

**РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ**

**РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА**

**Нормативные документы межотраслевого применения по вопро-  
сам промышленной безопасности и охраны недр**

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

**СТО-СА-03.003-2009**

**СОСУДЫ И АППАРАТЫ**

**НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ**

**Расчет на сейсмические воздействия**

*Издание официальное*

**Москва 2009**

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов организации в Российской Федерации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

### Сведения о стандарте организации

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 1 РАЗРАБОТАН                 | Научно – техническим предприятием Трубопровод (ООО «НТП Трубопровод»)   |
| 2 ВНЕСЕН                     | Научно – техническим предприятием Трубопровод (ООО «НТП Трубопровод»)   |
| 3 УТВЕРЖДЕН                  | 1 Протоколом № 26 заседания Научно-технического Совета ЗАО «ИПН» и ООО «НТП Трубопровод» от 17.11.2009 г.<br>2 Протоколом № 3 заседания научно-технического Совета Российской Ассоциации Экспертных организаций техногенных объектов повышенной опасности «РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА» от 22.12.2009 г. |
| 4 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ | Приказом от 23.12.2009 г. № 53-К Генерального директора Российской Ассоциации Экспертных организаций техногенных объектов повышенной опасности «РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА», с 23.12.2009 г.  |
| 5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ             |   |
| 6 СОГЛАСОВАН                 | с Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), письмо № 08-01-05/210 от 22.01.2010 г.   |

**Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без письменного разрешения Ассоциации «Ростехэкспертиза».**

Подписано в печать 15.04.2010. Формат 60x90/16. Тираж 500 экз.

Отпечатано ООО «НАВИГАТОР», 111141, г. Москва, ул. Плеханова, д.7 оф. 405

Тел.: 978-41-74, 672-32-84, 978-41-73

**ISBN 978-5-9901793-3-2**

© Ассоциация «Ростехэкспертиза», 2009

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>5</b>
<b>1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ</b> .....	<b>6</b>
<b>2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ</b> .....	<b>6</b>
<b>3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b> .....	<b>8</b>
<b>4 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ</b> .....	<b>10</b>
<b>5 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ</b> .....	<b>13</b>
<b>6 ОЦЕНКА СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СОСУДОВ, АППАРАТОВ И РЕЗЕРВУАРОВ</b> .....	<b>22</b>
6.1 Расчет на прочность элементов сосуда	22
6.2 Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних сейсмических нагрузках на штуцер	23
6.3 Расчет анкерных болтов	24
<b>7 ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СОСУДЫ, АППАРАТЫ И РЕЗЕРВУАРЫ</b> .....	<b>26</b>
7.1 Полностью и частично заполненный сосуд	27
7.2 Параметры расчетной модели с учетом движения жидкости в сосуде при горизонтальном воздействии	28
7.3 Параметры расчетной модели с учетом движения жидкости в сосуде при вертикальном воздействии	31
7.4 Периоды колебаний и высота волны	31
7.5 Нагрузки от сейсмических воздействий	32
7.6 Нагрузки на опорные лапы и стойки	34
7.7 Расчет на устойчивость опорных стоек	36
7.8 Расчет обечаек и конических переходов на прочность и устойчивость	37
7.9 Гидродинамическое давление от сейсмического воздействия для частично заполненного сосуда	38
7.10 Гидродинамическое давление от сейсмического воздействия для полностью заполненного сосуда	40
7.11 Расчет на прочность элементов сосуда, нагруженных давлением с учетом сейсмического воздействия	41
7.12 Перемещения точек присоединения трубопровода к сосуду	43
<b>8 ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СОСУДЫ И АППАРАТЫ</b> .....	<b>44</b>
8.1 Полностью и частично заполненный сосуд	44
8.2 Параметры расчетной модели при продольном воздействии	44
8.3 Параметры расчетной модели при поперечном воздействии	46
8.4 Периоды колебаний и высота волны	47
8.5 Дополнительные нагрузки от сейсмического воздействия	48
8.6 Нагрузки и усилия от сейсмических воздействий в продольном направлении	49
8.7 Нагрузки и усилия от сейсмических воздействий в поперечном и вертикальном направлениях	50
8.8 Нагрузки на анкерные болты	51

---

8.9	Гидродинамическое давление от сейсмического воздействия для частично заполненного сосуда	52
8.10	Гидродинамическое давление для полностью заполненного сосуда	54
8.11	Расчет элементов сосуда на прочность и устойчивость	54
8.12	Определение перемещений точек присоединения трубопровода к сосуду	57
<b>9</b>	<b>РАСЧЕТ СИСТЕМ С БОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ</b>	<b>58</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЕРИОДОВ КОЛЕБАНИЙ ИМПУЛЬСИВНОЙ МАССЫ</b>	<b>62</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНДАМЕНТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ</b>	<b>68</b>
	<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b>	<b>70</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящий стандарт разработан с целью повышения сейсмостойкости проектируемых, вновь изготавливаемых и реконструируемых сосудов, аппаратов и резервуаров, применяемых в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, нефтегазовой и смежных отраслях промышленности, расположенных на площадках с сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по шкале MSK-64.

Стандарт предназначен для специалистов, осуществляющих проектирование сосудов, аппаратов и резервуаров, а также проектирование строительных конструкций и фундаментов под сосуды, аппараты и резервуары.

Рекомендован Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзором) к использованию в качестве нормативного документа межотраслевого применения.

Настоящий стандарт разработан ООО «НТП Трубопровод». Разработка выполнена авторским коллективом в составе:

А.Н. Краснокутский, А.В. Матвеев - ООО «НТП Трубопровод»,  
А.В. Петренко - ОАО «СПбАЭП».

Общая редакция:

А.З. Миркин, Л.Р. Кабо, В.Я. Магалиф - ООО «НТП Трубопровод»,  
А.А. Шаталов - Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор).

---

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ «РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ «РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА»**

**Нормативные документы межотраслевого применения по вопросам промышленной безопасности и охраны недр**

**СОСУДЫ И АППАРАТЫ**  
**НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ**

Расчет на сейсмические воздействия

---

Дата введения 23 декабря 2009 г.

**1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Настоящий стандарт устанавливает нормы и методы определения расчетных усилий, а также оценки прочности и устойчивости от сейсмических воздействий для сосудов, аппаратов и резервуаров из углеродистых и легированных сталей, цветных металлов (алюминия, меди, титана и их сплавов), применяемых в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, нефтегазовой, теплоэнергетической и смежных отраслях промышленности, расположенных на площадках с сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по шкале MSK-64. Стандарт не распространяется на теплообменники, аппараты колонного типа [13], [15] и резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов [24].

Настоящий стандарт применим совместно со сборником стандартов [1]÷[11].

**2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие нормативные и технические документы:

ГОСТ Р 52857.1-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования

ГОСТ Р 52857.2-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек

ГОСТ Р 52857.3-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и внешнем давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних статических нагрузках на штуцер

ГОСТ Р 52857.4-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений

ГОСТ Р 52857.5-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок

ГОСТ Р 52857.6-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках

ГОСТ Р 52857.7-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты

ГОСТ Р 52857.8-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками

ГОСТ Р 52857.9-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Определение напряжений в местах пересечений штуцеров с обечайками и днищами при воздействии давления и внешних нагрузок на штуцер

ГОСТ Р 52857.10-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты, работающие с сероводородными средами

ГОСТ Р 52857.11-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Метод расчета на прочность обечаек и днищ с учетом смещения кромок сварных соединений, угловатости и некруглости обечаек

ГОСТ Р 51273-99 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Определение расчетных усилий для аппаратов колонного типа от ветровых нагрузок и сейсмических воздействий

ГОСТ Р 51274-99 Сосуды и аппараты. Аппараты колонного типа. Нормы и методы расчета на прочность

ГОСТ Р 52630-2006 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия

СНиП II-7-81\*. Строительство в сейсмических районах

СНиП 2.02.05-87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками

СНиП 2.09.03-85 Сооружения промышленных предприятий

СНиП 2.02.01-83 Основания зданий и сооружений

СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений

ПБ 03-584-03 Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных

ПБ 03-576-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением

МДС 31-4.2000 Пособие по проектированию анкерных болтов для крепления строительных конструкций и оборудования (к СНиП 2.09.03-85).

**Примечание** - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по соответствующим указателям, составленным на 1 января текущего года и информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

---

ОКС:	23.020	ОКП:	36 1500
	71.120		
	75.200		

---

Ключевые слова: сосуды и аппараты, нормы и методы расчета на прочность, допускаемые напряжения, сейсмические воздействия

---





МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ  
И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ  
И АТОМНОМУ НАДЗОРУ

ул. А.Лукиянова, д. 4, корп. 8, Москва, 105066  
Телефон: (499) 263-97-75, Факс: (495) 411-60-52  
E-mail: rostehnadzor@gosnadzor.ru  
<http://www.gosnadzor.ru>  
ОКПО 00083701, ОГРН 1047796607650  
ИНН/КПП 7709561778/770901001

Генеральному директору  
НО Ассоциация "Ростехэкспертиза"

Б.П. Тумаяну

115088, г. Москва,  
ул. Шарикоподшипниковская, 4

22.01.2010 № 08-03-05/210  
На  
№ 85 от 24.12.2009

Управление по надзору за взрывопожароопасными и химически опасными объектами рассмотрело представленный стандарт "Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на сейсмические воздействия" (СТО-СА-03-003-2009) и сообщает следующее.

Представленный документ не противоречит требованиям национальных норм и правил в области промышленной безопасности и может применяться на предприятиях химической, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности и объектах газораспределения и газопотребления.

Заместитель начальника Управления по надзору  
за взрывопожароопасными  
и химически опасными объектами

Г.М. Селезнев

С.П. Гончар  
(495) 657 91 80