МИНИСТЕРСТВО ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
ВНИИСТ

УТОЧНЕННАЯ МЕТОДИКА

РАСЧЕТА КРИВЫХ ТРУБ НА ИЗГИБ С УЧЕТОМ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА



Москва 1969

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
ВНИИСТ

УТОЧНЕННАЯ МЕТОДИКА

РАСЧЕТА КРИВЫХ ТРУБ НА ИЗГИБ С УЧЕТОМ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА

Отдел научно-технической информации

Москва 1969

УДК 622.692.4.002

Настоящая Уточненная методика разработана на основании теоретических и экспериментальных исследований гибкости и напряженно-деформированного состояния кривых труб в упругой и упруго-пластической областях работы металла.

Уточненная методика разработана старшим научным сотрудником лаборатории прочности ВНИИСТа А.Х.Снепером.

Замечания по Уточненной методике просьба направлять по адресу: Москва, Е-58, Окружной проезд, 19, ВНИИСТ, лаборатория прочности.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

I.I. Настоящая Методика распространяется на расчеты компенсаторов стальных трубопроводов, сооружаемых из труб, поставляемых трубопрокатными заводами по соответствующим ГОСТам и ТУ.

I.2. Данная Методика распространяется на плоские трубопроводы, работающие в условиях стационарного температурного режима при рабочих давлениях до 60 кГ/см^2 и температурах от -70 до +430^{0}С. В эту категорию входят магистральные газо- и нефтепроводы, трубопроводы горячего водоснабжения, водяные и паровые сети, системы газоснабжения, трубопроводы ТЭЦ и тепловых электростанций, технологические трубопроводы химических и металлургических заводов и другие трубопроводы, число циклов работы которых незначительно.

I.3. Настоящая Методика не распространяется на трубопроводы, требования к которым определяются "Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды", утвержденными Госгортехнадзором СССР, а также на трубопроводы, работающие под вакуумом или в условиях повышенной динамики и большой цикличности.

I.4. Расчеты компенсаторов трубопроводов производятся с учетом допуска определенного уровня упруго-пластических дефор ций в процессе эксплуатации.

I.5. Определять толщину стенок кривых труб и проверять несущую способность (прочность и устойчивость)

надлежит по следующим нормативным документам: СНиПу П-Д.10-62 "Магистральные трубопроводы. Нормы проектирования" (для магистральных трубопроводов); "Указаниям по расчету стальных трубопроводов различного назначения" СН 373-67 (для трубопроводов различного назначения).

1.6. При расчете стальных трубопроводов, сооружаемых в условиях просадочных, набухающих, многолетнемерзлых грунтов, подрабатываемых территорий, геологически неустойчивых площадок, на которых имеются или могут возникнуть оползни, карсты, и в других особых условиях, следует учитывать дополнительные требования, приведенные в соответствующих нормативных документах.

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА

2.1. Прочность и деформативность гнутых отводов проверяются по двум условиям:

$$\frac{N}{F} \pm \frac{M}{W} \leq R_2; \qquad (1)$$

$$\frac{1}{2}\varepsilon_{max} \leq \varepsilon_T, \qquad (2)$$

где N – расчетное продольное усилие в поперечном сечении колена от внешних нагрузок, внутреннего давления и температурных перемещений, кГ;

M – расчетный изгибающий момент в поперечном сечении колена от внешних нагрузок, внутреннего давления и температурных перемещений, кГ·см;

F – площадь стенки поперечного сечения трубы, $см^2$;

W – момент сопротивления поперечного сечения трубы, $см^3$;

R_2 – расчетное сопротивление материала труб, определяемое по соответствующим нормативным документам, $кГ/см^2$;

ε_{max} – максимальная кольцевая деформация;

$\varepsilon_т$ – деформация, соответствующая пределу текучести материала.

2.2. Максимальная кольцевая деформация, возникающая в отводах компенсаторов под действием температурных и других перемещений, определяется по формуле

$$\varepsilon_{max} = 1,5 \frac{\Delta\alpha}{\alpha} \frac{\delta}{r_o} (C_1 + C_2), \qquad (3)$$

где δ – толщина стенки трубы, см;

r_o – средний радиус поперечного сечения трубы, см;

α – центральный угол отвода (угол между торцовыми сечениями кривой трубы), рад;

$\Delta\alpha$ – изменение центрального угла отвода в процессе деформации, рад;

C_1, C_2 – коэффициенты, определяемые по таблице в зависимости от величины параметра λ. Для промежуточных значений λ, не указанных в таблице, величины коэффициентов определяются по линейной интерполяции.

2.3. Изменение центрального угла отвода определяется по формуле

$$\Delta\alpha = |\varphi_н| - |\varphi_к|, \qquad (4)$$

где $\varphi_н$ и $\varphi_к$ – соответственно углы поворота начального и конечного торцовых поперечных сечений отвода, рад.

Таблица

λ	C_1	C_2	λ	C_1	C_2
0,15	1,246	0,211	0,88	1,093	0,068
0,16	1,234	0,196	0,84	1,084	0,068
0,17	1,229	0,184	0,85	1,076	0,060
0,18	1,218	0,171	0,86	1,066	0,056
0,19	1,212	0,161	0,87	1,058	0,058
0,20	1,208	0,151	0,88	1,048	0,050
0,21	1,197	0,141	0,89	1,039	0,040
0,22	1,188	0,138	0,40	1,030	0,044
0,28	1,179	0,124	0,41	1,021	0,042
0,24	1,171	0,117	0,42	1,012	0,039
0,25	1,162	1,109	0,48	1,002	0,037
0,26	1,154	0,108	0,44	0,990	0,035
0,27	1,149	0,097	0,45	0,988	0,034
0,28	1,136	0,091	0,46	0,978	0,032
0,29	1,128	0,086	0,47	0,964	0,030
0,30	1,120	0,081	0,48	0,955	0,029
0,31	1,112	0,076	0,49	0,945	0,028
0,32	1,102	0,071	0,50	0,937	0,027

2.4. Геометрический параметр λ вычисляется по формуле

$$\lambda = \frac{R_0 \delta}{r_0^2}, \qquad (5)$$

где R_0 – радиус изгиба кривой трубы, см.

2.5. Усилия N, M (1), возникающие в отдельных элементах трубопроводов, и углы поворота $\varphi_н$ и $\varphi_к$ торцовых сечений (4) определяются известными методами расчета статически неопределимых стержневых систем переменной жесткости вручную или с применением электронных цифровых вычислительных машин.

УТОЧНЕННАЯ МЕТОДИКА

РАСЧЕТА КРИВЫХ ТРУБ НА ИЗГИБ С УЧЕТОМ

УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА

Издание ОНТИ ВНИИСТа

Редактор В.И.Кавкова. Корректор Т.М.Новикова

Технический редактор Т.В.Берешева

Л-58246 Подписано в печать I2.У.I969г. Формат 60x84/I6

Печ.л. 0,5 Уч.-изд.л. 0,3 Бум.л. 0,25

Цена 2коп. Тираж I50 Заказ 73

Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru