

# Memória de Cálculo

*ASME VIII Divisão 1, Edição 2019*



**TAG: CP-01B**

*Separador Ar/Óleo*

*Área: Tombadores*

*Cliente: Rumo – Rio Verde/GO*

[www.conerge-engenharia.com.br](http://www.conerge-engenharia.com.br)

Rua Dr. Manuel Tourinho, 10 \* Vila Mathias \* Santos \* SP \* CEP 11015-030 \* Voip: (13) 3466-7187

e-mail: [comercial@conerge-engenharia.com.br](mailto:comercial@conerge-engenharia.com.br)

## 1 - Dados de Entrada

|                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| Tipo de Vaso .....           | Cilíndrico Vertical       |
| Material.....                | SA-395                    |
| Diâmetro Interno .....       | 440,00 mm                 |
| Comprimento.....             | 670,00 mm                 |
| Pressão Interna.....         | 7,0 kgf/cm <sup>2</sup>   |
| Pressão Externa.....         | 0,00 kgf/cm <sup>2</sup>  |
| Vácuo .....                  | 0,00 kgf/cm <sup>2</sup>  |
| Temperatura de Projeto ..... | 120,00 °C                 |
| Densidade do Produto .....   | 1000,00 kg/m <sup>3</sup> |

## 2 - Cálculo do Separador (Apêndice 13-2(b) - Código ASME VIII, Divisão I, Ed.2019

|                                                                                      |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Material.....                                                                        | SA-395                   |
| Temperatura Interna de Projeto (T) .....                                             | 120,00 °C                |
| Pressão Interna (P) .....                                                            | 883 Kpa                  |
| Comprimento interno lado menor (H) .....                                             | 150,00 mm                |
| Comprimento interno lado maior (h) .....                                             | 670,00 mm                |
| Parâmetro do vaso (K) .....                                                          | 0,27                     |
| Parâmetro do vaso (a) .....                                                          | 0,22                     |
| Tensão admissível do material SA-395 à 120,00 °C (S) .....                           | 82,8 Mpa                 |
| Fator Adimensional (C) .....                                                         | 0,30 mm                  |
| Espessura da chapa lado menor do vaso, com margem de corrosão (t <sub>1</sub> )..... | 12,94 mm                 |
| Espessura da chapa lado maior do vaso, com margem de corrosão (t <sub>2</sub> )..... | 11,96 mm                 |
| Raio Interno (A) .....                                                               | 220,00 mm                |
| Densidade do Produto (ρ) .....                                                       | 1000,0 kg/m <sup>3</sup> |

## 2.1 – Cálculo da Tensão de Membrana ( $S_m$ )

### 2.1.1 - Cálculo das Seções Semicilíndricas:

2.1.1.1 - ( $S_m$ )<sub>B</sub> (Eq. 1) ..... 15 kpa

$$(S_m)_B = \frac{P \cdot a}{(t_1 \cdot E)}$$

2.1.1.2 - ( $S_m$ )<sub>C</sub> (Eq. 2) ..... 22.874 kpa

$$(S_m)_C = \frac{P \cdot (a + L)}{t_1 \cdot E}$$

2.1.1.2 – Chapas Laterais ( $S_m$ )<sub>C</sub> (Eq. 3) ..... 16 kpa

$$S_m = \frac{P \cdot a}{t_2 \cdot E}$$

## 2.2 - Cálculo da Tensão de Flexão ( $S_b$ )

### 2.2.1 – Seções Semicilíndricas:

2.2.1.1 - ( $S_b$ )<sub>B</sub> (Eq. 4) ..... 82.320 kpa

$$(S_b)_B = \pm \frac{P \cdot L \cdot c}{6 \cdot I_1 \cdot E} (3 \cdot L - C_1)$$

2.2.1.2 - ( $S_b$ )<sub>C</sub> (Eq. 5) ..... 82.483 kpa

$$(S_b)_C = \pm \frac{P \cdot L \cdot c}{6 \cdot I_1 \cdot E} [3 \cdot (L + 2 \cdot a) - C_1/A]$$

## 2.2.2 – Chapas Laterias:

2.2.2.1 –  $(S_b)_A$  (Eq. 6) ..... 3 kpa

$$(S_b)_A = \pm \frac{P \cdot L \cdot C_1 \cdot c}{6 \cdot A \cdot I_2 \cdot E}$$

2.2.2.2 –  $(S_b)_B$  (Eq. 7) ..... 105.746 kpa

$$(S_b)_B = \pm \frac{P \cdot L \cdot c}{6 \cdot I_2 \cdot E} (3 \cdot L - C_1/A)$$

## 2.3 – Cálculo da Tensão Total ( $S_T$ )

### 2.3.1 – Seções Semicilíndricas:

2.3.1.1 -  $(S_T)_B$  ..... 82.335 kpa

$$(S_T)_B = \text{Eq}(1) + \text{Eq}(4)$$

2.3.1.2 -  $(S_T)_C$  ..... 105.357 kpa

$$(S_T)_C = \text{Eq}(2) + \text{Eq}(5)$$

### 2.3.2 – Chapas Laterais:

2.3.2.1 -  $(S_T)_A$  ..... 19 kpa

$$(S_T)_A = \text{Eq}(3) + \text{Eq}(6)$$

2.3.2.2 -  $(S_T)_B$  ..... 105.762 kpa

$$(S_T)_B = Eq(3) + Eq(7)$$

## 2.4 - Resultado Final

Espessura Mínima Encontrada ( $t_1$ ) ..... 12,94 mm

Espessura Máxima Encontrada ( $t_2$ ) ..... 11,96 mm

Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA) ..... 15,29 kgf/cm<sup>2</sup>

Como  $t_n \geq t_c$ , a espessura nominal é adequada.

## 3 - Cálculo da PMTA

Pressão de Projeto para o Vaso ..... 15,29 kgf/cm<sup>2</sup>

PMTA Calculada (subitem 2.1.3.1 deste documento) ..... 15,29 kgf/cm<sup>2</sup>

PMTA (ASME VIII Divisão I, Ed.2019 – UCD-23) ..... 15,29 kgf/cm<sup>2</sup>

Assim:

**Pressão de Projeto = PMTA (ASME VIII divisão I, ed. 2019 – UCD-23) = PMTA Calculada**

**PMTA Adotada = Pressão de Projeto = 15,29 kgf/cm<sup>2</sup>**

## 4 - Teste Hidrostático de Campo - UCD-23

### 4.1 - Teste de Campo Baseado na Pressão de Projeto por UCD-23

Pressão de Projeto para o Vaso ..... 15,29 kgf/cm<sup>2</sup>

Pressão Hidrostática de Teste a 21,000 °C ..... 30,60 kgf/cm<sup>2</sup>

Fator UCD-23 da Tensão ..... 1,5000

## 5 - Sumário do Cálculo do Vaso

|                                                              |        |                     |
|--------------------------------------------------------------|--------|---------------------|
| Temperatura de Projeto .....                                 | 120,00 | °C                  |
| Pressão Interna de Projeto .....                             | 15,29  | kgf/cm <sup>2</sup> |
| Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA) por UCD-23..... | 15,29  | kgf/cm <sup>2</sup> |

## 6 - Resumo da Tensão

| Componentes do Vaso  |       | Pressão Interna<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | Pressão Externa<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | Vácuo<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | Sobreesspessura<br>Interno<br>(mm) | Externa<br>(mm) |
|----------------------|-------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Separador de Ar/Óleo | Corpo | 9,0                                       | 0,0000                                    | 0,0000                          | 0,0000                             | 0,0000          |

| Componentes do Vaso  |       | Pressão Interna<br>Total<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | Pressão Externa<br>Total<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | PMTA (*)<br>UCD-23<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------------|-------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Separador de Ar/Óleo | Corpo | 9,0                                                | 0,0000                                             | 15,29                                        |

(\*) Pressão Máxima de Trabalho Admissível para a Parte do Vaso por UG-24

### PMTA: Pressão Máxima de Trabalho Admissível no Topo do Vaso (UG-24)

PMTA é o menor dos valores encontrados para a Pressão Máxima de Trabalho Admissível para qualquer das partes essenciais de um vaso, ajustada para qualquer diferença na coluna de líquido que possa existir entre a parte considerada e o topo do vaso.

Se o cálculo da PMTA não está incluído no relatório de cálculo, então o vaso não precisa ser testado com base na PMTA, e, neste caso, a placa de identificação deve ter a Pressão de Projeto como a PMTA

## **Pressão Máxima de Trabalho Admissível para o Vaso:**

**15,290 kgf/cm<sup>2</sup> a 120,00 °C**

### **7 - Sumário de Espessuras**

| Componentes do Vaso     |                   | Encontrada<br>(mm) | Mínima<br>(mm) |
|-------------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| Separador de<br>Ar/Óleo | Chapas lado maior | 12,94              | 0,000          |
|                         | Chapas lado menor | 11,96              | 0,000          |

- a) Nominal: chapa comercial/espessura schedule  
b) Mínima: espessura mínima de projeto, inclui corrosão e tolerância de conformação.

### **8 - Relatório do Teste de Campo**

#### **8.1 - Teste de Campo Baseado na Pressão de Projeto por UCD-23**

| Componentes do Vaso     |       | Pressão<br>Local<br>no Teste<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|-------|--------------------------------------------------------|
| Separador de<br>Ar/Óleo | Corpo | 30,600                                                 |

- a) Pressão de Teste: 30,600 kgf/cm<sup>2</sup> a 21,000 °C  
b) Fator de Pressão – UCD-23: 1,500

## 9 - Conclusão

De acordo com a Tabela UCD-23, a tensão de membrana admissível é igual 82.800 kpa.

Todas as tensões de membrana calculadas atendem a esse requisito.

A soma admissível das tensões de membrana e de flexão corresponde a 1,5 vezes a tensão de membrana admissível da Tabela UCD-23, ou seja:

$$1,5 \times 82.800 = 124.200$$

A posição sujeita ao maior tensionamento localiza-se na parte central (posição M) da chapa lateral com furos de diâmetro variável; nessa posição, a tensão total calculada é igual a 105.762 kpa, menor do que atenção total amissível.

**Conclusão: as espessuras especificadas para as chapas são satisfatórias.**

### CONTROLE DE EMISSÃO

|                                |                                                               |                                                                                                            |                                      |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Engenheiro<br/>Mecânico</b> | <b>KLEBER DOS SANTOS SAMPAIO</b><br><b>CREA SP 5070656258</b> | <br><b>Assinatura</b> | <b>01/02/2023</b><br><br><b>Data</b> |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|

*"Inspeção com Segurança e Qualidade é nossa Prioridade"*