**Общество с Ограниченной Ответственностью**

**ООО «\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_»**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ**

**00.00.001.РР**

 **2022 г.**

**СОДЕРЖАНИЕ**

[1 ПОСТАНОВКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА РАСЧЕТ 3](#_Toc56431181)

[1.1 Основные методики и нормативные документы, используемые для расчета 3](#_Toc56431182)

[2 РАСЧЕТ БУРТИКА НА ПРОЧНОСТЬ 4](#_Toc56431183)

[2.1.1 Исходные данные 4](#_Toc56431184)

[2.1.2 Расчёт в рабочих условиях 4](#_Toc56431185)

[2.1.3 Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 34233.2-2017 4](#_Toc56431186)

[2.1.4 Расчет давления испытаний 4](#_Toc56431187)

[2.1.5 Расчёт в условиях испытаний (Герметичность) 5](#_Toc56431188)

[2.1.6 Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 34233.2-2017 5](#_Toc56431189)

[2.1.7 Расчёт в условиях испытаний (Гидроиспытания) 5](#_Toc56431190)

[2.1.8 Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 34233.2-2017 5](#_Toc56431191)

[3 РАСЧЕТ НА СРЕЗ 7](#_Toc56431192)

[3.1.1 Исходные данные 7](#_Toc56431193)

[3.1.2 Расчёт в рабочих условиях 7](#_Toc56431194)

[3.1.3 Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 34233.2-2017 8](#_Toc56431195)

[3.1.4 Расчёт в условиях испытаний (Герметичность) 9](#_Toc56431196)

[3.1.5 Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 34233.2-2017 9](#_Toc56431197)

[3.1.6 Расчет давления испытаний 11](#_Toc56431198)

[3.1.7 Расчёт в условиях испытаний (Гидроиспытания) 11](#_Toc56431199)

[3.1.8 Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 34233.2-2017 11](#_Toc56431200)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А – 13](#_Toc56431201)

[Лист регистрации изменений 14](#_Toc56431202)

# ПОСТАНОВКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА РАСЧЕТ

Настоящий расчет выполняется для:

а) Расчет на срез вследствие воздействия давления;

б) Расчет на прочность буртика колена в месте прокладки.

Колено изготовлено в соответствии с конструкторской документацией, ТУ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

## Основные методики и нормативные документы, используемые для расчета

Настоящий расчет выполнен в программе ПАССАТ 3.0[[1]](#footnote-1).

Основные методики, используемые в программе ПАССАТ, соответствуют требованиям ГОСТ Р 52857.ХХ–2007 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность», ГОСТ 34233.1-2017 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования».

# РАСЧЕТ БУРТИКА НА ПРОЧНОСТЬ

### Исходные данные

|  |  |
| --- | --- |
| Материал: | 20CrNiMo GB3077 |
| Внутр. диаметр, D: | 51 мм |
| Толщина стенки, s: | 10 мм |
| Прибавка для компенсации коррозии и эрозии, c1: | 2 мм |
| Прибавка для компенсации минусового допуска, c2: | 0,15 мм |
| Прибавка технологическая, c3: | 0 мм |
| Сумма прибавок к расчётной толщине стенки, c: | 2,15 мм |
| Длина обечайки, L: | 5 мм |

Коэффициенты прочности сварных швов:

Продольный шов:

|  |  |
| --- | --- |
|  | = 1 |

Окружной шов :

|  |  |
| --- | --- |
|  | = 1 |

### Расчёт в рабочих условиях

#### Условия нагружения:

|  |  |
| --- | --- |
| Расчётная температура, T: | 60 °C |
| Расчётное внутреннее избыточное давление, p: | 105 МПа |
| Расчётный изгибающий момент, M: | 0 Н∙м |
| Расчётное поперечное усилие, Q: | 0 Н |
| Расчётное осевое растягивающее усилие, F: | 0 Н |
| Расчётный крутящий момент, Mt: | 0 Н∙м |

### Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 34233.2-2017

Допускаемые напряжения для материала 20CrNiMo GB3077 при температуре 60 °C (рабочие условия):

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | = |  |  |  |  | *=min{918,7 / 1,5; 1054,3 / 2,4}* | = 439,31 МПа |

Модуль продольной упругости для материала 20CrNiMo GB3077 при температуре T = 60 °C:

|  |  |
| --- | --- |
| E= | 2,12∙105  МПа |

##### Гладкая обечайка, нагруженная внутренним избыточным давлением

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= (105 \* 51) / (2 \* 439,31 \* 1 – 105) + 2,15* | =9,072 мм |

9,072 мм  10  мм

Заключение: **Условие работоспособности выполнено.**

Допускаемое давление:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | = | *2 \* 439,31 \* 1 \* (10 – 2,15) / (51 + 10 – 2,15)* | =117,2 МПа |

117,2 МПа  105  МПа

Заключение: **Условие прочности выполнено.**

Минимальное расстояние между “одиночными” штуцерами:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 2 \* (51 \* (10 – 2,15))1/2* | = 40,017мм |

### Расчет давления испытаний

Пробное давление при гидравлическом испытании, при работе элемента под внутренним давлением, ГОСТ 34347-2017:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *=1.25 \* 105 \* 445,83 / 439,31 – 0,50016∙10-3* | = 133,2 МПа |

### Расчёт в условиях испытаний (Герметичность)

#### Условия нагружения:

|  |  |
| --- | --- |
| Расчётная температура, T: | 20 °C |
| Расчётное внутреннее избыточное давление, p: | 131,25 МПа |
| Расчётный изгибающий момент, M: | 0 Н∙м |
| Расчётное поперечное усилие, Q: | 0 Н |
| Расчётное осевое растягивающее усилие, F: | 0 Н |
| Расчётный крутящий момент, Mt: | 0 Н∙м |

### Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 34233.2-2017

Допускаемые напряжения для материала 20CrNiMo GB3077 при температуре 20 °C (рабочие условия):

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 20= |  |  |  |  | *=min{950 / 1,5; 1070 / 2,4}* | = 445,83 МПа |

Модуль продольной упругости для материала 20CrNiMo GB3077 при температуре T = 20 °C:

|  |  |
| --- | --- |
| E20= | 2,15∙105  МПа |

##### Гладкая обечайка, нагруженная внутренним избыточным давлением

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= (131,25 \* 51) / (2 \* 445,83 \* 1 – 131,25) + 0,15* | =8,9528 мм |

8,9528 мм  10  мм

Заключение: **Условие работоспособности выполнено.**

Допускаемое давление :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | = | *2 \* 445,83 \* 1 \* (10 – 0,15) / (51 + 10 – 0,15)* | =144,34 МПа |

144,34 МПа  131,25  МПа

Заключение: **Условие прочности выполнено.**

Минимальное расстояние между “одиночными” штуцерами:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 2 \* (51 \* (10 – 0,15))1/2* | = 44,826мм |

### Расчёт в условиях испытаний (Гидроиспытания)

#### Условия нагружения при испытаниях:

|  |  |
| --- | --- |
| Расчётная температура, T: | 20 °C |
| Расчётное внутреннее избыточное давление (с учётом гидростатического), p: | 157,5 МПа |
| Расчётный изгибающий момент, M: | 0 Н∙м |
| Расчётное поперечное усилие, Q: | 0 Н |
| Расчётное осевое растягивающее усилие, F: | 0 Н |
| Расчётный крутящий момент, Mt: | 0 Н∙м |

### Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 34233.2-2017

Допускаемые напряжения для материала 20CrNiMo GB3077 при температуре 20 °C (условия гидроиспытаний):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 20= |  | *=950 / 1,1* | = 863,64 МПа |

Модуль продольной упругости для материала 20CrNiMo GB3077 при температуре T = 20 °C:

|  |  |
| --- | --- |
| E20= | 2,15∙105  МПа |

##### Гладкая обечайка, нагруженная внутренним избыточным давлением

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= (157,5 \* 51) / (2 \* 863,64 \* 1 – 157,5) + 0,15* | =5,267 мм |

5,267 мм  10  мм

Заключение: **Условие работоспособности выполнено.**

Допускаемое давление :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | = | *2 \* 863,64 \* 1 \* (10 – 0,15) / (51 + 10 – 0,15)* | =279,6 МПа |

279,6 МПа  157,5  МПа

Заключение: **Условие прочности выполнено.**

Минимальное расстояние между “одиночными” штуцерами:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 2 \* (51 \* (10 – 0,15))1/2* | = 44,826мм |

# РАСЧЕТ НА СРЕЗ

### Исходные данные

|  |  |
| --- | --- |
| Элемент: | Отвод  |
| Материал отвода: | 20CrNiMo GB3077 |
| Внутренний диаметр отвода, d: | 45 мм |
| Толщина стенки отвода, sг: | 18,5 мм |
| Прибавка для компенсации коррозии и эрозии, c1: | 2 мм |
| Прибавка для компенсации минусового допуска, c2: | 1 мм |
| Прибавка технологическая, c31: | 0 мм |
| Прибавка технологическая, c32: | 0 мм |
| Прибавка технологическая, c33: | 0 мм |
| Радиус отвода, Rг: | 82 мм |
| Угол, 0: | 90 ° |
| Овальность,  | 0 % |

Коэффициенты прочности сварных швов:

Продольный шов:

|  |  |
| --- | --- |
|  | *= 1* |

### Расчёт в рабочих условиях

#### Условия нагружения:

|  |  |
| --- | --- |
| Расчётная температура, T: | 60 °C |
| Расчётное внутреннее избыточное давление, p: | 105 МПа |
| Осевое усилие, Fz0: | 0 Н |
| Поперечное усилие, Fx0: | 0 Н |
| Поперечное усилие, Fy0: | 0 Н |
| Крутящий момент, Mz0: | 0 Н∙м |
| Изгибающий момент, Mx0: | 0 Н∙м |
| Изгибающий момент, My0: | 0 Н∙м |

### Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 34233.2-2017

Допускаемые напряжения для материала 20CrNiMo GB3077 при температуре 60 °C (рабочие условия):

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | = |  |  |  |  | *=min{918,7 / 1,5; 1054,3 / 2,4}* | = 439,31 МПа |

Модуль продольной упругости для материала 20CrNiMo GB3077 при температуре T = 60 °C:

|  |  |
| --- | --- |
| E= | 2,12∙105  МПа |

Наружный диаметр отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= (45 + 2\*18,5)* | =82 мм |

Вспомогательный коэффициент:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= max{105 / [2 \* 439,31 + 105]; 0.03}* | =0,10675 |

Вспомогательный коэффициент:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= max{2 \* 0,10675 \* 82 / 82 + 0.5; 1.0}* | =1 |

Коэффициент формы для внешней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= max{0.12 \* (1 + (1 + 0.4 \* 0 / 0,10675 \* 1)1/2); 1.0}* | =1 |

Торовый коэффициент для внешней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= (4 \* 82 +82) / (4 \* 82 + 2\*82)* | =0,83333 |

Расчетная толщина стенки внешней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 105 \* 82 \* 1 \* 0,83333 / [2 \* 1 \* 439,31 + 105]* | =7,2945 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 2 + 1 + 0* | =3 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 7,2945 + 3* | =10,295 мм |

Условие прочности:

|  |
| --- |
|  |

18,5 мм > 10,295 мм

**Условие прочности выполнено.**

Торовый коэффициент для внутренней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= (4 \* 82 – 82) / (4 \* 82 – 2\*82)* | =1,5 |

Расчетная толщина стенки внутренней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 105 \* 82 \* 1 \* 1,5 / [2 \* 1 \* 439,31 + 105]* | =13,13 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 2 + 1 + 0* | =3 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 7,2945 + 3* | =16,13 мм |

Условие прочности:

|  |
| --- |
|  |

18,5 мм > 16,13 мм

**Условие прочности выполнено.**

Коэффициент формы для средней части отвода (15 % от нейтральной линии):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= max{0.12 \* (1 + (1 + 0.4 \* 0 / 0,10675)1/2); 1.0}* | =1 |

Торовый коэффициент для средней части отвода (15 % от нейтральной линии):

|  |
| --- |
|  |

Расчетная толщина стенки средней части отвода (15 % от нейтральной линии):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 105 \* 82 \* 1 \* 1 / [2 \* 1 \* 439,31 + 105]* | =8,7534 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 2 + 1 + 0* | =3 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 7,2945 + 3* | =11,753 мм |

Условие прочности:

|  |
| --- |
|  |

18,5 мм > 11,753 мм

**Условие прочности выполнено.**

Допускаемое давление:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | =min{ | *2 \* (18,5 – 3) \* 1 \* 439,31/ [82 \* 1 \* 0,83333 – 18,5 + 3]2 \* (18,5 – 3) \* 1 \*439,31 / [82 \* 1 \* 1,5 – 18,5 + 3]2 \* (18,5 – 3) \* 1 \*439,31/ [82 \* 1 \* 1 – 18,5 + 3]* | =126,69 МПа |

Условие прочности:

|  |
| --- |
|  |

105 МПа < 126,69 МПа

**Условие прочности выполнено.**

### Расчёт в условиях испытаний (Герметичность)

#### Условия нагружения:

|  |  |
| --- | --- |
| Расчётная температура, T: | 20 °C |
| Расчётное внутреннее избыточное давление, p: | 131,25 МПа |
| Осевое усилие, Fz0: | 0 Н |
| Поперечное усилие, Fx0: | 0 Н |
| Поперечное усилие, Fy0: | 0 Н |
| Крутящий момент, Mz0: | 0 Н∙м |
| Изгибающий момент, Mx0: | 0 Н∙м |
| Изгибающий момент, My0: | 0 Н∙м |

### Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 34233.2-2017

Допускаемые напряжения для материала 20CrNiMo GB3077 при температуре 20 °C (рабочие условия):

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 20= |  |  |  |  | *=min{950 / 1,5; 1070 / 2,4}* | = 445,83 МПа |

Модуль продольной упругости для материала 20CrNiMo GB3077 при температуре T = 20 °C:

|  |  |
| --- | --- |
| E20= | 2,15∙105  МПа |

Наружный диаметр отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= (45 + 2\*18,5)* | =82 мм |

Вспомогательный коэффициент:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= max{131,25 / [2 \* 445,83 + 131,25]; 0.03}* | =0,12831 |

Вспомогательный коэффициент:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= max{2 \* 0,12831 \* 82 / 82 + 0.5; 1.0}* | =1 |

Коэффициент формы для внешней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= max{0.12 \* (1 + (1 + 0.4 \* 0 / 0,12831 \* 1)1/2); 1.0}* | =1 |

Торовый коэффициент для внешней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= (4 \* 82 +82) / (4 \* 82 + 2\*82)* | =0,83333 |

Расчетная толщина стенки внешней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 131,25 \* 82 \* 1 \* 0,83333 / [2 \* 1 \* 445,83 + 131,25]* | =8,7679 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 0 + 1 + 0* | =1 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 8,7679 + 1* | =9,7679 мм |

Условие прочности:

|  |
| --- |
|  |

18,5 мм > 9,7679 мм

**Условие прочности выполнено.**

Торовый коэффициент для внутренней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= (4 \* 82 – 82) / (4 \* 82 – 2\*82)* | =1,5 |

Расчетная толщина стенки внутренней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 131,25 \* 82 \* 1 \* 1,5 / [2 \* 1 \* 445,83 + 131,25]* | =15,782 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 0 + 1 + 0* | =1 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 8,7679 + 1* | =16,782 мм |

Условие прочности:

|  |
| --- |
|  |

18,5 мм > 16,782 мм

**Условие прочности выполнено.**

Коэффициент формы для средней части отвода (15 % от нейтральной линии):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= max{0.12 \* (1 + (1 + 0.4 \* 0 / 0,12831)1/2); 1.0}* | =1 |

Торовый коэффициент для средней части отвода (15 % от нейтральной линии):

|  |
| --- |
|  |

Расчетная толщина стенки средней части отвода (15 % от нейтральной линии):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 131,25 \* 82 \* 1 \* 1 / [2 \* 1 \* 445,83 + 131,25]* | =10,521 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 0 + 1 + 0* | =1 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 8,7679 + 1* | =11,521 мм |

Условие прочности:

|  |
| --- |
|  |

18,5 мм > 11,521 мм

**Условие прочности выполнено.**

Допускаемое давление:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | =min{ | *2 \* (18,5 – 1) \* 1 \* 445,83/ [82 \* 1 \* 0,83333 – 18,5 + 1]2 \* (18,5 – 1) \* 1 \*445,83 / [82 \* 1 \* 1,5 – 18,5 + 1]2 \* (18,5 – 1) \* 1 \*445,83/ [82 \* 1 \* 1 – 18,5 + 1]* | =147,91 МПа |

Условие прочности:

|  |
| --- |
|  |

131,25 МПа < 147,91 МПа

**Условие прочности выполнено.**

### Расчет давления испытаний

Пробное давление при гидравлическом испытании, при работе элемента под внутренним давлением, ГОСТ 34347-2017:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *=1.25 \* 105 \* 445,83 / 439,31 – 0,0010543* | = 133,2 МПа |

### Расчёт в условиях испытаний (Гидроиспытания)

#### Условия нагружения при  испытаниях:

|  |  |
| --- | --- |
| Расчётная температура, T: | 20 °C |
| Расчётное внутреннее избыточное давление, p: | 157,5 МПа |
| Осевое усилие, Fz0: | 0 Н |
| Поперечное усилие, Fx0: | 0 Н |
| Поперечное усилие, Fy0: | 0 Н |
| Крутящий момент, Mz0: | 0 Н∙м |
| Изгибающий момент, Mx0: | 0 Н∙м |
| Изгибающий момент, My0: | 0 Н∙м |

### Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 34233.2-2017

Допускаемые напряжения для материала 20CrNiMo GB3077 при температуре 20 °C (условия гидроиспытаний):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 20= |  | *=950 / 1,1* | = 863,64 МПа |

Модуль продольной упругости для материала 20CrNiMo GB3077 при температуре T = 20 °C:

|  |  |
| --- | --- |
| E20= | 2,15∙105  МПа |

Наружный диаметр отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= (45 + 2\*18,5)* | =82 мм |

Вспомогательный коэффициент:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= max{157,5 / [2 \* 863,64 + 157,5]; 0.03}* | =0,083565 |

Вспомогательный коэффициент:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= max{2 \* 0,083565 \* 82 / 82 + 0.5; 1.0}* | =1 |

Коэффициент формы для внешней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= max{0.12 \* (1 + (1 + 0.4 \* 0 / 0,083565 \* 1)1/2); 1.0}* | =1 |

Торовый коэффициент для внешней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= (4 \* 82 +82) / (4 \* 82 + 2\*82)* | =0,83333 |

Расчетная толщина стенки внешней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 157,5 \* 82 \* 1 \* 0,83333 / [2 \* 1 \* 863,64 + 157,5]* | =5,7103 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 0 + 1 + 0* | =1 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 5,7103 + 1* | =6,7103 мм |

Условие прочности:

|  |
| --- |
|  |

18,5 мм > 6,7103 мм

**Условие прочности выполнено.**

Торовый коэффициент для внутренней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= (4 \* 82 – 82) / (4 \* 82 – 2\*82)* | =1,5 |

Расчетная толщина стенки внутренней стороны отвода:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 157,5 \* 82 \* 1 \* 1,5 / [2 \* 1 \* 863,64 + 157,5]* | =10,278 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 0 + 1 + 0* | =1 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 5,7103 + 1* | =11,278 мм |

Условие прочности:

|  |
| --- |
|  |

18,5 мм > 11,278 мм

**Условие прочности выполнено.**

Коэффициент формы для средней части отвода (15 % от нейтральной линии):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= max{0.12 \* (1 + (1 + 0.4 \* 0 / 0,083565)1/2); 1.0}* | =1 |

Торовый коэффициент для средней части отвода (15 % от нейтральной линии):

|  |
| --- |
|  |

Расчетная толщина стенки средней части отвода (15 % от нейтральной линии):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 157,5 \* 82 \* 1 \* 1 / [2 \* 1 \* 863,64 + 157,5]* | =6,8523 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 0 + 1 + 0* | =1 мм |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *= 5,7103 + 1* | =7,8523 мм |

Условие прочности:

|  |
| --- |
|  |

18,5 мм > 7,8523 мм

**Условие прочности выполнено.**

Допускаемое давление:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | =min{ | *2 \* (18,5 – 1) \* 1 \* 863,64/ [82 \* 1 \* 0,83333 – 18,5 + 1]2 \* (18,5 – 1) \* 1 \*863,64 / [82 \* 1 \* 1,5 – 18,5 + 1]2 \* (18,5 – 1) \* 1 \*863,64/ [82 \* 1 \* 1 – 18,5 + 1]* | =286,51 МПа |

Условие прочности:

|  |
| --- |
|  |

157,5 МПа < 286,51 МПа

**Условие прочности выполнено.**

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

# Лист регистрации изменений

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Изм.* | *Номера листов (страниц)* | *Всего листов (страниц)в документе* | *№документа* | *Входящий №сопроводительного документа и дата* | *Подпись* | *Дата* |
| *Измененных* | *Замененных* | *Новых* | *Изъятых* |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. **Программа «ПАССАТ»  (Прочностной Анализ Состояния Сосудов, Аппаратов, Теплообменников) предназначена для расчета прочности и устойчивости сосудов, аппаратов и их элементов с целью оценки несущей способности в рабочих условиях, а также в условиях испытаний и монтажа. Рекомендуется для использования при проектировании и при проведении поверочных расчетов объектов в нефтеперерабатывающей, нефтехимической, газовой, нефтяной и других отраслях промышленности.** [↑](#footnote-ref-1)