	1,097	
	20Х	166	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,019	1,031	1,049	1,078	
	40Х	253	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,020	1,032	1,060	
	30ХГСА	264	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,019	1,030	1,048	
Трубы стальные бесшовные горячедеформированные ГОСТ 8731	15ХМ	150	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,034	1,054	1,087	
	30ХМА	226	1,001	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,014	1,022	1,036	1,057	
	12ХН2	207	1,001	1,001	1,002	1,002	1,004	1,006	1,010	1,015	1,024	1,031	1,062	
	Ст5сп	183	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,011	1,017	1,028	1,044	1,091	

Наименование труб	Марка стали	$\left[\frac{\sigma}{\sigma_0} \right]$ $\frac{H}{M^2}$ 10^6	Коэффициент толстостенности β_r для R_u , МПа:										
			0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10
Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные ГОСТ 8733	10	132	1,001	1,002	1,002	1,004	1,006	1,010	1,015	1,024	1,039	1,062	1,099
	20	158	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,020	1,032	1,051	1,083
	35	196	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,026	1,041	1,066
	45	216	1,001	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,015	1,023	1,037	1,06
	10Г2	162	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,019	1,031	1,050	1,080
	15Х	158	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,020	1,032	1,051	1,083
	20Х	166	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,019	1,031	1,049	1,078
	40Х	237	1,001	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,034	1,054
	30ХГСА	188	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,011	1,017	1,027	1,043	1,068
	15ХМ	150	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,034	1,054	1,087
Трубы бесшовные горяче- деформированные из кор- розионностойкой стали ГОСТ 9940	08х13	143	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,014	1,022	1,036	1,057	1,091
	08х17Г	143	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,014	1,022	1,036	1,057	1,091
	12х13	151	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,021	1,034	1,054	1,086
	12х17	170	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,012	1,019	1,030	1,048	1,076
	15х28	170	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,012	1,019	1,030	1,048	1,076
	15х25Т	170	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,012	1,019	1,030	1,048	1,076
	04х18Н10	170	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,012	1,019	1,030	1,048	1,076
	10х23Н18	189	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,007	1,011	1,017	1,027	1,041	1,068
	18х11Н15М3Т	196	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,026	1,041	1,066
	08х18Н10	196	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,026	1,041	1,066
	08х18Н10Т	196	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,026	1,041	1,066

Продолжение табл. 2

Наименование труб	Марка стали	$\left[\frac{\sigma}{\sigma_0}\right]$ $\frac{H}{M^2}$ 10^6	Коэффициент толстостенности β_r при $R_y, \text{ МПа}$										
			0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10
Трубы бесшовные горяче- деформированные из кор- розионностойкой стали ГОСТ 9940	08Х18Н12Б	196	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,026	1,041	1,066
	08Х18Н12Т	196	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,026	1,041	1,066
	08Х20Н14С2	196	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,026	1,041	1,066
	10Х17Н13М2Т	203	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,025	1,040	1,064
	12Х18Н9	203	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,025	1,040	1,064
	12Х18Н10Т	203	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,025	1,040	1,064
	12Х18Н12Т	203	1,001	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,025	1,040	1,064
	09Х14Н19В2БР	211	1,001	1,001	1,002	1,002	1,004	1,006	1,010	1,015	1,024	1,038	1,061
	17Х18Н9	218	1,001	1,001	1,002	1,002	1,004	1,006	1,009	1,015	1,023	1,037	1,059
	08Х11Н6Т	226	1,001	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,014	1,022	1,036	1,057
Трубы стальные бесшовные для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промыш- ленности ГОСТ 550	горячедеформированные												
	10	136	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,015	1,023	1,037	1,060	1,096
	20	166	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,012	1,019	1,031	1,049	1,078
	10Г2	177	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,011	1,018	1,029	1,046	1,073
	12МХ	162	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,020	1,031	1,050	1,080
	15х5, 15х5М,	144	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,014	1,022	1,035	1,056	1,091
	15хВР												
	12х8ВФ	111	1,001	1,002	1,003	1,005	1,007	1,011	1,018	1,029	1,046	1,074	1,119
	холодно и тепло деформированные												
	10	128	1,001	1,002	1,003	1,004	1,006	1,010	1,016	1,025	1,040	1,064	1,103
	20	162	1,001	1,001	1,002	1,003	1,005	1,008	1,013	1,020	1,031	1,050	1,080
	15х5М, х8	144	1,001	1,001	1,002	1,004	1,006	1,009	1,018	1,022	1,035	1,056	1,091

3. Коэффициент толстостенности β_r для давлений в интервале выше 10 МПа до 100 МПа при $\varphi = 1$

Т а б л и ц а 3

[illegible]

Наименование труб	Марка стали	$\left[\frac{\sigma}{\sigma_0} \right]$ $\frac{H}{M^2}$ 10^6	Коэффициент толстостенности β для R_y , МПа.										
			12,5	16	20	25	32	40	50	60	63	80	100
Трубы бесшовные горячеде- формированные из коррози- онностойкой стали ГОСТ 9940	10x17HBM2T												
	12x18H9	203	1,064	1,082	1,104	1,131	1,17	1,218	1,279	1,344	1,364	1,483	1,637
	12x18HIOT												
	12x18HI2T												
	09ХМН19В2БР	211	1,061	1,079	1,099	1,125	1,164	1,209	1,267	1,329	1,348	1,461	1,606
	17Х18Н9	218	1,059	1,076	1,096	1,122	1,158	1,201	1,258	1,317	1,335	1,443	1,582
	08x22H6T	226	1,057	1,073	1,093	1,117	1,152	1,194	1,248	1,304	1,321	1,425	1,557
Трубы стальные бесшовные для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промыш- ленности ГОСТ 550	горячедеформированные												
	10	136	1,097	1,13	1,16	1,202	1,265	-	-	-	-	-	-
	20	166	1,078	1,101	1,128	1,163	1,213	-	-	-	-	-	-
	10Г2	177	1,073	1,095	1,120	1,152	1,198	-	-	-	-	-	-
	12ХМ	162	1,08	1,104	1,131	1,167	1,218	-	-	-	-	-	-
	15x5, 15x5М,	144	1,091	1,118	1,149	1,190	1,249	-	-	-	-	-	-
	15x5БР												
	12x8ВФ	111	1,119	1,155	1,197	1,253	1,334						
	холодно и тепло деформированные												
	10	128	1,103	1,133	1,169	1,216	1,284	-	-	-	-	-	-
	20	162	1,08	1,104	1,131	1,167	1,218	-	-	-	-	-	-
	15x5М, Х8	144	1,091	1,118	1,149	1,19	1,249	-	-	-	-	-	-
Трубы стальные ТУ14-3-251	1x8ВФ	151	1,086	1,111	1,143	1,18	1,236	1,303	1,393	1,482	1,518	1,699	1,939
	14ХГ	157	1,083	1,108	1,136	1,173	1,226	1,29	1,375	1,465	1,494	1,664	1,891
	15ХФ	163	1,08	1,103	1,13	1,165	1,217	1,278	1,359	1,445	1,472	1,634	1,847
	18ХТ	207	1,062	1,08	1,101	1,128	1,167	1,213	1,273	1,336	1,356	1,472	1,621
	18Х3МВ	245	1,052	1,067	1,085	1,107	1,140	1,177	1,226	1,277	1,293	1,386	1,504
	20Х3МВФ	227	1,057	1,073	1,093	1,116	1,151	1,193	1,246	1,303	1,320	1,423	1,554
	30ХМА	215	1,06	1,081	1,103	1,123	1,160	1,203	1,262	1,322	1,34	1,451	1,592
ТУ14-3-407	20Х3МВФ-Ш	339	1,038	1,048	1,061	1,077	1,099	1,125	1,159	1,194	1,204	1,266	1,343
ТУ14-3-796	12Х18Н12Т	143	1,091	1,118	1,15	1,19	1,251	1,323	1,419	1,521	1,554	1,75	2,012
ТУ14-3-731	12Х18Н10Т	147	1,089	1,115	1,146	1,185	1,243	1,31	1,405	1,504	1,535	1,723	1,979
ТУ14-3-460	20	162	1,08	1,104	1,131	1,167	1,218	-	-	-	-	-	-
	15Г	220	1,058	1,075	1,095	1,12	1,157	-	-	-	-	-	-
	12Х18Н12Т	147	1,089	1,115	1,146	1,185	1,243	1,31	1,405	1,504	1,535	1,723	-

Наименование труб	Марки стали	$\left[\sigma \right]$ $\frac{\text{н/м}^2}{10^6}$	Коэффициент толстостенности β для R_y , МПа:										
			12,5	16	20	25	32	40	50	60	63	80	100
Трубы из титановых сплавов ГОСТ 22897	ВТ1-0	135	1,097	1,13	1,16	1,203	1,267	1,345	1,448	1,56			
	ПГ-7М	185	1,07	1,102	1,114	1,145	1,189	1,241	1,31	1,363			
	ОТ4	269	1,048	1,061	1,077	1,097	1,126	1,16	1,204	1,25			

Приложение 3

Расчет максимального коэффициента

толстостенности β_{pmax} , выше которого при заданных величинах d_m и D_N' укрепление отверстия не требуется

Максимальный коэффициент толстостенности β_{pmax} , рассчитанный по методике Приложения 3, использован в расчетах таблиц 2 ... 6.

Коэффициент β_{pmax} определен по формуле (15), преобразованной из выражения (5)

$$\beta_{pmax} = \frac{S_p}{0,5 D_N'} + 1$$

Значения β_{pmax} , приведенные в таблице приложения 3, рассчитаны при величинах S_p и D_N' , принятых по табл. I.

Максимальный коэффициент толстостенности β_p , выше которого укрепление отверстий не требуется

Таблица

D_N'	β_{pmax} при d_m				
	10	15	20	25	30
25	1,64	1,96	2,2		
50	1,24	1,34	1,42	1,56	1,68
75	1,139	1,215	1,27	1,37	1,43
100	1,08	1,12	1,16	1,2	1,24
125	1,056	1,088	1,12	1,144	1,17
150		1,067	1,088	1,11	1,13
200		1,042	1,056	1,07	1,09
250		1,03	1,04	1,051	1,06
300			1,03	1,039	1,05
350			1,025	1,03	1,03
400			1,02	1,025	1,03
450				1,021	1,02
500				1,018	1,02

Продолжение табл.

D_n'	$\beta_{p, \text{мгн}} \alpha \text{ ш}$				
	10	15	20	25	30
550				1,019	1,02
600				1,013	1,015
650					
700					1,013

Величина S шр в табл.2-6 рассчитана по формуле (14) для коэффициентов толстостенности β_p не выше указанных в таблице приложения 3.

Список литературы

1. Пособие по расчету на прочность технологических стальных трубопроводов на P_u до 10 МПа (к СН527-80 "Инструкция по проектированию технологических стальных трубопроводов P_u до 10 МПа) ВНИИМонтажспецстрой Минмонтажспецстроя СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.
2. Сосуды и трубопроводы высокого давления: Справочник
Е.Р.Хисматуллин, Е.М.Королев, В.И.Лившиц и др. - М.: Машиностроение, 1990.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН: Государственным проектным и конструкторским институтом

"Проектмонтажавтоматика"

2. Исполнители: Н.А.Рыжов, А.М.Гуров, М.А.Чудинов

3. Взамен: Выпускается впервые

4. Ссылочные нормативно-технические документы.

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта
ГОСТ 550 - 75	Приложение 2
ГОСТ 8731-87	3.3, 4.2, Приложение 2
ГОСТ 8733-87	Приложение 2
ГОСТ 9940-91	Приложение 2
ГОСТ 10705-80	Приложение 2
ГОСТ 14249 -89	I
ГОСТ 22897 -86	Приложение 2
ГОСТ 24755 -89	I
ОСТ 26-1046-87	I
РД РТМ 26-01-04-78	I, 4.2
СН 527-80	I
СНП2.04.12-86	I
СНП3.05.05-84	4.3, 3.1
ТУ14-3-251 -74	Приложение 2
ТУ14-3-407 -75	Приложение 2
ТУ143-460 -75	Приложение 2
ТУ14-3-731 -78	Приложение 2
ТУ14-3-796 -79	Приложение 2

Содержание

1. Введение	2
2. Расчетные параметры	2
3. Граничные условия применения	
метода укрепления отверстия	5
4. Выбор средств укрепления отверстий	
Приложение 1. Внутренние диаметры закладных конструкций	10
Приложение 2. Коэффициент толстостенности . . .	35
Приложение 3. Расчет максимального коэффициента . .	39
Список литературы	42
Информационные данные	42