
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
71633—
2024

Сосуды и аппараты
ОПОРЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ
И КОНИЧЕСКИЕ
Общие технические требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт нефтяного машиностроения «ВНИИНЕФТЕМАШ» (АО «ВНИИНЕФТЕМАШ»), Закрытым акционерным обществом «ПЕТРОХИМ ИНЖИНИРИНГ» (ЗАО «ПЕТРОХИМ ИНЖИНИРИНГ»), Автономной некоммерческой организацией «Институт нефтегазовых технологических инициатив» (АНО «ИНТИ»), Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 270 «Сосуды и аппараты, работающие под давлением»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 декабря 2024 г. № 1825-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

| | |
|---|----|
| 1 Область применения | 1 |
| 2 Нормативные ссылки | 1 |
| 3 Термины и определения | 2 |
| 4 Конструкция и размеры | 2 |
| 5 Технические требования | 16 |
| Приложение А (рекомендуемое) Расчет массы элементов опоры | 21 |
| Приложение Б (справочное) Примеры выбора опор | 22 |
| Приложение В (рекомендуемое) Расстояние между опорой и осью сварного соединения днища с корпусом аппарата. | 25 |
| Приложение Г (обязательное) Расчет длины переходной цилиндрической обечайки опоры | 26 |

Введение

Настоящий стандарт разработан на основе альбома типовых конструкций АТК 24.200.04—90 «Опоры цилиндрические и конические вертикальных аппаратов. Типы и основные размеры», ОСТ 26-467—84 «Опоры цилиндрические и конические вертикальных аппаратов. Типы и основные размеры» и существующего отечественного опыта проектирования, изготовления и эксплуатации сосудов и аппаратов.

Настоящий стандарт разработан в дополнение¹⁾ к ГОСТ 34347, ГОСТ 31838.

¹⁾ Предложения по совершенствованию стандарта, а также вопросы по применению стандарта следует направлять в АО «ВНИИНЕФТЕМАШ» (почтовый адрес: 117105, г. Москва, вн. тер. г. Муниципальный округ Донской, Наб. Новоданиловская, д. 4А, помещ. 2/2/5, тел. +7 (495) 954-89-20, e-mail: mail@vniineftemash.org).

Сосуды и аппараты

ОПОРЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ И КОНИЧЕСКИЕ

Общие технические требования

Vessels and apparatus. Cylindrical and conical supports.
General technical requirements

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на цилиндрические и конические опоры-юбки (далее — опоры) для вертикальных сосудов и аппаратов (далее — аппараты), изготавливаемых в соответствии с ГОСТ 34347, ГОСТ 31838.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 5520 Прокат толстолистовой из нелегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия

ГОСТ 6533 Днища эллиптические отбортованные стальные для сосудов, аппаратов и котлов. Основные размеры

ГОСТ 14637 Прокат толстолистовой из нелегированной стали обыкновенного качества. Технические условия

ГОСТ 19281 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 24379.0 Болты фундаментные. Общие технические условия

ГОСТ 24379.1 Болты фундаментные. Конструкция и размеры

ГОСТ 25346 (ISO 286-1:2010) Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки

ГОСТ 25347 (ISO 286-2:2010) Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Ряды допусков, предельные отклонения отверстий и валов

ГОСТ 30893.1 (ИСО 2768-1—89) Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками

ГОСТ 31838 Аппараты колонные. Технические требования

ГОСТ 34233.1 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования

ГОСТ 34233.9—2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Аппараты колонного типа

ГОСТ 34347—2017 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применен следующий термин с соответствующим определением:

3.1 опора-юбка: Опора, предназначенная для вертикальных сосудов и аппаратов при приведенных нагрузках на опору не более 16,0 МН.

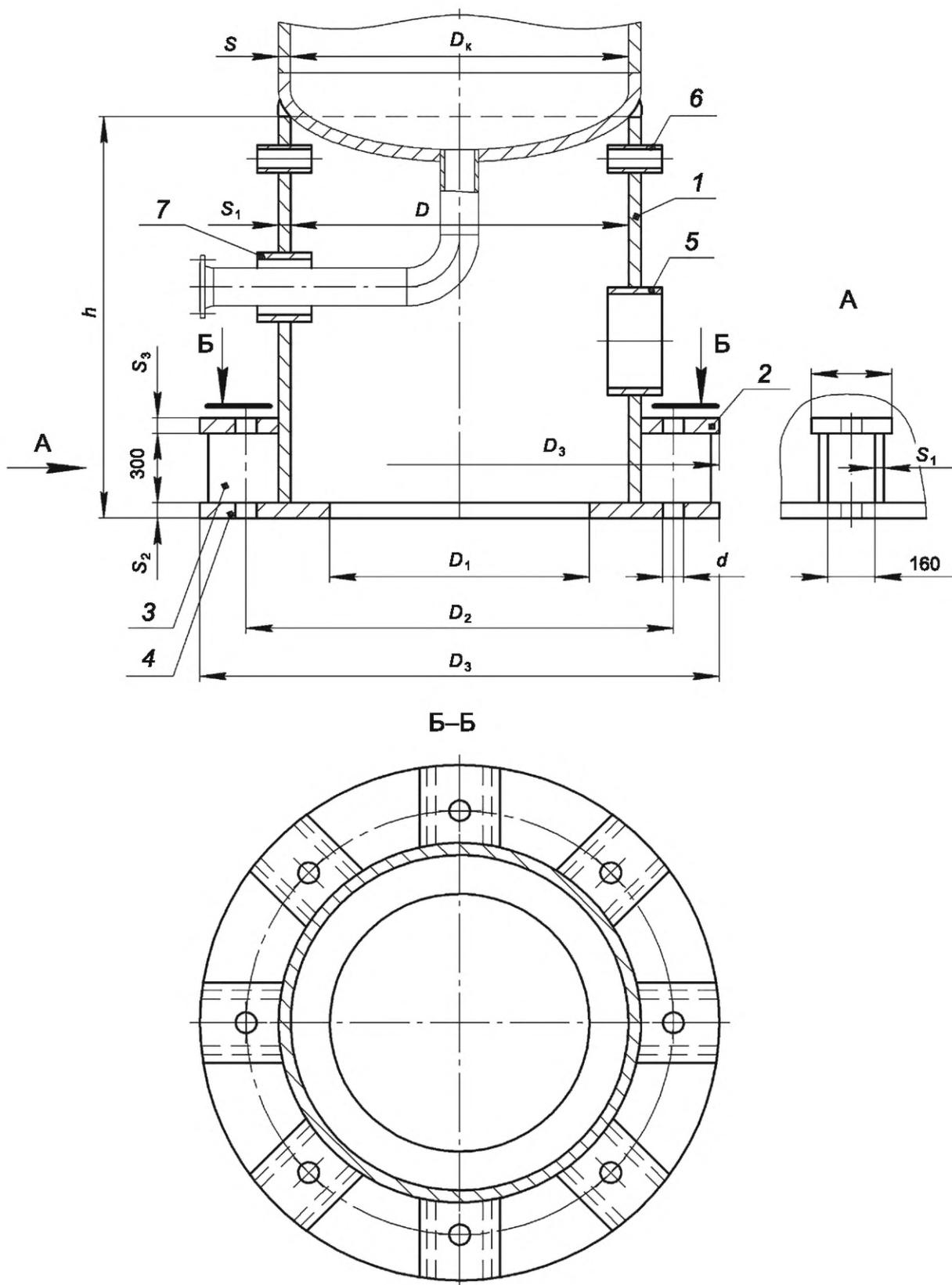
4 Конструкция и размеры

4.1 Опоры могут быть следующих типов:

- тип 1 — цилиндрическая с косынками;
- тип 2 — цилиндрическая с наружными стойками под фундаментные болты;
- тип 3 — цилиндрическая с кольцевым поясом;
- тип 4 — коническая с кольцевым поясом.

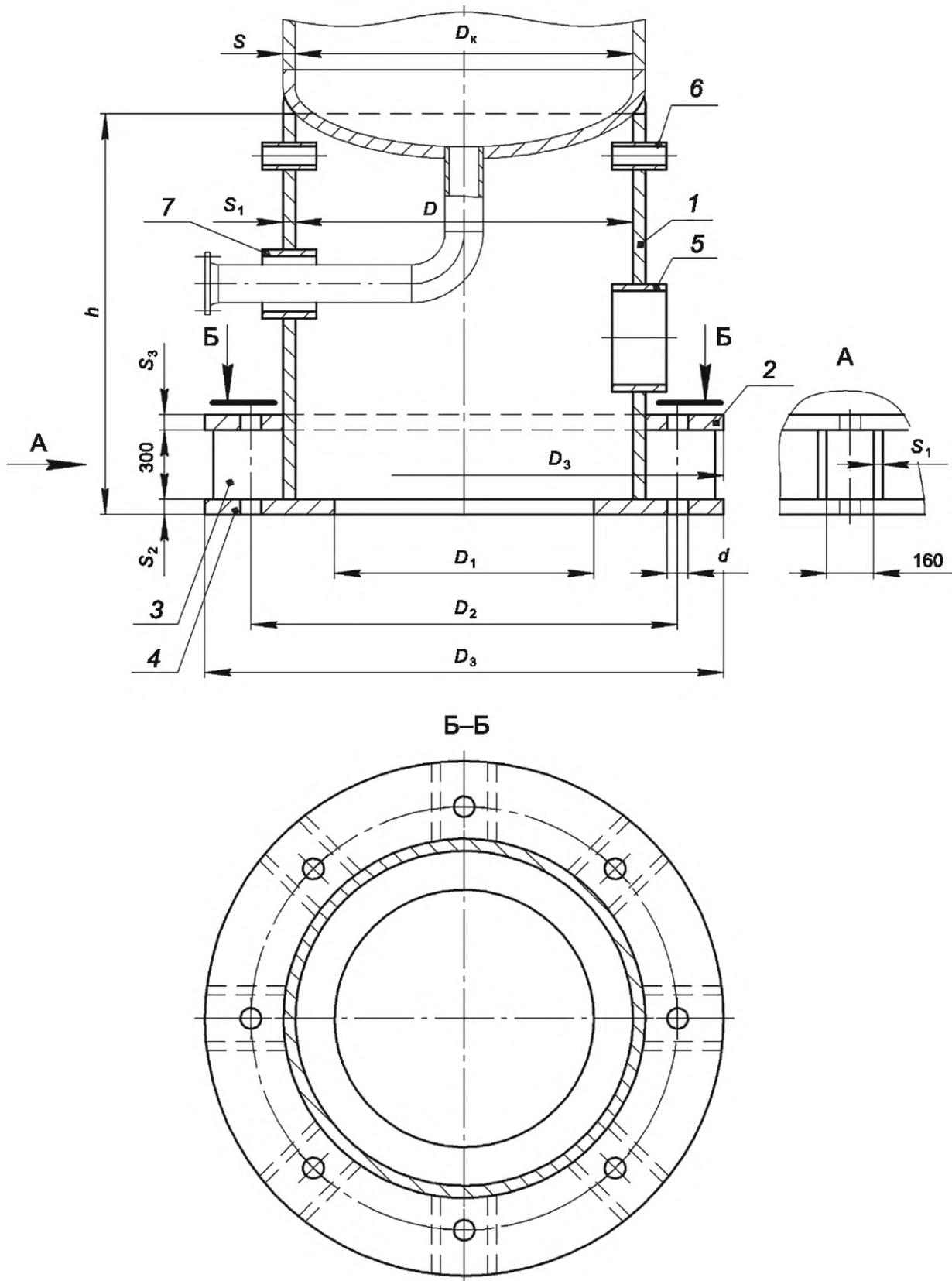
4.2 Конструкции и размеры опор должны соответствовать конструкциям, представленным на рисунках 1—4, и значениям, приведенным в таблицах 1 и 2.

4.3 Расчет массы элементов опоры проводят по формулам, которые приведены в приложении А. Массы опор уточняют при разработке рабочей конструкторской документации.



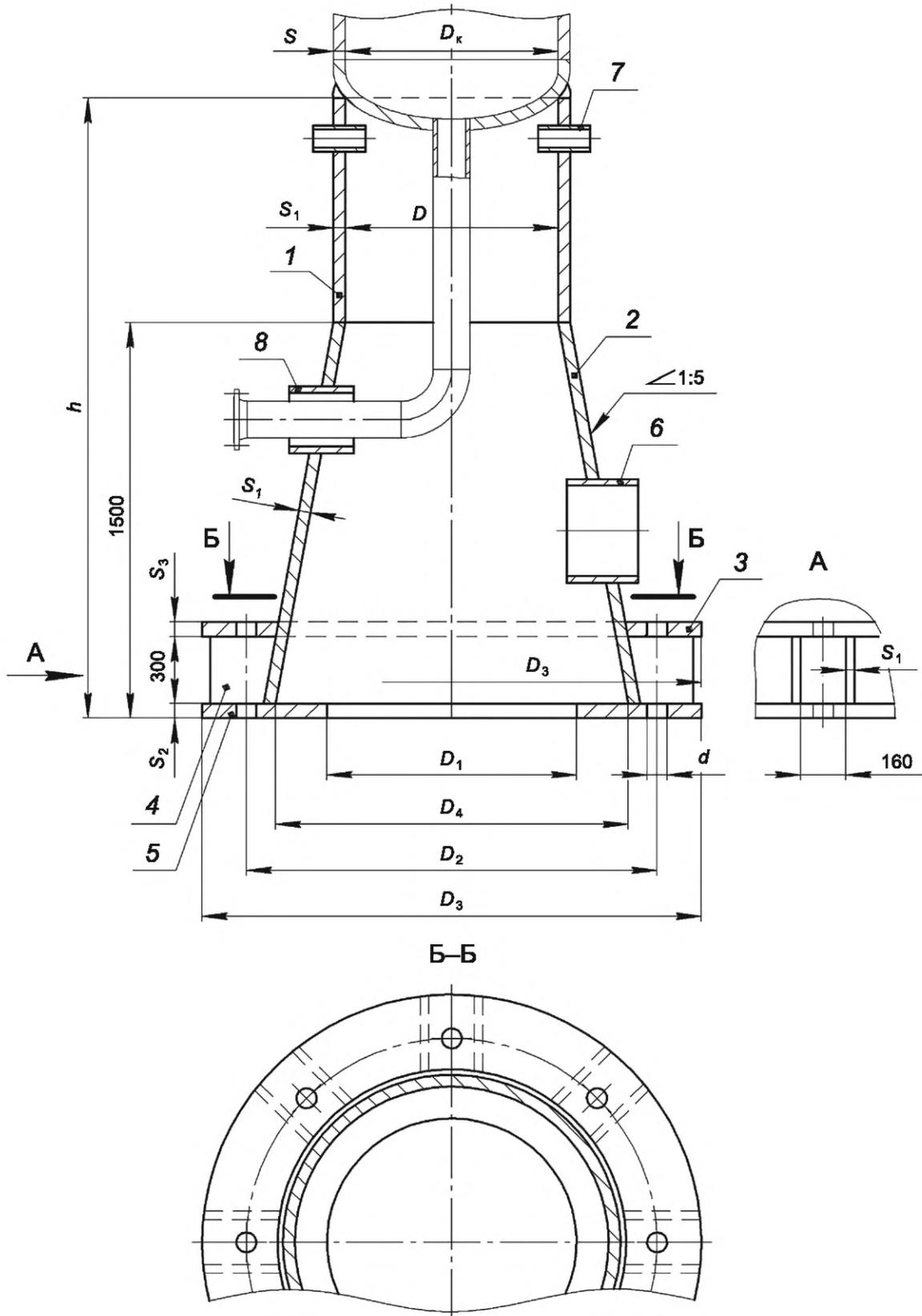
1 — обечайка; 2 — планка; 3 — ребро жесткости; 4 — опорное кольцо; 5 — лаз; 6 — вентиляционный патрубок; 7 — патрубок для выхода штуцера; А — вид наружной стойки

Рисунок 2 — Конструкция цилиндрической опоры с наружными стойками (тип 2)



1 — обечайка; 2 — верхнее кольцо; 3 — ребро жесткости; 4 — опорное кольцо; 5 — лаз; 6 — вентиляционный патрубок;
7 — патрубок для выхода штуцера; А — вид части кольцевого пояса

Рисунок 3 — Конструкция опоры цилиндрической с кольцевым поясом (тип 3)



1 — цилиндрическая обечайка; 2 — коническая обечайка; 3 — верхнее кольцо; 4 — ребро жесткости; 5 — опорное кольцо;
6 — лаз; 7 — вентиляционный патрубок; 8 — патрубок для выхода штуцера; А — вид части кольцевого пояса

Рисунок 4 — Конструкция конической опоры с кольцевым поясом (тип 4)

Таблица 1 — Размеры опор типов 1, 2 и 3

Размеры в миллиметрах

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--|----------------|---|----|-------------------|---|----------------|----|-------------------|---|
| | | | | 0,250 | | | | | | | | | |
| | | | | S ₁ | S ₂ | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН, не более | | | | | | | |
| | | | | | | 0,125 | | | | 0,200 | | | |
| | | | | | | S ₃ | d | Фундаментный болт | | S ₃ | d | Фундаментный болт | |
| Диаметр резьбы | Количество | Диаметр резьбы | Количество | | | | | | | | | | |
| 400 | 350 | 520 | 600 | 6 | 20 | 16 | 32 | 24 | 6 | 20 | 32 | 24 | 6 |
| 500 | 450 | 620 | 700 | | | | | | | | 50 | 30 | 6 |
| 600 | 550 | 720 | 800 | | | | | | | | | | |
| 800 | 750 | 960 | 1080 | | | | | | | | | | |
| 1000 | 950 | 1160 | 1280 | | | | | | | | | | |
| 1200 | 1150 | 1360 | 1480 | | | | | | | | | | |

Продолжение таблицы 1

Размеры в миллиметрах

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--|----------------|---|----|-------------------|----|----------------|----|-------------------|----|----|----|
| | | | | 0,630 | | | | | | | | | | | |
| | | | | S ₁ | S ₂ | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН, не более | | | | | | | | | |
| | | | | | | 0,320 | | | | 0,500 | | | | | |
| | | | | | | S ₃ | d | Фундаментный болт | | S ₃ | d | Фундаментный болт | | | |
| Диаметр резьбы | Количество | Диаметр резьбы | Количество | | | | | | | | | | | | |
| 500 | 450 | 620 | 700 | 8 | 20 | 25 | 60 | 36 | 6 | — | — | — | — | | |
| 600 | 550 | 720 | 800 | | | | | | | — | — | — | — | | |
| 800 | 750 | 960 | 1080 | | | | | | | 8 | 20 | 25 | 60 | 36 | 10 |
| 1000 | 950 | 1160 | 1280 | | | | | | | | | | | | |
| 1200 | 1150 | 1360 | 1480 | | | | | | | | | | | | |
| 1400 | 1300 | 1560 | 1680 | | | | | | | | | | | | |
| 1600 | 1500 | 1760 | 1880 | 8 | 20 | 25 | 60 | 36 | 10 | | | | | | |
| 1800 | 1700 | 1980 | 2100 | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 1900 | 2180 | 2300 | | | | | | | | | | | | |
| 2200 | 2100 | 2380 | 2500 | | | | | | | | | | | | |
| 2400 | 2250 | 2580 | 2720 | | | | | | | | | | | | |
| 2500 | 2350 | 2680 | 2820 | | | | | | | | | | | | |
| 2600 | 2450 | 2780 | 2920 | 8 | 20 | 25 | 60 | 36 | 10 | | | | | | |
| 2800 | 2650 | 3000 | 3140 | | | | | | | | | | | | |
| 3000 | 2850 | 3220 | 3360 | | | | | | | | | | | | |

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--|----------------|---|----|-------------------|----|----------------|----|-------------------|----|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|----|----|----|----|
| | | | | 1,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | S ₁ | S ₂ | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН, не более | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 0,80 | | | | 1,32 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | S ₃ | d | Фундаментный болт | | S ₃ | d | Фундаментный болт | | | | | | | | | | | | | | | |
| Диаметр резьбы | Количество | Диаметр резьбы | Количество | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1400 | 1300 | 1560 | 1680 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | — | — | — | — | | | | |
| 1600 | 1500 | 1760 | 1880 | | | | | | | | | | | | | | | | | — | — | — | — | | | | |
| 1800 | 1700 | 1980 | 2100 | | | | | | | | | | | | | | | | | — | — | — | — | | | | |
| 2000 | 1900 | 2180 | 2300 | 8 | 25 | 25 | 60 | 36 | 16 | 30 | 65 | 42 | 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2200 | 2100 | 2380 | 2500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2400 | 2250 | 2580 | 2720 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2500 | 2350 | 2680 | 2820 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2600 | 2450 | 2780 | 2920 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2800 | 2650 | 3000 | 3140 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3000 | 2850 | 3220 | 3360 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3200 | 3050 | 3480 | 3560 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3400 | 3200 | 3680 | 3760 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3600 | 3400 | 3820 | 3960 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3800 | 3600 | 4020 | 4160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4000 | 3800 | 4220 | 4360 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 25 | 60 | 36 | 24 |

Продолжение таблицы 1

Размеры в миллиметрах

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--|----------------|---|----|-------------------|---|----------------|---|-------------------|--|
| | | | | 2,50 | | | | | | | | | |
| | | | | S ₁ | S ₂ | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН, не более | | | | | | | |
| | | | | | | 1,32 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | S ₃ | d | Фундаментный болт | | S ₃ | d | Фундаментный болт | |
| Диаметр резьбы | Количество | Диаметр резьбы | Количество | | | | | | | | | | |
| 1800 | 1700 | 1980 | 2100 | 12 | 30 | — | — | — | — | — | — | | |
| 2000 | 1900 | 2180 | 2300 | | | | | | | | | | |
| 2200 | 2100 | 2380 | 2500 | 10 | 30 | — | — | — | — | — | — | | |
| 2400 | 2250 | 2580 | 2720 | | | | | | | | | | |
| 2500 | 2350 | 2680 | 2820 | | 30 | 65 | 42 | 16 | — | — | — | | |
| 2600 | 2450 | 2780 | 2920 | | | | | | | | | | |
| 2800 | 2650 | 3000 | 3140 | | 25 | — | — | — | — | — | — | | |
| 3000 | 2850 | 3220 | 3360 | | | | | | | | | | |
| 3200 | 3050 | 3480 | 3560 | | 25 | 65 | 42 | 24 | — | — | — | | |
| 3400 | 3200 | 3680 | 3760 | | | | | | | | | | |
| 3600 | 3400 | 3820 | 3960 | | 25 | 60 | 36 | 24 | — | — | — | | |
| 3800 | 3600 | 4020 | 4160 | | | | | | | | | | |
| 4000 | 3800 | 4220 | 4360 | 25 | 60 | 36 | 24 | — | — | — | | | |
| 4500 | 4300 | 4720 | 4860 | | | | | | | | | | |
| 5000 | 4800 | 5220 | 5360 | | | | | | | | | | |

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--|----------------|---|----|-------------------|----|----------------|----|-------------------|----|
| | | | | 4,00 | | | | | | | | | |
| | | | | S ₁ | S ₂ | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН, не более | | | | | | | |
| | | | | | | 2,00 | | | | 3,20 | | | |
| | | | | | | S ₃ | d | Фундаментный болт | | S ₃ | d | Фундаментный болт | |
| Диаметр резьбы | Количество | Диаметр резьбы | Количество | | | | | | | | | | |
| 2000 | 1900 | 2180 | 2300 | 16 | 30 | 30 | 65 | 42 | 16 | — | — | — | — |
| 2200 | 2100 | 2380 | 2500 | | | | | | | — | — | — | — |
| 2400 | 2250 | 2580 | 2720 | | | | | | | 30 | 70 | 48 | 16 |
| 2500 | 2350 | 2680 | 2820 | | | | | | | | | | |
| 2600 | 2450 | 2780 | 2920 | | | | | | | | | | |
| 2800 | 2650 | 3000 | 3140 | 12 | 30 | 65 | 42 | 24 | 25 | 60 | 36 | 32 | |
| 3000 | 2850 | 3220 | 3360 | | | | | | | | | | |
| 3200 | 3050 | 3480 | 3560 | | | | | | | | | | |
| 3400 | 3200 | 3680 | 3760 | 10 | 25 | 30 | 65 | 42 | 24 | 25 | 60 | 36 | 32 |
| 3600 | 3400 | 3820 | 3960 | | | | | | | | | | |
| 3800 | 3600 | 4020 | 4160 | | | | | | | | | | |
| 4000 | 3800 | 4220 | 4360 | | | | | | | | | | |
| 4500 | 4300 | 4720 | 4860 | | | | | | | | | | |
| 5000 | 4800 | 5220 | 5360 | | | | | | | | | | |
| 5500 | 5300 | 5720 | 5860 | | | | | | | | | | |
| 5600 | 5400 | 5820 | 5960 | | | | | | | | | | |
| 6000 | 5800 | 6220 | 6360 | | | | | | | | | | |
| 6300 | 6100 | 6520 | 6660 | | | | | | | | | | |

Продолжение таблицы 1

Размеры в миллиметрах

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--|----------------|---|----|-------------------|----|----------------|----|-------------------|----|
| | | | | 6,30 | | | | | | | | | |
| | | | | S ₁ | S ₂ | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН, не более | | | | | | | |
| | | | | | | 3,20 | | | | 5,00 | | | |
| | | | | | | S ₃ | d | Фундаментный болт | | S ₃ | d | Фундаментный болт | |
| Диаметр резьбы | Количество | Диаметр резьбы | Количество | | | | | | | | | | |
| 2600 | 2450 | 2780 | 2920 | 20 | 36 | 30 | 70 | 48 | 16 | 36 | 70 | 56 | 16 |
| 2800 | 2650 | 3000 | 3140 | 16 | | | | | | | | | |
| 3000 | 2850 | 3220 | 3360 | | | | | | | | | | |
| 3200 | 3050 | 3480 | 3560 | | | | | | | | | | |
| 3400 | 3200 | 3680 | 3760 | | | | | | | | | | |
| 3600 | 3400 | 3820 | 3960 | | 65 | | 42 | 24 | 48 | | 24 | | |
| 3800 | 3600 | 4020 | 4160 | | | | | | | | | | |
| 4000 | 3800 | 4220 | 4360 | 12 | 30 | 25 | 60 | 36 | 32 | 30 | 65 | 42 | 32 |
| 4500 | 4300 | 4720 | 4860 | | | | | | | | | | |
| 5000 | 4800 | 5220 | 5360 | | | | | | | | | | |
| 5500 | 5300 | 5720 | 5860 | | | | | | | | | | |
| 5600 | 5400 | 5820 | 5960 | | | | | | | | | | |
| 6000 | 5800 | 6220 | 6360 | | | | | | | | | | |
| 6300 | 6100 | 6520 | 6660 | | | | | | | | | | |

Продолжение таблицы 1

Размеры в миллиметрах

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|-------------------|----------------|--|----------------|---|------------|----|----|-----|----|----|----|--|
| | | | | 10,0 | | | | | | | | | | |
| | | | | S ₁ | S ₂ | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН, не более | | | | | | | | |
| | | | | | | 5,0 | | | | 8,0 | | | | |
| S ₃ | d | Фундаментный болт | | S ₃ | d | Фундаментный болт | | | | | | | | |
| | | Диаметр резьбы | Количество | | | Диаметр резьбы | Количество | | | | | | | |
| 2800 | 2650 | 3000 | 3140 | 20 | 36 | 36 | 70 | 56 | 16 | — | — | — | — | |
| 3000 | 2850 | 3220 | 3360 | | | | | | | — | — | — | — | |
| 3200 | 3050 | 3480 | 3560 | | | 30 | 65 | 42 | 32 | 40 | 80 | 64 | 20 | |
| 3400 | 3200 | 3680 | 3760 | | | | | | | | | | | |
| 3600 | 3400 | 3820 | 3960 | | | | | | | | | | | |
| 3800 | 3600 | 4020 | 4160 | | | | | | | | | | | |
| 4000 | 3800 | 4220 | 4360 | | | | | | | | | | | |
| 4500 | 4300 | 4720 | 4860 | | | | | | | | | | | |
| 5000 | 4800 | 5220 | 5360 | | | 70 | 56 | 32 | 32 | | | | | |
| 5500 | 5300 | 5720 | 5860 | | | | | | | | | | | |
| 5600 | 5400 | 5820 | 5960 | | | | | | | | | | | |
| 6000 | 5800 | 6220 | 6360 | | | | | | | | | | | |
| 6300 | 6100 | 6520 | 6660 | | | | | | | | | | | |

Окончание таблицы 1

Размеры в миллиметрах

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|-------------------|----------------|--|----------------|---|------------|----|----|---------|----|----|----|----|---|---|---|
| | | | | 16,0 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | S ₁ | S ₂ | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН, не более | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | до 8,0 | | | | до 10,0 | | | | | | | |
| S ₃ | d | Фундаментный болт | | S ₃ | d | Фундаментный болт | | | | | | | | | | | |
| | | Диаметр резьбы | Количество | | | Диаметр резьбы | Количество | | | | | | | | | | |
| 3400 | 3200 | 3680 | 3760 | 25 | 20 | 40 | 40 | 80 | 64 | — | — | — | — | | | | |
| 3600 | 3400 | 3820 | 3960 | 20 | | | | | | 40 | 40 | 80 | 64 | — | — | — | — |
| 3800 | 3600 | 4020 | 4160 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4000 | 3800 | 4220 | 4360 | 24 | | | | | | 40 | 40 | 80 | 64 | 24 | | | |
| 4500 | 4300 | 4720 | 4860 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5000 | 4800 | 5220 | 5360 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5500 | 5300 | 5720 | 5860 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5600 | 5400 | 5820 | 5960 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6000 | 5800 | 6220 | 6360 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6300 | 6100 | 6520 | 6660 | 70 | | | | | | 56 | 32 | | | | | | |

Таблица 2 — Размеры опор типа 4

Размеры в миллиметрах

| D | D_1 | D_2 | D_3 | D_4 | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q_{\max} , МН, не более | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------------------|--|----|----|----|----|----|
| | | | | | 1,00 | | | | | |
| | | | | | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q_{\min} , МН, не более | | | | | |
| | | | | | 0,80 | | | | | |
| S_1 | S_2 | S_3 | d | Фундаментный болт | | | | | | |
| | | | | Диаметр резьбы | Количество | | | | | |
| 400 | 950 | 1160 | 1280 | 1000 | 10 | 25 | 25 | 60 | 36 | 8 |
| 500 | 1050 | 1260 | 1380 | 1100 | | | | | | |
| 600 | 1150 | 1360 | 1480 | 1200 | | | | | | |
| 800 | 1300 | 1560 | 1680 | 1400 | | | | | 36 | 16 |
| 1000 | 1500 | 1760 | 1880 | 1600 | | | | | | |
| 1200 | 1700 | 1980 | 2100 | 1800 | | | | | | |
| 1400 | 1900 | 2180 | 2300 | 2000 | 8 | | | | | |

Продолжение таблицы 2

Размеры в миллиметрах

| D | D_1 | D_2 | D_3 | D_4 | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q_{\max} , МН, не более | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------------------|--|----|----|----|----|----|
| | | | | | 1,60 | | | | | |
| | | | | | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q_{\min} , МН, не более | | | | | |
| | | | | | 1,32 | | | | | |
| S_1 | S_2 | S_3 | d | Фундаментный болт | | | | | | |
| | | | | Диаметр резьбы | Количество | | | | | |
| 500 | 1050 | 1260 | 1380 | 1100 | 12 | 30 | 30 | 65 | 42 | 8 |
| 600 | 1150 | 1360 | 1480 | 1200 | | | | | | |
| 800 | 1300 | 1560 | 1680 | 1400 | | | | | | |
| 1000 | 1500 | 1760 | 1880 | 1600 | | 25 | | | 42 | 16 |
| 1200 | 1700 | 1980 | 2100 | 1800 | | | | | | |
| 1400 | 1900 | 2180 | 2300 | 2000 | | | | | | |
| 1600 | 2100 | 2380 | 2500 | 2200 | 10 | | | | | |

Продолжение таблицы 2

Размеры в миллиметрах

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | D ₄ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|--|----|----|----|----|----|
| | | | | | 2,50 | | | | | |
| | | | | | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН, не более | | | | | |
| | | | | | 2,00 | | | | | |
| S ₁ | S ₂ | S ₃ | d | Фундаментный болт | | | | | | |
| | | | | Диаметр резьбы | Количество | | | | | |
| 600 | 1150 | 1360 | 1480 | 1200 | 16 | 36 | 70 | 56 | 8 | |
| 800 | 1300 | 1560 | 1680 | 1400 | | | | | | |
| 1000 | 1500 | 1760 | 1880 | 1600 | | | | 12 | 30 | 48 |
| 1200 | 1700 | 1980 | 2100 | 1800 | | | | | | |
| 1400 | 1900 | 2180 | 2300 | 2000 | | | | | | |
| 1600 | 2100 | 2380 | 2500 | 2200 | | | | | | |
| 1800 | 2250 | 2580 | 2720 | 2400 | | | 65 | 42 | 16 | |

Продолжение таблицы 2

Размеры в миллиметрах

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | D ₄ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|--|----|----|----|----|--|
| | | | | | 4,0 | | | | | |
| | | | | | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН, не более | | | | | |
| | | | | | 2,5 | | | | | |
| S ₁ | S ₂ | S ₃ | d | Фундаментный болт | | | | | | |
| | | | | Диаметр резьбы | Количество | | | | | |
| 1000 | 1500 | 1760 | 1880 | 1600 | 16 | 36 | 70 | 48 | 12 | |
| 1200 | 1700 | 1980 | 2100 | 1800 | | | | | | |
| 1400 | 1900 | 2180 | 2300 | 2000 | | | | | | |
| 1600 | 2100 | 2380 | 2500 | 2200 | | | | | | |
| 1800 | 2250 | 2580 | 2720 | 2400 | | | | | | |
| 2000 | 2450 | 2780 | 2920 | 2600 | | 30 | 65 | 42 | 16 | |
| 2200 | 2650 | 3000 | 3140 | 2800 | | | | | | |

Продолжение таблицы 2

Размеры в миллиметрах

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | D ₄ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|--|----|----|----|----|----|
| | | | | | 6,3 | | | | | |
| | | | | | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН, не более | | | | | |
| | | | | | 4,0 | | | | | |
| S ₁ | S ₂ | S ₃ | d | Фундаментный болт | | | | | | |
| | | | | Диаметр резьбы | Количество | | | | | |
| 1600 | 2100 | 2380 | 2500 | 2200 | 20 | 36 | 40 | 80 | 64 | 12 |
| 1800 | 2250 | 2580 | 2720 | 2400 | | | 30 | 36 | 70 | 56 |
| 2000 | 2450 | 2780 | 2920 | 2600 | | | | | | |
| 2200 | 2650 | 3000 | 3140 | 2800 | | | | | | |
| 2400 | 2850 | 3220 | 3360 | 3000 | | | | | | |
| 2500 | 2950 | 3320 | 3460 | 3100 | 16 | | | | | |
| 2600 | 3050 | 3420 | 3560 | 3200 | | | | | | |

Продолжение таблицы 2

Размеры в миллиметрах

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | D ₄ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|--|----|----|----|----|----|
| | | | | | 10,0 | | | | | |
| | | | | | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН, не более | | | | | |
| | | | | | 6,3 | | | | | |
| S ₁ | S ₂ | S ₃ | d | Фундаментный болт | | | | | | |
| | | | | Диаметр резьбы | Количество | | | | | |
| 1800 | 2250 | 2580 | 2720 | 2400 | 25 | 40 | 40 | 80 | 64 | 16 |
| 2000 | 2450 | 2780 | 2920 | 2600 | | | | | | |
| 2200 | 2650 | 3000 | 3140 | 2800 | | | | | | |
| 2400 | 2850 | 3220 | 3360 | 3000 | | | | | | |
| 2500 | 2950 | 3320 | 3460 | 3100 | | | | | | |
| 2600 | 3050 | 3420 | 3560 | 3200 | | | | | | |
| 2800 | 3200 | 3620 | 3760 | 3400 | | | | | | |
| 3000 | 3400 | 3820 | 3960 | 3600 | | | | | | |

| D | D ₁ | D ₂ | D ₃ | D ₄ | Максимальная приведенная нагрузка на опору Q _{max} , МН, не более | | | | | |
|------|----------------|----------------|----------------|-------------------|--|----------------|----|----------------|------------|----|
| | | | | | 16,0 | | | | | |
| | | | | | Минимальная приведенная нагрузка на опору Q _{min} , МН | | | | | |
| | | | | | 10,0 | | | | | |
| | | | | Фундаментный болт | | | | | | |
| | | | | S ₁ | S ₂ | S ₃ | d | Диаметр резьбы | Количество | |
| 3000 | 3400 | 3820 | 3960 | 3600 | 30 | 45 | 45 | 80 | 64 | 24 |
| 3200 | 3600 | 4020 | 4160 | 3800 | | | | | | |
| 3400 | 3800 | 4220 | 4360 | 4000 | | | | | | |
| 3600 | 4000 | 4420 | 4560 | 4200 | | | | | | |

4.4 Условное обозначение опор следует формировать в соответствии со схемой, представленной на рисунке 5.

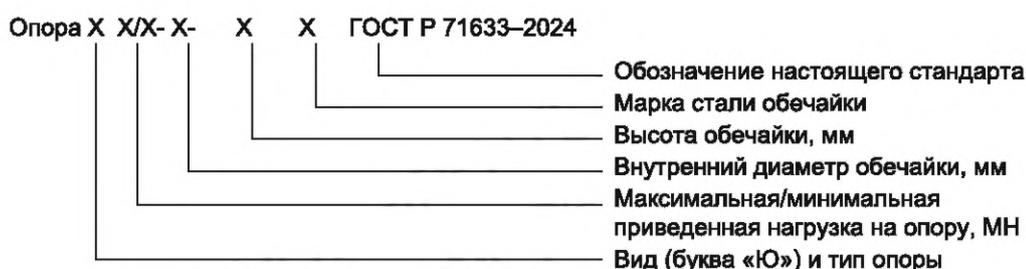


Рисунок 5 — Схема формирования условного обозначения

Примеры условных обозначений

1 Опора-юбка типа 1, при максимальной приведенной нагрузке на опору 0,25 МН и минимальной приведенной нагрузке на опору 0,20 МН, с внутренним диаметром обечайки 800 мм, высотой обечайки 1200 мм, из стали марки 09Г2С по настоящему стандарту:

Опора Ю1-0,25/0,20-800-1200 09Г2С ГОСТ Р 71633—2024

2 То же, типа 2:

Опора Ю2-0,25/0,20-800-1200 09Г2С ГОСТ Р 71633—2024

3 Опора-юбка типа 3, при максимальной приведенной нагрузке на опору 1,6 МН и минимальной приведенной нагрузке на опору 1,32 МН, с внутренним диаметром обечайки 800 мм, высотой обечайки 1200 мм, из стали марки 09Г2С по настоящему стандарту:

Опора Ю3-1,6/1,32-800-1200 09Г2С ГОСТ Р 71633—2024

4 Опора-юбка типа 4, при максимальной приведенной нагрузке на опору 1,6 МН и минимальной приведенной нагрузке на опору 1,32 МН, с цилиндрической обечайкой внутренним диаметром 800 мм и высотой 200 мм, из стали марки 12Х18Н10Т, и с конической обечайкой высотой 1500 мм, из стали марки 09Г2С по настоящему стандарту:

Опора Ю4-1,6/1,32-800-200 12Х18Н10Т/1500 09Г2С ГОСТ Р 71633—2024

5 Технические требования

5.1 Общие требования

5.1.1 Опоры должны соответствовать требованиям настоящего стандарта, комплекту конструкторской документации и требованиям, указанным заказчиком при заказе аппарата.

5.1.2 Опоры должны обеспечивать устойчивость аппарата в рабочем положении.

5.1.3 Пределы применения опор типов 1, 2, 3 в зависимости от диаметра аппарата и минимальной приведенной нагрузки на опору приведены в таблице 3, типа 4 — в таблице 2. Примеры выбора опор приведены в приложении Б.

Таблица 3 — Пределы применения опор типов 1, 2, 3

| D, мм | Минимальная приведенная нагрузка, Q_{\min} , МН, не более | | | | | | | | | | |
|-------|---|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| | 0,125 | 0,2 | 0,32 | 0,5 | 0,8 | 1,32 | 2,0 | 3,2 | 5,0 | 8,0 | 10,0 |
| 400 | | | | | | | | | | | |
| 500 | | | | | | | | | | | |
| 600 | | | | | | | | | | | |
| 800 | | | | | | | | | | | |
| 1000 | | | | | | | | | | | |
| 1200 | | | | | | | | | | | |
| 1400 | | | | | | | | | | | |
| 1600 | | | | | | | | | | | |
| 1800 | | | | | | | | | | | |
| 2000 | | | | | | | | | | | |
| 2200 | | | | | | | | | | | |
| 2400 | | | | | | | | | | | |
| 2500 | | | | | | | | | | | |
| 2600 | | | | | | | | | | | |
| 2800 | | | 1 | | | 2 | | | 3 | | |
| 3000 | | | | | | | | | | | |
| 3200 | | | | | | | | | | | |
| 3400 | | | | | | | | | | | |
| 3600 | | | | | | | | | | | |
| 3800 | | | | | | | | | | | |
| 4000 | | | | | | | | | | | |
| 4500 | | | | | | | | | | | |
| 5000 | | | | | | | | | | | |
| 5500 | | | | | | | | | | | |
| 5600 | | | | | | | | | | | |
| 6000 | | | | | | | | | | | |
| 6300 | | | | | | | | | | | |

5.2 Требования к конструкции

5.2.1 Косынки опоры типа 1 представляют собой ребра жесткости, соединенные с опорным кольцом, при этом количество косынок должно быть равно количеству фундаментных болтов.

5.2.2 Стойки опоры типа 2 составляют планки, соединенные ребрами жесткости с опорным кольцом, при этом количество стоек должно быть равно количеству фундаментных болтов. Длина планки l должна быть равна сумме 160 мм и четырех значений толщины s_1 .

5.2.3 Кольцевой пояс опор типов 3 и 4 составляют верхнее кольцо и опорное кольцо, соединенные ребрами жесткости.

5.2.4 Максимальную приведенную нагрузку на опору Q_{\max} , МН, принимают равной большему из двух значений, вычисляемых по формулам:

$$Q_{\max} = \frac{4M_1}{D_k} + F_1, \quad (1)$$

$$Q_{\max} = \frac{4M_2}{D_k} + F_2, \quad (2)$$

где M_1 и M_2 — расчетные изгибающие моменты, МН · м, действующие на аппарат в месте соединения опоры с фундаментом в рабочих условиях и условиях испытаний соответственно, которые определяют по ГОСТ 34233.9;

F_1 и F_2 — расчетные осевые сжимающие усилия, МН, действующие на аппарат в месте соединения опоры с фундаментом в рабочих условиях и условиях испытаний соответственно, которые определяют по ГОСТ 34233.9;

D_k — внутренний диаметр корпуса аппарата, м.

5.2.5 Минимальную приведенную нагрузку на опору Q_{\min} , МН, вычисляют по формуле

$$Q_{\min} = \frac{4M_3}{D_k} - F_3, \quad (3)$$

где M_3 — расчетный изгибающий момент, МН · м, действующий на аппарат в месте соединения опоры с фундаментом в условиях монтажа, который определяют по ГОСТ 34233.9;

F_3 — расчетное осевое сжимающее усилие, МН, действующее на аппарат в месте соединения опоры с фундаментом в условиях монтажа, которое определяют по ГОСТ 34233.9;

D_k — внутренний диаметр корпуса аппарата, м.

5.2.6 Допускается принимать толщины элементов опор, количество и диаметр фундаментных болтов по таблицам 1 и 2 при максимальной и минимальной приведенных нагрузках, превышающих соответственно ближайшие указанные в таблицах 1 и 2 значения не более, чем на 10 %.

5.2.7 Допускается уменьшать толщины элементов опоры при подтверждении расчетом на прочность по ГОСТ 34233.9.

5.2.8 Высота цилиндрической обечайки h опор типов 1, 2, 3 должна быть не менее 600 мм. Высоту опоры типов 1, 2, 3, 4 для конкретного аппарата выбирают исходя из конструкции аппарата и условий его эксплуатации.

5.2.9 Опоры типа 4 допускается изготавливать без цилиндрической обечайки, а также высотой и конусностью конической обечайки, отличными от указанных в настоящем стандарте, исходя из конструкции аппарата и условий его эксплуатации при подтверждении расчетом на прочность.

5.2.10 Внутренний диаметр цилиндрической обечайки опоры следует принимать таким, чтобы средние диаметры цилиндрических обечаек корпуса и опоры совпадали или расстояния между ними были минимальными. При несовпадении средних диаметров обечайки корпуса и цилиндрической обечайки опоры необходимо проверить прочность опорной обечайки с учетом дополнительных напряжений по ГОСТ 34233.1, ГОСТ 34233.9.

5.2.11 В обечайке опоры должны быть предусмотрены лазы для обеспечения доступа внутрь опоры и отверстия для выхода патрубков штуцеров аппарата. Количество лазов и отверстий, их размеры, расположение, форму, а также необходимость установки укрепляющих патрубков определяют в соответствии с ГОСТ 34347, ГОСТ 34233.9 и с учетом условий эксплуатации.

5.2.12 Для обеспечения вентиляции пространства внутри опоры в ее верхней части должны быть выполнены не менее двух вентиляционных патрубков номинальным диаметром DN 100.

5.2.13 Предельные отклонения размеров отверстий под фундаментные болты должны соответствовать качеству Н14 по ГОСТ 25347, других отверстий — качеству $\frac{IT16}{2}$ по ГОСТ 25346. Допуски на угловые размеры принимают по ГОСТ 30893.1.

5.2.14 Шероховатость поверхности отверстий Ra должна быть 25 мкм. Шероховатость других поверхностей не регламентирована.

5.3 Требования к изготовлению

5.3.1 Опоры изготавливают сварными.

5.3.2 Крупногабаритные детали опоры допускается изготавливать сварными из частей, при этом сварные швы должны быть с полным проплавлением.

5.3.3 Сварку опор с днищем аппарата осуществляют в соответствии с технологической и конструкторской документацией.

5.3.4 Расстояние между опорой и осью сварного соединения эллиптического или полусферического днища с корпусом аппарата определяют по формулам, приведенным в приложении В.

5.3.5 При сварке опоры из нелегированной (углеродистой) или легированной кремнемарганцевой (низколегированной) стали с аппаратом, изготовленным из нержавеющей стали или легированной хромомолибденовой, хромомолибденованадиевой (теплоустойчивой) стали, сплава на железоникелевой или никелевой основах, длину переходной цилиндрической обечайки опоры определяют по формулам в соответствии с приложением Г.

5.3.6 При сварке опоры с днищем аппарата, изготовленным из частей, в обечайке опоры должны быть выполнены вырезы, обеспечивающие доступ для контроля радиальных сварных швов на днище аппарата, при этом если аппарат не подлежит тепловой изоляции, то вентиляционные патрубки допускается не выполнять.

5.3.7 При необходимости на опоре могут быть предусмотрены устройства для перевода аппарата из горизонтального положения в вертикальное положение. Тип и расположение таких устройств указывают в конструкторской документации.

5.3.8 Крепление опоры с помощью сварки к аппарату, который подлежит термической обработке, необходимо выполнять до проведения термической обработки аппарата.

5.3.9 Визуальный и измерительный контроль всех сварных соединений опор проводят в доступных местах по всей протяженности сварных швов после их очистки и очистки прилегающих к ним поверхностей основного металла от шлака, брызг и других загрязнений.

5.3.10 В сварных швах опор не допускаются следующие дефекты: трещины всех видов и направлений, свищи, подрезы, наплывы, прожоги, незаплавленные кратеры, поры, выходящие за пределы норм, установленных в ГОСТ 34347—2017 (таблица 15), а также чешуйчатость поверхности и глубина впадин между валиками сварного шва не должны превышать допуск на усиление сварного шва по высоте.

5.3.11 Сварные швы по форме и размерам должны соответствовать требованиям, предъявляемым к ним в конструкторской документации.

5.3.12 На поверхности опор не допускаются риски, царапины, вмятины и другие дефекты, превышающие требования стандартов на металлопродукцию, из которой изготавливают опоры.

5.3.13 Общие требования к материалам — в соответствии с ГОСТ 34347.

5.3.14 Материалы для изготовления опор выбирают в зависимости от температуры рабочей среды и температуры окружающего воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,92, а также с учетом материалов аппарата и климатических условий эксплуатации аппарата.

5.3.15 Рекомендуемые материалы для изготовления опор приведены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 — Рекомендуемые материалы для изготовления опор

| Температура рабочей среды, °С | Температура наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,92, °С | Материал для изготовления опор |
|--------------------------------|--|---|
| От минус 20 до плюс 200 включ. | Не ниже минус 30 включ. | Лист из стали марки Ст3сп5 по ГОСТ 14637 |
| От минус 40 до плюс 475 включ. | Не ниже минус 40 включ. | Лист из стали марки 09Г2С по ГОСТ 19281 категории 12, лист из стали марки 09Г2С по ГОСТ 5520 категорий 12, 17, 22 |
| От минус 50 до плюс 200 включ. | От минус 60 до минус 41 | Лист из стали марки 09Г2С по ГОСТ 19281 категории 4, лист из стали марки 09Г2С по ГОСТ 5520 категории 7 |
| От минус 60 до плюс 200 включ. | | Лист из стали марки 09Г2С по ГОСТ 19281 категории 5, лист из стали марки 09Г2С по ГОСТ 5520 категории 8 |
| От минус 70 до плюс 200 включ. | | Лист из стали марки 09Г2С по ГОСТ 19281 категории 6, лист из стали марки 09Г2С по ГОСТ 5520 категории 9 |
| От минус 70 до плюс 475 включ. | | Лист из стали марки 09Г2С по ГОСТ 19281 категории 15, лист из стали марки 09Г2С по ГОСТ 5520 категорий 15, 17 |

5.3.16 Переходная цилиндрическая обечайка опоры должна быть изготовлена из материала того же структурного класса, что и материал днища аппарата.

5.3.17 Фундаментные болты для крепления опор к фундаменту выбирают по ГОСТ 24379.0, ГОСТ 24379.1 в зависимости от климатических районов строительства. Допускается применять для фундаментных болтов марки стали с механическими характеристиками ниже указанных при подтверждении расчетом на прочность по ГОСТ 34233.9.

5.3.18 Как правило, аппарат поставляют в сборе с опорой. По требованию заказчика в комплект поставки аппарата могут быть включены фундаментные болты и шаблон опоры, предназначенный для установки фундаментных болтов. Шаблон опоры может быть плоским (плоское кольцо с размерами, соответствующими размерам нижнего кольца опоры, толщиной, как правило, не более 20 мм) или объемным (два кольца с размерами, соответствующими размерам колец опоры, толщиной, как правило, не более 20 мм, соединенные между собой ребрами, при этом высоту шаблона принимают равной высоте опорного узла опоры аппарата).

5.3.19 На каждой опоре должна быть нанесена идентификационная маркировка. Место и способ нанесения, содержание маркировки определяет изготовитель аппарата.

Приложение А
(рекомендуемое)

Расчет массы элементов опоры

А.1 Для формул, приведенных ниже, принимают геометрические размеры в метрах, плотность материала γ — равной 7850 кг/м³; D — диаметр опоры, n_6 — количество фундаментных болтов.

А.2 Массу цилиндрической обечайки G_1 опор типов 1, 2, 3 вычисляют по формуле

$$G_1 = 3,14 \cdot D \cdot h \cdot S_1 \cdot \gamma. \quad (\text{A.1})$$

А.3 Массу конической обечайки G_2 опоры типа 4 вычисляют по формуле

$$G_2 = 4,7 \cdot (D + 0,3 + S_1) \cdot S_1 \cdot \gamma. \quad (\text{A.2})$$

А.4 Массу нижнего кольца G_3 опоры вычисляют по формуле

$$G_3 = 0,785 \cdot (D_3^2 - D_1^2 - d^2 \cdot n_6) \cdot S_2 \cdot \gamma. \quad (\text{A.3})$$

А.5 Массу верхнего кольца G_4 опоры типа 3 вычисляют по формуле

$$G_4 = 0,785 \cdot (D_3^2 - (D + 2 \cdot S_1)^2 - d^2 \cdot n_6) \cdot S_3 \cdot \gamma. \quad (\text{A.4})$$

А.6 Массу верхнего кольца G_5 опоры типа 4 вычисляют по формуле

$$G_5 = 0,785 \cdot [D_3^2 - (D_4 - 0,12 - 2 \cdot S_1)^2 - d^2 \cdot n_6] \cdot S_3 \cdot \gamma. \quad (\text{A.5})$$

А.7 Массу косынки G_6 опоры типа 1 вычисляют по формуле

$$G_6 = 7,5 \cdot [D_3 - (D + 2 \cdot S_1)] \cdot S_1 \cdot \gamma. \quad (\text{A.6})$$

А.8 Массу косынки G_7 опор типов 2, 3 вычисляют по формуле

$$G_7 = 0,15 \cdot [D_3 - (D + 2 \cdot S_1)] \cdot S_1 \cdot \gamma. \quad (\text{A.7})$$

А.9 Массу косынки G_8 опоры типа 4 вычисляют по формуле

$$G_8 = 0,15 \cdot [D_3 - (D_4 + 2 \cdot S_1) + 0,06] \cdot S_1 \cdot \gamma. \quad (\text{A.8})$$

А.10 Массу опорной плиты G_9 опоры типа 2 вычисляют по формуле

$$G_9 = 0,5 \cdot \{[D_3 - (D + 2 \cdot S_1)] \cdot l - 1,57 \cdot d^2\} \cdot S_3 \cdot \gamma. \quad (\text{A.9})$$

Приложение Б
(справочное)

Примеры выбора опор

Ниже приведены примеры выбора опор в зависимости от диаметров аппарата и опоры, веса аппарата и изгибающих моментов, действующих в плоскости соединения опоры с фундаментом.

Пример 1

1 Исходные данные

| Вид аппарата | Колонна | Эскиз |
|---|------------|-------|
| Диаметр аппарата и опоры D , мм | 3000 | |
| Высота аппарата H , мм | 28 500 | |
| Высота опоры h , мм | 2000 | |
| Вес аппарата: | | |
| - в рабочих условиях G_1 , МН | 2,00 | |
| - в условиях испытания G_2 , МН | 3,20 | |
| - в условиях монтажа (минимальный) G_3 , МН | 0,80 | |
| Изгибающий момент в сечении Е-Е от действия ветровых нагрузок: | | |
| - в рабочих условиях M_{V1} , МН · м | 0,90 | |
| - в условиях испытания M_{V2} , МН · м | 1,00 | |
| - в условиях монтажа (без изоляции) M_{V3} , МН · м | 0,85 | |
| - в условиях монтажа (с изоляцией) M_{V4} , МН · м | 0,95 | |
| Изгибающий момент в сечении Е-Е от действия эксцентричных весовых нагрузок: | | |
| - в рабочих условиях M_{G1} , МН · м | 0,20 | |
| - в условиях испытания M_{G2} , МН · м | 0,25 | |
| - в условиях монтажа (без изоляции) M_{G3} , МН · м | 0,15 | |
| Сейсмичность в месте установки аппарата, балл | Не более 6 | |

2 Расчет

В соответствии с ГОСТ 34233.9—2017 (пункт 5.9, таблица 1) определяют значения расчетных изгибающих моментов M_1 , M_2 , M_3 и осевых сжимающих сил F_1 , F_2 , F_3 , действующих на аппарат в сечении Е-Е:

$$\begin{aligned}
 M_1 &= M_{G1} + M_{V1} = 0,2 + 0,9 = 1,1 \text{ МН} \cdot \text{м}, \\
 M_2 &= M_{G2} + 0,6M_{V2} = 0,25 + 0,6 \cdot 1,0 = 0,85 \text{ МН} \cdot \text{м}, \\
 M_3 &= M_{G3} + M_{V3} = 0,15 + 0,85 = 1,0 \text{ МН} \cdot \text{м}, \\
 F_1 &= G_1 = 2 \text{ МН}, \\
 F_2 &= G_2 = 3,2 \text{ МН}, \\
 F_3 &= G_3 = 0,8 \text{ МН}.
 \end{aligned}$$

Значения подставляют в формулы (1), (2), (3) и вычисляют значения Q_{\max} и Q_{\min} :

$$\frac{4M_1}{D} + F_1 = \frac{4 \cdot 1,10}{3} + 2 = 3,47 \text{ МН}, \quad \frac{4M_2}{D} + F_2 = \frac{4 \cdot 0,85}{3} + 3,2 = 4,33 \text{ МН},$$

$$\text{так как } \frac{4M_2}{D} + F_2 > \frac{4M_1}{D} + F_1, \text{ то принимают } Q_{\max} = 4,33 \text{ МН};$$

$$Q_{\min} = \frac{4M_3}{D} - F_3 = \frac{4 \cdot 1}{3} - 0,8 = 0,53 \text{ МН.}$$

С учетом данных, приведенных в таблице 4, определяют, что $Q_{\min} = 0,53$ МН и $D = 3000$ мм соответствует опора типа 1.

С учетом 5.2.6 и по таблице 1 для ближайших значений $Q_{\max} < 4,0$ МН (расхождение $< 10\%$), $Q_{\min} < 2,0$ МН, $D = 3000$ мм принимают опору с параметрами $S_1 = 12$ мм, $S_2 = 30$ мм, $S_3 = 30$ мм, фундаментные болты М42 в количестве 24 шт.

3 Результат

Выбрана опора Ю1-4,0/2,0-3000-2000 по настоящему стандарту.
Марка стали будет назначена исходя из условий эксплуатации.

Пример 2

1 Исходные данные

| Вид аппарата | Колонна | Эскиз |
|---|---------|-------|
| Диаметр аппарата и опоры D , мм | 3000 | |
| Высота аппарата H , мм | 28 500 | |
| Высота опоры h , мм | 2000 | |
| Вес аппарата: | | |
| - в рабочих условиях G_1 , МН | 2,00 | |
| - в условиях испытания G_2 , МН | 3,20 | |
| - в условиях монтажа (минимальный) G_3 , МН | 0,80 | |
| Изгибающий момент в сечении Е-Е от действия ветровых нагрузок: | | |
| - в рабочих условиях M_{V1} , МН · м | 0,90 | |
| - в условиях испытания M_{V2} , МН · м | 1,00 | |
| - в условиях монтажа (без изоляции) M_{V3} , МН · м | 0,85 | |
| - в условиях монтажа (с изоляцией) M_{V4} , МН · м | 0,95 | |
| Изгибающий момент в сечении Е-Е от действия эксцентричных весовых нагрузок: | | |
| - в рабочих условиях M_{G1} , МН · м | 0,20 | |
| - в условиях испытания M_{G2} , МН · м | 0,25 | |
| - в условиях монтажа (без изоляции) M_{G3} , МН · м | 0,15 | |
| Сейсмичность в месте установки аппарата, балл | Более 7 | |
| Расчетный изгибающий момент от сейсмических воздействий на аппарат: | | |
| - в рабочих условиях M_{R1} , МН · м | 1,7 | |
| - в условиях монтажа (без изоляции) M_{R3} , МН · м | 0,7 | |

2 Расчет

В соответствии с ГОСТ 34233.9—2017 (пункт 5.9, таблица 1) определяют значения расчетных изгибающих моментов M_1 , M_3 , действующих на аппарат:

$$M_{G1} + M_{V1} = 0,2 + 0,9 = 1,1 \text{ МН} \cdot \text{м},$$

$$M_{G1} + M_{R1} = 0,2 + 1,7 = 1,9 \text{ МН} \cdot \text{м},$$

так как $1,9 > 1,1$, то M_1 принимают равным $1,9$ МН · м.

$$M_{G3} + M_{V3} = 0,15 + 0,85 = 1,00 \text{ МН} \cdot \text{м},$$

$$M_{G3} + M_{R3} = 0,15 + 0,70 = 0,85 \text{ МН} \cdot \text{м},$$

так как $1,0 > 0,85$, то M_3 принимают равным $1,0 \text{ МН} \cdot \text{м}$.
Значения подставляют в формулы (1) и (2) и вычисляют значения Q_{\max} и Q_{\min} :

$$\frac{4M_1}{D} + F_1 = \frac{4 \cdot 1,9}{3} + 2 = 4,53 \text{ МН},$$

$$\frac{4M_2}{D} + F_2 = 4,33 \text{ МН},$$

так как $4,53 > 4,33$, то Q_{\max} принимают равным $4,53 \text{ МН}$.

$$Q_{\min} = \frac{4M_3}{D} - F_3 = \frac{4 \cdot 1}{3} - 0,8 = 0,53 \text{ МН}.$$

С учетом данных, приведенных в таблице 4, определяют, что $Q_{\min} = 0,53 \text{ МН}$ и $D = 3000 \text{ мм}$ соответствует опора типа 1.

С учетом 5.2.6 и по таблице 1 для ближайших значений $Q_{\max} < 6,3 \text{ МН}$ (расхождение $< 10 \%$), $Q_{\min} < 3,2 \text{ МН}$, $D = 3000 \text{ мм}$ принимают опору с параметрами $S_1 = 16 \text{ мм}$, $S_2 = 30 \text{ мм}$, $S_3 = 30 \text{ мм}$, фундаментные болты М48 в количестве 16 шт.

3 Результат

Выбрана опора Ю1-6,3/3,2-3000-2000 по настоящему стандарту.

Марка стали будет назначена исходя из условий эксплуатации.

Приложение В
(рекомендуемое)

Расстояние между опорой и осью сварного соединения днища с корпусом аппарата

В.1 Расстояние H между опорой и осью сварного соединения эллиптического днища с корпусом аппарата, как показано на рисунке В.1, вычисляют по формуле

$$H \geq h' + h'', \quad h' = \frac{h_b + s}{D_p} \cdot \sqrt{D_p^2 - D^2}, \quad D_p = D_k + 2 \cdot S, \quad (\text{В.1})$$

где h' — расстояние от опоры до цилиндрической части днища, мм;

h'' — высота борта, которую выбирают по ГОСТ 6533, мм;

h_b — расстояние от центра днища до начала отбортованной части днища аппарата, которое выбирают по ГОСТ 6533, мм;

S — толщина днища аппарата, мм;

D_k — внутренний диаметр корпуса аппарата, мм;

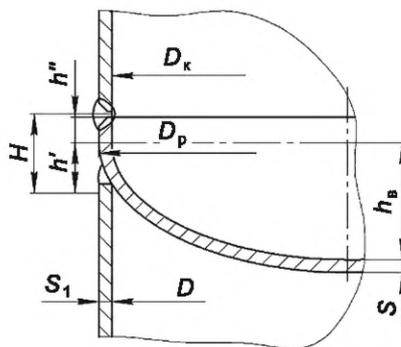
D — внутренний диаметр обечайки опоры, мм;

D_p — наружный диаметр эллиптического днища аппарата, мм;

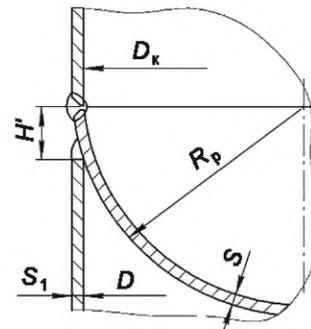
R_p — наружный радиус полусферического днища аппарата, мм.

В.2 Расстояние H' между опорой и осью сварного соединения полусферического днища с корпусом аппарата в случае совпадения шва с тангенциальной линией днища, как показано на рисунке В.1, вычисляют по формуле

$$H' = \sqrt{R_p^2 - (D/2)^2}. \quad (\text{В.2})$$



а) Для эллиптического днища



б) Для полусферического днища

Рисунок В.1 — Эскиз сварного соединения

**Приложение Г
(обязательное)**

Расчет длины переходной цилиндрической обечайки опоры

Г.1 Расчет длины переходной цилиндрической обечайки опоры (далее — переходная обечайка) выполняют в соответствии с настоящим приложением для конкретных условий эксплуатации. Для этого делают ряд предположений:

- а) обечайка опоры имеет тепловую изоляцию;
- б) толщина переходной обечайки равна толщине обечайки опоры S_1 .

Г.2 Расчетную допускаемую температуру в месте стыка t_c переходной обечайки и обечайки опоры вычисляют по формуле

$$t_c = \frac{2 \cdot [\sigma]_{2t} \cdot \left(1 - \frac{F_1}{[F]} - \frac{M_1}{[M]}\right)}{|\alpha_{1t} - \alpha_{2t}| \cdot E_{1t}}, \quad (\text{Г.1})$$

где $[\sigma]_{2t}$ — допускаемое напряжение для материала обечайки опоры при температуре в месте стыка, МПа;

E_{1t} — модуль Юнга для материала переходной обечайки при температуре в месте стыка, МПа;

α_{1t} , α_{2t} — температурные коэффициенты линейного расширения материалов переходной обечайки и обечайки опоры при температуре в месте стыка, $1/^\circ\text{C}$;

F_1 — осевое сжимающее усилие на обечайку опоры, МН;

$[F]$ — допускаемое осевое сжимающее усилие на обечайку опоры, МН, которое определяют по ГОСТ 34233.9 при температуре в месте стыка;

M_1 — изгибающий момент на обечайку опоры, МН · м;

$[M]$ — допускаемый изгибающий момент на обечайку опоры, МН · м, который определяют по ГОСТ 34233.9 при температуре в месте стыка.

Г.3 Температуру в месте стыка переходной обечайки и обечайки опоры для определения механических характеристик материалов принимают на расстоянии $\sqrt{DS_1}$ от дна по графику, представленному на рисунке Г.1.

Г.4 Перепад температур в переходной обечайке Δt определяют как разность температуры в днах t_d и расчетной допускаемой температуры в месте стыка t_c переходной обечайки и обечайки опоры.

Г.5 По графику, представленному на рисунке Г.1, определяют расчетную длину переходной обечайки $h_{п.р}$.

Г.6 Длину переходной обечайки h_n принимают кратной 100 мм, но не менее 200 мм, исходя из выполнения следующего условия:

$$h_n = \max\{h_{п.р}; \sqrt{DS_1}\}. \quad (\text{Г.2})$$

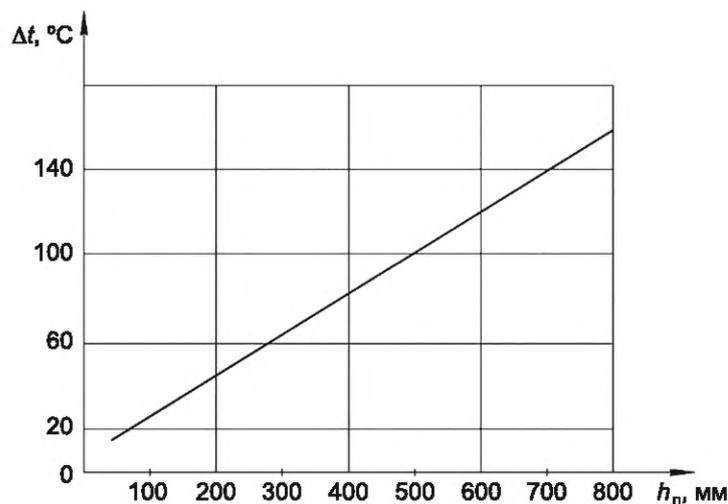


Рисунок Г.1 — График для определения расчетной длины переходной обечайки в зависимости от перепада температур в ней

УДК 66.023:006.354

ОКС 71.120.01

Ключевые слова: опора, аппарат, конструкция, размеры, допуски, материалы, изготовление, маркировка, приемка, контроль

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 05.12.2024. Подписано в печать 16.12.2024. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,98.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru