

ПАССАТ

Программа расчета на прочность и устойчивость сосудов и аппаратов

для оценки несущей способности при рабочих условиях, при условиях испытаний и монтажа с учетом **сейсмических воздействий**



НТП "Трубопровод"

www.truboprovod.ru
E-mail: passat@truboprovod.ru



Инженерно-промышленная
нефтехимическая компания

Прочностной
Анализ
Состояния
Сосудов
Аппаратов
Теплообменников

Версия 2.02 2004-2010



Почему ПАССАТ?

Прочностной

Анализ

Состояния

Сосудов

Аппаратов

Теплообменников

Регистрация и сертификация программы

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
об официальной регистрации программы для ЭВМ
№ 2005610776

“Программа расчета на прочность сосудов и аппаратов
 (“ПАССАТ”)”

Правообладатель(и): *Общество с ограниченной ответственностью
“Научно-техническое предприятие ТРУБОПРОВОД” (RU)*

Автор(ы): *Краснокутский Андрей Николаевич, Трифионов Юрий
Юрьевич, Тимошкин Алексей Иванович (RU)*


Заявка № 2005610502
Дата поступления 22 марта 2005 г.
Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ
4 апреля 2005 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам



 Б.И. Симонов

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.СП15.Н00361
Срок действия с 25.12.2010 по 24.12.2012
№ 0005676

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ РОСС RU.0001.11СП15

ООО ЦСПС. Орган по сертификации программной продукции в строительстве
125057, г. Москва, Ленинградский просп., д. 63, тел./факс (499) 157-46-71

ПРОДУКЦИЯ Программа “ПАССАТ”
для расчета на прочность сосудов и аппаратов

код ОК 005 (ОКП):
50 4900

прикладные программные средства для проектирования прочие, серийный выпуск


СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ
ГОСТ Р 52857.1-2007, ГОСТ Р 52857.2-2007, ГОСТ Р 52857.3-2007,
ГОСТ Р 52857.4-2007, ГОСТ Р 52857.5-2007, ГОСТ Р 52857.6-2007,
ГОСТ Р 52857.7-2007, ГОСТ Р 52857.8-2007, ГОСТ Р 52857.9-2007, ГОСТ Р 52857.10-2007,
ГОСТ Р 52857.11-2007, ГОСТ Р 52857.12-2007, ГОСТ Р 51273-99, ГОСТ Р 51274-99,
СА 03-004-08, СТО-СА-03.003-2009, ГОСТ Р ИСО 9127-94, ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000


код ТН ВЭД России:


ИЗГОТОВИТЕЛЬ ООО “НТП Трубопровод”
ИНН 7706076702, Россия, 111141, г. Москва, ул. Плеханова, д. 7, стр. 1
тел. (495) 225-9431, факс (495) 368-5065
СЕРТИФИКАТ ВЫДАН
ООО “НТП Трубопровод”, Россия, 111141, г. Москва, ул. Плеханова, д. 7, стр. 1
тел. (495) 225-9431, факс (495) 368-5065
НА ОСНОВАНИИ

Заключения ООО ЦСПС от 24 декабря 2010 г.


ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ Схема сертификации № 3. Без заверенного
печатью приложения на 2-х стр. настоящий сертификат не действителен.



Руководитель органа  Т.Н.Бубнова
инициалы, фамилия

Эксперт  Ю.К.Родендорф
инициалы, фамилия

Сертификат не применяется при обязательной сертификации



Для кого предназначена программа «ПАССАТ»

**Проектно-конструкторские бюро и отделы
ПРОЕКТИРУЮЩИЕ И РЕКОНСТРУИРУЮЩИЕ
СОСУДЫ И АППАРАТЫ,**

работающие под давлением в:

- **Нефтеперерабатывающей**
- **Химической**
- **Нефтехимической**
- **Газовой**
- **Нефтяной**
- **Теплоэнергетической**
- **... и других отраслях**



ОСНОВНЫЕ функции ПАССАТ

- **Определение расчетных толщин и допускаемых значений давления, сил, моментов и напряжений**
- **АВТОМАТИЧЕСКОЕ** определение расчетных величин (*вес, длины, диаметры элементов, характеристик колец жесткости и др.*)
- **Расчет прочности места соединения штуцера с сосудом (аппаратом)**
- **Расчет фланцевых соединений от воздействия давления, внешних сил и моментов, температурных напряжений и т.д.**
- **Анализ введенных исходных данных (авт. отслеживание корректного ввода)**
- **Автоматическое изменение сопряженных величин (размеров, допускаемых напряжений, модулей упругости и т.д.)**
- **Выбор используемых материалов из БД (ГОСТ Р 52857.1-2007)**
- **Автоматическое формирование полного поэлементного отчёта**
- **Настройка размерностей**
- **Заключение о работоспособности сосуда**



ПАССАТ

Нормативные документы 1

- **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.**



ПАССАТ

Нормативные документы 2

- **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 24756-81. Сосуды и аппараты. Аппараты колонного типа. Нормы и методы расчета на прочность. Определение расчетных усилий для аппаратов колонного типа от ветровых нагрузок и сейсмических воздействий.**
- **СТО-СА-03.003-2009. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на сейсмические воздействия. Стандарт ассоциации экспертных организаций техногенных объектов повышенной опасности «Ростехэкспертиза»**
- **ASME VIII, Div 1, 2002, Appendix 2**
- **WRC-107 Welding Research Council. Bulletin. “Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings”**
-



ПАССАТ

Рассчитываемые объекты

Расчеты производятся поэлементно, и включают:

- цилиндрические обечайки (гладкие и подкрепленные кольцами жесткости);
- конические переходы;
- днища (сферические, эллиптические, торосферические, конические, плоские, сферические неотбортованные);
- врезки (штуцера) в обечайки и выпуклые днища;
- седловые опоры в случае горизонтальных сосудов и аппаратов;
- опорные стойки и лапы в случае вертикальных сосудов и аппаратов;
- аппаратные и арматурные фланцевые соединения;
- опоры колонного типа;
- кожухотрубчатые теплообменные аппараты;
- сосуды и аппараты с рубашками;
-



ПАССАТ - БД материалов

- Выбор используемых материалов из базы данных
- БД материалов открыта для пользователя, возможна её корректировка и дополнение
- Величины допускаемых напряжений, модулей упругости и т.д. подставляются и изменяются программой при изменении материала, температуры или толщины стенки автоматически

Свойства материала по ГОСТ 14249-89 (для рабочих условий)

Название материала:

Расчётная температура, T: °C

Свойства материала при рабочей температуре

Допускаемые напряжения, [б]доп: МПа

Предел текучести, Re: МПа

Предел временного сопротивления, Rm: МПа

Модуль продольной упругости, E: МПа

Свойства материала при температуре T=20 °C

Допускаемые напряжения, [б]доп[20]: МПа

Предел текучести, Re[20]: МПа

Предел временного сопротивления Rm[20]: МПа

Модуль продольной упругости, E[20]: МПа

Коэффициент линейного расширения, Alpha: 1/°C

Плотность, ρ_0 : кг/куб.м

Тип заготовки элемента
 Лист
 Труба
 Поковка
 Сорт. прокат
 Отливка

Группа прочности листа
 Лист 1-й группы прочности
 Лист 2-й группы прочности

Проведение расчета: 1-ый шаг – выбор общих параметров

Новый [X]

Новый

- Горизонтальные сосцы и аппараты
- Вертикальные сосцы и аппараты
- Сосцы и аппараты колонного типа

OK

Отмена

Справка

Общие данные [X]

Наименование объекта: <Введите значение>

Название установки: <Введите значение>

Сосуд, содержащий рабочую жидкость

Расчет заполнения сосуда в рабочих условиях

- По коэффициенту заполнения (приблизительно) %
- По коэффициенту заполнения (приблизительно) %**
- По заданному объему продукта
- По заданной высоте налива (от нижней точки объема)

Название рабочей среды: ХКМ

Плотность рабочей среды: 1300 кг/куб.м

Вид испытаний: Гидроиспытания

Пробное давление: 0 МПа

Сероводородная среда

Группа аппарата по ГОСТ Р 52857.10: I

Расчёт штуцеров и арматурных фланцев (модуль "ПАССАТ-Штуцер")

Расчёт теплообменников (модуль "ПАССАТ-Теплообменник")

Расчет на малоцикловую прочность

Количество циклов нагружения, N: 0

Учёт сейсмических нагрузок (модуль "ПАССАТ-Сейсмика")

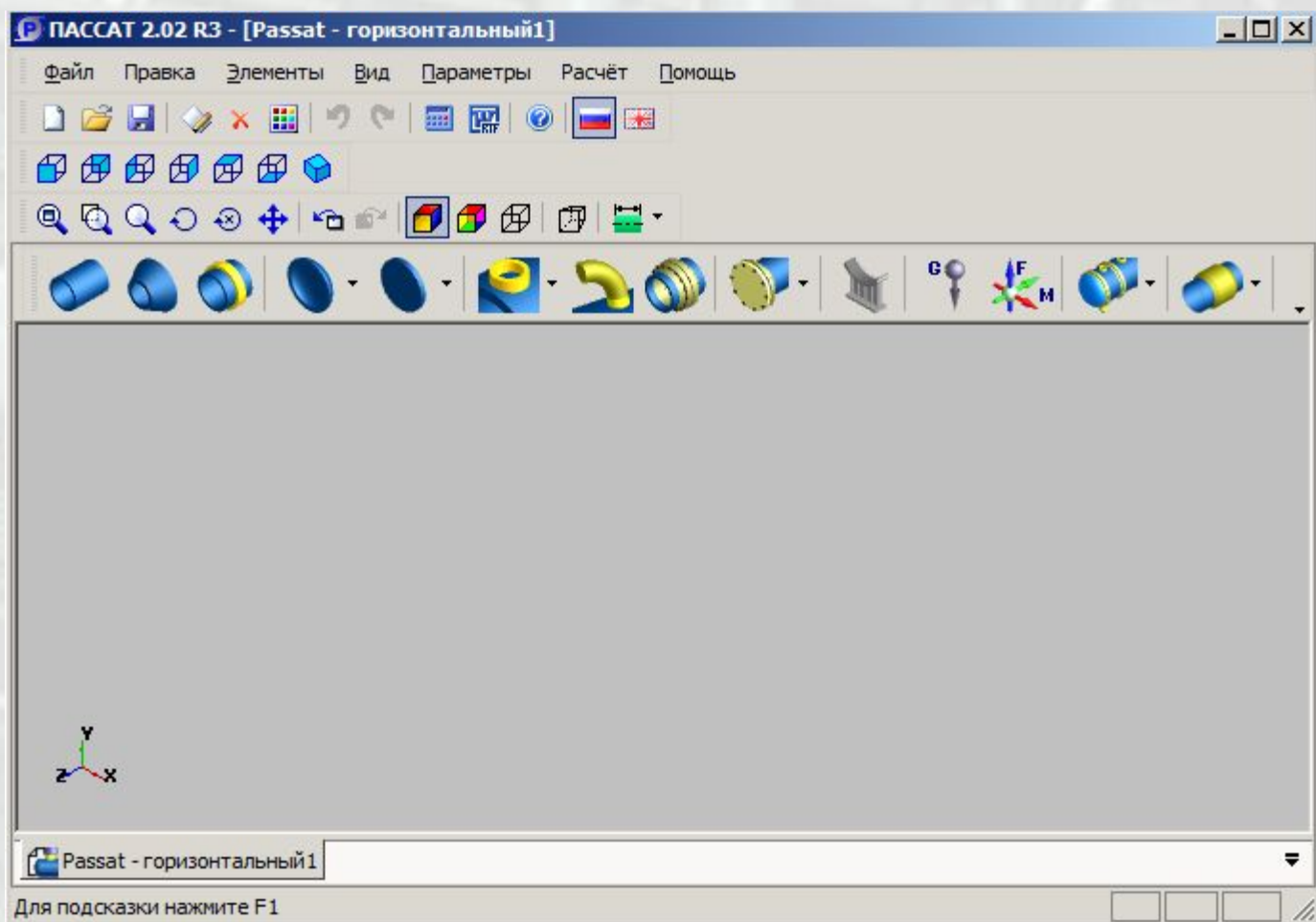
Сейсмичность, балл: 7

Категория сейсмостойкости: II_s >>

OK Отмена



Проведение расчета: Вид рабочего экрана



Проведение расчета: поэлементное создание модели

Обечайка цилиндрическая

Название элемента: Обечайка цилиндрическая №1

Нормативный документ: ГОСТ Р 52857.2-2007

Материал обечайки: Размеры по ГОСТ >>

Ст3 Свойства... Добавить...

Внутренний диаметр обечайки, D: 1000 мм

Толщина стенки обечайки, s: 10 мм

Прибавка на коррозию, c1: 2 мм

Минусовой допуск, c2: 0.8 мм

Прибавка технологическая, c3: 0 мм

Длина обечайки, L: 2000 мм

К-т прочн. продольного сварного шва, Fir: 1 >>

К-т прочн. кольцевого сварного шва, Fit: 1 >>

Расчётная температура, T: 20 °C

Расчётное давление (без гидростатики), p:
 Внутреннее Наружное 1 МПа

Дефекты по ГОСТ Р 52857.11-2007 >>

Изоляция и футеровка >> Малоцикловая прочность >>

Нагрузки
 Определять при расчете Задавать вручную

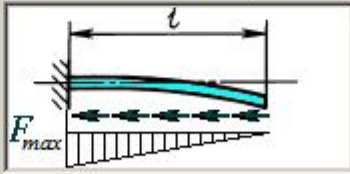
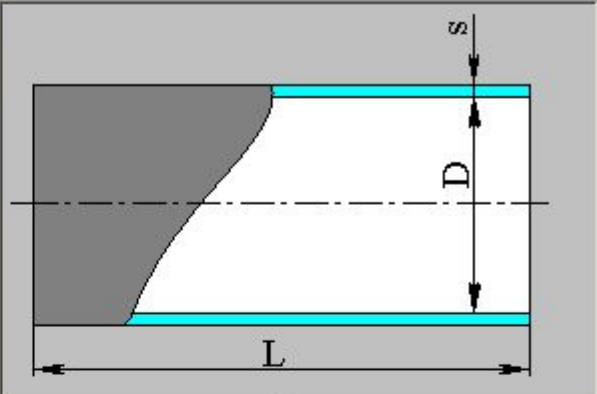
Расчётное осевое усилие, F:

Расчётная схема для определения I_{pr} :

1 5
 2 6
 3 7
 4

OK Отмена **Определение расчётных величин**

Допускаемое давление (с расчётной длиной L): $[p] = 2.202$ МПа
Расчётная толщина с учётом прибавок (с расчётной длиной L): $sr + c = 6.0573$ мм
Диаметр отверстия, не требующего укрепления: $d0 = 239.4$ мм
Минимальное расстояние между "одиночными" штуцерами: $b0 = 169.7$ мм



Проведение расчета: поэлементное создание модели

Штуцер

Название элемента: Штуцер №2 Усл. обозначение (метка): Штуцер №2 Штуцер присоединён к: Днище сферическое неотбортованное (к

Материал штуцера: Ст3 Свойства... Добавить...

Внутренний диаметр штуцера, d: 100 мм
Толщина стенки штуцера, s1: 10 мм
Суммарная прибавка к толщ., cs: 2 мм
Длина наружной части штуцера, l1: 100 мм

Расчётная температура, T: 20 °C

Расчётное избыточное давление, p:
 Внутреннее 0.2 МПа
 Наружное

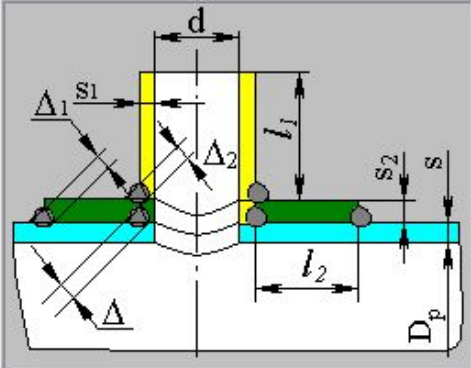
НАКЛАДНОЕ КОЛЬЦО
Материал кольца: Ст3 Свойства... Добавить...

Ширина кольца, l2: 50 мм
Толщина кольца, s2: 10 мм

СВАРНЫЕ ШВЫ:
К-т прочн. продольного сварного шва, Fil: 1 >>>
К-т прочн. сварного шва обечайки в зоне врезки штуцера, Fis: 1 >>>
Минимальные размеры швов:
Delta: 10 мм Delta1: 10 мм Delta2: 10 мм

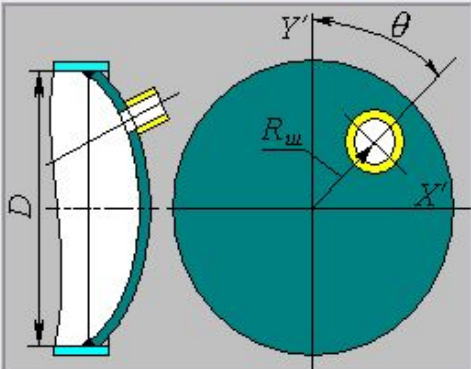
Расчётные схемы штуцеров

- 1 - Непроходящий без укрепления
- 2 - Проходящий без укрепления
- 3 - Непроходящий с накладным кольцом
- 4 - Проходящий с накладным кольцом
- 5 - С накладным кольцом и внутр. частью
- 6 - С отбортовкой
- 7 - С торовой вставкой
- 8 - С сварным кольцом



РАСПОЛОЖЕНИЕ:
 Радиальный
 Вдоль оси
 Наклонный
Смещение, Rш: 0 мм
Угол смещения оси, Theta: 0 градус

Система координат: Полярная Декартова



Далее >> Отмена Определение расчётных величин

Диаметр отверстия, не требующего укрепления: d0 = 609 мм
Допускаемое давление: [p] = 2.21 МПа

Проведение расчета: поэлементное создание модели

Параметры фланцевого соединения

Название элемента:

ФЛАНЕЦ №1 ():

Данные смежного элемента

Смежный элемент:

Внутренний диаметр, D: мм

Толщина стенки, s: мм

Материал:

Параметры фланца/кольца

Материал:

Внутренний диаметр, D: мм

Суммарная прибавка, c: мм

Наружный диаметр, Dн: мм

Высота фланца, h: мм

Длина конической втулки, l: мм

Толщина цилиндрич. части втулки, s0: мм

Толщина конич. части втулки, s1: мм

Радиус перехода, r: мм

Длина цилиндрич. части втулки, lc: мм

Нормативный документ:

ФЛАНЕЦ №2 ():

Данные смежного элемента

Смежный элемент:

Внутренний диаметр, D: мм

Толщина стенки, s: мм

Материал:

Параметры фланца/кольца

Материал:

Внутренний диаметр, D: мм

Суммарная прибавка, c: мм

Наружный диаметр, Dн: мм

Высота фланца, h: мм

Длина конической втулки, l: мм

Толщина цилиндрич. части втулки, s0: мм

Толщина конич. части втулки, s1: мм

Радиус перехода, r: мм

Длина цилиндрич. части втулки, lc: мм

Тип фланцевого соединения

Приварные встык

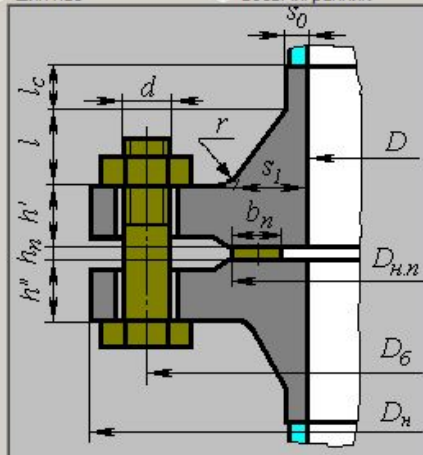
Плоские приварные

Свободные на кольцах Комбинированные

Исполнение фланца

Плоские Выступ-впадина

Шип-паз Восьмигранник



УСЛОВИЯ НАГРУЖЕНИЯ:

Расчётное давление (без гидростатики), p:

Внутреннее Наружное МПа

Расчётные температуры: Вручную Автоматически

Расчётная температура, T: °C

Изолированные фланцы

Учет прибавки при расчете жесткости

Крепёж:

Болты Шпильки

Материал:

Проточка стержня

Наружный диаметр, d: мм

Количество, n:

Диаметр болтовой окружности, Dб: мм

Прокладка

Материал:

Наружный диаметр, Dн.п.: мм

Ширина, bп: мм

Толщина, hп: мм

Проведение расчета: поэлементное создание модели

Седловая опора

Название элемента: Элемент, к которому присоединена опора:

Внутренний диаметр обечайки, D: мм

Толщина стенки обечайки, s: мм

Ширина опоры, b: мм

Угол охвата опоры, delta1: градус

Расстояние от края элемента, l0: мм

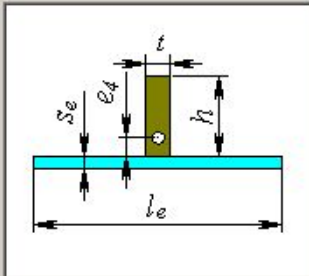
Расчётная температура, T: С

Укрепление обечайки
 Без укрепления
 Подкладным листом
 Кольцом жёсткости

Расположение кольца
 Внутри обечайки
 Снаружи обечайки

Тип кольца (табл. 3, ГОСТ 26202)

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 Опр. пользователем



Материал кольца:

Ширина приваренного участка, t: мм

Расстояние до нейтральной оси сечения, e4: мм

Высота кольца, h: мм

Расстояние до центра тяжести кольца, e: мм

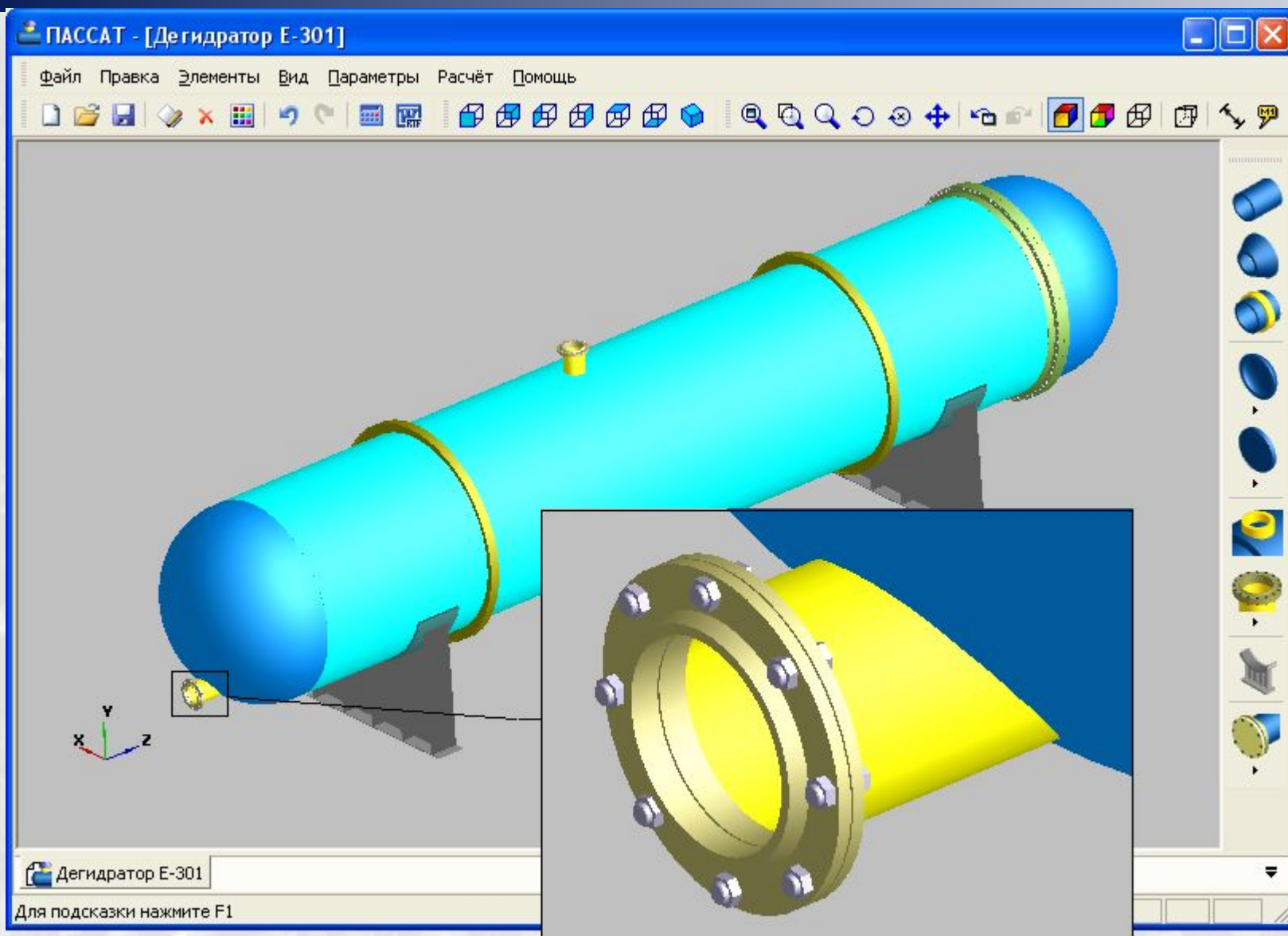
К-т прочности сварного шва кольца, Fik:

Пластический момент сопротивления сечения, Wp: куб.мм

Площадь сечения, Ak: кв.мм

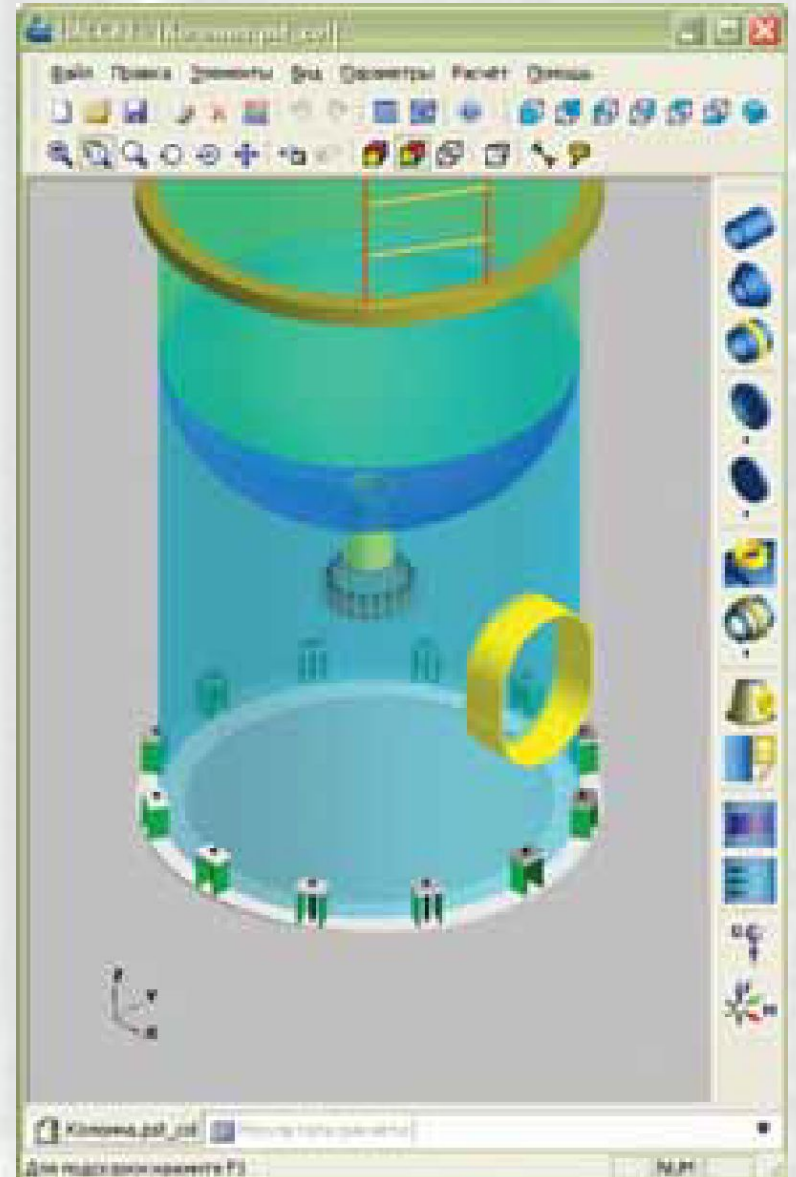
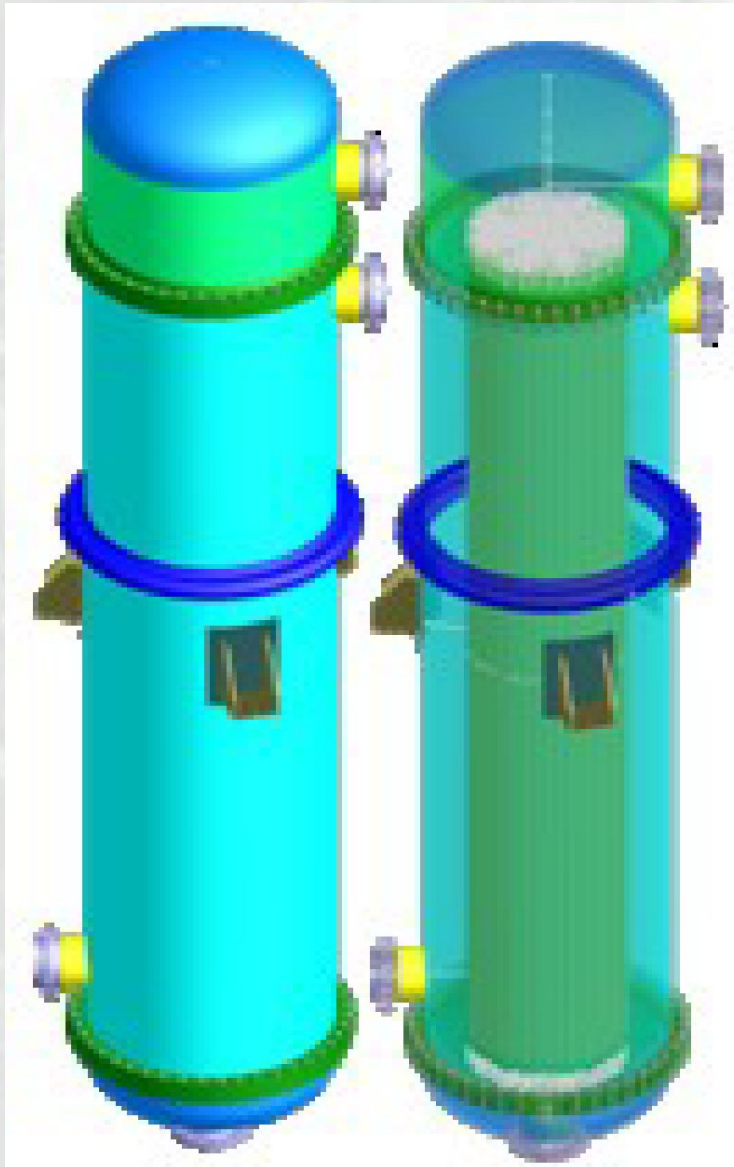
Момент инерции кольца, Ik: мм4

Проведение расчета: пример завершенной модели

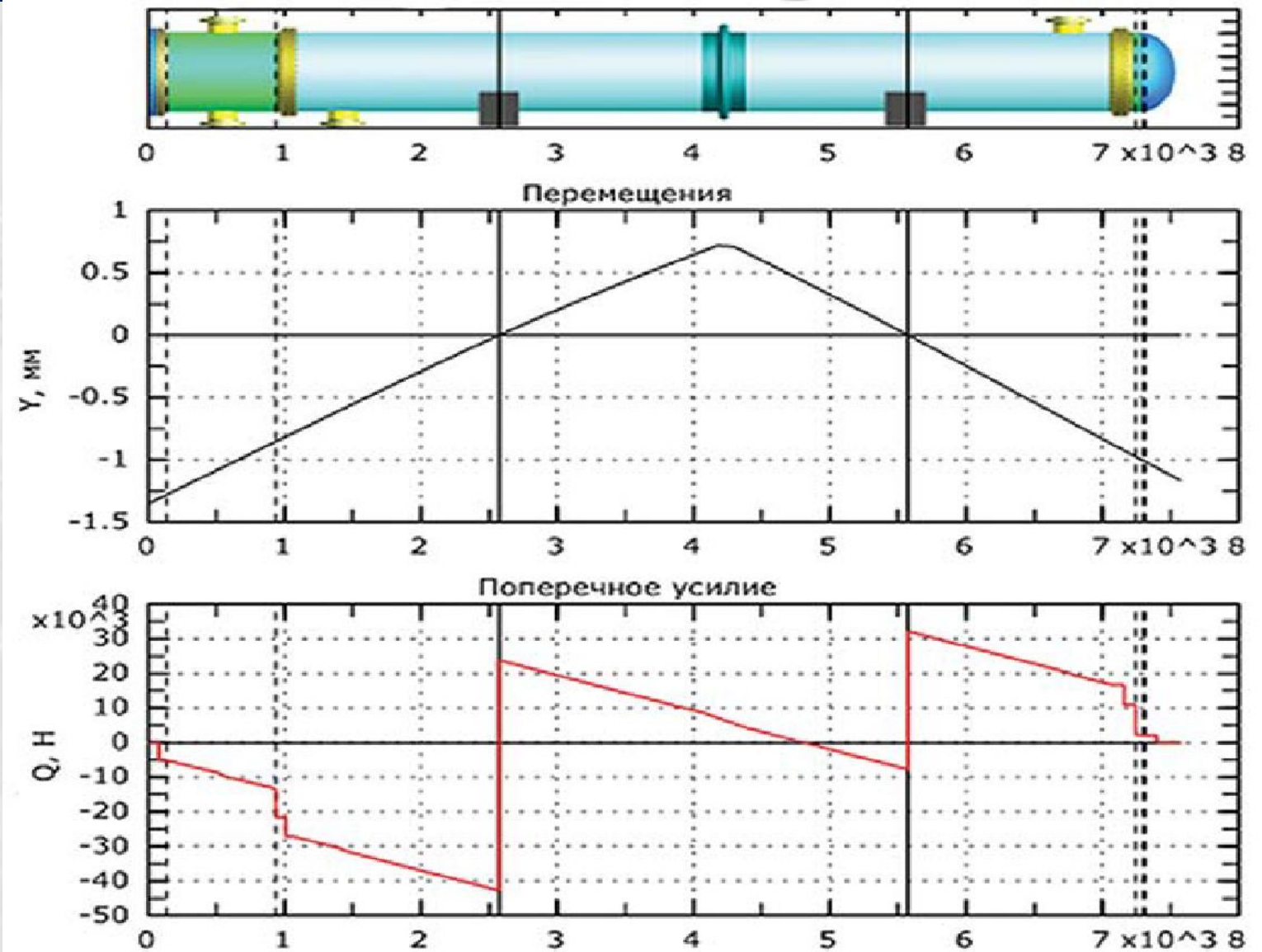




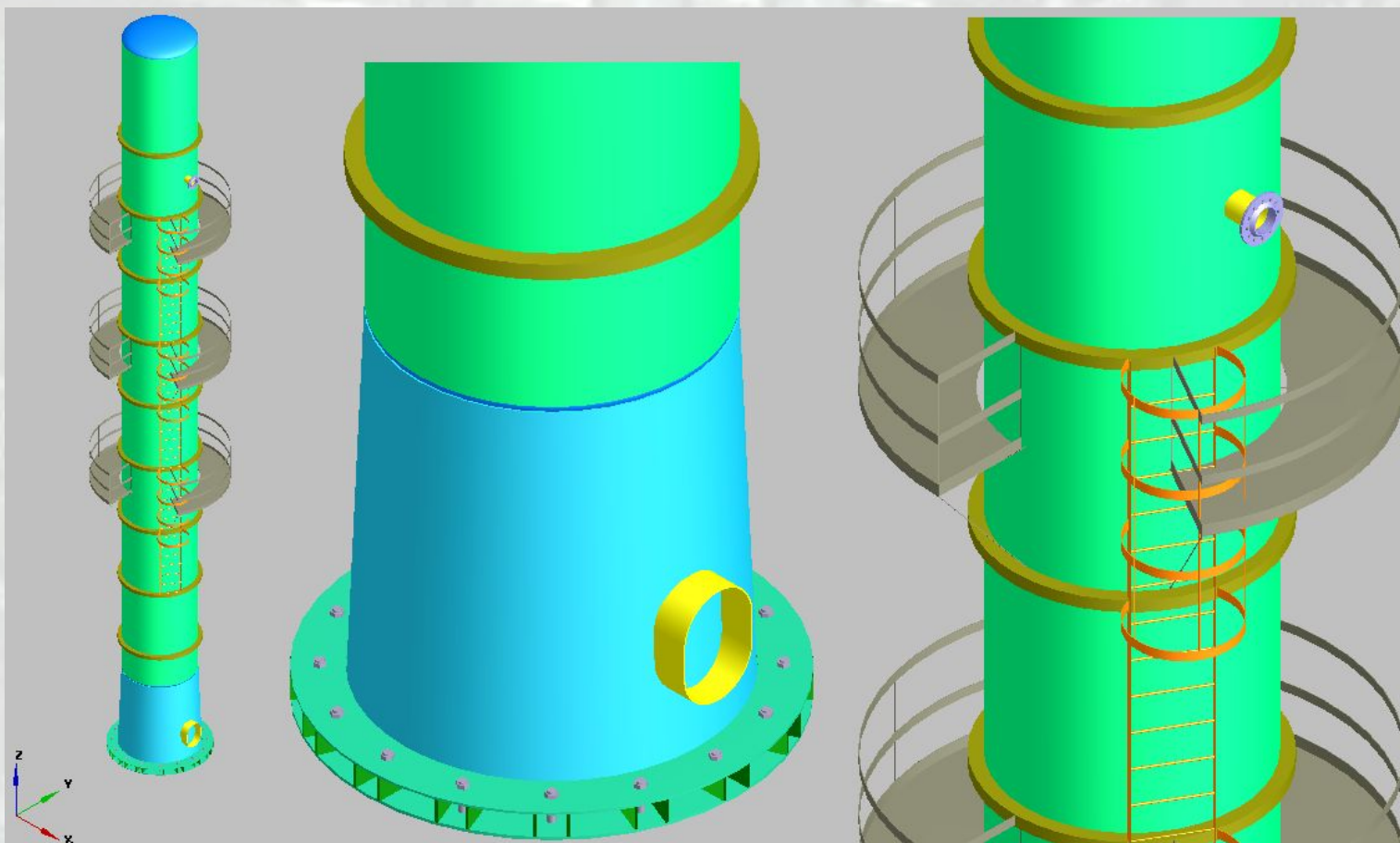
Каркасное и полупрозрачное изображение



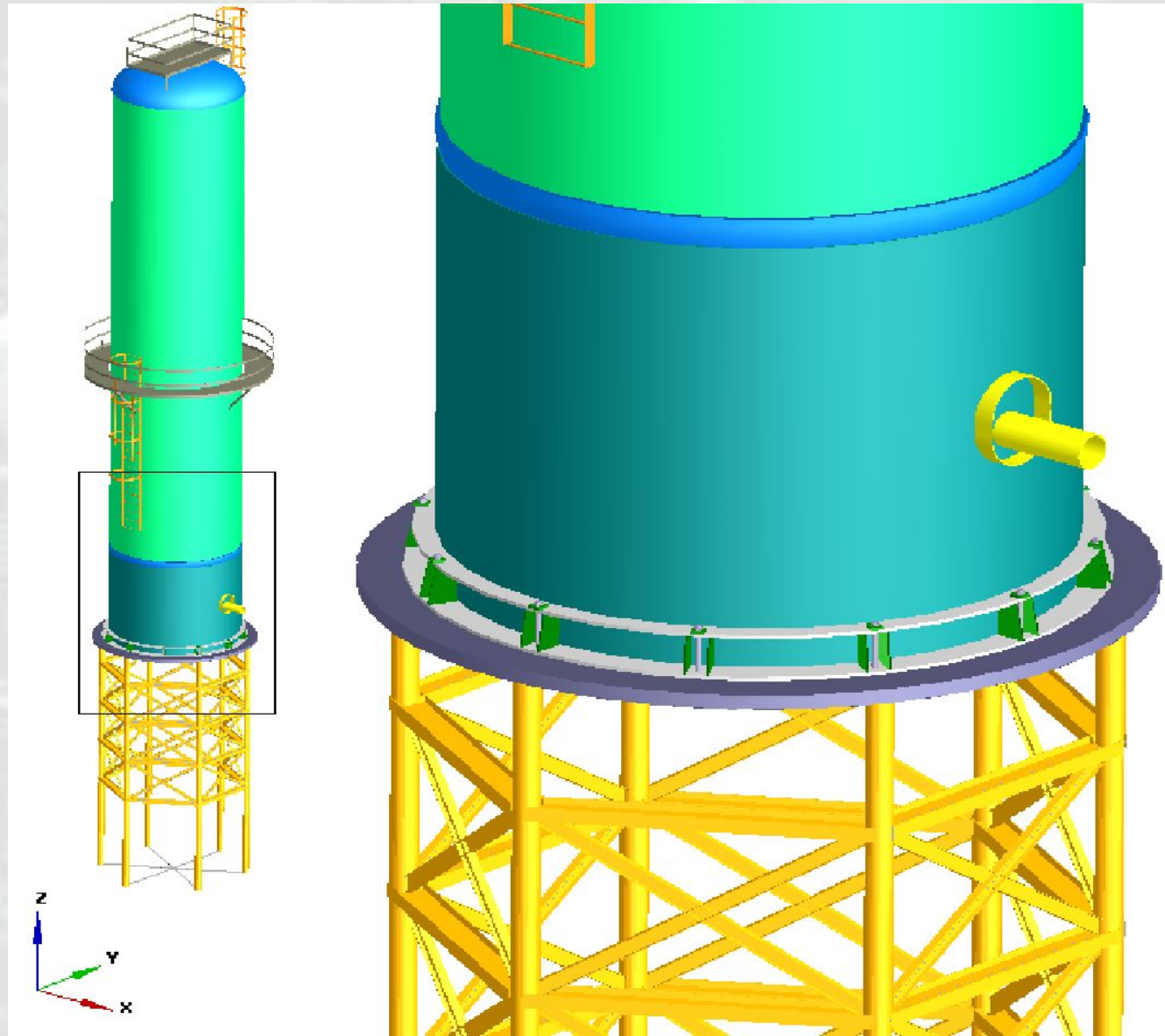
Проведение расчета: пример построения эпюр



пример аппарата колонного типа

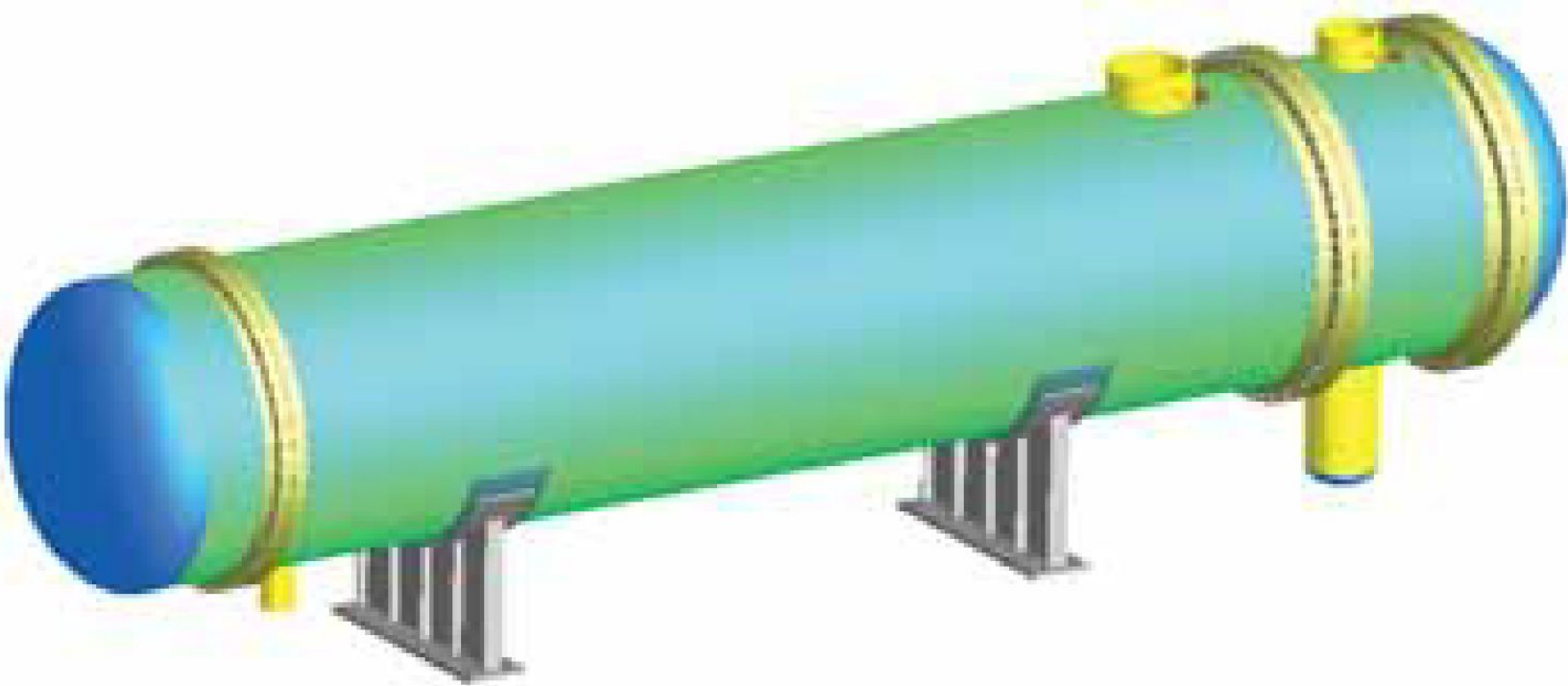


пример аппарата колонного типа



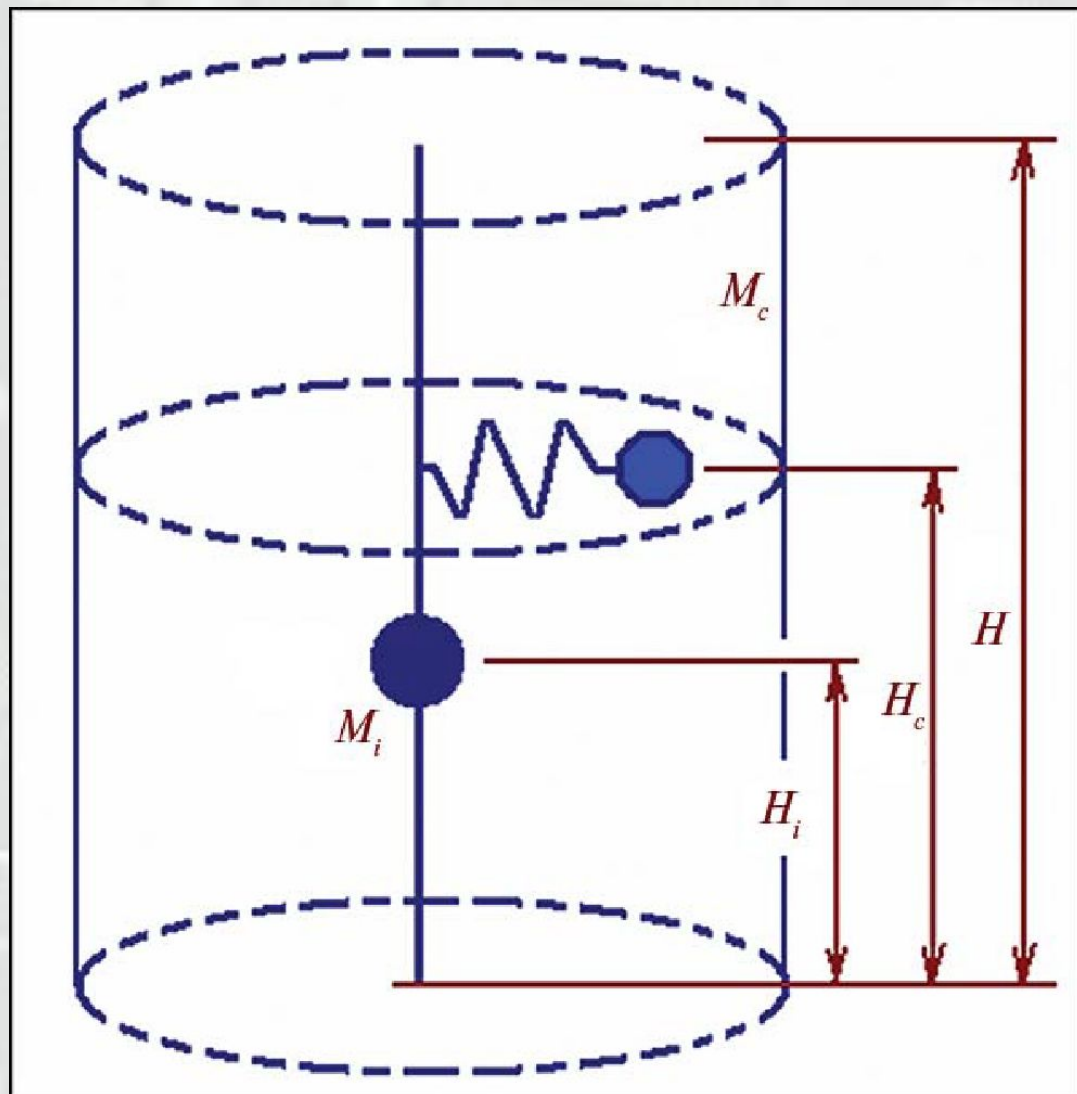


Модуль «ПАССАТ-Теплообменники»



Модуль «ПАССАТ-Сейсмика»

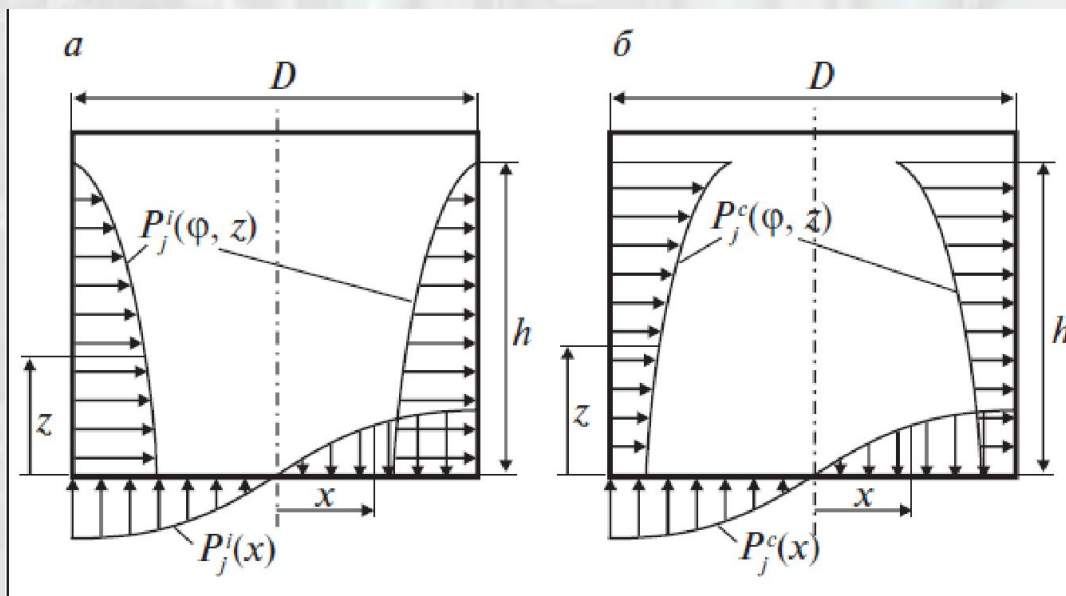
- расчет нагрузок от сейсмических воздействий на горизонтальные и вертикальные сосуды и аппараты;
- расчет элементов сосудов и аппаратов с учетом нагрузок от сейсмических воздействий.





Модуль «ПАССАТ-Резервуары»

- расчет на прочность и устойчивость стенки, бескаркасной стационарной крыши и дна резервуара, включая ветровые, снеговые и сейсмические воздействия;
- расчет анкерного крепления стенки;
- определение допустимых нагрузок на патрубки врезок в стенку резервуара.



ШТУЦЕР - МКЭ

Программа расчета
на прочность и жесткость
мест соединений штуцеров,
работающих под действием давления и
внешних нагрузок по МКЭ





ОСНОВНЫЕ функции ШТУЦЕР-МКЭ

- определяет мембранные, изгибные и общие напряжения в местах соединения штуцеров (в том числе наклонных) с обечайками и днищами сосудов (аппаратов), а также мест врезок в трубопроводы от действия внешних нагрузок и давления;
- определяет допускаемые мембранные и общие напряжения;
- проводит расчет укрепления отверстия от внутреннего давления;
- дает заключение о работоспособности узла врезки;
- определяет жесткость (податливость) узла врезки;
- расчет прочности и жесткости по WRC107(297).

Проведение расчета: Вид рабочего экрана

Штуцер МКЭ 2.06 - [Штуцеры S1 и S2(с кольцом)]

Файл Вид Параметры Расчёт Справка

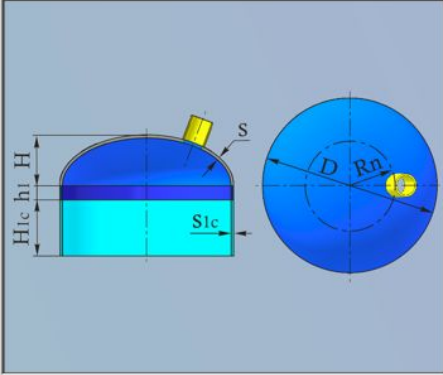
Название проекта: Расчёт на прочность по МКЭ

Нормативный документ по оценке напряжений: ГОСТ Р 52857.1-2007

Расположение Штуцера:
 Радиальный
 Смещённый вдоль оси

Наклонный

Смещение, Rn: 1020 мм



Виды расчётов:
 Расчёт по МКЭ
 Расчёт по WRC107(297)
 Расчёт жёсткости узла врезки
 Расчёт укрепления отверстия по ГОСТ Р 52857.3-2007
 Коррозионная сероводородсодержащая среда

Штуцер/отвешение:
Материал: 08X18H12T
Внутренний диаметр, d: 732 мм
Толщина стенки, s1: 110 мм
Суммарная прибавка к толщ., cs: 4.3 мм
Длина, l1: 89 мм

НАКЛАДНОЕ КОЛЬЦО
Материал кольца: 15X18H12C4ТЮ (ЭИ-65)
Ширина кольца, l2: 350 мм
Толщина кольца, s2: 34 мм

Сварные швы:
Мин. размер шва Delta1: 30 мм
Мин. размер шва Delta2: 30 мм
Мин. размер шва Delta: 30 мм
К-т прочности шва, Fip: 1 >>

Нагрузки Система координат, связана с:
 Аппаратом
 Штуцером

Fx: 377790 Н
Fy: 32890 Н
Fz: -203690 Н
Mx: 530900 Н·м
My: 55810 Н·м
Mz: 23960 Н·м

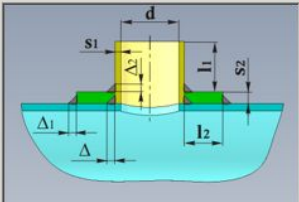
Элемент, несущий штуцер/отвешение:
 Цилиндрическая обечайка
 Коническая обечайка
 Эллиптическое днище
 Полусферическое днище
 Плоское днище
 Магистраль (трубопровод)

Материал элемента: 15X18H12C4ТЮ (ЭИ-65)
Внутренний диаметр, D: 4450 мм
Толщина стенки, s: 34 мм
Суммарная прибавка, cs: 1.8 мм
Высота днища, H: 1112.5 мм
Высота отбортовки, h1: 50 мм
Длина цил. участка, H1c: 1450 мм
Толщина стенки цил. уч., s1c: 25 мм

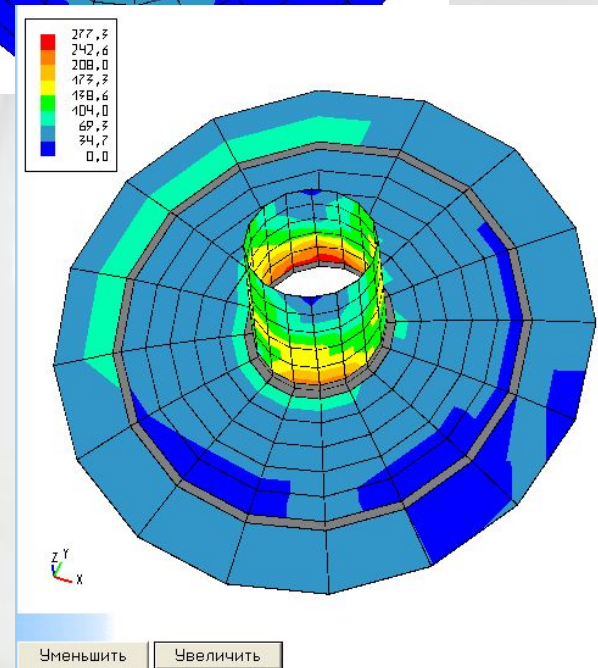
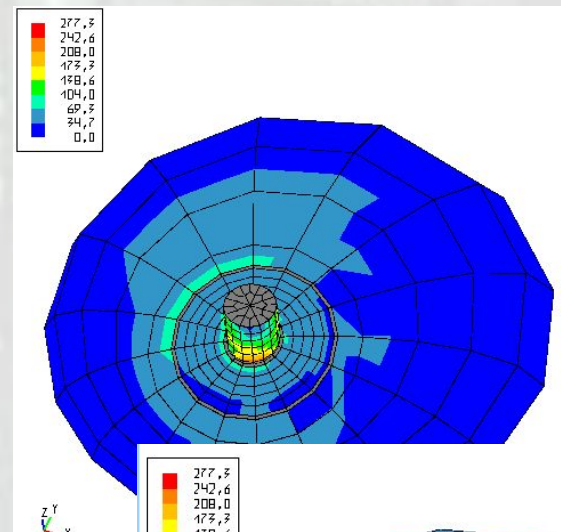
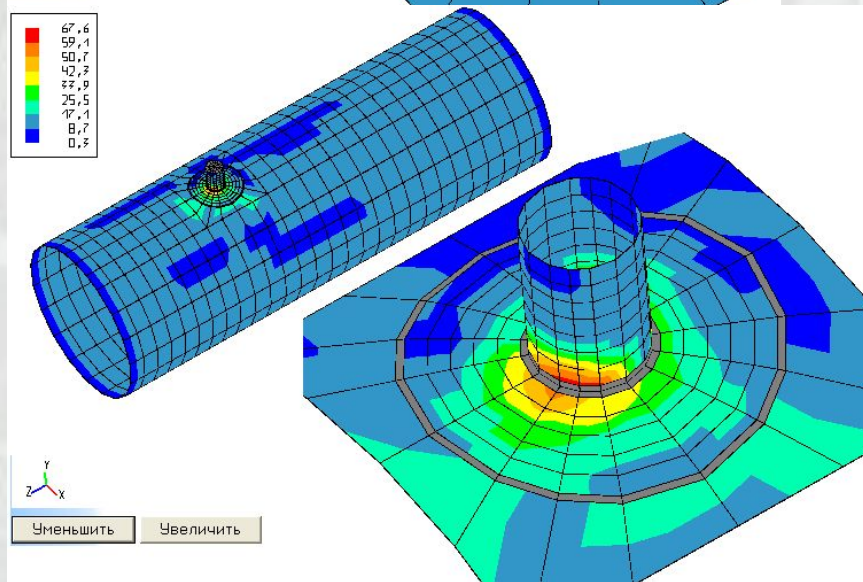
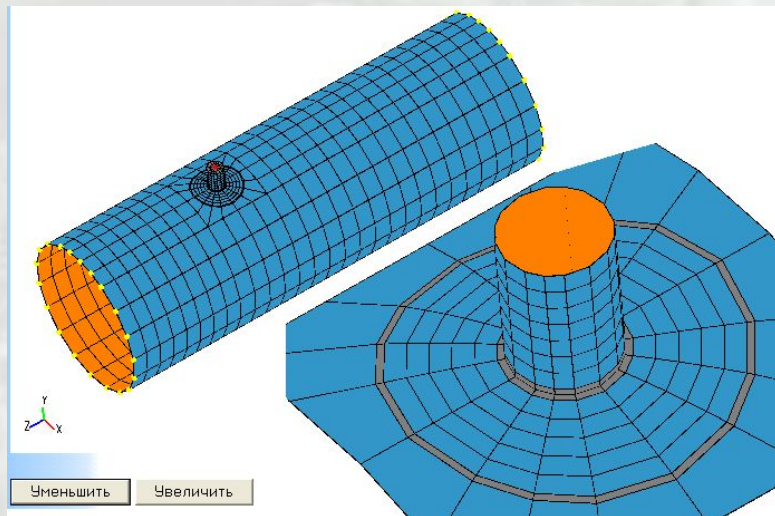
Расчётное избыточное давление, p:
 Внутреннее Наружное 1.41 МПа

Расчётная температура, T: 275 °C

Расчётные схемы штуцера/отвешения:
 Непроходящий без укрепления
 Проходящий без укрепления
 Непроходящий с накладным кольцом
 Проходящий с накладным кольцом
 С накл. кольцом и внутр. частью
 С сварным кольцом



Проведение расчета: конечноэлементная разбивка модели, распределение напряжений



Отчёт в ШТУЦЕР-МКЭ: допускаемые нагрузки и жесткость врезки

Допускаемые нагрузки на штуцер

Допускаемые индивидуальные нагрузки на штуцер при отсутствии действия остальных, включая давление

F_x , Н	F_y , Н	F_z , Н	M_x , Н м	M_y , Н м	M_z , Н м	p , МПа
1.5e+005	2.5e+005	1.6e+005	5.1e+004	8.0e+004	4.5e+004	1.8e+000

Допускаемые нагрузки на штуцер при отсутствии давления*

F_x , Н	F_y , Н	F_z , Н	M_x , Н м	M_y , Н м	M_z , Н м	p , МПа
5.1e+004	8.4e+004	5.5e+004	1.7e+004	2.7e+004	1.5e+004	0.0

Допускаемые нагрузки на штуцер при расчетном давлении*

F_x , Н	F_y , Н	F_z , Н	M_x , Н м	M_y , Н м	M_z , Н м	p , МПа
5.0e+004	8.3e+004	5.3e+004	1.6e+004	2.6e+004	1.5e+004	1.0e-001

* При превышении одного или нескольких компонентов необходим дополнительный расчет на прочность

Жесткость (податливость) врезки

Жесткость врезки

Линейная, Н/мм			Угловая, Н м/гр		
C_x	C_y	C_z	MC_x	MC_y	MC_z
2.6e+004	4.0e+004	4.6e+004	7.3e+004	2.8e+005	3.0e+004

Податливость врезки

Линейная, мм/Н			Угловая, гр/Н м		
Π_x	Π_y	Π_z	MC_x	MC_y	MC_z
3.9e-005	2.5e-005	2.2e-005	1.4e-005	3.5e-006	3.4e-005

Отчёт в ПАССАТ

появляется после нажатия кнопки «расчет»

■ Отчёт

Отчёт Passat

[Проблемные элементы](#)

[Общие данные](#)

Прочность от опорных нагрузок:

[Нагрузки в опорах](#)

[Обечайка вне опорных](#)

[узлов](#)

[Опора седловая №1](#)

[Опора седловая №2](#)

[Днище эллиптическое №1](#)

[Штуцер №2](#)

[Фланец арматурный №2](#)

[Обечайка цилиндрическая №1](#)

[Кольцо жёсткости №2](#)

[Кольцо жёсткости №1](#)

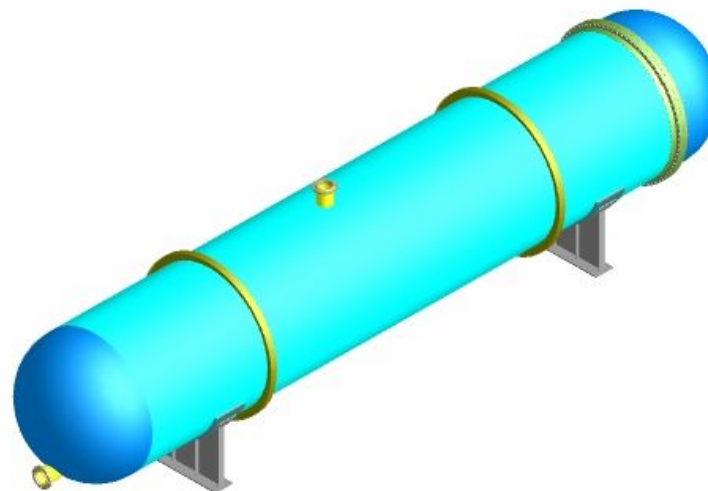
[Штуцер №1](#)

[Фланец арматурный №1](#)

[Аппаратное фланцевое
соединение №1](#)

[Днище эллиптическое №2](#)

Расчёт на прочность сосуда



Название установки:

<Введите название установки>

Наименование объекта:

<Введите наименование объекта>

Сосуд, содержащий рабочую жидкость: Да

Коэффициент заполнения сосуда:

1

(в рабочих условиях)

Плотность рабочей среды:

900 кг/куб.м

Название рабочей среды:

<Введите название рабочей среды>

Отчёт в ПАССАТ детальный, поэлементный

Отчёт

Отчёт Passat

[Проблемные
элементы](#)

[Общие данные](#)

Прочность от опорных
нагрузок:

[Нагрузки в опорах](#)
[Обечайка вне](#)
[опорных узлов](#)
[Опора седловая №1](#)
[Опора седловая №2](#)

[Днище эллиптическое №1](#)
[Штуцер №2](#)
[Фланец](#)
[арматурный №2](#)

[Обечайка](#)
[цилиндрическая №1](#)
[Кольцо жёсткости №2](#)
[Кольцо жёсткости №1](#)
[Штуцер №1](#)
[Фланец](#)
[арматурный №1](#)

[Аппаратное фланцевое](#)
[соединение №1](#)

[Днище эллиптическое №2](#)

Номер опоры	Название опоры	Расстояние от края сосуда до опоры, l_{Fi} , мм
1	Опора седловая №1	2330
2	Опора седловая №2	8930

Расчёт в рабочих условиях

Условия нагружения:

Коэффициент заполнения жидкостью, ξ : 1
 Плотность жидкости, $\rho_{ж}$: 900 кг/куб.м

Результаты расчёта:

Анализ расчетной схемы:

Номер элемента	Тип элемента	Длина элемента, L_i , мм	Расстояние от левого края сосуда до центра тяжести элемента, l_i , мм	Вес элемента, G_i , Н
1	Днище эллиптическое	930	586	22700
2	Обечайка цилиндрическая	1400	1630	45600
3	Обечайка цилиндрическая	6600	5630	215000
4	Обечайка цилиндрическая	1000	9430	32500
5	Фланцевое соединение	262	10100	14700
6	Днище эллиптическое	1100	10600	28200

Общее количество элементов $n = 6$;

Номер элемента до первой опоры $n_1 = 2$;

Номер элемента после второй опоры $n_2 = 4$;

Краевые моменты:

$$M_{01} = 0.693 \cdot 10^4 \text{ Н М}$$

$$M_{0n} = 0.693 \cdot 10^4 \text{ Н М}$$

Отчёт в ПАССАТ детальный, поэлементный

Отчёт

Отчёт Passat

[Проблемные
элементы](#)

[Общие данные](#)

Прочность от опорных
нагрузок:

[Нагрузки в опорах](#)

[Обечайка вне](#)

[опорных узлов](#)

[Опора седловая №1](#)

[Опора седловая №2](#)

[Днище эллиптическое №1](#)

[Штуцер №2](#)

[Фланец](#)

[арматурный №2](#)

[Обечайка](#)

[цилиндрическая №1](#)

[Кольцо жёсткости №2](#)

[Кольцо жёсткости №1](#)

[Штуцер №1](#)

[Фланец](#)

[арматурный №1](#)

[Аппаратное фланцевое
соединение №1](#)

[Днище эллиптическое №2](#)

Нагрузки в опорах:

Опора седловая №1:

Опорное усилие	Изгибающий момент в сечении над опорой	Поперечное усилие в сечении над опорой
$F_1 = \frac{-M_{01} + M_{0n} - \sum_{i=1}^n G_i l_i + \sum_{i=1}^n G_i l_{F2}}{l_{F2} - l_{F1}}$	$M_{F1} = \sum_{i=1}^{n1} G_i (l_{F1} - l_i) - M_{01}$	$Q_1 = \max \left\{ \sum_{i=1}^{n1} G_i; (F_1 - \sum_{i=1}^{n1} G_i) \right\}$
$= (-0.693 \cdot 10^4 + 0.693 \cdot 10^4 - 2.05 \cdot 10^6 + 0.32 \cdot 10^7) / (8930 - 2330) = 1.74 \cdot 10^5 \text{ Н}$	$= 0.714 \cdot 10^5 - 0.693 \cdot 10^4 = 0.645 \cdot 10^5 \text{ НМ}$	$= \max \{ 0.682 \cdot 10^5; (1.74 \cdot 10^5 - 0.682 \cdot 10^5) \} = 1.06 \cdot 10^5 \text{ Н}$

Опора седловая №2:

Опорное усилие	Изгибающий момент в сечении над опорой	Поперечное усилие в сечении над опорой
$F_2 = \sum_{i=1}^n G_i - F_1$	$M_{F2} = \sum_{i=n2}^n G_i (l_i - l_{F2}) - M_{0n}$	$Q_2 = \max \left\{ \sum_{i=n2}^n G_i; (F_2 - \sum_{i=n2}^n G_i) \right\}$
$= 0.358 \cdot 10^6 - 1.74 \cdot 10^5 = 1.84 \cdot 10^5 \text{ Н}$	$= 0.807 \cdot 10^5 - 0.693 \cdot 10^4 = 0.738 \cdot 10^5 \text{ НМ}$	$= \max \{ 0.754 \cdot 10^5; (1.84 \cdot 10^5 - 0.754 \cdot 10^5) \} = 1.09 \cdot 10^5 \text{ Н}$

Расчёт в условиях испытаний (Гидронспытания)

Условия нагружения при испытаниях:

Коэффициент заполнения жидкостью, ξ : 1
 Плотность жидкости, $\rho_{ж}$: 1000 кг/куб. м

Анализ расчетной схемы:

Номер элемента	Тип элемента	Длина элемента, L_i , мм	Расстояние от левого края сосуда до центра тяжести элемента, l_i , мм	Вес элемента, G_i , Н
1	Днище эллиптическое	930	586	24700
2	Обечайка цилиндрическая	1400	1630	49900
3	Обечайка цилиндрическая	6600	5630	235000
4	Обечайка цилиндрическая	1000	9430	35600

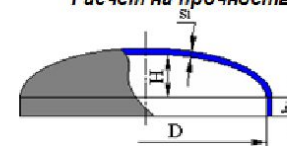
Отчёт в ПАССАТ детальный, поэлементный

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие положения	3
2.	Исходные данные для расчета	4
3.	Эпюры сил и моментов	5
4.	Компо элемента 'Saddle support #3'	7
5.	Ellipsoidal head #2	7
6.	Flange joint #3	7
7.	Cylindrical shell #2	7
8.	Nozzle #4	7
9.	Nozzle #3	7
10.	Flange joint #2	7
11.	Cylindrical shell #1	7
12.	External loads onto apparatus #1	7
13.	Saddle support #3	7
14.	Компо элемента 'Saddle support #3'	7
15.	Lumped mass #1	7
16.	Oval nozzle #1	7
17.	Nozzle #2	7
18.	Nozzle #1	7
19.	Saddle support #2	7
20.	Saddle support #1	7
21.	Flange joint #1	7
22.	Cylindrical shell #3	7
23.	Ellipsoidal head #1	7
24.	Oval nozzle #2	7
25.	Список использованных источников	7
26.	Лист регистрации изменений	7

5. Ellipsoidal head #2

Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ 14249-89



5.1. Исходные данные

Материал: Вст3Стб
 Внутр. диаметр, D: 1000 мм
 Толщина стенки днища, s₁: 10 мм
 Прибавка для компенсации коррозии и эрозии, c₁: 2 мм
 Прибавка для компенсации минусового допуска, c₂: 0 мм
 Прибавка технологическая, c₃: 0 мм
 Стандартная прибавка к толщине стенки, c: 2 мм
 Высота днища, H: 200 мм
 Радиус отбортовки, h₁: 110 мм

Радиус кривизны в вершине днища:

$$R = \frac{D^2}{4 \cdot H} = \frac{1000^2}{4 \cdot 200} = 1250 \text{ мм}$$

Коэффициент прочности сварного шва:

Тип шва: Стыковой или тавровый с двусторонним сплошным проваром, автоматический
 Контроль: 100% Да
 $\Psi_s = \frac{1}{1}$

5.2. Расчёт в рабочих условиях

5.2.1. Условия нагружения:

Расчётная температура, T: 100 °C
 Расчётное внутреннее избыточное давление, p: 0.3 МПа

5.2.2. Результаты расчёта:

Допускаемые напряжения:

Допускаемые напряжения для материала Вст3Стб при температуре 100 °C (рабочие условия):
 $[S] = \eta \cdot \min\{R_m/1.5; R_m/2.4\} = 1 \cdot \min\{200/1.5; 400/2.4\} = 134 \text{ МПа}$
 Модуль продольной упругости для материала Вст3Стб при температуре 100 °C:
 $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

Днища, нагруженные внутренним избыточным давлением (п. 3.3.1).

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок:

$$s_p + c = \frac{p \cdot R}{2 \cdot [S] \cdot \varphi - 0.5 \cdot p} + c = \frac{0.3 \cdot 1250}{2 \cdot 134 \cdot 1 - 0.5 \cdot 0.3} + 2 = 3.4 \text{ мм}$$

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [S] \cdot \varphi \cdot (s_1 - c)}{R + 0.5 \cdot (s_1 - c)} = \frac{2 \cdot 134 \cdot 1 \cdot (10 - 2)}{1250 + 0.5 \cdot (10 - 2)} = 1.71 \text{ МПа}$$

1.71 МПа ≥ 0.3 МПа

Заключение: Условие прочности выполнено

Расчёт отбортовки (п. 3.3.1.4).

$$h_1 > 0.8 \cdot \sqrt{D \cdot (s_1 - c)} = 0.8 \cdot \sqrt{1000 \cdot (10 - 2)} = 71.25 \text{ мм, выполняется расчёт учётом отбортовки}$$

Изм.	Исполн.	Проверил	Утвердил	Изм.	Исполн.	Проверил	Утвердил	Изм.	Исполн.	Проверил	Утвердил	Изм.	Исполн.	Проверил	Утвердил
123.456-00															
				123.456-00											
				ТЕПЛООБМЕННИК											
				Расчётно-пояснительная записка											
				Лит. 1											
				Лист 2											
				Листов 133											
				«НП Трубопровод»											
				г. Москва											

Изм.	Исполн.	Проверил	Утвердил	Изм.	Исполн.	Проверил	Утвердил	Изм.	Исполн.	Проверил	Утвердил	Изм.	Исполн.	Проверил	Утвердил
123.456-00															
				123.456-00											
				ТЕПЛООБМЕННИК											
				Расчётно-пояснительная записка											
				Лит. 1											
				Лист 2											
				Листов 133											
				«НП Трубопровод»											
				г. Москва											



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**