

MechaniCS

Оборудование 8.1

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЕМКОСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
В СРЕДЕ Autodesk Inventor

MechaniCS Оборудование – это полнофункциональная система автоматического проектирования, обладающая всеми современными средствами разработки и ориентированная на специалистов в области емкостного и теплообменного оборудования. MechaniCS Оборудование сочетает в себе широкие возможности трехмерного проектирования в среде Autodesk Inventor с уникальным способом создания и оформления конструкторской документации.

Нефтяная, газовая, холодильная и многие другие отрасли промышленности испытывают постоянную потребность в теплообменной и емкостной аппаратуре. Специфика конструкций такой аппаратуры заключена в развитых внутренних связях между составляющими их элементами, а также в достаточной нормализации этих элементов. Опираясь на эту специфику, специалисты группы компаний CSoft разработали приложение к Autodesk Inventor – программный продукт MechaniCS Оборудование.

С помощью этого продукта конструктор может легко и быстро построить модель емкостного аппарата, выполнить необходимые расчеты, изменить модель на основании расчетных данных, выпустить рабочие чертежи и спецификации.

Кроме того, MechaniCS Оборудование позволяет выполнить обвязку аппаратов трубопроводами по различным стандартам.

Рассмотрим работу в программе MechaniCS Оборудование на примере создания проекта емкостного аппарата.

1. Для создания сборки емкостного аппарата создайте новый файл, приняв в качестве шаблона *Обычный.ipt*. Сохраните созданный файл под именем "Емкость".

Выберите на вкладке *MechaniCS Оборудование* команду *Сосуды и аппараты* (рис. 1).

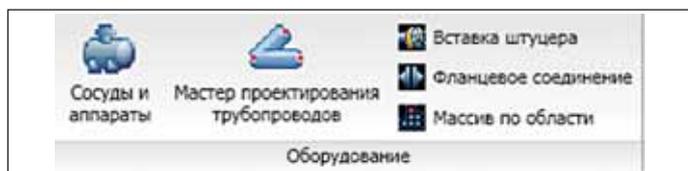


Рис. 1. Выбор команды *Сосуды и аппараты*

После выбора команды откроется главное диалоговое окно, одноименное этой команде.

2. В главном окне программы *Сосуды и аппараты* выберите в качестве первого базового элемента элемент *Обечайка* с произвольными параметрами из папки *Обечайки* (выбор производится двойным щелчком левой клавиши мыши) (рис. 2).

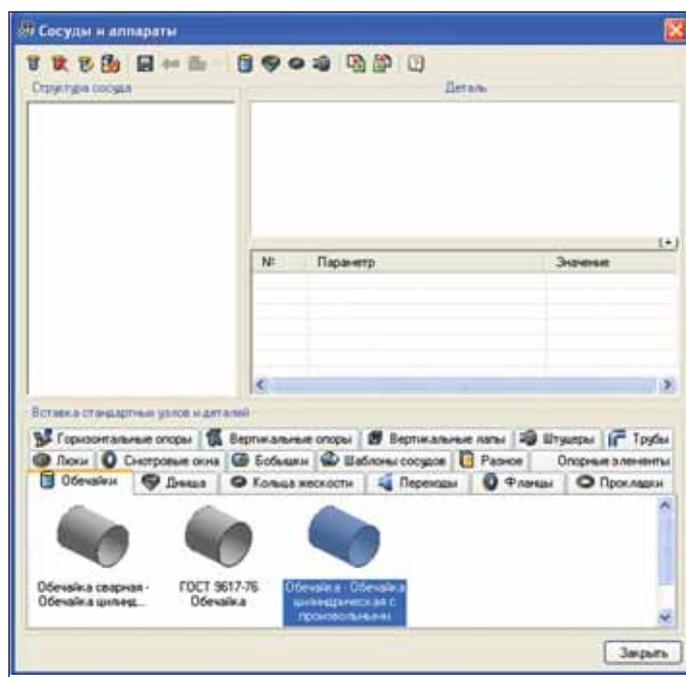


Рис. 2. Выбор обечайки с произвольными параметрами

Щелчком левой клавиши мыши выберите произвольную точку вставки обечайки.

В диалоговом окне *Обечайка* введите следующие значения:

- длина – 6000 мм;
- толщина стенки – 4 мм;
- диаметр – 1600 мм.

(Образмеривать по внутреннему диаметру.)

Нажмите кнопку *Применить* или проверьте, чтобы не была активна кнопка *Выбор параметров динамически*.

Нажмите *ОК* (рис. 3).

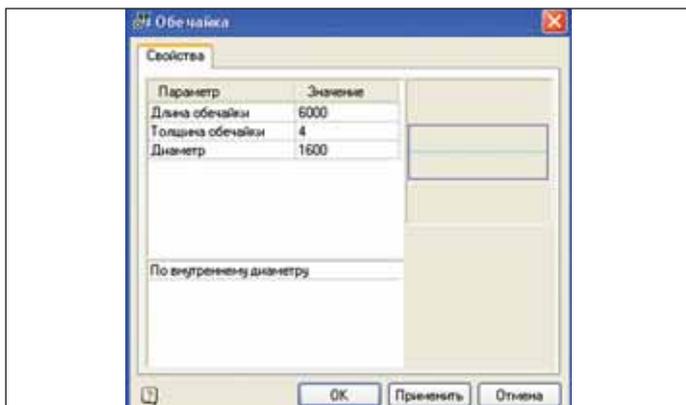


Рис. 3. Диалоговое окно *Обечайка*

3. В главном окне программы выберите из библиотеки папку *Горизонтальные опоры*, элемент *ОСТ 26-2091-93 – Опоры горизонтальных аппаратов* (рис. 4).

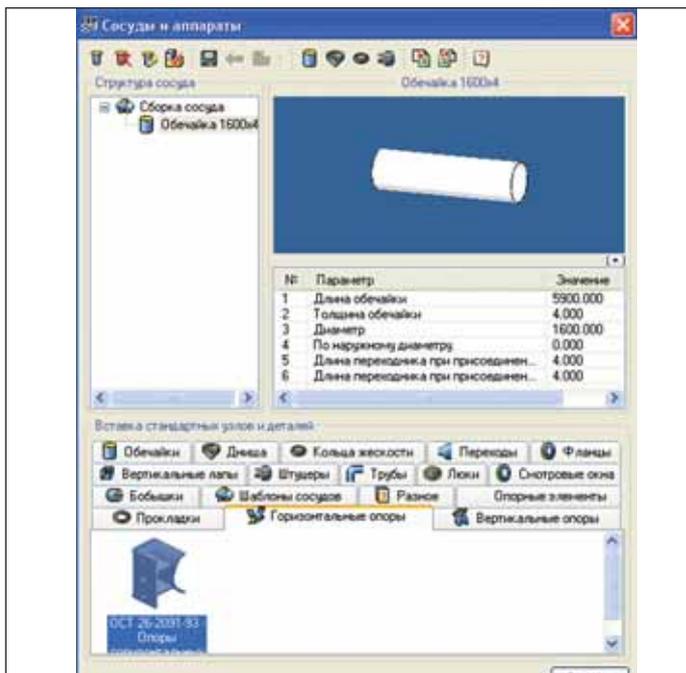


Рис. 4. Выбор опоры горизонтальных аппаратов

В графическом окне выберите обечайку.

При правильном выборе опоры автоматически привязывается к оси обечайки (рис. 5). Для приближения или удаления модели при активной команде *MechaniCS* можно использовать колесо мыши, для поворота модели – клавишу *F4*.

В диалоговом окне *ОСТ 26-2091-93* автоматически подбираются тип, исполнение опоры, считывается диаметр обечайки.

Толщина опорного листа вводится оператором: 10 мм (рис. 6).

На второй закладке, *Свойства*, выберите тип исполнения опоры: *Тип II Неподвижная*.

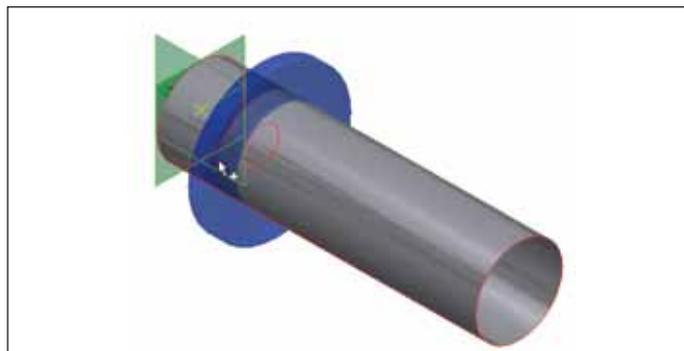


Рис. 5. Определение точки вставки опоры

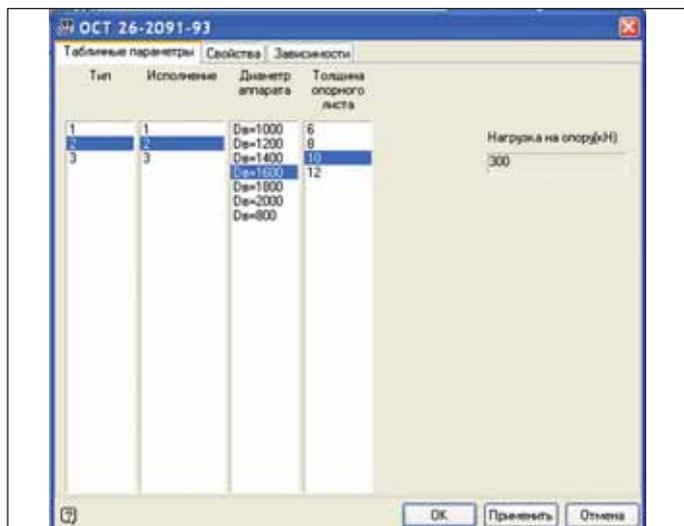


Рис. 6. Диалоговое окно *ОСТ 26-2091-93*

Нажмите *ОК*.

Автоматически запустится Мастер создания опор, позволяющий одной командой вставить необходимое количество однотипных элементов (рис. 7).

В окне *Размещение опор* введите:

- количество опор, $n = 2$;
- тип размещения – Относительно центра обечайки;
- расстояние между крайними опорами, $L = 3600$ мм;
- угол поворота (град.) – 0.

Нажмите *Установить опоры*.

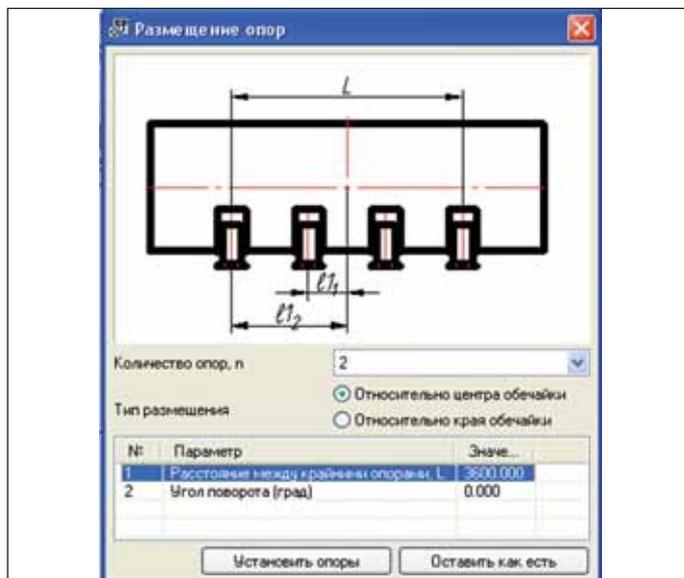


Рис. 7. Диалоговое окно размещения опор

В окне *Сосуды и аппараты* выберите вторую опору и нажмите кнопку *Редактировать объект* или щелчком правой клавиши мыши выберите одноименный пункт из выпадающего меню (рис. 8).

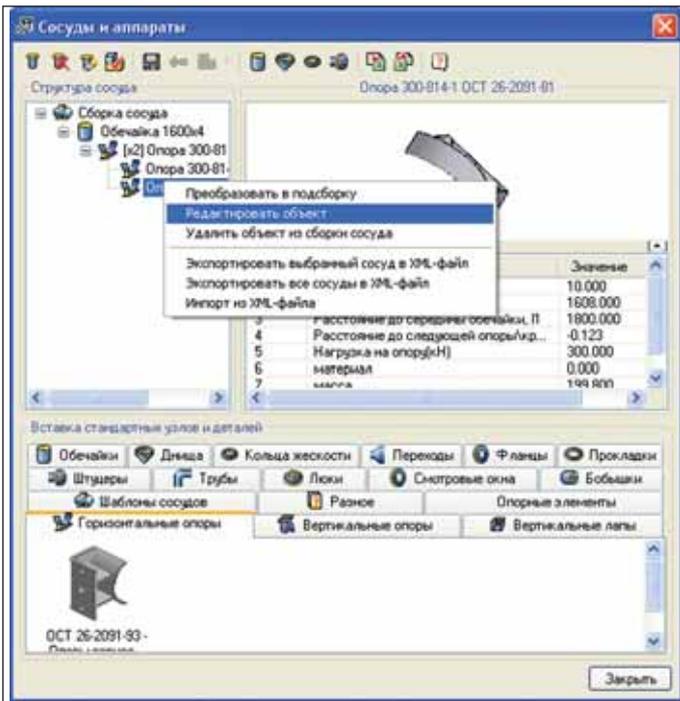


Рис. 8. Редактирование типа опоры

Откроется диалоговое окно *OCT 26-2091-93*. Перейдите на закладку *Свойства*, выберите тип опоры: *Тип II Подвижная*. Нажмите *OK* (рис. 9).

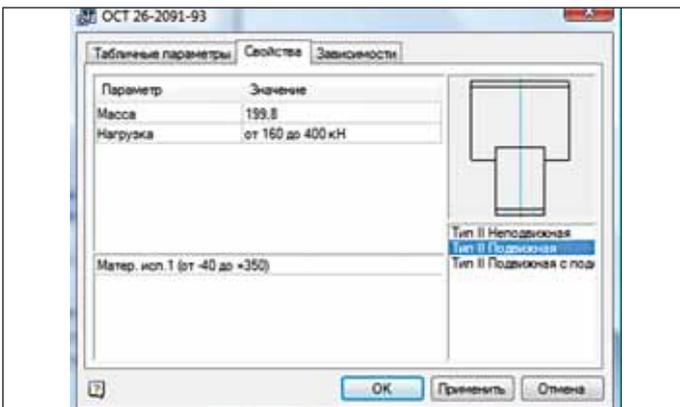


Рис. 9. Окно редактирования типа опоры

4. В главном окне программы выберите в дереве аппарата *Обечайка 1600x4*; по правой кнопке мыши выберите из выпадающего меню пункт *Добавить расчет по ГОСТ 14249-89* (рис. 10).



Рис. 10. Добавление расчета обечайки

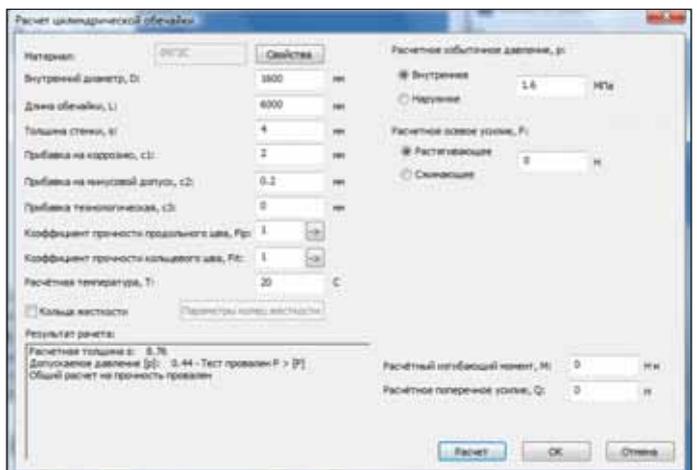


Рис. 11. Окно расчета цилиндрической обечайки

В окне *Расчет цилиндрической обечайки* введите:

- внутреннее давление – 1,6 МПа.

Нажмите кнопку *Расчет*.

Программа выдаст сообщение, что общий расчет на прочность провален, расчетная толщина стенки – 8,76 мм (рис. 11). Исправьте *Толщину стенки, s*, установив значение 10 мм.

Нажмите кнопку *Расчет*.

Программа выдаст сообщение: "Общий расчет на прочность успешен".

Нажмите *OK*.

В окне *Сосуды и аппараты* введите команду *Обновить модель*.



Рис. 12. Диалоговое окно модуля *Фланцевое соединение*

Программа автоматически перестроит обечайку с толщиной стенки 10 мм.

5. Выберите из верхнего выпадающего меню команду *Фланцы*.

Запустится подпрограмма создания фланцевого соединения.

В окне подпрограммы выберите для аппаратного фланца:

- тип соединения – Шип-паз;
- левый фланец – ГОСТ 28759.3-90 Исполнение 3;
- прокладка – ГОСТ 28759.6-90.

Для правого фланца программа автоматически установит фланец ГОСТ 28759.3-90 Исполнение 3, 4.

Дважды щелкните левой клавишей мыши на значении диаметра аппарата. Измените диаметр аппарата на 1600, нажмите ENTER.

Аналогично установите *Давление условное аппарата – 1,6*.

Выберите в качестве шаблона крепежа *Болт ГОСТ 7795-70* (рис. 12).

Нажмите кнопку *Добавить* и при помощи левой кнопки мыши выберите в графическом окне правый край обечайки.

6. В главном окне программы выберите из библиотеки папку *Днища*, элемент *ГОСТ 6533-78 – Днища эллиптические отбортованные стальные* (рис. 13).

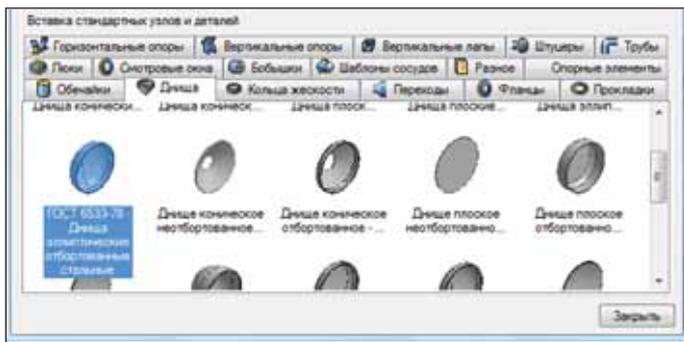


Рис. 13. Выбор эллиптического днища

В графическом окне выберите правый фланец, нажмите левую кнопку мыши (рис. 14).



Рис. 14. Определение точки вставки эллиптического днища

Программа считает диаметр аппарата: 1600 мм.

Установите:

- толщина днища – 6 мм.
- Нажмите *ОК*.
7. В главном окне программы выберите в дереве аппарата: *Днище 1600x6 ГОСТ 6533-78*; по правой кнопке мыши выберите из выпадающего меню пункт *Добавить расчет*.
- В окне *Расчет эллиптического днища* введите:
- внутреннее давление – 1,6 МПа.
- Нажмите *Расчет*.

Программа выдаст сообщение, что общий расчет провален, расчетная толщина стенки – 8,65 мм (рис. 15).

Закройте окно расчета, нажав кнопку *ОК*.

В главном окне программы выберите в дереве аппарата: *Днище 1600x6 ГОСТ 6533-78*, щелкнув левой кнопкой мыши.

В окне *Сосуды и аппараты* введите команду *Редактировать объект*.

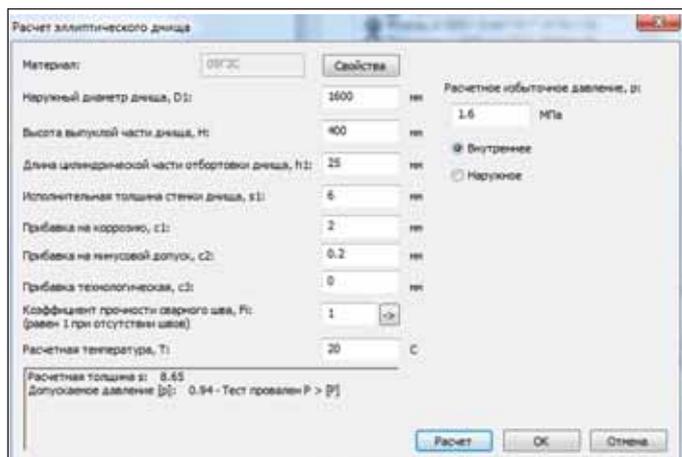


Рис. 15. Окно расчета на прочность эллиптического днища

В открывшемся окне выберите толщину днища: 12 мм. Нажмите *ОК*.

В окне *Сосуды и аппараты* введите команду *Обновить модель*.

Повторите операцию создания фланцевого соединения и эллиптического днища для правого края обечайки.

8. В окне *Сосуды и аппараты* нажмите *Заккрыть*.

Стандартными средствами Autodesk Inventor установите для обечайки свойство *Базовый*.

Введите команду *Обновить модель* (рис. 16).

Сохраните файл.



Рис. 16. Корпус сосуда

9. Запустите команду *Фланцевое соединение*.

В окне подпрограммы установите значения:

- приварные штуцера;
 - тип соединения – Шип-паз;
 - левый фланец – Штуцер приварной АТК 24.218.06-90 Тип 1 Исполнение 5;
 - фланцевая прокладка – Прокладка ГОСТ 15180-86;
 - правый фланец – Стальные плоские приварные ГОСТ 12820-80;
 - условный проход – 300;
 - давление условное – 1,6;
 - шаблон крепежа – фл Шпилька стяжная ОСТ 26-2040-96.
- Проверьте, чтобы была нажата кнопка *Указать размещение штуцера*.

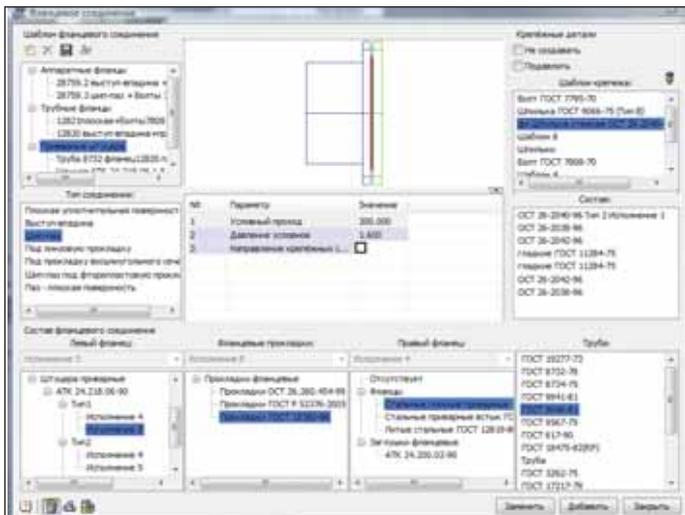


Рис. 17. Окно программы создания фланцевых соединений

Нажмите **Добавить** (рис. 17).

Откроется окно выбора параметров вставки штуцера.

Установите:

- тип вставки – Проходной обрезанный штуцер с накладкой;
- исполнительная ширина накладного кольца – 12-30 мм;
- исполнительная толщина накладного кольца, s – 2-8 мм (рис. 18).

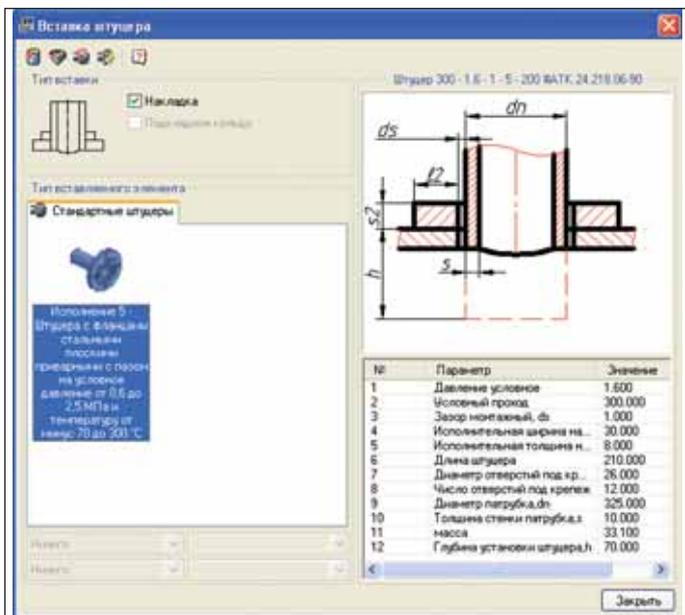


Рис. 18. Выбор параметров вставки штуцера

Введите команду **Установить штуцер на обечайку**.

В графическом окне подведите курсор к левому краю обечайки (она подсветится), выберите ее, примерно ориентируйте ось будущего штуцера вертикально вверх, нажмите левую клавишу мыши для подтверждения выбора (рис. 19).

В открывшемся окне **Вставка штуцера** введите:

- $A = 500$;
 - $D = 0$;
 - $E = 15$.
- Нажмите **OK** (рис. 20-21).

10. В окне подпрограммы установите значения:

- приварные штуцера;
- тип соединения – Шип-паз;
- левый фланец – Стальной приварной встык ГОСТ 12821-80 Исполнение 5;

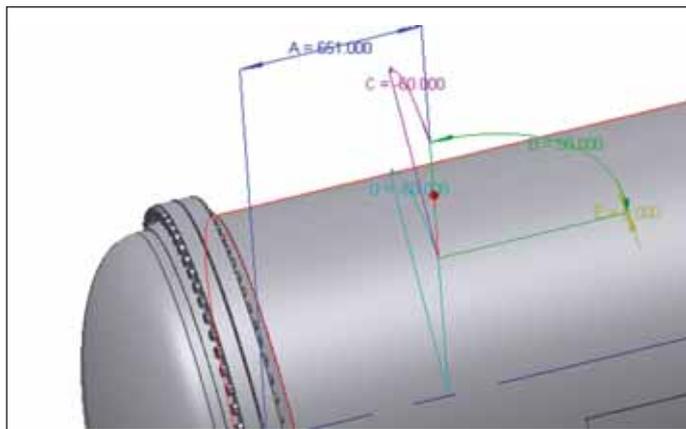


Рис. 19. Предварительная ориентация штуцера

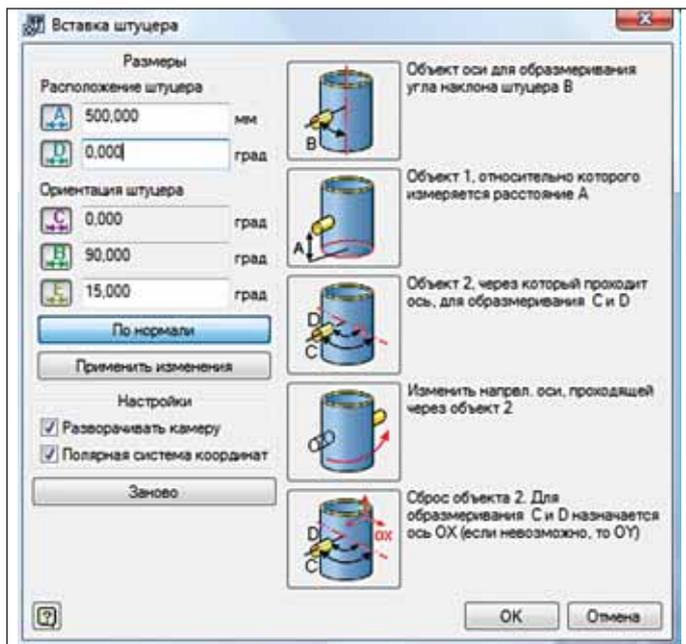


Рис. 20. Окно окончательной ориентации штуцера

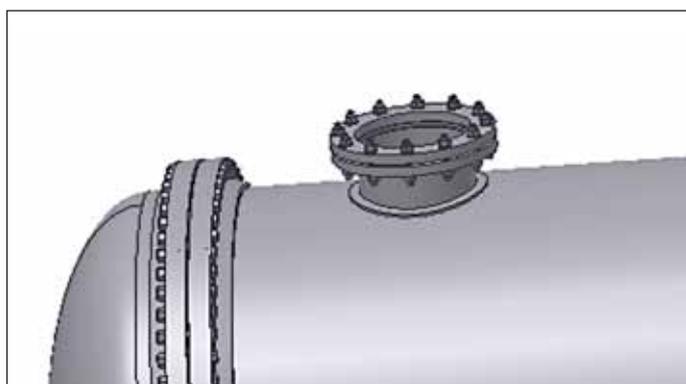


Рис. 21. Вид вставленного штуцера

- фланцевая прокладка – Прокладка ГОСТ 15180-86;
 - правый фланец – Стальной приварной встык ГОСТ 12821-80 Исполнение 4;
 - труба – ГОСТ 9940-81;
 - условный проход – 80;
 - давление условное – 1,6;
 - длина – 1500;
 - шаблон крепежа – фл Шпилька стяжная ОСТ 26-2040-96.
- Проверьте, чтобы была нажата кнопка **Указать размещение штуцера**.

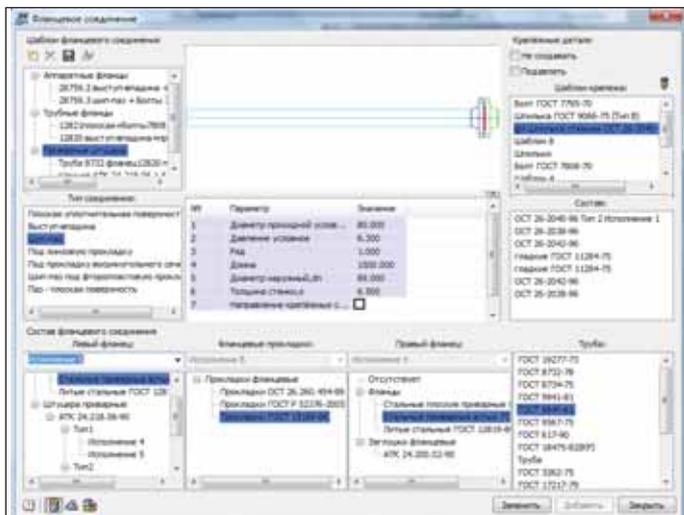


Рис. 22. Окно программы создания фланцевых соединений

Нажмите **Добавить** (рис. 22).

Откроется окно выбора параметров вставки штуцера.

Установите:

- тип вставки – Проходной штуцер;
- длина – 1500 мм;
- глубина установки – 1300 мм;
- диаметр наружный – 89 мм (рис. 23).

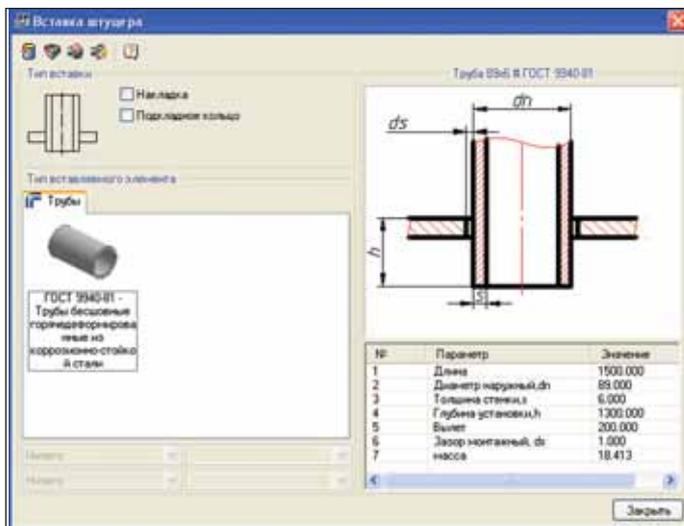


Рис. 23. Окно программы вставки штуцера

Введите команду **Установить штуцер на обечайку**.

В графическом окне подведите курсор к левому краю обечайки (она подсветится), выберите ее, примерно ориентируйте ось будущего штуцера вертикально вверх, нажмите левую клавишу мыши для подтверждения выбора.

Введите:

- A – 900
- Для перехода к декартовой системе координат снимите галочку **Полярная система координат**.
- D – -300
- Выключите кнопку **По нормали**.
- C – 0
- B – 90
- E – 0 (рис. 24).

Нажмите **OK**.

Повторите операцию для построения аналогичного штуцера, симметричного вертикальной плоскости аппарата (рис. 25).

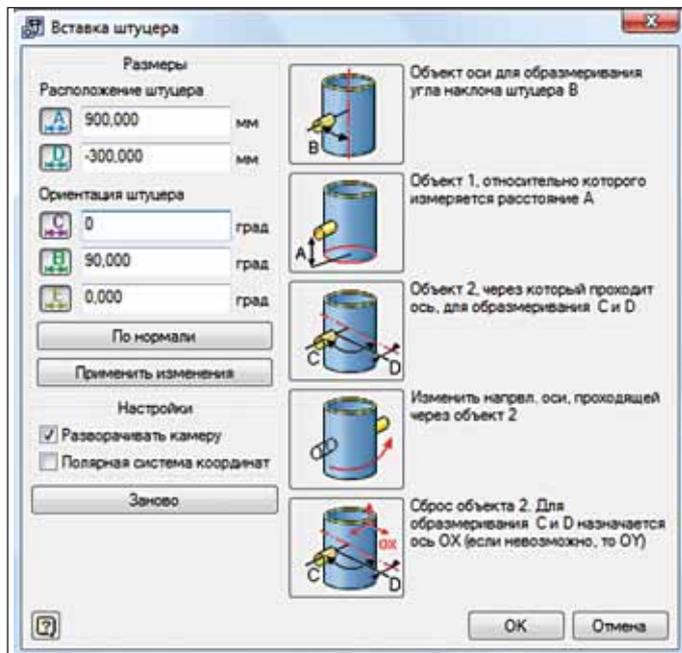


Рис. 24. Окно ориентации вставки штуцера



Рис. 25. Модель с тремя встроенными штуцерами

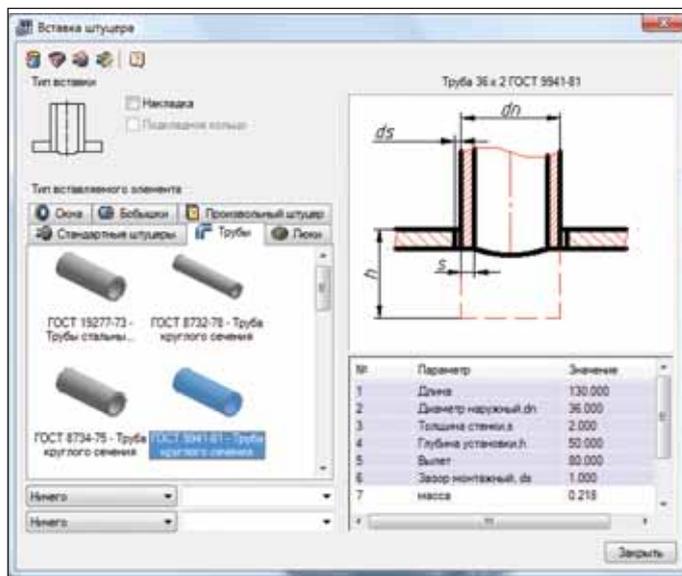


Рис. 26. Окно вставки штуцера



Рис. 27. Предварительная ориентация штуцера на днище

Закройте программу *Фланцевые соединения*.

11. Запустите команду *Вставка штуцера*.

В окне программы *Вставка штуцера* определите тип вставляемого элемента: "Трубы". Тип вставки – "Проходной обрезанный штуцер". Выберите в качестве вставляемого элемента *ГОСТ 9941-81 – Труба круглого сечения*. Дважды щелкните левой клавишей мыши по выбранному элементу, в открывшемся окне выберите:

- наружный диаметр – 36 мм;
- толщина стенки – 2 мм.

Нажмите *OK*.

Введите вылет – 80 мм (рис. 26).

Введите команду *Установить штуцер на днище*.

В графическом окне подведите курсор к правому эллиптическому элементу (оно подсветится), выберите днище, примерно сориентируйте ось будущего штуцера, нажмите левую клавишу мыши для подтверждения выбора (рис. 27).

Для перехода к полярной системе координат установите в открывшемся окне галочку *Полярная система координат*.

Введите:

- A – 300;
- D – 180.

Нажмите кнопку *По нормали*, введите:

- C – 180;
- B – 180;
- E – 0.

Нажмите *OK* (рис. 28).

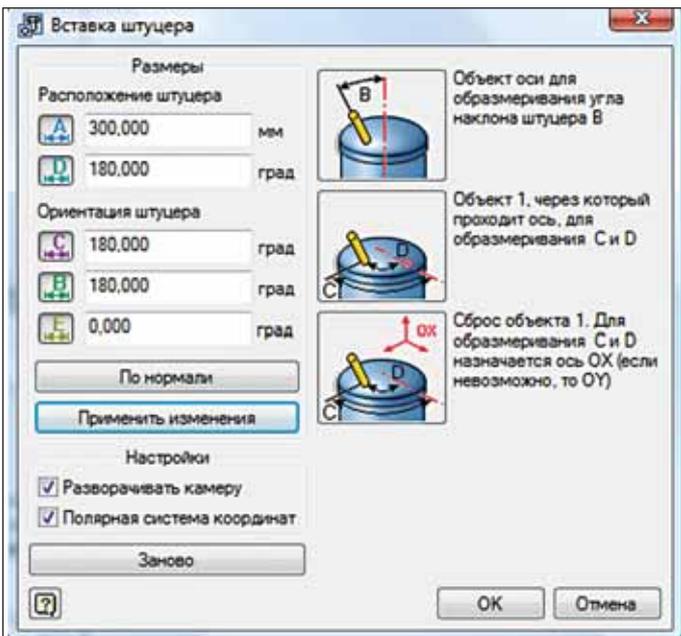


Рис. 28. Окно вставки штуцера



Рис. 29. Модель с двумя штуцерами на днище

Аналогично постройте второй патрубок (рис. 29).

12. В окне программы *Вставка штуцера* определите:

- тип вставляемого элемента: Люки;
- тип вставки: Проходной штуцер.

Выберите в качестве вставляемого элемента *ОСТ 26-2001-83 Люк со скобой*.

Дважды щелкните левой клавишей мыши по выбранному элементу, в открывшемся окне выберите:

- тип – Db=400 (рис. 30).

Нажмите *OK*.

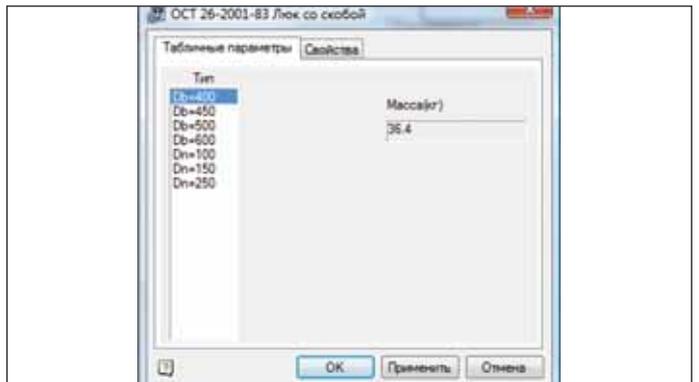


Рис. 30. Окно выбора параметров люка

Откроется окно *Вставка штуцера* (рис. 31).

Введите команду *Установить штуцер на днище*.

В графическом окне подведите курсор к левому эллиптическому элементу (оно подсветится), выберите днище, примерно сориентируйте ось будущего штуцера, нажмите левую клавишу мыши для подтверждения выбора (рис. 31).

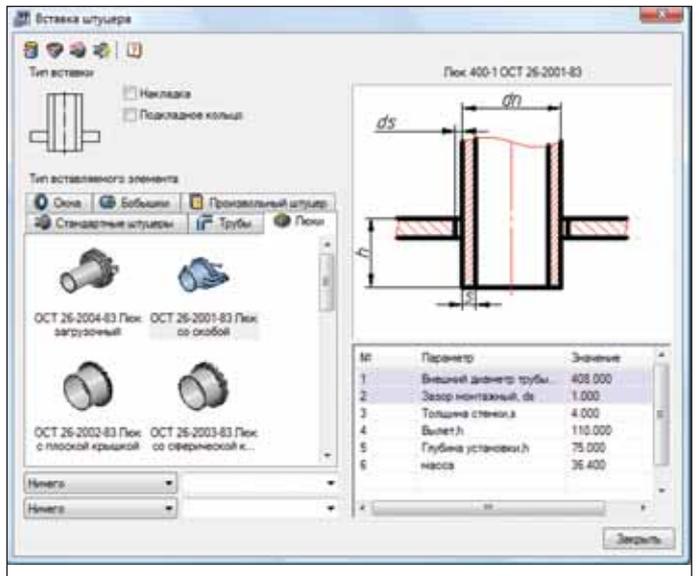


Рис. 31. Окно вставки штуцера

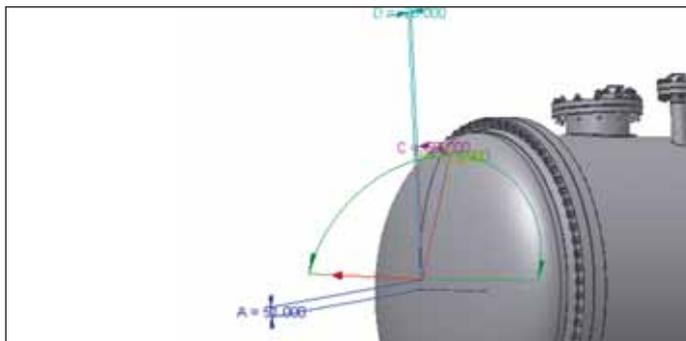


Рис. 32. Предварительная ориентация штуцера на днище

скому днищу (оно подсветится), выберите днище, примерно сориентируйте ось будущего штуцера, нажмите левую клавишу мыши для подтверждения выбора (рис. 32).

В открывшемся окне введите:

- A – 0;
 - D – 90.
- Нажмите кнопку *По нормали*, введите:
- C – 0;
 - E – 0 (рис. 33).
- Нажмите *OK*.



Рис. 33. Окно вставки штуцера

Закройте окно *Вставка штуцера*.

13. Введите команду *Сосуды и аппараты*.

В графической зоне экрана укажите обечайку построенного сосуда.

Откроется главное окно программы *Сосуды и аппараты*, содержащее все ранее построенные элементы.

В главном окне программы выберите из библиотеки папку *Вертикальные лапы*, элемент *ГОСТ 13716-73 – Устройства строповые (для цилиндрических стенок)* (рис. 34).

В графическом окне выберите правый край обечайки, нажмите левую кнопку мыши (рис. 35).

Программа автоматически считает радиус аппарата: 800 мм. Установите:

- тип – 4;
- исполнение – 1;
- грузоподъемность – 1 т;
- материал – Сталь.

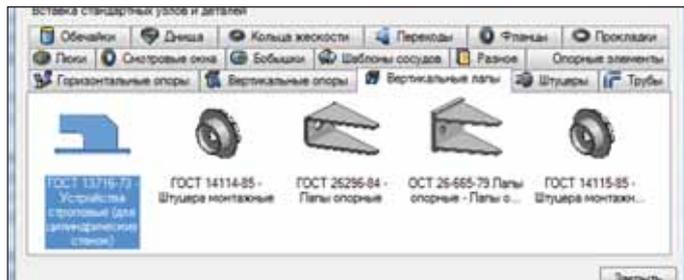


Рис. 34. Выбор стропового устройства

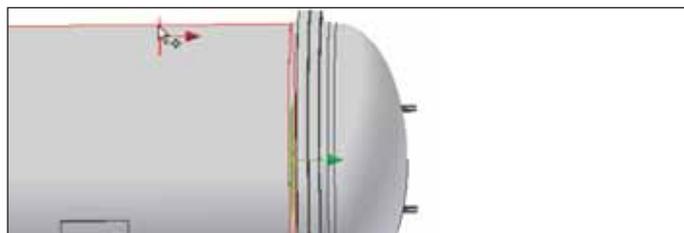


Рис. 35. Определение точки вставки фланца

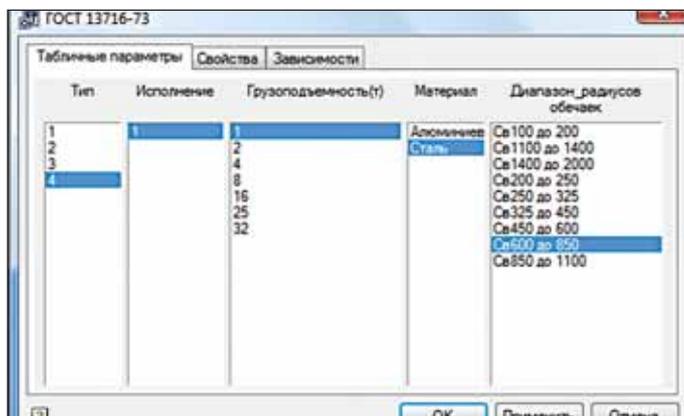


Рис. 36. Окно выбора параметров цапфы

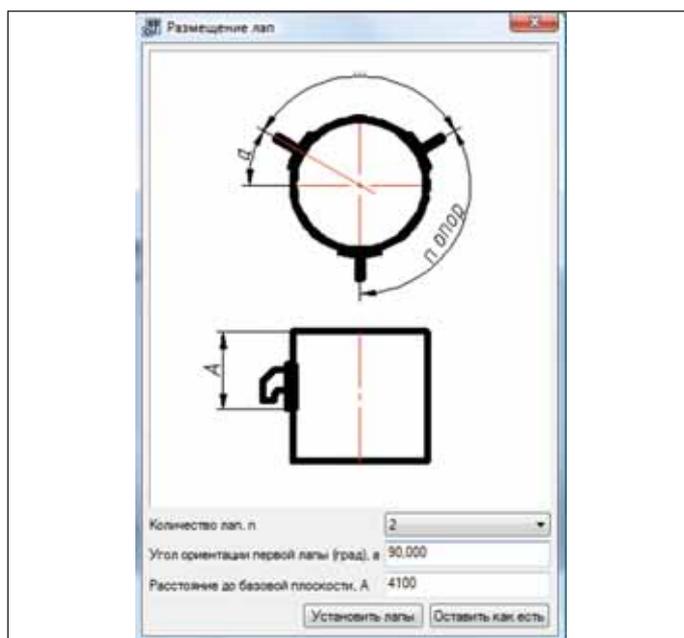


Рис. 37. Окно размещения лап

Нажмите *OK* (рис. 36).

Автоматически запустится Мастер размещения опор, позволяющий одной командой вставить необходимое количество однотипных элементов (рис. 37).

В окне *Размещение лап* введите:

- количество лап, $n - 2$;
- угол ориентации первой лапы, $\alpha - 90$ град.;
- расстояние до базовой плоскости, $A - 4100$ мм.

Нажмите *Установить лапы*.

Аналогично постройте две цапфы на расстоянии $A - 1800$ мм от правого края обечайки.

Сохраните файл *"Емкость"*.

14. Создайте новую сборку, приняв в качестве шаблона *Обычный.iat*.

Сохраните созданный файл под именем *"Труба"*.

Запустите программу *Сосуды и аппараты*.

В диалоговом окне *Обечайка* введите значения:

- длина – 800 мм;
- толщина стенки – 4 мм;
- диаметр – 400 мм.

(Образмеривать по внутреннему диаметру.)

Нажмите кнопку *Применить* или проверьте, чтобы кнопка *Выбор параметров динамически* не была активна.

Нажмите *ОК* (рис. 38).

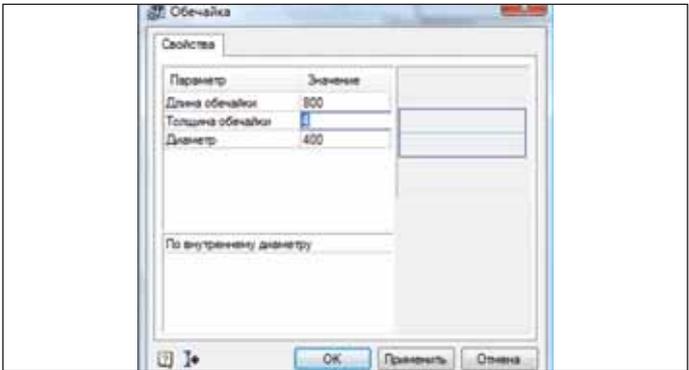


Рис. 38. Диалоговое окно *Обечайка*

15. В главном окне программы выберите из библиотеки папку *Днища*, элемент *ГОСТ 6533-78 – Днища эллиптические отбортованные стальные* (рис. 39).



Рис. 39. Выбор эллиптического днища

В графическом окне выберите правый фланец, нажмите левую кнопку мыши (рис. 40).



Рис. 40. Определение точки вставки эллиптического днища

Программа считает диаметр аппарата: 400 мм.

Установите:

- толщина днища – 6 мм.
- Нажмите *ОК*.
16. Запустите команду *Фланцы*.
- В окне подпрограммы установите значения:
- приварные штуцера;
 - тип соединения – Шип-паз;
 - левый фланец – Стальной плоский приварной ГОСТ 12820-80 Исполнение 5;
 - фланцевая прокладка – Прокладка ГОСТ 15180-86;
 - правый фланец – Стальной плоский приварной ГОСТ 12820-80 Исполнение 4;
 - труба – ГОСТ 9940-81;
 - условный проход – 50;
 - давление условное – 1,6;
 - длина – 100;
 - шаблон крепежа – фл Шпилька стяжная ОСТ 26-2040-96.
- Проверьте, чтобы была нажата кнопка *Указать размещение штуцера*.

Введите команду *Установить штуцер на обечайке*.

Нажмите *Добавить* (рис. 41).

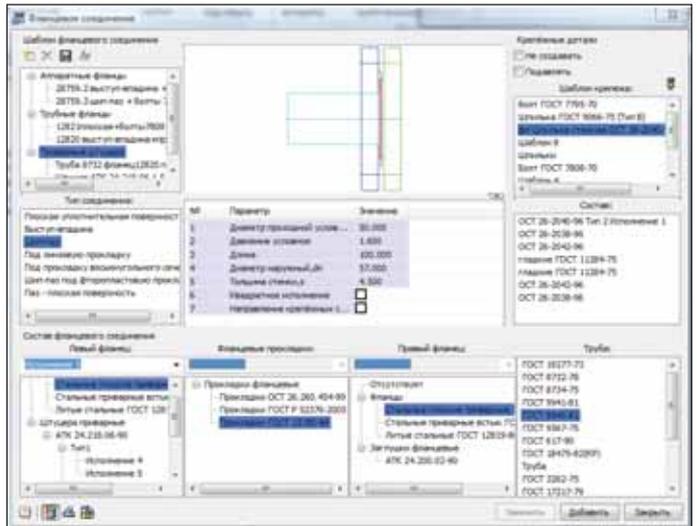


Рис. 41. Окно программы создания фланцевых соединений

Откроется окно выбора параметров вставки штуцера.

Установите:

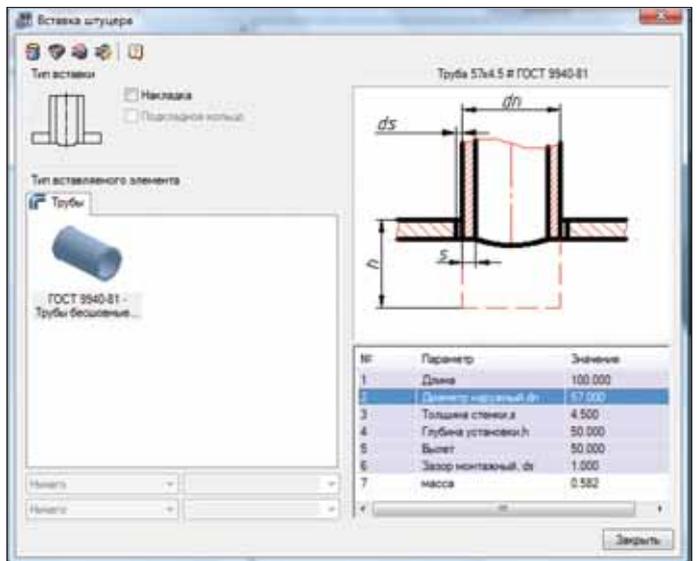


Рис. 42. Выбор параметров вставки штуцера

■ тип вставки – Проходной обрезанный штуцер.
 Введите команду *Установить штуцер на обечайку* (рис. 42).

В графическом окне подведите курсор к обечайке (она подсветится), выберите ее, примерно сориентируйте ось будущего штуцера (рис. 43).

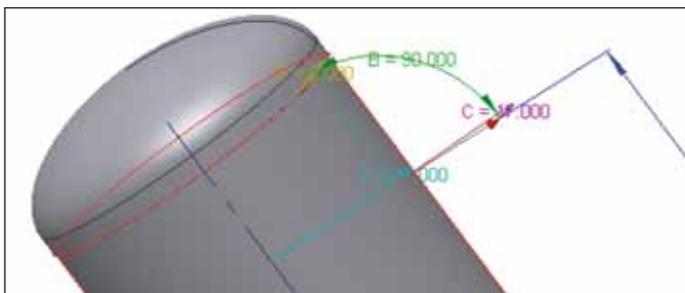


Рис. 43. Предварительная ориентация штуцера на обечайке

Для перехода к полярной системе координат установите в открывшемся окне галочку *Полярная система координат*.

Введите:
 ■ A – 650;
 ■ D – 0;
 ■ E – 0.
 Нажмите *ОК* (рис. 44).

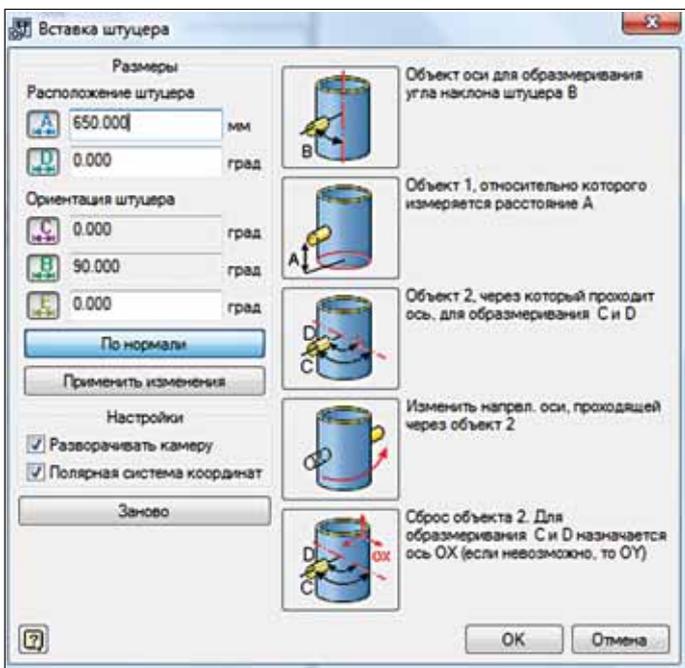


Рис. 44. Окно вставки штуцера

Окончательный вид сборки трубы представлен на рис. 45. Сохраните и закройте файл.
 17. Стандартными средствами Autodesk Inventor вставьте в сборку "Емкость" сборку "Труба".

Запустите команду *Вставка штуцера*. Выберите *Произвольный штуцер*. Нажмите кнопку *Выбрать штуцер из документа*.

Выберите в графическом окне:
 ■ деталь – обечайка трубы;
 ■ плоскость вставки – 1;
 ■ нормальная плоскость – 2 (рис. 46);
 ■ диаметр вставки – D.
 Нажмите *ОК* (рис. 47).

Откроется окно *Вставка штуцера*.



Рис. 45. Окончательный вид сборки трубы

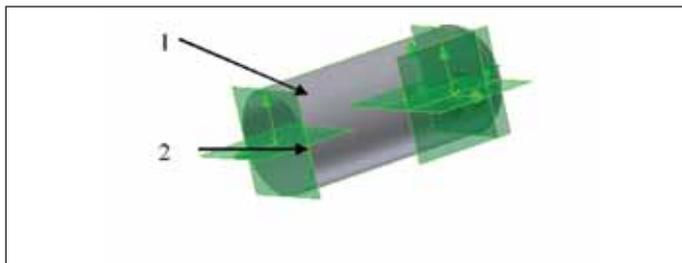


Рис. 46. Выбор плоскостей вставки произвольного штуцера

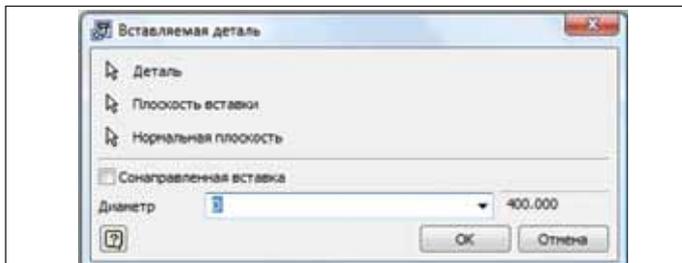


Рис. 47. Окно вставки произвольного штуцера

Установите:

- тип вставки – Проходной обрезанный штуцер с накладкой;
- исполнительная ширина накладного кольца, l_2 – 40 мм;
- исполнительная толщина накладного кольца, s_2 – 8 мм;
- глубина установки штуцера – 400 (рис. 48).

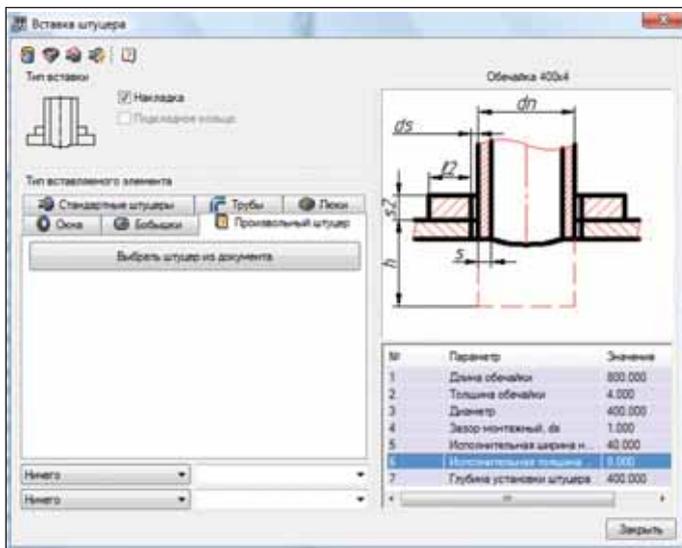


Рис. 48. Выбор параметров вставки штуцера



Рис. 49. Ориентация произвольного штуцера

Введите команду *Установить штуцер на обечайку*.

В графическом окне подведите курсор к обечайке (она подсветится), выберите ее, примерно сориентируйте ось будущего штуцера вертикально вниз, нажмите левую клавишу мыши для подтверждения (рис. 49).

В открывшемся окне *Вставка штуцера* введите:

- A – 3000;
- D – 0;
- E – 90.

Нажмите *OK* (рис. 50).

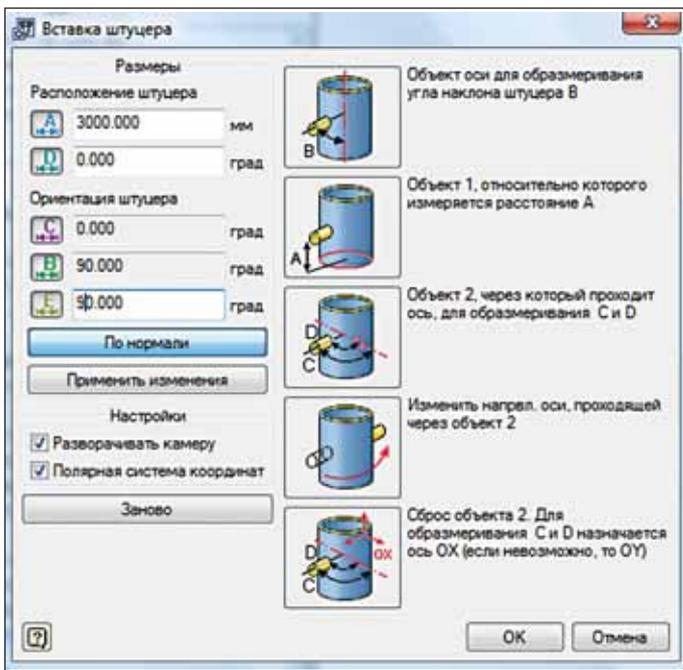


Рис. 50. Окно ориентации штуцера

Закройте окно *Вставка штуцера*.

Обновите модель.

18. Создание сосуда завершено. Дерево структуры сосуда представлено на рис. 51, окончательный вид показан на рис. 52.

Из рассмотренного примера видно, что при использовании продукта MechaniCS Оборудование создание емкостного и теплообменного оборудования значительно упрощается. Добавим, что в этом примере были задействованы далеко не все Мастера, входящие в состав программы. В частности, MechaniCS Оборудование позволяет значительно облегчить процесс проектирования трубных решеток, сепараторов, в состав входит также Мастер проектирования трубопроводов.

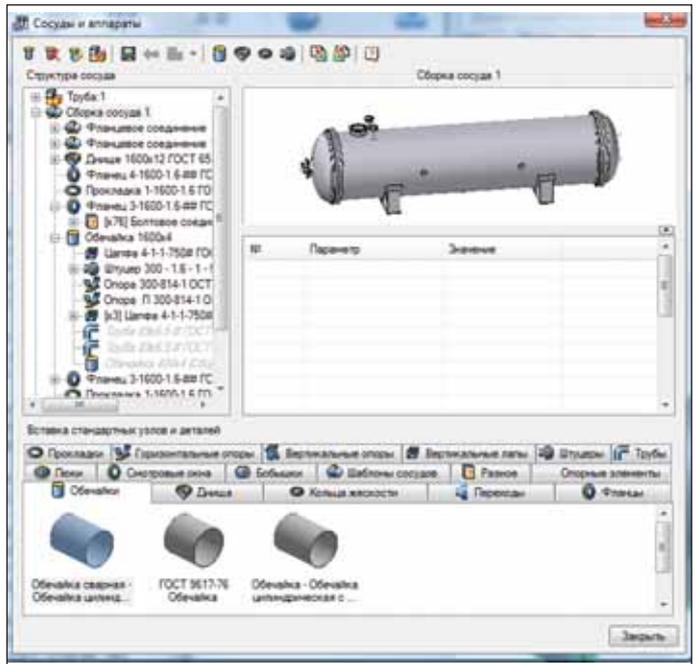


Рис. 51. Окончательный вид структуры сосуда



Рис. 52. Окончательный вид сосуда

Система MechaniCS Оборудование постоянно пополняется новыми инструментами, многие из уже реализованных возможностей предложены пользователями, успешно применяющими MechaniCS Оборудование на своих предприятиях.

Если программа вас заинтересовала – обращайтесь!

Андрей Кудрашов
 CSofT
 Тел.: (495) 913-2222
 E-mail: kudrashov@csoft.ru