|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **УТВЕРЖДАЮ** |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

ВАгон-ЦИСТЕРНА   
ДЛЯ перевозки нефтепродуктов  
МОДЕЛЬ XXX

Проверка прочности обечайки и днищ котла

XXX ДР2

**Содержание**

[1 Введение 3](#_Toc440636853)

[2 Исходные данные для расчета 3](#_Toc440636854)

[3 Проверка прочности обечайки и днищ котла 4](#_Toc440636855)

[4 Общие выводы по результатам расчетов](#_Toc440636856) 7

[5 Ссылочные документы](#_Toc440636857) 8

# 1 Введение

Целью настоящего расчета является проверка прочности обечайки и днищ котла вагона-цистерны для перевозки нефтепродуктов, модель XXX (далее – вагон), изготавливаемого в соответствии с комплектом документации согласно XXX. Расчет проведен в соответствии с ГОСТ 14249-89 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность, Нормами для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (далее - Нормы) и ГОСТ 33211-2014 Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам.

# 2 Исходные данные для расчета

Параметры вагона, принятые в расчете, определялись в соответствии с комплектом документации согласно XXX. Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

| Наименование параметра | Обозначение | Значение |
| --- | --- | --- |
| Масса вагона брутто, т | *Qбр* | 100 |
| Грузоподъемность, т | *Q* | 73,3 |
| Площадь поперечной проекции внутренней поверхности днища котла, м2 |  | 8,24 |
| Избыточное внутреннее давление паров жидкости (газа) в котле при температуре плюс 50 , МПа |  | 0,07 |
| Исполнительная толщина обечайки котла, мм |  | 10 |
| Исполнительная толщина днища котла, мм |  | 10 |
| Прибавка для компенсации коррозии за срок службы, мм |  | 1,28 |
| Прибавка для компенсации минусового допуска, мм |  | 0,8 |
| Технологическая прибавка для компенсации утонения при изготовлении днищ, мм |  | 0,74 |
| Внутренний диаметр котла, мм | *D* | 3240 |
| Наружный диаметр котла, мм | *D1* | 3260 |
| Коэффициенты формы | β2 | 1,37 |
| Радиус кривизны в вершине днищ на внутренней поверхности, мм |  | 3080 |

# 

# 3 Проверка прочности обечайки и днищ котла

3.1 Согласно ГОСТ 14249-89 условие соблюдения прочности котла, нагруженного внутренним избыточным давлением, имеет следующий вид

  (1)

где внутреннее избыточное давление в котле, Па;

допускаемое давление, Па.

3.2 Расчетное внутреннее давление в котлах железнодорожных вагонов-цистерн определяется по формуле

(2)

где см. таблицу 1;

давление гидроудара, Па.

3.3 Давление гидроудара определяется по формуле

(3)

где сила инерции жидкости в котле, Н;

см. таблицу 1.

Сила инерции жидкости в котле согласно пункта 2.5.2 Норм определяется по формуле

(4)

где продольная сила удара, приложенная к автосцепке вагона, Н. Согласно Норм для удара N=3.5 МН, для рывка N=2.5 МН. Согласно Стандарта для удара N=2.5 МН, для рывка N=2.5 МН. Для расчета использовалась сила удара согласно Норм;

приведены в таблице 2.

Подставляя данные в формулы, получаем

– при ударе =3,5 МН 0,311 МПа;

– при рывке =2,5 МН 0,222 МПа.

3.4 Испытательное давление определяется по формуле

(5)

где    – допускаемые напряжения при температуре 20 °C, МПа;

– допускаемые напряжения при температуре 50 °C, МПа;

Для котла полученное внутреннее избыточное испытательное давление составляет 0,496 МПа.

3.5 Подставляя расчетные значения в формулу (2) получаем следующие значения расчетного внутреннего давления в котле

– при ударе 3,5 МН =0,381 МПа;

– при рывке 2,5 МН =0,292 МПа.

3.6 Допускаемое внутреннее давление для обечайки котла , МПа, определяется по формуле

(6)

где коэффициент прочности шва, для стыковых швов с двухсторонним сплошным проваром, выполненным автоматической и полуавтоматической сваркой при 100% контроле швов,

допускаемые напряжения при расчетной температуре, для рабочих условий и для условий испытаний, МПа;

см. таблицу 1;

Допускаемое внутреннее давление для днища котла , МПа из условия прочности краевой зоны, определяется по формуле

(7)

где приведены в таблице 1;

Допускаемое внутреннее давление для днища котла , МПа из условия прочности центральной зоны, определяется по формуле

(8)

где приведены в таблице 1;

3.7 Допускаемые напряжения в котле , МПа, согласно   
ГОСТ 14249-89 определяются формулой

(9)

где поправочный коэффициент к допускаемому напряжению, для листовых сталей ;

минимальное значение предела текучести материала котла при расчетной температуре;

коэффициент запаса прочности, согласно ГОСТ 14249-89 для рабочих условий , для условий испытаний .

В результате расчета получаем следующие значения

для рабочих условий 208 МПа;

для условий испытаний 295 МПа.

3.8 Подставляя расчетные данные в формулы (6), (7), (8) получаем следующие величины для рабочих условий:

– допустимое давление для обечайки 1,014 МПа;

– допустимое давление для днища из условия прочности краевой зоны 0,668 МПа;

– допустимое давление для днища условия прочности центральной зоны 0,969 МПа.

Допускаемое давление в котле принято минимальным из этих допустимых величин;

для условий испытаний:

– допустимое давление для обечайки 1,383 МПа;

– допустимое давление для днища из условия прочности краевой зоны 0,911 МПа.

– допустимое давление для днища условия прочности центральной зоны 1,322 МПа.

Допускаемое давление в котле принято минимальным из этих допустимых величин.

3.9 Внутреннее избыточное испытательное давление составляет 0,496 МПа и не превышает допустимого значения 0,911 МПа. Максимальное расчетное рабочее внутреннее давление в котле составляет 0,381 МПа и не превышает допустимого 0,668 МПа. Обечайка и днище котла удовлетворяют условиям прочности согласно ГОСТ 14249-89.

# 4 Общие выводы по результатам расчетов

Были проведены расчеты прочности обечайки и днищ котла вагона-цистерны для перевозки нефтепродуктов модели XXX. Обечайка и днище котла удовлетворяют условиям прочности согласно ГОСТ 14249-89

# 5 Ссылочные документы

1. XXX Вагон-цистерна для перевозки нефтепродуктов. Модель XXX, XXX

2. ГОСТ 14249-89 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность

3. ГОСТ 33211-2014 Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам

4. «Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)». – М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996 г., 317 с.