Технический комитет по стандартизации «Трубопроводная арматура и сильфоны»
(ТК 259)
Закрытое акционерное общество «Научно-производственная фирма
«Центральное конструкторское бюро арматуростроения»

ЦКБА

СТАНДАРТ ЦКБА

СТ ЦКБА 092 – 2010

Арматура трубопроводная

МЕТОДИКА РАСЧЁТА ДОПУСТИМЫХ НАГРУЗОК ОТ ТРУБОПРОВОДА НА ПАТРУБКИ АРМАТУРЫ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

Санкт–Петербург
2010

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Закрытым акционерным обществом «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения» (ЗАО «НПФ «ЦКБА»)

2 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ Приказом от 16.02.2010 г. № 12

3 СОГЛАСОВАН:

Техническим комитетом по стандартизации «Трубопроводная арматура и сильфоны» (ТК 259)

4 ВВЕДЁН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАН с учётом изменения № 1, утверждённого Приказом от 26.08.2010 г. № 45а

По вопросам заказа стандартов ЦКБА обращаться
в НПФ «ЦКБА» по тел/факсам: (812) 458-72-04, 458-72-36, 458-72-43
E-mail: standard@ckba.ru
195027, Россия, С-Петербург, пр.Шаумяна, 4, корп.1, лит.А, а/я -33

© ЗАО «НПФ «ЦКБА» 2010 г.

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён без разрешения ЗАО «НПФ «ЦКБА»

Содержание

1 Область применения 4
2 Нормативные ссылки, термины и обозначения 4
3 Общие положения 5
4 Методика определения допустимых нагрузок 6
Приложение А (рекомендуемое) Максимально допустимые нагрузки от трубопровода на патрубки арматуры 10

СТАНДАРТ ЦКБА

Арматура трубопроводная

МЕТОДИКА РАСЧЁТА ДОПУСТИМЫХ НАГРУЗОК ОТ ТРУБОПРОВОДА НА ПАТРУБКИ АРМАТУРЫ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

Дата введения 01.03.2010

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на арматуру, проектирование, изготовление, монтаж и эксплуатация которых производится в соответствии с требованиями документа ОАО «АК «Транснефть» ОТТ-23.060.30-КТН-246-08 и устанавливает методику расчёта допустимых нагрузок от трубопровода на патрубки арматуры для магистральных нефтепроводов PN ≥ 8 МПа.

2 Нормативные ссылки, термины и обозначения

2.1 В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ Р 52720-2007 Арматура трубопроводная. Термины и определения

ОТТ-23.060.30-КТН-246-08 «Общие технические требования. Задвижки шиберные для магистральных нефтепроводов и нефтеперекачивающих станций ОАО «АК ТРАНСНЕФТЬ»

2.2 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 52720.

2.3 В стандарте применены следующие сокращения и обозначения:

M - допустимый изгибающий момент;

F - допустимая осевая сила;

$\sigma_к^{тр}$ - кольцевое напряжение в трубе;

W - момент сопротивления изгибу поперечного сечения трубы;

f - площадь поперечного сечения трубы;

DN - диаметр номинальный;

PN - давление номинальное;

$D_н$ - наружный диаметр трубы;

D - внутренний диаметр трубы;

s - толщина присоединяемой трубы.

3 Общие положения

В настоящем стандарте приводится методика расчёта максимальных допустимых нагрузок, передаваемых от трубопроводов на патрубки арматуры и определение численных значений этих нагрузок.

Методика разработана в соответствии с требованиями документа ОТТ-23.060.30-КТН-246-08 (далее - ОТТ).

Определяются допустимые нагрузки, вызываемые эксплуатационными и сейсмическими воздействиями:

– эксплуатационные воздействия;

– эксплуатационные и сейсмические воздействия до 7 баллов включительно (С0);

– эксплуатационные и сейсмические воздействия свыше 7 до 9 баллов включительно (С);

– эксплуатационные и сейсмические воздействия свыше 9 до 10 баллов включительно (ПС).

В качестве допустимых нагрузок рассматриваются допустимая осевая сила F и допустимый изгибающий момент M, определяемые в зависимости от параметров трубопровода.

Допустимая осевая сила F и допустимый изгибающий момент M определяются из условия их раздельного воздействия, то есть в предположении, что действует либо только сила, либо только момент.

При разработке проекта трубопровода выполняется поверочный расчёт трубопровода, в результате которого определяются шесть составляющих нагрузок: силы (F_1, F_2, F_3) и моменты (M_1, M_2, M_3). На их основе рассчитываются результирующие значения силы $F_ф$ по формуле (1) и момента $M_ф$ по формуле (2):

$$F_ф = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}; \quad (1)$$

$$M_ф = \sqrt{M_1^2 + M_2^2 + M_3^2}. \quad (2)$$

Для того, чтобы результирующие нагрузки $F_ф$ и $M_ф$ не превышали допустимые нагрузки F и M, должно соблюдаться условие по формуле (3):

$$\frac{F_ф}{F} + \frac{M_ф}{M} \leq 1. \quad (3)$$

При разработке конструкции арматуры выполняются поверочные расчёты узлов и деталей на прочность, герметичность и работоспособность, в которых учитываются, наряду с другими эксплуатационными и сейсмическими воздействиями, допустимые нагрузки от трубопровода. В поверочном расчёте арматуры учитывается тот вид нагрузки (F, M) и то направление по осям координат, которое наиболее опасно для каждого рассчитываемого узла и детали арматуры.

4 Методика определения допустимых нагрузок

Расчёт допустимых нагрузок, передаваемых на патрубки арматуры от трубопровода, выполнен по размерам присоединяемой трубы.

В соответствии с требованиями ОТТ, допустимые нагрузки, вызванные эксплуатационными и сейсмическими воздействиями, определяются в зависимости от значений кольцевых напряжений, вызываемых номинальным давлением среды в трубопроводе. Рассматриваются четыре уровня нагрузок:

- нагрузки эксплуатационные – должны соответствовать 20% от максимальных кольцевых напряжений при номинальном давлении;

- нагрузки эксплуатационные плюс сейсмические до 7 баллов включительно – должны соответствовать 30% от максимальных кольцевых напряжений при номинальном давлении;

- нагрузки эксплуатационные плюс сейсмические до 9 баллов включительно – должны соответствовать 35% от максимальных кольцевых напряжений при номинальном давлении;

- нагрузки эксплуатационные плюс сейсмические до 10 баллов включительно – должны соответствовать 40% от максимальных кольцевых напряжений при номинальном давлении.

В качестве допустимого момента и допустимой силы определяются допустимый изгибающий момент M и допустимая осевая сила F по следующим формулам (4) и (5):

$$M = к \cdot \sigma_к^{тр} \cdot W; \quad (4)$$

$$F = к \cdot \sigma_к^{тр} \cdot f, \quad (5)$$

где $\sigma_к^{тр}$ – кольцевое напряжение в трубе;

W – момент сопротивления изгибу поперечного сечения трубы;

f – площадь поперечного сечения трубы;

к – коэффициент, соответствующий требованиям ОТТ (таблица 1).

Таблица 1

Сейсмичность площадки	Значение коэффициента «к»
Без учёта сейсмичности	0,20
До 7 баллов включительно	0,30
Свыше 7 до 9 баллов включительно	0,35
Свыше 9 до 10 баллов включительно	0,40

Кольцевое напряжение в трубе определяется по формуле (6):

$$\sigma_к^{тр} = \frac{PN \cdot (D+s)}{2 \cdot s}, \qquad (6)$$

где PN – номинальное давление;

D – внутренний диаметр трубы;

s – толщина присоединяемой трубы.

Момент сопротивления изгибу поперечного сечения трубы определяется по формуле (7):

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D_н^4 - D^4}{D_н} . \qquad (7)$$

Площадь поперечного сечения трубы определяется по формуле (8):

$$f = \frac{\pi}{4} \cdot (D_н^2 - D^2) , \qquad (8)$$

где $D_н$ – наружный диаметр трубы.

Результаты расчёта максимальных допустимых нагрузок от трубопроводов на патрубки арматуры приведены в Приложении А.

Примечания:

1. Использование размеров присоединяемой трубы при определении допустимых нагрузок позволяет унифицировать допустимые нагрузки, сделать их независимыми от размеров конкретных конструкций арматуры, отделить друг от друга процессы проектирования трубопровода и конструирования арматуры.

2. Анализ используемых формул, а также результаты расчётов допустимых нагрузок для труб с различной толщиной стенки показывают, что толщина стенки несущественно влияет на допустимые нагрузки. Это объясняется тем, что при увеличении толщины трубы кольцевое напряжение в трубе $\sigma_к^{тр}$ уменьшается, а геометрические характеристики сечения W и f соответственно увеличиваются. Это позволяет принять допустимые

нагрузки, единые для всех толщин стенок. При определении допустимых нагрузок следует учитывать, из ряда заданных, трубу с наибольшей толщиной стенки.

3. Согласно подходу, принятому в ОТТ, характеристики материалов труб или патрубков арматуры не учитываются прямо при определении допустимых нагрузок. Указанные характеристики учитываются на этапе расчёта толщины стенки трубы.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

Максимально допустимые нагрузки от трубопровода на патрубки арматуры

Таблица А.1 – Максимально допустимые нагрузки от трубопровода на патрубки арматуры (единые для всех толщин стенок труб)

Диаметр номинальный DN	Давление номинальное PN, МПа	Наружный диаметр трубы Dн, мм	Максимальные нагрузки на патрубки арматуры							
			эксплуатационные		эксплуатационные и сейсмические					
					С0 (≤7 баллов)		С (8 - 9 баллов)		ПС (10 баллов)	
			M, кН·м	**F**, кН	**M**, кН·м	**F**, кН	**M**, кН·м	**F**, кН	**M**, кН·м	**F**, кН
200	8,0	216	5,25	107	7,88	160	9,19	187	10,5	213
	10,0		6,56	133	9,85	200	11,5	233	13,1	267
250	8,0	270	10,7	170	16,0	255	18,6	297	21,3	340
	10,0		12,9	209	19,4	314	22,6	366	25,8	418
300	8,0	325	18,6	246	27,9	369	32,5	431	37,2	492
	10,0		22,1	300	33,1	450	38,7	525	44,2	600
	12,5		27,6	375	41,4	562	48,3	656	55,2	750
350	8,0	377	29,6	335	44,4	502	51,8	586	59,2	670
	10,0		35,5	409	53,2	614	62,0	717	70,9	819
	12,5		44,3	512	66,5	768	77,6	896	88,6	1020

Продолжение таблицы А.1

Диаметр номинальный DN	Давление номинальное PN, МПа	Наружный диаметр трубы Dн, мм	Максимальные нагрузки на патрубки арматуры							
			эксплуатационные		эксплуатационные и сейсмические					
					С0 (≤7 баллов)		С (8 - 9 баллов)		ПС (10 баллов)	
			M, кН·м	**F**, кН	**M**, кН·м	**F**, кН	**M**, кН·м	**F**, кН	**M**, кН·м	**F**, кН
400	8,0	426	43,4	431	65,1	646	75,9	754	86,7	862
	10,0		54,2	539	81,3	808	94,9	942	108	1080
	12,5		67,8	673	102	1010	119	1180	136	1350
500	8,0	530	84,8	672	127	1010	148	1180	170	1340
	10,0		106	840	159	1260	185	1470	212	1680
	12,5		131	1050	197	1570	230	1830	263	2090
600	8,0	630	145	957	217	1440	253	1670	289	1910
	10,0		181	1200	271	1790	316	2090	362	2390
	12,5		224	1490	337	2240	393	2610	449	2980
700	8,0	720	219	1260	329	1890	384	2200	439	2520
	10,0		270	1560	404	2340	472	2730	539	3120
	12,5		335	1950	503	2920	586	3410	670	3890

Окончание таблицы А.1

Диаметр номинальный DN	Давление номинальное PN, МПа	Наружный диаметр трубы Dн, мм	Максимальные нагрузки на патрубки арматуры							
			эксплуатационные		эксплуатационные и сейсмические					
					С0 (≤7 баллов)		С (8 - 9 баллов)		ПС (10 баллов)	
			M, кН·м	**F**, кН	**M**, кН·м	**F**, кН	**M**, кН·м	**F**, кН	**M**, кН·м	**F**, кН
800	8,0	820	323	1630	485	2450	566	2860	647	3270
	10,0		402	2040	604	3050	704	3560	805	4070
	12,5		496	2530	743	3790	867	4420	991	5050
1000	8,0	1020	621	2520	932	3790	1090	4420	1240	5050
	10,0		764	3130	1150	4690	1340	5480	1530	6260
	12,5		948	3900	1420	5840	1660	6820	1900	7790
1050	8,0	1067	713	2770	1070	4150	1250	4840	1430	5530
	10,0		878	3430	1320	5150	1540	6000	1760	6860
	12,5		1090	4270	1630	6410	1910	7480	2180	8540
1200	8,0	1220	1060	3610	1590	5410	1860	6310	2120	7210
	10,0		1320	4490	1980	6740	2310	7860	2640	8990
	12,5		1630	5590	2450	8380	2850	9780	3260	11200

Примечание:

1. М – максимально допустимый момент, F – максимально допустимая сила.
2. Направление силы - вдоль оси патрубков.
3. Направление вектора момента произвольное (принимается наиболее опасное для оборудования направление).
4. Момент и сила действуют в месте стыковки оборудования с трубопроводом совместно с остальными эксплуатационными нагрузками (давление, усилие затяга, сейсмические воздействия и т.п.).
5. Проверка соответствия расчетных нагрузок на патрубки оборудования от трубопроводов осуществляется по следующему алгоритму.

Для каждого возможного варианта нагрузок и воздействий проводится поверочный прочностной расчет трубопровода, из которого определяются шесть компонент нагрузок: 3 силы (F_1, F_2, F_3) и 3 момента (M_1, M_2, M_3), действующих на патрубок оборудования от присоединяемых трубопроводов. Далее вычисляется результирующие значения силы и момента по формулам:

$$F_ф = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2};$$

$$M_ф = \sqrt{M_1^2 + M_2^2 + M_3^2}.$$

Максимально допустимые нагрузки (F и M) соответствуют случаю раздельного воздействия силы и момента. При их совместном воздействии результирующие значения нагрузок $F_ф$ и $M_ф$ должны удовлетворять соотношению:

$$\frac{F_ф}{F} + \frac{M_ф}{M} \leq 1$$

Генеральный директор
ЗАО «НПФ «ЦКБА» В.П. Дыдычкин

Первый заместитель генерального директора –
Директор по научной работе Ю.И. Тарасьев

Заместитель генерального директора –
главный конструктор В.В. Ширяев

Заместитель директора –
начальник технического отдела С.Н. Дунаевский

Заместитель директора по проектированию В.А. Горелов

Исполнители:
Начальник отдела 118 Р.А. Азарашвили

Инженер - конструктор I категории Н.Р. Лепинг

СОГЛАСОВАНО

Председатель ТК 259 М.И. Власов

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	изме-нённых	заме-нённых	новых	аннули-рованных					
1	–	2-12	–	–	15	Изм. №1	Пр. №45а от 26.08.10		с 01.09. 2010