

В.Г. МОКРОЗУБ, М.П. МАРИКОВСКАЯ

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЕМКОСТНЫХ АППАРАТОВ

В современных экономических условиях коммерческий успех машиностроительных предприятий во многом определяется качеством выпускаемой продукции и сроками подготовки новых моделей оборудования, которые в значительной степени зависят от возможностей информационных систем, применяемых при проектировании.

Если раньше программное обеспечение позволяло создавать в автоматизированном режиме плоские, двумерные чертежи деталей и сборочных единиц, теперь все чаще используется трехмерное проектирование. Такие программные продукты как SolidWorks, Inventor, Компас позволяют спроектировать 3D-образы отдельных деталей, собрать из них сборочные единицы и готовые изделия, а после автоматически получить готовую конструкторскую документацию.

Логично предположить, что следующим шагом в развитии автоматизированного проектирования технических объектов будет создание интеллектуальных систем, позволяющих генерировать различные варианты технических решений, которые будут позволять выполнять необходимые действия (функции) в определенных условиях.

Рассмотрим подходы к созданию подобных интеллектуальных автоматизированных систем на примере конструирования емкостных аппаратов с перемешивающим устройством.

Каждый емкостной аппарат состоит из некоторого обязательного набора элементов и, возможно, из каких-либо дополнительных устройств. Так, аппарат должен иметь корпус, состоящий из одной или нескольких, чаще цилиндрических или конических обечаек, эллиптического, торосферического, сферического, плоского или конического днища и крышки. Исполнение аппарата может быть либо вертикальное, либо горизонтальное. Перемешивающее устройство должно состоять из мешалки, вала, привода и электродвигателя. Также аппарат непременно должен иметь штуцера и люки, опоры, строповые устройства.

При этом диаметры обечаек и днищ, размеры фланцевых соединений, детали привода, вид и расположение сварных швов, штуцеров, опор достаточно четко регламентируются параметрическими рядами и нормативными документами.

Учитывая сказанное, постановка задачи проектирования емкостного аппарата с перемешивающим устройством может быть сформулирована следующим образом:

*Необходимо найти такой набор элементов  $E \{e_i\}$ , каждый из которых принадлежит к множеству подобных себе элементов, например, элемент  $e_k$  – мотор-редуктор, принадлежащий к множеству существующих мотор-редукторов  $e_k \in \{E_k\}$ , и такие координаты их взаимного расположения  $x_{i,j}$ , чтобы выполнялись условия:*

- общий объем аппарата должен быть равен заданному объему;
- аппарат должен позволять создавать заданный температурный режим  $T = f(\tau)$ ;
- аппарат должен позволять создавать заданный гидродинамический режим, определяемый, например, критерием Рейнольдса  $Re_{\tau} = f(\tau)$ ;
- допускаемое давление в аппарате  $P_{\text{доп}} \geq P_{\text{расч}} \geq P_{\text{раб}}$ ;
- возможные ограничения по габаритам, массе.

Для решения этой задачи необходимо иметь информационно-логическую модель аппарата, содержащую в себе:

- во-первых: описание набора необходимых и возможных дополнительных элементов аппарата;
- во-вторых: некоторые основные правила, указывающие, как эти элементы соединены между собой и как зависят друг от друга их свойства (например, геометрические размеры);
- и в третьих: модель должна содержать условия, ограничивающие взаиморасположение, конструкцию и размеры элементов.

Рассмотрим подробнее каждый из этих пунктов.

1 Любой емкостной аппарат состоит из ограниченного набора составных элементов (рис. 1).

На рис. 1 толстой линией обведены элементы, присутствующие у всех емкостных аппаратов обязательно, остальные элементы – присутствие которых зависит от технологического назначения аппарата.

Каждый элемент обладает присущим ему набором свойств. Например, элемент "обечайка" обладает свойством "форма", которое может принимать значения "цилиндрическая" или "коническая". Свойства "диаметр" и "длина" взаимосвязаны друг с другом и, при фиксированном суммарном объеме с днищами аппарата, определяются из условия обеспечения минимальной металлоемкости. Свойство обечайки "толщина стенки" может принимать значения из ряда стандартных толщин листовой стали, при этом соблюдая условие  $s \geq s_p + c$ , где  $s_p$  – расчетная толщина стенки из условий прочности и устойчивости;  $c$  – компенсационная прибавка к толщине стенки. Также свойством обечайки является наличие или отсутствие на ней колец жесткости, их количество и форма.

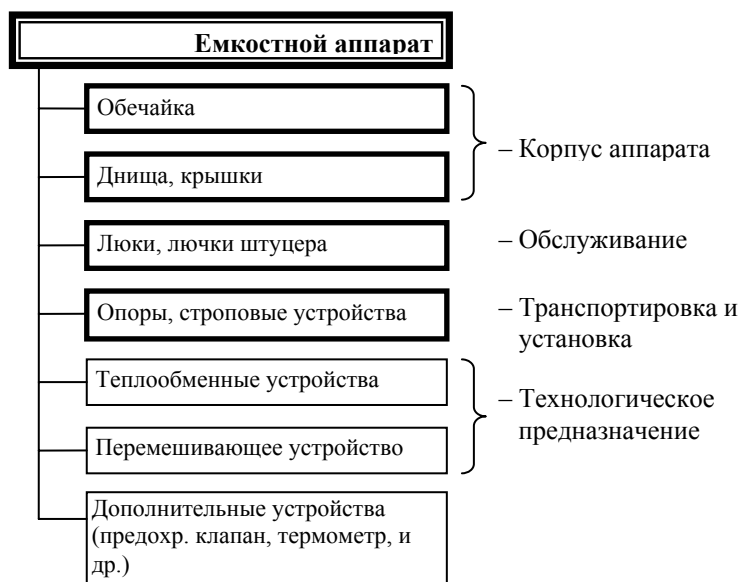
Свойство "форма" элемента "днище" определяется из технологических соображений, и из удобства изготовления на выпускающем предприятии. Значение свойства днища "диаметр" будет равно значению диаметра обечайки. Толщина стенки днища выбирается аналогично обечайке.

Рассматривая другие элементы емкостного аппарата, мы увидим, что свойства каждого из них взаимосвязаны со свойствами других элементов, а также зависят от общих параметров аппарата и от исходных данных.

2 Будем называть эти зависимости оператором перехода от элемента E1 к элементу E2 посредством зависимости F12: F12 (E1, E2).

Оператором перехода может быть:

- расчетная методика (например, расчет на прочность по ГОСТ, расчет гидродинамических или тепловых параметров по РД);
- таблица зависимости;



**Рис. 1** Схема емкостного аппарата

- математическая функция или условие (например,  $D_{обеч} = D_{днища}$ );
- какая-либо рекомендация (например, при небольшом давлении и больших диаметрах торосферическое днище предпочтительнее эллиптического, так как проще в изготовлении, или, для вязких жидкостей тип мешалки – рамная).

3 Ограничениями, которые необходимо соблюдать при проектировании, могут быть:

- требования ПБ и ОСТ, ГОСТ;
- ограничения по себестоимости;
- невозможность изготовления;
- свойства имеющихся материалов;
- параметрические ряды, параметры стандартных изделий и комплектующих;
- требования прочности и надежности.

Таким образом, емкостной аппарат, как и практически любой другой технический объект, можно представить в виде его информационно-логической модели или совокупности моделей его основных

составляющих элементов. Информационно-логическая модель должна содержать данные о свойствах элементов емкостного аппарата, зависимостях этих свойств друг от друга и от исходных данных.

Такая информационно-логическая модель емкостного аппарата может быть основой интеллектуальной системы автоматизированного проектирования.

*Кафедра "Автоматизированное проектирование  
технологического оборудования"*