МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

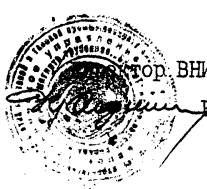
МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер ГТУ
Миннефтегазстроя
_____ Н.И.Курбатов
"16" мая 1987 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель начальника
Главфлота
_____ Ю.Л.Падеров
"05" мая 1987 г.

М Е Т О Д И К А

расчета высоты складирования труб большого диаметра



Директор ВНИИСТ
_____ Р.М.Шакиров



Начальник ПКБ УПМО
_____ В.Г.Шевченко

1987

gost.e-ecolog.ru

М Е Т О Д И К А

расчета высоты складирования труб большого диаметра

Главное техническое управление
Миннефтегазстрой СССР

Москва, ул.Житная, I4

Главфлот
Министерство морского
флота СССР

Москва, ул.Жданова, I/4

I987 год

I. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН ВНИИСТом Миннефтегазстроя и ПКБ УПМО Минморфлота

ИСПОЛНИТЕЛИ от ВНИИСТа – М.П.Карпенко, Е.А.Аникин, В.С.Бортаковский;

от ПКБ УПМО – Б.А.Воскобойников, М.Э.Криеванс

2. УТВЕРЖДЕН. Главным техническим управлением Миннефтегазстроя СССР и Главфлотом Министерства морского флота СССР.

3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

УДК _____ Группа В69

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

Методика расчета
высоты складирования
труб большого диаметра

РД I02-63-87

ОКСТУ

Дата введения от 0I.09.87г.

Данная методика обязательна для применения при расчете высоты складирования труб большого диаметра. Методика не распространяется на расчеты высоты складирования многослойных труб.

I. УСЛОВИЯ СКЛАДИРОВАНИЯ ТРУБ

I.I. Трубы большого диаметра складируются в штабель со смешанными рядами (в "седло") при помощи захватов.

I.2. Количество рядов труб и, соответственно, высота штабеля определяются меньшей из следующих двух величин: предельной высотой подъема, обеспечиваемой грузоподъемными

кранами, и предельной нагрузкой на трубы нижнего ряда, гарантирующей их хранение без остаточных деформаций.

I.3. Трубы нижнего ряда укладываются на деревянные подкладки или непосредственно на грунтовую площадку.

I.4. Площадка складирования должна быть ровной и горизонтальной. Для грунтовых площадок допускается угол наклона не более 5°. Трубы при складировании располагаются вдоль линии уклона площадки.

I.5. Рекомендуемые параметры подкладок: толщина 30÷40 мм, ширина I20±20 мм, длина – по ширине штабеля.

Крайние подкладки устанавливаются в 0,5 м от торцов труб.

Расстояние между подкладками должно быть не более трех диаметров труб.

Подкладки размещаются перпендикулярно штабелю труб, через равные интервалы.

Подкладки следует горизонтировать прокладками таким образом, чтобы не было ненагруженных подкладок.

I.6. Трубы нижнего ряда должны быть надежно закреплены от раскатывания башмаками, скобами или другими приспособлениями.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА ТРУБ

2.I. В качестве расчетного сопротивления применяется величина R_2 по СНиП 2.05.06–85 "Магистральные трубопроводы"

$$R_2 = \frac{m}{K_2 K_н} R_2^н \,, \qquad (I)$$

где m – коэффициент условий работы труб, при хранении труб в штабеле $m = I$;

K_2 – коэффициент надежности по материалу; для бесшовных труб из малоуглеродистых сталей $K_2 = I,I$, для прямошовных и спиральношовных сварных труб из малоуглеродистой стали и низколегированной стали с отношением минимальных значений предела текучести и временного сопротивления $\leqslant 0,8$ $K_2 = I,I5$, для сварных труб из высокопрочной стали с тем же отношением $> 0,8$ $K_2 = I,2$;

$K_н$ – коэффициент надежности по назначению труб, при хранении труб в штабеле $K_н = I$;

$R_2^н$ – нормативное сопротивление материала труб растяжению (сжатию), принимается равным минимальному значению предела текучести $\sigma_т$ по государственным стандартам и техническим условиям на трубы.

3. РАСЧЕТ СХЕМНОГО КОЛИЧЕСТВА РЯДОВ

3.I. Схемное количество рядов $n_{сх}$ определяется как промежуточная теоретическая величина по следующей формуле

$$n_{сх} = 0,45 + 36,5I \cdot I0^4 \frac{R_2 \delta}{\gamma D^2}, \qquad (2)$$

где R_2 – по формуле (I), кГ/мм^2;

δ – толщина стенки труб, мм;

D – наружный диаметр труб, мм;

γ – плотность материала труб, в г/см^3, для стали принимается величина $\gamma = 7,85$ г/см^3.

Вывод формулы (2) см. в Приложении 2.

4. РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОГО КОЛИЧЕСТВА РЯДОВ ТРУБ

4.I. Предельно допустимое количество рядов труб в штабеле исходя из условия предотвращения остаточных деформаций рассчитывается по следующей формуле

$$n \leq \frac{n_{сх}}{K_г \eta K_с} \qquad (3)$$

где $n_{сх}$ - по формуле (2);

$K_г$ - коэффициент, учитывающий реальные геометрические параметры штабеля, для горизонтальных площадок с твердым покрытием $K_г$ = I,04, для грунтовых площадок $K_г$ = I,20;

η - коэффициент опорной схемы, при опирании нижнего ряда труб непосредственно на грунтовую площадку η = I, при опирании труб на подкладки η = I,I;

$K_с$ - коэффициент, учитывающий дополнительную нагрузку от снега и обледенения, при хранении труб в штабеле в летний период $K_с$ = I, при хранении труб в штабеле в зимний период $K_с$ = I,05; в особых случаях нормативную снеговую нагрузку и нагрузку от обледенения следует определять согласно СНиП 2.01.07.85

4.2. В качестве допустимого количества рядов принимается ближайшее меньшее целое значение n.

4.3. При опирании нижнего ряда труб на подкладки выполняется проверочный расчет допустимости расстояния между ними

$$\frac{L-1}{B-1} \leq 32 \qquad (4)$$

где L - длина трубы, м;

B - количество подкладок под трубами нижнего ряда.

4.4. При складировании труб, имеющих изоляционное покрытие, конструкция и число подкладок выбирается в соответствии с расчетом изоляционного покрытия на смятие. Кроме того, выполняется проверочный расчет на смятие изоляционного покрытия соприкасающихся труб.

4.5. При складировании тонкостенных стальных труб с отношением δ/D менее I/I40 или труб не стальных с $\gamma < 3$ г/см^3 необходимо закреплять верхний ряд труб для предупреждения их раскаты-

вания ветром, а также выполнять проверочный расчет на опрокидование штабеля труб от ветровой нагрузки; при этом нормативные значения статической и динамической составляющих ветровой нагрузки следует определять согласно СНиП II-6-74 как для сооружений с равномерно распределенной массой и постоянной жесткостью.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШТАБЕЛЯ

5.1. Высота штабеля труб определяется по формуле

$$H = \mathcal{D}(0{,}866\, n + 0{,}134), \qquad (5)$$

где $\mathcal{D}$ – по формуле (2);

n – по формуле (3).

Пример расчета см. Приложение I.

5.2. Максимальная нагрузка, передаваемой одной трубой нижнего ряда на площадку складирования, определяется по формуле

$$Q = \pi \cdot 10^{-6} \cdot \delta \mathcal{D} \gamma n L , \qquad (6)$$

где Q – нагрузка, передаваемая одной трубой, тонн;

$\delta, \mathcal{D}, \gamma$ – по формуле (2), т.

n – по формуле (3);

L – по формуле (4), м.

ПРИЛОЖЕНИЕ I
СПРАВОЧНОЕ

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Исходные данные

Диаметр труб D = I420 мм.

Толщина стенки δ = I7,5 мм.

Трубы прямошовные стальные K_2 = I,I5; γ = 7,85 г/см^3.

Минимальный предел текучести $\sigma_т$ = 47 кг/мм^2 (из технических условий на трубы).

Длина труб L = I2 м.

Трубы складируются на горизонтальной площадке с твердым покрытием, $K_г$ = I,04.

Нижний ряд труб укладывается на подкладки, η = I,I.

Складирование труб производится в летний период, $K_с$ = I.

Количество подкладок B = 4.

I. Определение расчетного сопротивления

$$R_2 = \frac{m}{K_2 K_н} R_2^н = \frac{I}{I,I5 \cdot I \cdot I} \cdot 47 = 40,87 \text{ кг/мм}^2$$

2. Расчет схемного количества рядов

$$n_{сх} = 0,45+36,5I \cdot I0^4 \frac{R_2 \delta}{\gamma D^2} = 0,45+36,5I \cdot I0^4 \cdot \frac{40,87 \cdot I7,5}{7,85 \cdot I420^2} = I6,95$$

3. Проверка расстояний между подкладками

$$\frac{L-1}{B-1} = \frac{I2 \text{ м} - I \text{ м}}{4 - I} = 3,7 \text{ м} < 3D$$

4. Расчет допустимого количества рядов

$$n \leq \frac{n_{сх}}{K_г \eta K_с} = \frac{I6,95}{I,04 \cdot I,I \cdot I} = I4,82$$

$$n = I4$$

Из условий технологии складирования выбирается n = II.

5. Расчет высоты штабеля

$$H = D(0,866n + 0,I34) = I420\ (0,866 \cdot II + 0,I34) = I37I7 \text{ мм} = I3,7 \text{ м}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Вывод формулы для определения схемного количества рядов

Усилия, действующие на поперечное сечение трубы нижнего ряда показаны на рис.I. Изгибающий момент вычисляется по формуле (Е.Н.Лессиг и др. "Стальные листовые конструкции", М., Госстройиздат, I956).

$$M = N\frac{D}{2}\left(\frac{1+\cos\alpha}{\pi} + \frac{\alpha}{\pi}\sin\alpha\cos\varphi - \cos\alpha\sin\varphi\right) + q'\frac{D^2}{4}\left(1 - \frac{\cos\varphi}{2}\varphi\sin\varphi\right), \quad (I)'$$

где D – наружный диаметр трубопровода;

R – реакция площадки складирования;

q' – вес кольца единичной ширины;

N – сосредоточенная сила, передающая нагрузку верхних рядов труб.

Наибольший изгибающий момент – в нижней образующей трубы при $\varphi = \pi(180^\circ)$. Для идеальной схемы $\alpha = 30^\circ$, $q' = \delta\gamma$, где δ – толщина стенки трубы, γ – плотность материала труб

$$M = N\frac{D}{2}\left[\frac{1+\cos 30^\circ}{\pi} + \frac{30^\circ}{180^\circ}\sin 30^\circ(-1)\right] + \frac{1}{4}\delta\gamma D^2 \quad (2)'$$

$$M = 0{,}2553\,ND + 0{,}25\,\delta\gamma D^2.$$

$$N = \frac{q}{2\cos\alpha}(n_{cx} - 1), \quad (3)'$$

где n_{cx} – схемное количество рядов труб в штабеле;

q – масса трубы единичной длины.

$$q = S\gamma \quad (4)'$$

Площадь кольца S вычисляется по формуле $S = \frac{\pi}{4}[D^2 - (D-2\delta)^2]$, но учитывая, что отношение толщины стенки к диаметру практически постоянная величина, упрощаем формулу:

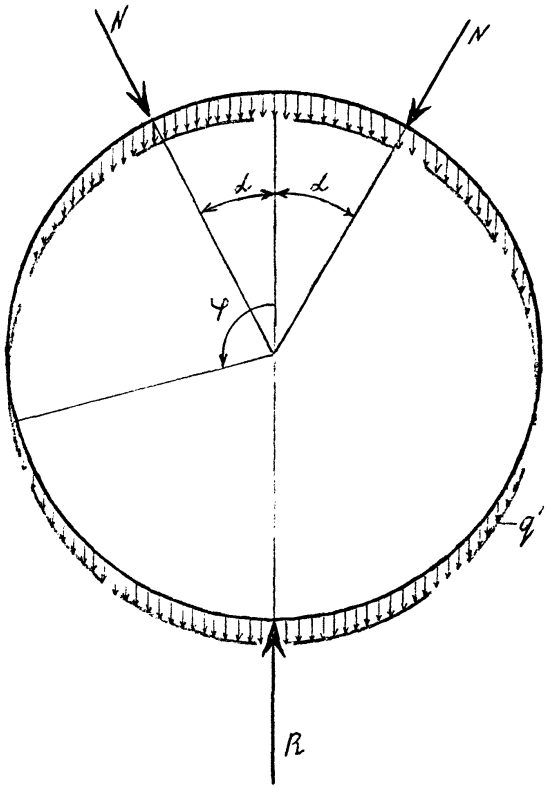


Рис. I. Схема распределения усилий в поперечном сечении трубы нижнего ряда.

$$S = 0{,}9857\,\pi\,\delta\,\mathcal{D}. \qquad (5)'$$

Подставляя S, q и N в формулу (2) получаем:

$$M = 0{,}4565\,\gamma\,\delta\,\mathcal{D}^2(n_{cx}-1) + 0{,}25\,\gamma\,\delta\,\mathcal{D}^2. \qquad (6)'$$

Для кольца трубы единичной длины момент сопротивления стенки, работающей на изгиб, находят из выражения

$$W = \frac{\delta^2}{6}. \qquad (7)'$$

Напряжение изгиба не должны превзойти расчетного сопротивления R_2, зависящего от предела текучести

$$\frac{M}{W} \leq R_2. \qquad (8)'$$

Подставляя (6) и (7) в (8), получаем:

$$2{,}739\,\gamma\,\mathcal{D}^2(n_{cx}-1) = R_2\,\delta - 1{,}5\,\gamma\,\mathcal{D}^2. \qquad (9)'$$

Решая уравнение (9) относительно n_{cx} и учитывая размерности следующих величин: γ – г/см^3, R_2 – кг/мм^2, $\mathcal{D}$ – мм, δ – мм, получаем окончательно

$$n_{cx} = 0{,}45 + 36{,}51 \cdot 10^4\,\frac{R_2\,\delta}{\gamma\,\mathcal{D}^2}$$

gost.e-ecolog.ru