XXX

ВАГОН-ЦИСТЕРНА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

МОДЕЛЬ XXX

Расчет пропускной способности предохранительного клапана

**ЦДЛР 0113.00.00.000 РР10**

**Содержание**

1 Цель расчета 3

2 Исходные данные для расчета 3

3 Расчет необходимой пропускной способности 4

4 Заключение 7

5 Ссылочные документы 7

# 1 Цель расчета

* 1. Целью расчета является определение необходимой пропускной способности предохранительного клапана, устанавливаемого на вагоне цистерне для перевозки нефтепродуктов модели XXX.

# 2 Исходные данные для расчета

## Условные обозначения и исходные данные для расчета были приняты в соответствии с комплектом документации согласно ЦДЛР XXX. Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование параметра | Обозначение | Единица  измерения | Значение |
| Наименование груза | *—* | — | Нефтепродукты |
| Масса груза | *mгр* | кг | 73300 |
| Удельная теплоемкость груза | *с* | Дж/(кг·K) | 2050 |
| Коэффициент температурного расширения груза | *β* | 1/K | 1,24·10-3 |
| Температура груза при наливе | *T0* | K | 253 |
| Давление воздуха над грузом при наливе (абсолютное) | *P0* | МПа | 0,1 |
| Объем котла полный | *Vk* | м3 | 88,0 |
| Степень налива груза | *γ* | — | 0,98 |
| Условное избыточное давление в котле по регулировке предохранительного клапана | *Pкл* | МПа | 0,15 |
| Молярная масса нефтепродуктов | *μ* | кг/моль | 0,065 |
| Молярная масса воздуха | *μ* | кг/моль | 0,029 |
| Диаметр котла | *D* | м | 3,240 |
| Длина обечайки котла | *Lоб* | м | 9,772 |
| Длина цилиндрической части днища | *Lц* | м | 0,06 |
| Глубина эллиптической части днища | *Hэ* | м | 0,642 |

## Над уровнем жидкого груза внутри котла находится смесь паров нефтепродуктов и воздуха. Необходимая пропускная способность увеличивается при увеличении молярной массы выходящего через клапан вещества. В данном случае молярная масса паров нефтепродуктов больше, поэтому дальнейший расчет проведен для паров нефтепродуктов, что является худшим случаем.

# 3 Расчет необходимой пропускной способности

## Срабатывание предохранительного клапана может происходить только за счет температурного расширения груза, как следствие уменьшения объема воздушной подушки и повышения давления в ней. Таким образом, необходимая пропускная способность *Gн*, кг/ч, определяется по формуле

 (1)

где Δ*mв* – масса выпускаемого через клапан воздуха, кг, за время Δ*t*, с;

## 3.2 Количество тепла, поступающего в цистерну за счет солнечной радиации и лучистого теплообмена с окружающей средой [2]

 (2)

где *As* – поглощающая способность цистерны по отношению к солнечным лучам, *As* = 0,75;

*F0* – площадь поверхности цистерны, подвергающаяся солнечному облучению

*F0* = *D*(*Lоб + 2Lц*) + π*DHэ*/2 (3)

*Eg* – максимальная облучательная способность солнца на территории России в июле месяце [2], *Eg* = 40,5·105 Дж/(м2·ч).

## Температура залитого продукта при нагреве за счет солнечной радиации возрастает по закону

 (4)

где *t* – текущее значение времени, c;

*T*0, *mгр*, *с* приведены в таблице 1.

## Объем, занимаемый грузом

 (5)

где *t* – текущее значение времени, c;

*Vk*, *γ*, *β*, *c*, *mгр* приведены в таблице 1.

## Объем, занимаемый воздухом, *Vв*

 (6)

где *Vгр*(*t*) вычисляется по формуле (5).

## Время, за которое груз расширится и займет полный объем котла

 (7)

## Время, за которое давление внутри котла достигнет давления срабатывания клапана

 (8)

где *Pк* – абсолютное давление срабатывания клапана, *Pк* = *Pкл* + 0,1МПа = 0,25 МПа.

## Давление внутри котла

 (9)

## Масса воздуха, находящегося внутри котла

 (10)

где *RT* приведена в таблице 1.

3.10 В результате расчетов была получена зависимость давления внутри котла по формуле (9). График изменения давления внутри котла представлен на рисунке 1, график изменения скорости вытекания воздуха - на рисунке 2. В соответствии с графиком, представленным на рисунке 2, необходимая пропускная способность составляет *Gн* =0,768 кг/час.

K:\NX\Статьи\Отчеты по вагонам\15-6906 (ЦДЛР.2515)\P2-001.tiff

Рисунок 1 – Изменение давления внутри котла во времени

K:\NX\Статьи\Отчеты по вагонам\15-6906 (ЦДЛР.2515)\G2-001.tiff

Рисунок 2 – Изменение скорости вытекания воздуха во времени

# 4 Заключение

4.1 В соответствии с паспортом ГГ731.13.00.000 ПС «Клапан предохранительно-впускной. Паспорт», а также ХНМ 932.00.00.000 ТУ «Клапан предохранительно-впускной. Технические условия», фактическая пропускная способность предохранительного клапана, *G*ф, составляет 616,5 кг/ч и 519 кг/ч, соответственно, что значительно больше необходимой пропускной способности *G*н = 0,768 кг/ч.

# 5 Ссылочные документы

1. С.С. Кутателадзе, В.М. Боришанский «Справочник по теплопередаче», Госэнергоиздат, 1959г.
2. XXX Вагон-цистерна для перевозки нефтепродуктов. Модель XXX. Разработка XXX.
3. ГГ731.13.00.000 ПС Клапан предохранительно-впускной. Паспорт
4. ХНМ 932.00.00.000 ТУ Клапан предохранительно-впускной. Технические условия

*6 Зам ЦДЛР.19.140-20 29.09.20*

Лист регистрации изменений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Изм**.** | Номера листов (страниц) | | | | Всего листов (страниц)  в документе | Номер  документа | Входящий номер сопроводительного  документа и дата | Под-пись | Дата |
| изменен-ных | заменен-ных | новых | аннулиро-  ванных |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |