

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Мокрозуба В. Г.

ГГТУ, Кафедра «Автоматизированное проектирование технологического оборудования»

Проектирование теплообменника это трудоемкий процесс, занимающий много времени. С другой стороны, этот процесс не сложный и однообразный: теплообменник состоит из небольшого числа элементов, характеристики которых заранее известны или легко определяются. Поэтому возникает задача упростить труд конструктора, переложив часть работы на компьютер. Для этого необходимо разработать систему автоматизированного проектирования кожухотрубчатых теплообменников.

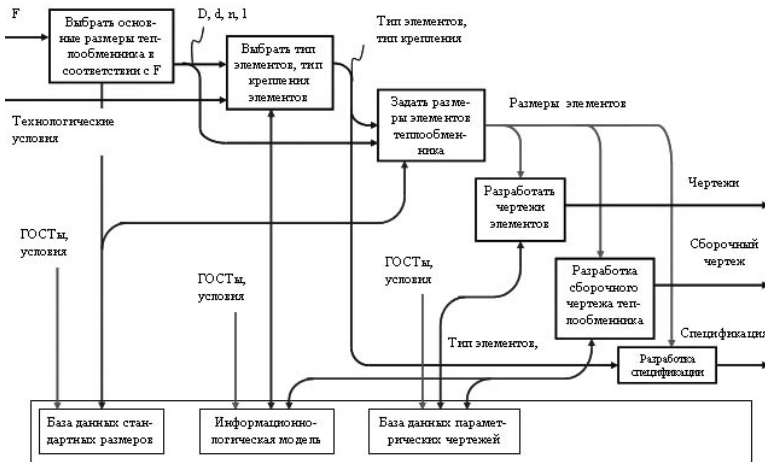


Рис. 1. Функциональная модель информационной системы проектирования кожухотрубчатых теплообменников

На рис.1 представлена функциональная модель этой системы. Она выполнена по методологии IDEF0. Эта модель отображает структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, связывающих эти функции.

Как видно из рисунка структура системы представляет собой ряд взаимосвязанных блоков (функций). На каждом этапе происходит преобразование данных. Рассмотрим подробнее каждый из этапов.

На первом этапе происходит выбор основных размеров теплообменника  $D, d, n, l$  по заданной поверхности теплообмена  $F$ . Здесь  $D$  – диаметр кожуха,  $d$  – диаметр трубок,  $n$  – число трубок,  $l$  – длина трубок. Эти размеры характеризуют поверхность теплообмена, которая определяется ранее проведенным технологическим расчетом.

На втором этапе определяется тип элементов аппарата и тип их соединения. Исходными данными здесь являются определенные на первом этапе основные размеры теплообменника и условия проведения процесса, заданные как исходные данные к задаче проектирования.

На третьем этапе, зная основные размеры теплообменника и тип элементов, рассчитываются основные размеры всех элементов.

На четвертом, пятом и шестом этапах разрабатывается конструкторская документация, необходимая для изготовления теплообменника. Это сборочный чертеж, детализировка и спецификация. Чертежи строятся на основе ранее созданных параметрических моделей. Управляющими воздействиями здесь являются размеры элементов, полученные на третьем этапе, а также тип элементов из второго этапа.

Итак, результатом работы системы является конструкторская документация, которая разрабатывается путем поэтапного преобразования исходных данных (поверхность теплообмена и условия проведения процесса). Для работы системы необходима база данных стандартных размеров элементов теплообменника, база параметрических чертежей и информационно-логическая модель теплообменника, содержащая реестр элементов, реестр признаков отдельных элементов, набор правил, определяющих значения признаков одних элементов, в зависимости от значений признаков других элементов, набор условий позволяющих выбирать тип элементов и тип их соединения, набор условий, позволяющих позиционировать детали в пространстве. Рассмотрим все составляющие информационно-логической модели более подробно.

Реестр элементов представляет собой перечень всех элементов из которых состоит теплообменник:

- $e_1$  – кожух
- $e_2$  – днище
- $e_3$  – трубная решетка
- $e_4$  – труба
- $e_5$  – перегородка
- $e_6$  – компенсатор
- $e_7$  – устройства ввода\вывода
- $e_8$  – фланцы

- $e_9$  – отбойник
- $e_{10}$  – опоры
- $e_{11}$  – устройства для строповки
- $e_{12}$  – прокладка фланцевого соединения
- $e_{13}$  – стяжка
- $e_{14}$  – болт
- $e_{15}$  – гайка

Реестр признаков элементов включает в себя все характеристики, которыми обладает тот или иной элемент теплообменника (размеры, тип, материал и д.р.) Например, признаками компенсатора являются:

- $e_{6,p_1}$  – тип компенсатора
- $e_{6,p_2}$  – диаметр в месте сопряжения с кожухом
- $e_{6,p_3}$  – диаметр компенсатора (линзы)
- $e_{6,p_4}$  – толщина стенки компенсатора
- $e_{6,p_5}$  – ширина компенсатора
- $e_{6,p_6}$  – ширина линзы
- $e_{6,p_7}$  – расстояние до компенсатора
- $e_{6,p_8}$  – материал компенсатора

Набор правил определения признаков элементов в большинстве случаев реализуется в виде табличных зависимостей. Например, если  $e_{1,p_1} = 630$  мм, то  $e_{1,p_6} = 200$  мм, где  $e_{1,p_1}$  – диаметр кожуха;  $e_{1,p_6}$  – диаметр отверстий в кожухе.

Правила определения типа элементов рассмотрим на примере фланцев:

Правило 1:

Если  $p \leq 2,5$  МПа  $\wedge$  ( $-40$  °С  $\leq t \leq 300$  °С) – то тип фланцев – плоские приварные

Правило 2:

Если  $p \geq 2,5$  МПа  $\vee t < -40$  °С  $\vee t > 300$  °С – то тип фланцев – приварные встык.

Правило 3:

если  $p \leq 2,5$  МПа  $\wedge t \leq 540$  °С, то уплотнительная поверхность – плоская;

Правило 4:

если  $p \leq 0,6$  МПа  $\wedge$  (агрессивная  $\vee$  токсичная  $\vee$  взрывопожароопасная среда)  $\wedge t \leq 540$  °С), то уплотнительная поверхность – выступ-впадина;

Правило 5:

если ( $1,0$  МПа  $\leq p \leq 20$  МПа)  $\wedge t \leq 540$  °С  $\wedge$  (агрессивная  $\vee$  токсичная  $\vee$  взрывопожароопасная среда), то уплотнительная поверхность – шип-паз;

Правила позиционирования элементов в пространстве рассмотрим на примере модели позиционирования штуцера, дна и фланца (рис.2). Для этого введем следующие обозначения:

Os – ось; Gr – грань; Kr – кромка;

⊙ – соосность;  $\in$  – принадлежность; = – равенство

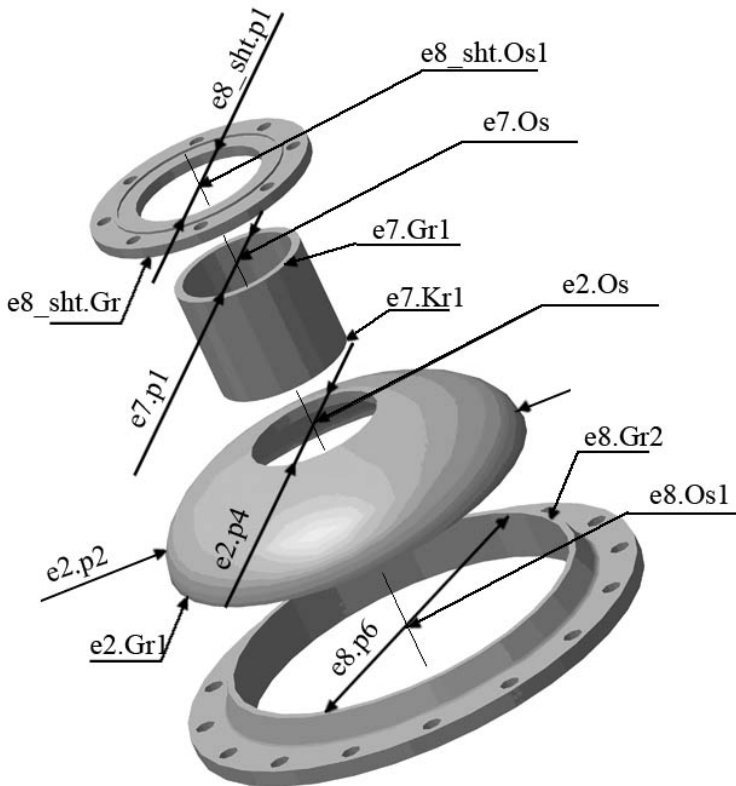


Рис. 2. Модель позиционирования штуцера, дна и фланца

Для правильного позиционирования элементов необходимо выполнить следующие условия:

$$e2.Os \odot e7.Os \odot e8.Os1 \odot e8\_sht.Os1$$

$$e7.Kr1 \in e2.Kr1; e2.Gr1 \in e8.Gr2; e7.Gr1 \in e8\_sht.Gr1$$

$$e7.p1 = e8\_sht.p1; e2.p4 = e7.p1 + 2 * e7.p4; e2.p2 = e8.p6$$