I/ITMO

В.А. Цветков, В.А. Пронин, О.В. Долговская

СОЗДАНИЕ САD-МОДЕЛИ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА



Санкт-Петербург 2023 МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

В.А. Цветков, В.А. Пронин, О.В. Долговская

СОЗДАНИЕ САD-МОДЕЛИ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО по направлению подготовки (специальности) 16.04.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения в качестве учебно-методического пособия для реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования магистратуры



Санкт-Петербург

2023

УДК 004.942

- В.А. Цветков, В.А. Пронин, О.В. Долговская, Создание САД-модели теплообменного аппарата СПб: Университет ИТМО, 2023. 67 с.
- Рецензент: Сулин Александр Борисович, доктор технических наук, ординарный профессор ОЦ "Энергоэффективные инженерные системы" университета ИТМО.
- В учебном пособии рассматриваются краткие теоретические положения о CADмоделировании, приводится информация из нормативной документации об электронных моделях изделий, а также последовательность работы в отечественной CAD-системе Компас 3D. Приводятся необходимые пояснения и последовательность выполнения практической работы на примере моделирования кожухотрубного теплообменного аппарата.



© Университет ИТМО, 2023

© В.А. Цветков, В.А. Пронин, О.В. Долговская, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О САД-МОДЕЛИРОВАНИИ
2. НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ
МОДЕЛЕЙ. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ7
2.1 ГОСТ 2.052–2015 «ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ ИЗДЕЛИЯ. ОБЩИЕ
ПОЛОЖЕНИЯ»7
2.2 ГОСТ 2.056-2014 «ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ ДЕТАЛИ»
2.3 ГОСТ 2.057–2014 «ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СБОРОЧНОЙ
ЕДИНИЦЫ»10
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ11
3. САД-МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА14
3.1 МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРПУСА (КОЖУХА)14
3.2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРУБНОЙ РЕШЕТКИ
3.3 МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ТРУБОК
3.4 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕГОРОДОК
3.5 МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ. ТРУБНЫЙ
ПУЧОК
3.6 МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩЕЙ СБОРКИ. КОРПУС42
3.7 МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩЕЙ СБОРКИ. ШТУЦЕРЫ И ОПОРЫ52
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ11
4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

введение

Современные методы проектирования и моделирования направлены на создание технологичной, высококачественной и конкурентоспособной продукции и должны отвечать требованиями технологичности, экономичности, а также ведут к сокращению вывода готовой продукции на рынок. Компьютерное проектирование – это процесс разработки 3D-моделей в CAD системах, которые позволяют создавать чертежи, оформлять конструкторскую или технологическую документацию и является первым уровнем в цифровом проектировании и моделировании.

В учебном пособии представлены общие сведения о CAD-моделировании, информация о действующей нормативной документации в области электронных моделей, а также изложено поэтапное создание электронной модели в отечественной CAD-системе Компас 3D [1] на примере моделирования кожухотрубного теплообменного аппарата.

Учебное пособие предназначено для оказания помощи и развития навыков создания электронных моделей изделий студентам направления 16.04.03 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения" при выполнении практических занятий в ходе освоения учебной дисциплины "Проектирование инженерных систем".

5

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О САД-МОДЕЛИРОВАНИИ

CAD (англ. computer-aided design)-моделью являются плоские двумерные чертежи конструкторской или технологической документации, созданные в электронном виде или трехмерные объекты, представляющие собой цифровые иными словами, виртуальные прототипы разрабатываемого модели или, контексте можно изделия. В 3D-моделирования выделить несколько CAD, часто встречающихся в определений литературе. Например: параметрическая модель, цифровая модель, цифровой прототип, трехмерная математическая модель, 3D-модель, 3D-геометрия и пр. В настоящем учебном пособии будем использовать термин «САД-модель» или «электронная модель изделия».

САD-системы, являющиеся отдельным классом программного обеспечения позволяют создавать электронные модели различных изделий, отдельных деталей и сборочных единиц. В них создаются оригинальные по форме изделия, а также имеются специализированные библиотеки с уже имеющимися стандартными изделиями. Данные программы позволяют в кратчайшие сроки получать модели новых изделий на основе ранее спроектированных прототипов. Большое количество программных функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования, подготовки и обслуживания производства.

САD-системы, создавая электронные модели изделий и различных объектов, применяются совместно с САЕ (англ. computer-aided engineering) системами, назначением которых является проведение инженерного анализа, путем симуляции различных физических процессов. САЕ-системы состоят из расчетных модулей, которые показывают каким образом поведет себя CADмодель изделия в реальных условиях эксплуатации. Основой данных модулей являются численные методы решения дифференциальных уравнений, такие как метод конечных элементов, метод конечных объемов, метод конечных разностей и др. Результатами работы в данном классе программ являются экономия ресурсов и времени, затраченных на вывод изделия в производство. В отечественной практике принят САПР также термин система автоматизированного проектирования, которое является комплексным, объединяя термины CAD, САЕ и прочие.

Создание САD-моделей, т.е. расчетной геометрии для последующего проведения инженерного анализа в САЕ является неотъемлемой частью современного компьютерного проектирования и моделирования, а также проведения исследовательских работ.

6

2. НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ 2.1 ГОСТ 2.052–2015 «ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ ИЗДЕЛИЯ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ»

ГОСТ 2.052–2015 «Электронная модель изделия. Общие положения» устанавливает общие требования к выполнению электронных моделей изделий (деталей, сборочных единиц) машиностроения и приборостроения и определяет ряд важных понятий [2]:

- Электронная модель изделия: электронная модель детали или сборочной единицы по ГОСТ 2.102;

- Электронная геометрическая модель: электронная модель изделия, описывающая геометрическую форму, размеры и иные свойства изделия, зависящие от его формы и размеров;

- Геометрический элемент: идентифицированный (именованный) геометрический объект, используемый в наборе данных. Геометрическим объектом может быть точка, линия, плоскость, поверхность, геометрическая фигура, геометрическое тело;

- Геометрия модели: совокупность геометрических элементов, которые являются элементами геометрической модели изделия;

- Основная геометрия: совокупность геометрических элементов, которые непосредственно определяют форму моделируемого изделия.

- Вспомогательная геометрия модели: совокупность геометрических элементов, которые используются в процессе создания геометрической модели изделия, но не являются элементами этой модели. Геометрическими элементами могут быть осевая линия, опорные точки сплайна, направляющие и образующие линии поверхности и др.;

- Атрибут модели: размер, допуск, текст или символ, требуемый для определения геометрии изделия или его характеристики;

- Плоскость обозначений и указаний: плоскость в модельном пространстве, на которую выводится визуально воспринимаемая информация, содержащая значения атрибутов модели, технические требования, обозначения и указания;

- Данные расположения: данные, определяющие размещение и ориентацию изделия и его составных частей в модельном пространстве в указанной системе координат.

- Модельное пространство: пространство в координатной системе модели, в котором выполняется геометрическая модель изделия;

- Модель изделия: сущность, воспроизводящая свойства реального изделия.

В компьютерной среде электронная модель изделия представляется в виде набора данных, которые вместе определяют геометрию изделия и иные свойства, необходимые для изготовления, контроля, приемки, сборки, эксплуатации, ремонта и утилизации изделия. Электронная модель изделия выполняет следующие функции [2]:

- Интерпретация всего составляющего модель набора данных (или его части) в автоматизированных системах;

- Визуальное отображение конструкции изделия в процессе выполнения проектных работ, производственных и иных операций;

- Изготовление чертежной конструкторской документации в электронной или бумажной форме.

Состав электронной геометрической модели изделия представлена на рис.2.1.



Рис. 2.1 Схема состава электронной геометрической модели изделия

Геометрические модели подразделяются на следующие типы [2]:

- Твердотельная модель: трехмерная электронная геометрическая модель, представляющая форму изделия как результат композиции заданного множества геометрических элементов с применением операций булевой алгебры к этим геометрическим элементам;

- Поверхностная модель: трехмерная электронная геометрическая модель, представленная множеством ограниченных поверхностей, определяющих в пространстве форму изделия;

- Каркасная модель: трехмерная электронная геометрическая модель, представленная пространственной композицией точек, отрезков и кривых, определяющих в пространстве форму изделия.

Модель должна содержать полный набор конструкторских, технологических и физических параметров согласно ГОСТ 2.109, необходимых для выполнения расчетов, математического моделирования, разработки технологических процессов и др. Полнота и подробность модели на различных стадиях разработки должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.103.

Электронный конструкторский документ, выполненный в виде модели, должен соответствовать следующим основным требованиям [2]:

- Атрибуты (модели), приведенные в модели, должны быть необходимыми и достаточными для указанной цели выпуска (например, изготовления изделия или построения чертежа);

- Все значения размеров должны получаться из модели;

- Определенные в модели связанные геометрические элементы, атрибуты, обозначения и указания должны быть согласованы;

- Если в модели не содержатся все конструкторские данные изделия, то это должно быть указано;

- Не допускается давать ссылки на нормативные документы, определяющие форму и размеры конструктивных элементов (отверстия, фаски, канавки и т. п.), если в них нет геометрического описания этих элементов. Все данные для их изготовления должны быть приведены в модели;

- Разрядность при округлении значений линейных и угловых размеров должна задаваться разработчиком.

2.2 ГОСТ 2.056-2014 «ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ ДЕТАЛИ»

ГОСТ 2.056-2014 устанавливает общие положения к выполнению деталей (ЭМД) электронных моделей изделий машиностроения И приборостроения. ЭМД выполняется программно-техническими средствами только в электронной форме и предназначена для использования В компьютерной среде ЭМД является основным конструкторским документом и должна содержать все данные, необходимые для изготовления и контроля детали в соответствии с требованиями ГОСТ 2.052. ЭМД выполняется программнотехническими средствами только в электронной форме и предназначена для использования в компьютерной среде.

Рассмотрим основную терминологию [3]:

Атрибут модели – размер, допуск, текст или символ, требуемый для определения геометрии изделия или его характеристики.

Геометрический элемент – идентифицированный геометрический объект, используемый в наборе данных. Геометрическим объектом может быть точка, линия, плоскость, поверхность, геометрическая фигура, геометрическое тело.

Данные расположения – данные, определяющие размещение и ориентацию изделия и его составных частей в модельном пространстве в указанной системе координат.

Информационный уровень – свойство системы автоматизированного проектирования, позволяющее группировать геометрическую и символическую информацию.

Модельное пространство – пространство в координатной системе модели, в котором выполняется геометрическая модель изделия.

Основная геометрия модели – совокупность геометрических элементов, представляющих форму и размеры геометрической модели.

Плоскость обозначений и указаний – плоскость в модельном пространстве, на которую выводится визуально воспринимаемая информация, содержащая значения атрибутов модели, технические требования, обозначения и указания.

Геометрическая целостность (электронной геометрической модели) – свойство электронной геометрической модели изделия, определяющее, что при ее построении и преобразованиях (выполнении поворота, переноса и других

операций преобразования) сохраняется целостность данных содержательной части.

Аннотация - текстовый атрибут модели.

ЭМД должна содержать:

- основную геометрию детали;
- конструкторские и технологические требования (при необходимости);
- физические параметры (согласно ГОСТ 2.109), необходимые для выполнения расчетов (прочностных, весовых и т.д.), математического моделирования, разработки технологических процессов и др.;
- другие данные (при необходимости).

ЭМД следует разрабатывать в соответствии со следующими требованиями: - общие требования к проектированию (разработке);

- данные расположения;

- требования к изготовлению и контролю, действующие на изделия конкретных видов техники с учетом их специфики.

2.3 ГОСТ 2.057–2014 «ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ»

ГОСТ 2.057–2014 устанавливает общие требования к выполнению электронных моделей сборочных единиц (комплексов, комплектов) изделий машиностроения и приборостроения. ЭМСЕ выполняется программнотехническими средствами только в электронной форме и предназначена для использования в компьютерной среде Электронная модель сборочной единицы (ЭМСЕ) должна содержать все данные, необходимые для изготовления и контроля детали в соответствии с требованиями ГОСТ 2.052.

ЭМСЕ должна содержать [4]:

- основную геометрию всех ЭМД, являющихся составной частью ЭМСЕ;

- физические параметры (согласно ГОСТ 2.109), необходимые для выполнения расчетов (прочностных, весовых и т.д.), математического моделирования, разработки технологических процессов и др.;

- конструкторские и технологические требования (при необходимости);

- другие данные (при необходимости).

ЭМСЕ следует разрабатывать в соответствии со следующими требованиями:

- общие требования к проектированию (разработке);

- данные расположения, включая ограничения на позиционирование ЭМСЕ;

- требования к изготовлению и контролю, действующие на изделия конкретных видов техники с учетом их специфики.

Степень подробности ЭМСЕ должна соответствовать стадии разработки по ГОСТ 2.103. Требования к единицам измерения, к системе координат, к точности выполнения, применению информационных уровней и оформлению ЭМСЕ – по ГОСТ 2.052 и ГОСТ 2.056. После позиционирования всех ЭМД в модельном пространстве ЭМСЕ разработчик должен проверить зазоры и

пересечения. Взаимопересечения сопрягаемых ЭМД допускаются не более чем на 0,01 мм. Проверку рекомендуется проводить встроенными средствами САПР. В процессе разработки ЭМСЕ следует проверять на геометрическую целостность в соответствии с заданной точностью.

В ЭМСЕ следует указывать следующие размеры [4]:

- установочные и присоединительные размеры;
- габаритные размеры;
- размеры перемычек и шагов крепежных;
- размеры, достигаемые при регулировке, настройке.

Технические требования рекомендуется указывать в последовательности согласно ГОСТ 2.056. Подвижные изделия (приводы, кулисы, клапаны, люки, каретки и т.д.), имеющие при функционировании несколько положений, рекомендуется представлять в ЭМСЕ в нескольких характерных положениях (нейтральное, крайнее, убранное, открытое, закрытое и т.д.), отражая это в структуре ЭМСЕ.

Общие требования к обозначению позиций в ЭМСЕ предъявляются согласно ГОСТ 2.052 и ГОСТ 2.109. Обозначение позиций в ЭМСЕ необходимо выполнять арабскими цифрами на полке линии-выноски с точкой по ГОСТ 2.109. При необходимости внесения в технические требования ЭМСЕ большого количества обозначений позиций деталей или указания определенных деталей (например, болты, устанавливаемые по фланцу на герметике) допускается указание обозначений позиций деталей с установкой выносок и ссылкой на соответствующие ЭМД. Для обеспечения автоматизированной обработки ЭМСЕ рекомендуется выполнять в виде самостоятельного документа одновременно с электронной спецификацией ГОСТ 2.055. Графы "Формат" и "Зона" допускается не выполнять [4].

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1. Дайте определение электронной модели изделия;
- 2. Дайте определение электронной геометрической модели;
- 3. Перечислите атрибуты модели;
- 4. Дайте определение модельного пространства;
- 5. Дайте определение модели изделия;
- 6. Назовите основные функции, выполняемые электронной моделью изделия;
- 7. Дайте определение твердотельной модели;
- 8. Дайте определение поверхностной модели;
- 9. Дайте определение каркасной модели;
- 10. Перечислите основные требования соответствия электронного конструкторского документа;
- 11. Дайте определение атрибута модели;
- 12. Дайте определение данным расположения;
- 13. Дайте определение информационного уровня;
- 14. Дайте определение модельного пространства;

- 15. Дайте определение плоскости обозначений и указаний;
- 16. Дайте определение геометрической целостности;
- 17.Перечислите основные составные части электронной модели детали;
- 18.Перечислите основные требования к разработке электронной модели детали;
- 19.Перечислите основные составные части электронной модели сборочной единицы;
- 20.Перечислите основные требования к разработке электронной модели сборочной единицы;
- 21.Какие размеры необходимо указывать в электронной модели сборочной единицы?

3. САД-МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА 3.1 МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРПУСА (КОЖУХА)

Моделирование теплообменного аппарата начинаем с построения цилиндрической части корпуса (кожуха). Создадим новую деталь (рис.3.1).



Рис. 3.1 Создать деталь

На плоскости ZY (рис.3.2) строим эскиз - окружность из центра координат с заданным диаметром (рис.3.3)



Рис. 3.2 Плоскость ZY



Рис. 3.3 Задание диаметра

Не выходя из эскиза, переходим к элементу выдавливания (рис.3.4). Вводим значение <u>Расстояние</u>, активируем тонкостенный элемент, вводим значение <u>Толщина 1</u>. Завершаем команду – зеленая галочка.



Рис. 3.4 Элемент выдавливания

Создадим отверстие для штуцера. Для этого используем команду Отверстие простое и выбираем нижнюю часть поверхности цилиндра (рис.3.5).



Рис. 3.5 Начало команды Отверстие простое

Укажем следующие значения: <u>Диаметр</u>, <u>Угол 1</u> и <u>Расстояние 2</u>. Остальные параметры оставляем без изменений (рис.3.6). Завершаем команду.



Рис. 3.6 Параметры команды Отверстие простое

Создадим второе отверстие. Для этого выделяем в <u>Дереве модели</u> <u>Отверстие 1</u> и применяем к нему <u>Массив по концентрической сетке</u> (рис.3.7).



Рис. 3.7 Начало команды Массив

В качестве Оси выступает поверхность цилиндра (рис. 3.8)



Рис. 3.8 Выбор оси

Экземпляров по кольцевому направлению – 2 (рис.3.9).



Рис. 3.9 Задание параметров отверстия в массиве

Вводим значение шага вдоль оси. Как видим, появилось отверстие, значит все сделано верно (рис.3.10). Завершаем команду.



Рис. 3.10 Ввод количества экземпляров отверстий массива

Перейдем в изометрический вид (рис.3.11).



Рис. 3.11 Изометрический вид этапа

Отредактируем свойства модели (рис.3.12)



Рис. 3.12 Редактирование свойств

Создадим новое имя – Корпус и сохраним файл.

3.2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРУБНОЙ РЕШЕТКИ

Создадим окружность с заданным диаметром на плоскости эскиза ZY. Перейдем к команде <u>Элемент выдавливания</u> и укажем расстояние (рис.3.13). Завершаем команду.



Рис. 3.13 Создание элемента выдавливания

Создаем новый эскиз на передней грани цилиндра (рис.3.14)



Рис. 3.14 Новый эскиз на грани

Строим окружность из центра координат с заданным диаметром (рис.3.15)



Рис. 3.15 Построение окружности на грани

Не закрывая эскиз переходим к <u>Вырезанию</u> и в способе вырезания указываем <u>Через все (рис.3.16)</u>. Завершаем команду.



Рис. 3.16 Вырезание отверстия

В <u>Дереве модели</u> выделим <u>Элемент выдавливания 2</u> и применим к нему <u>Массив</u> <u>по сетке.</u> (рис.3.17). Для удобства перейдем вид спереди.



Рис. 3.17 Применение массива по сетке

Отредактируем параметры массива указав количество экземпляров по <u>Направлению 1</u> и <u>Расстояние 1</u>, экземпляров по <u>Направлению 2</u> и <u>Расстояние 2</u>. Схема - <u>Шахматный порядок</u> (рис.3.18).

											2003000	
	Пердотельное 📄 📾 📑 🎊 Аз	толиния 💽 Окруж	ность Элемент	Придать толшину	П Ребро жесткости	Добавить деталь-заготов	Точка по	С Контур	Массия по сети	6 F - 6 0	L L В Инфор	мация об Врассто
	📀 Каркас и	рямоугольник 🗲 Автоос	севая	Отверстие	П Сечение	🗊 Оболочка	Спираль	Сплайн по	Копировать	2. 1. 2 4 4	🚊 🚊 🎒 МЦХ м	одели 🔒 Прове
	П. Инструменты	помогатель 🚊 Спроез	цировать Скругление	Л Уклон	👩 Булева	🔊 Масштабиров	a decision defense according		е Коллекция	1 8 8 4		indexe
	V Cecteureas I	Joora Joora	1	Элечен	пы тала	+ 1	Элемент	ы каркаса	В Массия, копирования	Benow_ I Paswe_ I Odd		Диагностика
	Параметры Дерево	¢				"L Q	- 2 1	8 8 - 10	- 23 B & Y	- 0 1 X		
	Maccine no cense	0 E						-			~ ~	
	Ⅲ○ ∦☆∄ ∳ ⊌	✓ ×						(++)	70-(2)70-(3)	1 (4)7 (5)	10 10 11	7)
	Onepauvir 🛷 🔝 🗣 😪 ピ	12										-
	Операции Элемент выдавливани	#2							(1)6((2)6((3)6) (4)6)	(5) (6) (6)	(7.6)
Image: Second I					/				~~~~	~~~~		
Image: Constrained and Constrai								(1)	5 (2)5 (3)	5 (4)5 (5)	5 (6 5) (7	5)
Percentage Percentage Percentage P	∧ Параметры массива	_						T	201	200		
Magazenes 1 Harman 2 Harman 2 Paccount a vestor Imagezenes 2 Manopart Reserve Paccount a vestor Imagezenes 2 Manopart Reserve Imagezenes 2	Геометрический О								11)40 12)40	(3)46 (4)46	(5)40 (6)40	(7.4)
Haracegoed Amongebeene Haracegoed 0 Paccadewood 7 Paccadewood 1 Nagaaawaa 0 Nagaaawaa 0 Nagaawaa 0 Nagaawaawaa 0 Nagaawaawaa 0 Nagaawaawaawaa 0 Nagaawaawaawaa 0 Nagaawaawaa 0 Nagaawaawaa 0 Nagaawaawaawaawaa 0 Nagaawaawaawaawaa 0 Nagaawaawaawaawaawaawaawaawaa 0 Nagaawaawaawaawaawaawaawaawaa 0 Nagaawaawaawaawaa 0 Nagaawaawaawaawaawaa 0 Nagaawaawaawaawaawaa 0 Nagaawaawaawaa 0 Nagaawaawaa 0 Nagaawa	Направление 1								00	00	00	
Hords • 0 • Pactors • Pacors<	Направление	/						((1)	3() (2)3() (3)	3) (4.)3) (5.)	36 (6.)36 (7	.3)
Parcelander 7 Parcelander 1 Parcelander 1 <td< td=""><td>Нактон 🔻 0</td><td>*</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>30-</td><td></td><td></td><td>VV</td><td>8</td></td<>	Нактон 🔻 0	*						30-			VV	8
Implementation Imple	Экземпляров по				/				70.	100	101	
Concernent state: Percense 1 Magazanese 2 Amongrebenve Percense 1 Magazanese 2 Amongrebenve Percense 2 Managazenes 2	направлению: " Расстояние между	_						(v51)	(12) (2)2)	(3,2) (4,2)	(5)2() (6)2()	(7.2)
Parconnel 1 © 30 • Hangaaneeue 2 Manooperbaneeue Non parconel 9 © • • • • • • • • • • • • • • • • • •	Соседними всем. 64 55							A	-AV			-
Harparsone 2 History Processe Pacconnect 2	Расстояние 1 • 30								An	00	OT	4
Homospecie Amongraduence Yon participation Image:	Анаправление 2							(44)	10×-12/10 (3)	10 (4)10 (5)	10 (e)10 (3	11 0
Part pactore 0 Part pactore 0 Part pactore 7 Pactore 1 Port pactore 1	Направление	1						\sim	- B - S			M
Margaserous Margaserous Pacconsure steap Image:		•										A Constraint of the
Approximation of the second	Baevorepor pp	-										
Ceccamine storm:	направлению: 7	-										1
Paccosure 2 ▼ 30 ^ Дополнительные паражет Basedward Toppart To -sampaster 1	Cocedition action				1							1
▲ Деполнятельнике парамет Bandwards ■ Dit L ■ B Magazeruw 52 1 ■ Dit L Magazeruw 52 0 ■ Dit L	Расстояние 2 💌 30										/	
Bandweigh Ingeler Bit L	 Дополнительные параг 	MET										
Базовий эховиллар 1 По направлению 1 1 По направлению 2 1 ✓ Параметры эковилларов 0	Dematrice Toppal III CI L.											
По-матралению E 1 По-матралению 2 1 ✓ Параметры экснигларов 2 0	Базовый экземплар											
№ Параметры экземиларов 2	По направлению 1: 1											
Правитеры ходенляров	По направлению 2: 1	_									/	
	Параметры экземплар	06 0								/		

Рис. 3.18 Редактирование параметров массива по сетке

Раскроем вкладку <u>Удаленные экземпляры</u>, если она не раскрыта. Нажатием на голубой кружочек удалим экземпляры, которые пересекают контур

цилиндра, а которые находятся за пределами контура цилиндра оставляем без изменений (рис.3.19). Завершаем команду.



Рис. 3.19 Удаление экземпляров массива

Выбираем команду в Дереве модели - Массив по сетке 1 и применяем к нему операцию Зеркальный массив (рис.3.20).



Рис.3.20 Начало команды Зеркальный массив

В качестве плоскости симметрии выберем плоскость ZX в <u>Дереве модели</u> (рис.3.21). Возвращаемся в <u>Параметры</u> и завершаем команду.



Рис.3.21 Выбор плоскости

Выделяем в <u>Дереве модели</u> <u>Зеркальный массив номер 1</u> и снова применяем операцию <u>Зеркальный массив</u>, теперь качестве плоскости симметрии выберем плоскость XY(рис.3.22). Возвращаемся в <u>Параметры</u> и завершаем команду.



Рис.3.22 Выбор плоскости симметрии

Перейдем в изометрический вид и отредактируем свойства модели: применим новое имя - Трубная решётка (рис.3.23). Сохраняем файл.



Рис.3.23 Редактирование свойств модели

Изометрический вид представлен на рис.3.24.



Рис. 3.24 Трубная решетка

3.3 МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ТРУБОК

Для построения теплообменных трубок создадим копию ранее созданного файла "Трубная решетка" и переименуем его. Переходим к <u>Эскизу</u> на передней грани трубной решётки (рис.3.25).



Рис.3.25 Начало построения теплообменных трубок

Используем команду <u>Спроецировать объект</u> и нажимаем на грань трубной решетки (рис.3.26).



Рис.3.26 Проецирование объектов

При помощи команды Усечь кривую убираем контур цилиндра (рис.3.27)



Рис. 3.27 Усечение кривой

Далее при помощи сочетания клавиш Ctrl+A выделяем все имеющиеся контуры - отверстия и клавишами Ctrl+C копируем их относительно центра координат (рис.3.28). Закрываем эскиз.



Рис.3.28 Копирование объектов

Теперь зажатой клавишей Shift выбираем <u>Эскиз:1</u> в <u>Дереве модели</u> и нажимаем Delete, тем самым удаляя все предыдущие операции (рис.3.29).



Рис.3.29 Удаление предыдущих операций

Выбираем плоскость ZY и строим на ней эскиз (рис.3.30).



Рис. 3.30 Выбор плоскости ZY

Нажимаем клавиши Ctrl+V и вставляем скопированный ранее эскиз (рис.3.31).



Рис.3.31 Копирование объекта на плоскость

Сразу же переходим к <u>Элементу выдавливания</u>. Обязательно указываем новое тело. Расстояние равно длине корпуса. Активируем <u>Тонкостенный</u> элемент и оставляем толщину по умолчанию равной 1 (рис.3.32). Завершаем команду.



Рис. 3.32 Редактирование элемента выдавливания

Повторно нажимаем на галочку, ждем пока прогрузится операция и закрываем. Теплообменные трубки созданы (рис.3.33).



Рис. 3.33 Теплообменные трубки

Отредактируем свойства модели. Изменим имя на "Теплообменные трубки". Сохраним.

3.4 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕГОРОДОК

Для создания элемента "Перегородка" снова воспользуемся копией файла "Трубная решётка". Далее переходим к <u>Эскизу</u> на передней грани трубной решётки, аналогично выполненному ранее. Воспользуемся <u>Вспомогательными</u> <u>прямыми</u>. Выбираем <u>Горизонтальную прямую</u> и проводим ее через центр координат (рис. 3.34).



Рис.3.34 Построение горизонтальной прямой



Далее строим Параллельную прямую на заданном расстоянии (рис.3.35).

Рис. 3.35 Построение параллельной прямой

Выбираем команду Прямоугольник и строим его так, чтобы он захватывал нижнюю часть трубной решётки (рис.3.36).



Рис. 3.36 Построение прямоугольника

Переходим к операции <u>Вырезание</u>, в способе выбираем <u>Через все</u> и завершаем команду (рис.3.37).



Рис. 3.37 Операция Вырезание

Для того, чтобы уменьшить толщину перегородки отредактируем <u>Элемент:1</u> изменив расстояние на заданное (рис.3.38).

Твердотельное моделирование Каркас и повериности Инструменты Заскиза	Сонструкций Сонструс	 Окружность Автоосевая Спроецировать объект 	Элемент выдавливания вырезать выдавливанием Скругление	Придать толщину Отверстие Потверстие Уклон	 Ребро жесткости Сечение Булева операция 	П Добавить деталь-заготов Оболочка П Масштабиров	Точка по «координатам сцилиндрическ	Сплайн по Сплайн по точкам	Maccue no cerxe Consposars observa Konsequent Kons
Параметры	Дерево 🗘		-1	Meet	10.1018	10 TL (0)	* 2 4 * 2	50 in - hr	
Элемент выдавливания	0 1							Q Q . M	
	NX								
Объединения									
Ceverin	● 3cous1 × ピ Ц								
Направляющий	3000:1 × /							_	
Cnocof	山谷でき					/			
Расстояние 💌	15 + →								
View -									
Симметрично	0								
Второе направление	0					to			
						A A A			
^	Тонкостенный элемент								
Тонкостенный элемент	0								
Группы объектов	Область применения								
Компоненты и теля	64 12 🗆							6.1	>
Выбранные объекть	8 8 8 8 A							A	
SOMPOHENTS / TEAM									
								025	
	экожите объекты							15=0.01	
								11/21	
~	Свойства								13
Наименование	Элемент выдавливания:1								
~	Отображение								
Способ задания	По источнику 🔻								

Рис.3.38 Редактирование элемента выдавливания

Модель перестроилась. Изменим имя файла и сохраним (рис.3.39).





Изометрический вид перегородки представлен на рис. 3.40.



Рис. 3.40 Перегородка

3.5 МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ. ТРУБНЫЙ ПУЧОК

Внутренним компонентом кожухотрубного теплообменного аппарата, размещенным в корпусе является трубный пучок. В нашем случае данный компонент является сборочной единицей. Создаем новый файл – сборку. Добавляем компонент из файла (рис.3.41). Первый компонент - трубки. Выбираем сохраненную ранее модель.



Рис.3.41 Добавление компонента

Помещаем модель в центр координат (рис.3.42).



Рис. 3.42 Помещение модели теплообменных трубок в центр координат

Добавляем второй компонент – перегородку (рис.3.43). Ставим ее в произвольное место, напротив оси X нажимаем кнопку <u>Сменить направление.</u> Далее переходим <u>в сопряжения.</u> (рис.3.44).



Рис.3.43 Добавление перегородки



Рис. 3.44 Смена направления, выбор сопряжения

Первым сопряжением выбираем Соосность (рис.3.45).



Рис. 3.45 Выбор соосности

Выбираем одно из отверстий на перегородке и соответствующую трубку (рис.3.46, 3.47).



Рис.3.46 Выбор соосных элементов



Рис. 3.47 Итог выбора соосных объектов

Завершаем команду

Второе сопряжение - <u>На расстоянии</u> (рис.3.48)



Рис.3.48 Выбор сопряжения на расстоянии

Выбираем грань перегородки и грань торца любой из трубок (рис.3.49).



Рис.3.49 Выбор элементов сопряжения

Вводим заданное расстояние (рис.3.50).



Рис.3.50 Ввод расстояния 35

Завершаем команду.

В Дереве модели переходим в режим История построения (рис.3.51).



Рис. 3.51 Выбор истории построения

Выбираем <u>Перегородка</u> и применяем команду <u>Массив по концентрической</u> <u>сетке</u> (рис.3.52)



Рис. 3.52 Выбор массива по концентрической сетке

Экземпляров по направлению - 2, устанавливаем шаг вдоль оси. В качестве оси выбираем ребро перегородки (рис.3.53).



Рис. 3.53 Редактирования массива

Завершаем команду. В <u>Дереве модели</u> выбираем <u>Массив по</u> концентрической сетке и применяем к нему <u>Обычный массив по сетке</u> (рис.3.54).



Рис.3.54 Применение обычного массива

Устанавливаем заданное количество <u>Экземпляров по направлению</u> и заданное <u>Расстояние между соседними экземплярами</u> (рис.3.55). Завершаем команду.



Рис.3.55 Установка количества экземпляров и расстояния

Добавляем следующий компонент – трубная решетка. Переходим к сопряжению, первое сопряжение – <u>Сопряжение соосность</u> (рис.3.56).



Рис.3.56 Добавление трубной решетки

Выбираем ребро трубной решетки и ребро перегородки. Завершаем команду (рис.3.57).



Рис.3.57 Сопряжение объектов

Второе сопряжение – Совпадение объектов (рис.3.58).



Рис. 3.58 Выбор совпадения объектов

Выбираем грань трубной решетки и торцевую грань любой из трубок (рис.3.59, 3.60).



Рис.3.59 Выбор сопрягаемых элементов



Рис. 3.60 Результат сопряжения

Завершаем команду. Трубную решетку на другом конце пучка создадим при помощи команды <u>Массив</u>. Выбираем трубную решетку в <u>Дереве модели</u> и применяем <u>Массив по сетке</u> (рис.3.61).



Рис.3.61 Применение массива по сетке

Экземпляров по направлению – 2, вводим расстояние по длине трубок (рис.3.62). Завершаем команду.



Рис.3.62 Ввод экземпляров и расстояния

Называем сборку "Трубный пучок" (рис.3.63) и сохраняем.



Рис. 3.63 Трубный пучок

3.6 МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩЕЙ СБОРКИ. КОРПУС

Перейдем к созданию общей сборки теплообменного аппарата. Создаем новую сборку. Добавляем компонент из <u>Файлы</u>. Первый компонент – "Трубный пучок", вставляем его в центр координат и добавляем следующий компонент – "Корпус" также вставляем его в центр координат (рис.3.64).



Рис. 3.64 Начало построения общей сборки

Перейдем в режим <u>История построения</u> в <u>Дереве модели</u> и зафиксируем Корпус (рис.3.65, 3.66).



Рис.3.65 Выбор истории построения



Рис. 3.66 Фиксация объекта

Отредактируем свойствам модели и назовем "Сборка теплообменного аппарата". Сохраним.

Следующий элемент является стандартным поэтому переходим к команде Вставить элемент (рис.3.67).



Рис.3.67 Переход к команде Вставить элемент

Переходим на вкладку <u>Детали и узлы сосудов и аппаратов</u>, далее элементы - фланцы, фланцы по ГОСТ 28759.3-90 (рис.3.68), выбираем фланец необходимы фланец (исполнение 1).

	= 😢 🗉	
1 前 云 🍐	Ограничительный перечень Все	разнеры
	Ønavez 1-400-1,6-0	09F2C FOCT 28759.3-90
🗟 🔤 Детали и ариатура трубопроводов	▲ В Отображение	
🕀 🥁 Детали и узлы сосудов и алпаратов	1-detantings	Charaspheik
🛞 🛅 Изделия крепежные для фланцевых соединений	 Конструкция и разнеры +Матер 	DARTE:
🛞 🧫 Люки стальных сварных сосудов и аппаратов	D, skytpowski gkanetp and	apar: 400
😑 🥁 Элененты сосудов и аппаратов	Ру, давление условное	1,6
🕀 🧮 Бобышки	Наленование	C18/6 09/2C FOCT 5520-79
🕀 🧁 Destañ		
🛞 😓 Колпачної колонных аппаратов		
🕀 🧮 Опоры	Hassanie Shavenie A Visobol	PREMIT Moders
(в) 🧫 Пробки	Ofosiere Onareu 1-	
🗟 🧫 Прокладки	Код издел «Код не з	A CONTRACTOR
🕀 🧫 Фланцы	07, anter 436	
🛞 🚞 Фланцы ГОСТ 28759.2-90	02, anter: 495	
CT 28759.3-90	D4, pixane: 466	
O Onaves (TOCT (\$759.3-90 (vcn. 1)	D3, gxaver 458	
O Onaveu FOCT 28759.3-90 (von. 10)	d, primet; 23	
O Graveu FOCT 28759.3-90 (von. 11)	06, axiane: 412	
O oneveu FOCT 28759.3-90 (vcn. 12)	H, secora 70	
	л, количес 20	
O Graves FOCT 28758.3-90 (vm. 2)	In vanue 15	
0 cnameu FOCT 28759.3-90 (vcn. 2) 0 cnameu FOCT 28759.3-90 (vcn. 3)	2) TO BET 22	
0 0134451 TOCT 28759.3-90 (ven. 2) 0 0134451 TOCT 28759.3-90 (ven. 2) 0 0134451 TOCT 28759.3-90 (ven. 4)	D1, gwaver \$35	
0 conversi FOCT 28759-3-90 (ver. 2) 0 conversi FOCT 38759-3-90 (ver. 3) 0 conversi FOCT 28759-3-90 (ver. 4) 0 conversi FOCT 28759-3-90 (ver. 4)	01, 2x844 535 Ofcase- FOCT 2875	and a second

Рис.3.68 Детали и узлы сосудов, фланцы

Выбираем торцевую грань корпуса для создания сопряжения <u>Совпадение.</u> Далее ребро для создания сопряжения <u>Соосность</u> (рис.3.69). Завершаем команду.



Рис. 3.69 Установка фланца

Следующим элементом также является фланец ГОСТ 28759.3-90, но исполнение 2 (рис.3.70).



Рис.3.70 Выбор второго фланца

Также создаем сопряжение <u>Совпадение</u>, выбираем плоскую грань первого фланца. Далее выбираем ребро и сопряжение <u>Соосность</u> (рис.3.71). Завершаем команду



Рис. 3.71 Установка второго фланца

Фланцы соединяются друг с другом при помощи болтов, поэтому добавим их из <u>Библиотеки стандартных элементов</u>. Переходим к крепежным изделиям, болты, болты с шестигранной головкой, ГОСТ 15589-70 (исполнение 1) (рис.3.72).



Рис. 3.72 Библиотека стандартных элементов, болты

Выбираем плоскую грань фланца для создания Сопряжения совпадения (рис. 3.72).



Рис. 3.72 Выбор сопряжения совпадения

Для соосности выбираем одно из отверстий (рис.3.73). Завершаем команду.



Рис. 3.73 Установка болта

Далее необходимо добавить гайку. Раскрываем вкладку <u>Гайки</u>, шестигранные гайка по ГОСТ 15521-70 (рис.3.74).

Ф Библиотека Стандартные Изделия	×
Anda Bus Canana Consers	
T 🖾 🗧 📩	
🛞 🦢 Детали пневно- и пидросистен 🔹 🔺	
🛛 🤤 Крепекные изделия	
B Dome	
🛞 📴 Bowort Failka FOCT 10605-94	Faika FDCT 10607-94
🛞 🧮 Винты	
9 📴 Tailor	
🛞 😓 Falkor komaviseve	
🛞 🧫 Гайондуглые	
🛞 🧫 Гайки прорезные, корончатые	
🖯 😑 Гайог цестиграные	
Faika FOCT 10605-94 Faika FOCT 10608-72	Faika FDCT 10610-72
- 10 Faika FOCT 19607-94	
Faika FOCT 19608-72	
- 6 Faika FOCT 10610-72	
Fails FOCT 15521-70	
6 Faika FOCT 15522-70 (km 1)	
G Faika FOCT 15522-70 (xm 2)	
Paika FOCT 15523-70 (km 1)	
Faika FOCT 15523-70 (km 2)	Taika FOCT 15522-70 (km
Faika FOCT 15524-70 (Act 1)	
Faixa FOCT 15524-70 (von 2)	
- Paika FOCT 15525-70 (nm 1)	
Calka FOCT 15525-70 (non 2)	
	Towney Others Croases

Рис. 3.74 Библиотека стандартных элементов, гайки

Выбираем плоскую грань фланца для совпадения и поверхность болта для соосности (рис.3.75). Завершаем команду



Рис.3.75 Установка гайки

Количество отверстий во фланцах – 20, поэтому в <u>Дереве модели</u> выбираем гайку и болт и применяем к ним команду <u>Массив по концентрической сетке</u> (рис.3.76).



Рис.3.76 Команда массив

Экземпляров по направлению – 20, угол – 360 и в качестве оси убираем поверхность фланца (рис.3.77). Завершаем команду.

Рис.3.77 Установка параметров массива

- L ti to a 0.1 . D *Tp · 0 × 06 C **d**(-)a A (-) 0 ... eu 2-400-1.6-09F2C FOCT IT (-) 6 D/HT M22x90 FOCT 15589 P T (-) Falka M22-6H FOCT 15521-1 - QIM

Болты и гайки были скопированы во все отверстия фланца (рис.3.78).

Рис.3.78 Результат команды массив

Для удобства скроем условное отображение резьбы (рис.3.79), сохраним деталь.

Рис.3.79 Скрытие резьбы

Следующим компонентом является днище, которое также стандартизировано. Переходим к команде <u>Вставить элемент</u>, детали и узлы сосудов и аппаратов, днища (рис.3.80). Выбираем днище по ГОСТ 6533-78.

Рис.3.80 Детали и узлы сосудов и аппаратов, днища

Для совпадения выбираем грань фланца и для соосности одно из ребер (рис.3.81). Завершаем.

Рис.3.81 Установка днища

Далее создадим отверстие для штуцера на днище. Для этого используем команду <u>Отверстие</u>, тип - <u>Простое</u>, выбираем поверхность днища (рис.3.82).

Рис.3.82 Создание отверстия

Вводим заданный диаметр, <u>Смещение</u> по параметрам U и V. U – 100%, V – 0%. Указываем в <u>Глубина - Через все</u>, в области применения выбираем выбранные объекты и выбираем днище для того, чтобы отверстие создавалась только в днище и не задевало другие компоненты сборки (рис.3.83). Завешаем команду.

Рис.3.83 Редактирование параметров отверстия

Как видим отверстие создалось только в днище (рис.3.84)

Рис. 3.84 Итог выполнения этапа

3.7 МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩЕЙ СБОРКИ. ШТУЦЕРЫ И ОПОРЫ

Далее перейдем к добавлению штуцеров. Переходим к стандартным элементам, элементы сосудов и аппаратов, штуцера, штуцера АТК 24.218.06-90 (тип 1, исполнение 1) (рис.3.85).

Рис.3.85 Элементы сосудов и аппаратов, штуцера

Указываем сопряжение только соосности и выбираем отверстие (рис.3.86). Завершаем команду, закрываем

Рис.3.86 Выбор отверстия

Переходим к редактированию добавленного штуцера. Как видим штуцер ориентирован верно, но он утоплен в днище (рис.3.87).

Рис.3.87 Редактирование штуцера

Поэтому создадим дополнительно сопряжение на расстоянии от лицевой грани патрубка штуцера (рис.3.88).

Рис.3.88 Создание дополнительного сопряжения

До поверхности фланца в <u>Расстояние</u> укажем заданное значение. Преобразуем в обратную сторону (рис.3.89).

Рис.3.89 Перенос штуцера в заданное положение

Добавим штуцер межтрубного пространства, воспользовавшись библиотекой. Применим Штуцер АТК 24.218.06-90 (тип 1, исполнение 1) (рис.3.90).

Рис.3.90 Выбор штуцера межтрубного пространства

В данном случае вставляем штуцер в произвольное пространство и завершаем команду (рис.3.91).

Рис.3.91 Начало установки штуцера

Перейдем к размещению компонента. Сменим направление по оси Y (рис.3.92)

Рис.3.92 Смена направления штуцера

Перейдем к сопряжениям. Первое <u>Сопряжение</u> – <u>Соосность</u>, выбираем поверхность штуцера и внутреннюю поверхность отверстия в корпусе (рис.3.93).

Рис.3.93 Выбор сопряжения соосности

Следующее Сопряжение - На расстоянии (рис.3.94).

Рис.3.94 Выбор сопряжения на расстоянии

В правом нижнем окне выбираем грань патрубка штуцера и в качестве <u>Объекта 2</u> выбираем плоскость ХҮ. Указываем заданное расстояние (рис.3.95). Завершаем команду.

Рис.3.95 Установка штуцера в заданное положение

Для копирования созданных ранее элементов в правую часть теплообменного аппарата построим вспомогательную плоскость. Для этого выбираем команду <u>Смещенная плоскость</u> (рис.3.96).

стие ре ать пиванием	Массив по сетке Копировать объекты	かる		0.0	2	1	4 4	B ML
ne + 1	Коллекция геометрия Массия, копирование 1	Cueu	enna	s n.to	CKDCT			
			凸	Ľ	Q.	*	2	j. •

Рис.3.96 Выбор команды Смещенная плоскость

Указываем базовую плоскость ZY в <u>Дереве модели</u> и указываем заданное расстояние в режиме <u>В обратную сторону</u> (рис.3.97).

Rapane	S Cucreaves I Kounovernu I ppu Arpeso O D IIII	Tapawergu Derese O Consumers Associety O II II Consumers Associety O II I	□ E Q + 2 + + 0 Q Q + 2 + 2 S 2 + 7 + × × X
	• 🗟 (=)Сборка ТОА (Тел-0, Сборочных ед	Pacentary 7 2000	
•	• 🖵 • Начало координат		
•	💋 Плоскость XY	Накиенсевние: Смещенная плоскость	
0	Плоскость ZX	Отображение	
0	Плоскость ZY,	Способ задания: 🛃 Врунную 🔹	
•	Oce X 2	Liet 🔶	
•	Oce Y		
•	Oce Z		e
•	• 🕞 🖈 Трубный пучок		
•	• 💽 🖈 Обечайка		
•			
0			
0	ALAT - HIT OF FOCT HIM TO		

Рис. 3.97 Режим В обратную сторону

Зажимаем клавишу Ctrl, выбираем фланец 1, фланец 2, болт, гайка, днище, оба штуцера, массив по концентрической сетке и отверстие 1. Применяем к выделенным объектам <u>Массив по концентрической сетке</u> (рис.3.98).

+	0.0	6opxa TOA.a3d X					
	Сбор Упра Твери моде	ородина состания со	Совпадение Включить фиксацию Переместить Компонент Размещени	Вращение вращение	Стверстие простое Вырезать выраливанием Сечение	Массия по сетке Массия по сетке Массия по сетке Массия по сетке Массия по крицантрической сетке Массия в контой	
nap Èit	Damerp Da	м Дерево О				 Массив по точкам Массив по таблице Зеркальный массия Массия по образцу 	Q • 2
0		• Денало координат					
0							
0		Плоскость ZY					
0		Oce X					
0		Oca Y					
0		/ Ocs-Z					
0	e	 Э *Трубный пучок 					
0	E	►) > Обечайка					
Θ	€						
0	€	of (-)Фланец 2-400-1,6-09Г2С ГОСТ 28					
0	E						
0	e	📌 (-)Гайка M22-6H ГОСТ 15521-70			-	A lange	
0	e						
0	e	ef (-)Штуцер 100-1,6-1-1-160-Ст3лс АТ					
0	E	📌 (=)Штуцер 150-1,6-1-1-180-Ст3пс АТ			-		
		• @ Сопряжения				100	
0	E	 Сумассия по концентрической сетке: 					
	E	ПОтверстие:1					
0	E	🖨 Смещенная плоскость:2					
1.00							

Рис.3.98 Копирование нескольких элементов при помощи массива

Экземпляров по направлению – 2. Ось зададим вручную путем пресечения двух плоскостей. <u>Плоскость 1</u> – смещенная плоскость, а Плоскость 2 – это плоскость XY (рис.3.99).

Y P		lis la	
	• 🗒 (=)Сборка ТОА (Тел-0, Сборочных ед	T 2	0
0	• 🖵 • Начало координат		 Сорка ТОА (Тел-0, Сборочных ед
•	Плоскость XY	ø	 – • Начало координат
•	Плоскость ZX	o	Плобость ХУ
•	🐖 Плоскость ZY	0	Плоскость ZX
•	Ocs X	0	📁 Плоскость ZY
•	Oce V	0	Ocs X
	Ocs Z	0	Oca Y
•	• 🗃 🖈 Трубный пучок	0	/ 0cs Z
9	• 💽 🖈 Обечайка	0	• 🗊 🖈 Трубный пучок
Э		0	• 🕑 🖈 Обечайка
9		0	
•	C) Gont M22x90 FOCT 15589-70	0	(+) Фланец 2-400-1,6-09Г2С ГОСТ 28
•	🕈 (-)Гайка M22-6H ГОСТ 15521-70	0	с (+) Болт M22x90 ГОСТ 15589-70
•		0	(+)Гайка M22-6H ГОСТ 15521-70
•		0	(+) Днище 400-10-100 ГОСТ 6533-78
•		0	A (-) Ultywep 100-1.6-1-1-160-Cr3nc A
	• @ Сопряжения	0	€ (-)Штушер 150-1.6-1-1-180-Ст3лс А
•	 ФМассив по концентрической сетке: 		· @ Congestences
	Disepctive:1	o	• Омассия по концентрической сете
•	🗳 Смещен уня плоскость:2	-	TEOmeorue1
		0	

Рис.3.99 Задание параметров массива

Появились велись фантомы объектов (рис.3.100). Завершаем команду.

Рис.3.100 Результат выполнения этапа

Заключительным этапом является добавление опор теплообменного аппарата. Для этого вставляем элемент, переходим во вкладку <u>Опоры, Опоры</u> <u>ОСТ 26-2091-93</u> и выбираем первую опору неподвижную (тип 1, исполнение 1) (рис.3.101).

Рис.3.101. Библиотека стандартных элементов, опоры

Вставляем опору в произвольное место рабочего окна и применяем команду (рис.3.101).

Рис.3.101 Добавление опоры

Переходим к размещению опоры. Выбираем команду <u>Сопряжения</u>, первое сопряжение – <u>Соосность</u>. Выбираем цилиндрическую поверхность опоры и обечайки аппарата (рис.3.102).

Рис.3.102 Сопряжение элементов по соосности

Второе сопряжение – <u>Параллельность</u>. Выбираем заданную плоскость опоры и плоскость ХҮ в <u>Дереве модели</u> (рис.3.103). Завершаем сопряжение.

Рис.3.103 Сопряжение элементов по параллельности

Третье сопряжение – <u>На расстоянии</u>. Выбираем заднюю грань опоры и плоскость ZY в <u>Дереве модели</u>. Указываем заданное расстояние, сменяем направление (рис.3.104).

Рис.3.104 Сопряжение элементов по расстоянию

В способе сопряжения <u>По координатам</u> меняем направление вдоль оси Z (рис.3.105), завершаем построение.

моделирование	A.4	отражен	ие ко	KOMPOHENT
8	Системная П	Компонен	a) 1	Passenge
Параметры	Дерево		Q	
Размещение компонента		0	1	
		1	×	
			~	
Способ размещения; По координатам	20			
Фикоироваты	0			
	Позиция			
Координаты:	🖈 🗙 3590		•	
	* Y 0			
	# Z -346			
Способ ориентации: Направление осей	Сриентация			
<u>Oca X</u>	Укажите объ	exm /	≓	
Oce Y	Укожит <mark>е</mark> объ	exm /	≓	
Qca Z	Укажите объ	exm /	=	
×	Система коор,	UNHAT	Смен	ть направление
^	Дополнительн	ые параме		-
	Создавать Инвертиро	объекты с вать ось Z		H

Рис.3.105 Смена направления

Добавим вторую опору, которая является подвижной. Находим в списки элементов <u>"Опора подвижная"</u> (тип 1, исполнение 1), также параметры (рис.3.105). Вставляем опоры в произвольное место.

Рис.3.105 Опора подвижная в библиотеке элементов

Устанавливаем данную опору в соответствии с тем же алгоритмом, что и в первом случае. Устанавливаем заданное расстояние.

Сборка теплообменного аппарата завершена (рис.3.106)

Рис.3.106 CAD-модель теплообменного аппарата

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1. Опишите последовательность создания новой детали;
- 2. Опишите последовательность создания отверстия для штуцера;
- 3. Массив по концентрической сетке. Особенности инструмента. Типы. При построении каких элементов используется?
- 4. Элемент выдавливания. Особенности инструмента. Припостроении каких элементов используется?
- 5. Опишите назначение Дерева модели;
- 6. Команда Спроецировать объект. Последовательность действий. При построении каких элементов используется?
- 7. Опишите последовательность моделирования элемента Перегородки;
- 8. Опишите последовательность создания сборочной единицы;
- 9. Перечислите виды и назначение элементов сопряжения;
- 10.Опишите последовательность создания общей сборки;
- 11. Режим История построения. Назначение;
- 12.Опишите последовательность действий при добавлении стандартных изделий;
- 13.Какие стандартные изделия были применены в работе?
- 14.Какие элементы теплообменного аппарата копировались при помощи массива по концентрической сетке?
- 15. Какие виды сопряжений применялись при установке опор?

4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Рис. 4.1 Исходная схема теплообменного аппарата

№ Bap	Диаме тр корпус а	Давлениев кожухеи трубах Ру, МПа	l	L, более чис ходс тру	не 2, при сле 208 по бам	10	А	Dу числ по т	А при е ходов грубам	DyБ	H/2	h	A0	11	,		12	lk	
				1	2			1	2				2	1	2	ТНГ ТКГ	ТНВ ТКВ	ТКГ	ТКВ
1 2 3 4	159	$1,6,2,5;4,0^{1)}$	1000 1500 2000 3000	1400 1900 2400 3400	—	350 650 800 1500	620 1120 1620 2620	80	—	80	215	159	-	390		200 400 500 650	400 800 1200 1500	325 ²⁾ 400 ²⁾ 750 ²⁾	400 ²⁾ 400 ²⁾ 750 ²⁾
5	1		1000	1450		350	600									250	400	_	_
6 7		1,6	1500 2000	1950 2450	—	650 800	1100 1600							425		350 500	800 1200	325 400	450 700
8			3000	3450		1500	2600									650	1500	750	900
9			1000	1500		350	570								_	250	400		
10 11	273	2,5	1500 2000	2000 2500	—	650 800	1070 1570	100	_	100	272	241	_	465		350 500	800 1200		
12 13			3000 1000	3500 1550		1500 350	2570 520									650 250	1500 400	_	_
14 15		4,0	1500 2000	2050 2550	_	650 800	1020 1520							515		350 500	800 1200		
16			3000	3550		1500	2520									650	1500		<u> </u>
17 18 19 20	325	1,6; $2,5^{1)}$	1500 2000 3000 4000	2200 2700 3700 4700	2170 2670 3670 4670	650 800 1500 2000	1050 1550 2550 3550	100	100	100	298	290	440	575	220	350 500 650 800	800 1200 1500 1800	325 ²⁾ 400 ²⁾ 750 ²⁾ 1000 ²⁾	475 ^J * 700 ²⁾ 900 ²⁾ 1000 ²⁾
21 22 23 24		4,0	1500 2000 3000 4000	2250 2750 3750 4750	2170 2670 3670 4670	650 800 1500 2000	990 1490 2490 3490						490	630		350 500 650 800	800 1200 1500 1800	_	_

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. КОМПАС-3D. Официальный сайт САПР КОМПАС [Электронный ресурс]. URL: https://kompas.ru/ (дата обращения: 16.04.2021)
- 2. ГОСТ 2.052-2015 «Электронная модель изделия. Общие положения»
- 3. ГОСТ 2.056-2014 «Электронная модель детали»
- 4. ГОСТ 2.057-2014 «Электронная модель сборочной единицы»

Цветков Вадим Александрович Пронин Владимир Александрович Долговская Ольга Владимировна СОЗДАНИЕ САД-МОДЕЛИ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА Учебно-методическое пособие

В авторской редакции Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО Зав. РИО Н.Ф. Гусарова Подписано к печати Заказ № Тираж Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49