

## МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНСТРУКЦИИ ТРАКТОРА

Якубович А.И., Солонский М.А.  
УО БГАТУ, г.Минск

Трактор обладает сложной структурой, состоящей из отдельных объектов различного функционального назначения и различной степени сложности. Каждый из составляющих объектов структурной схемы трактора функционально неизменен, но конструктивно может иметь множество решений. В зависимости от принятых возможных решений составляющих и формируется конструкция трактора. В общем структурная схема и конструкция трактора также имеет множество решений. Однако общей теории формирования конструкции трактора нет, как и нет методологии оценки сложности конструкции. Следует признать, что отсутствие методологии оценки совершенства конструкции трактора так же не позволяет проводить научно обоснованное прогнозирование развития трактора как на ближайшую, так и на более отдаленной перспективу. В этой связи необходимо систематизировать огромный массив теоретических и эмпирических знаний как в области тракторостроения, так и в области теории машин и механизмов, деталей машин и создать рабочие модели, программы, которые позволили бы в автоматизированном режиме решать многие из прикладных задач при проектировании трактора.

Структурно трактор можно рассматривать как изделие, состоящее из множества составляющих компонентов  $s_1, s_2, s_3, \dots, s_j$  отдельных классов. Одни компоненты по функциональным признакам являются базовыми, обеспечивающие работу трактора как тягового средства, другие базовые - обеспечивают связь между тяговым средством и орудием труда. К числу базовых относятся также компоненты, обеспечивающие управление трактором и безопасность движения. Каждый из компонентов придает трактору некоторое утверждение, которое может считаться функцией этого составляющего. Это позволяет записать

$$s_1, s_2, s_3, \dots, s_j = TR$$

Все составляющие между собой имеют функциональную и логическую связи. Функциональная связь определяется назначением составляющего компонента, логическая - его компоновочным построением в машине.

Трактор является тяговым средством, в котором высвобождаемая энергия при сгорании топлива в двигателе преобразуется в трансмиссии и расходуется на работу движения трактора. При движении трактора рабочее орудие воздействует на предмет труда (рабочую поверхность), совершая полезную работу. Трактор в составе с рабочей машиной или орудием уже рассматривается как тракторный агрегат. При работе тракторного агрегата следует выделить - оператора, принимающего решения и подающего команды путем воздействия на мультипликаторы управления; трактор, являющийся источником энергии, которая преобразуется с помощью ходовой системы при взаимодействии с рабочей поверхностью в движение агрегата, и рабочее орудие, воздействующее на предмет труда.

Структурная схема трактора состоит из компонентов - источника энергии, трансмиссии по передаче и преобразованию крутящего момента, взаимодействующей с опорной поверхностью ходовой системой, рабочим местом оператора с мультипликаторами управления, несущей системы и рабочим оборудованием.

При рассмотрении приведенной структурной схемы выделены базовые составляющие компоненты - это источник энергии, трансмиссия, ходовая система, тормозной механизм, рулевое устройство, несущая система, мультипликаторы управления, вал отбора мощности, механизм агрегатирования, которые и приняты для последующего рассмотрения. Приведенные компоненты могут быть различного конструктивного исполнения и сложности и сформированы в виде матрицы. При составлении матрицы компонентов трактора базовые составляющие структуры трактора расположим в порядке их функциональных связей, а возможные варианты конструктивного исполнения базовых составляющих расположим в порядке увеличения сложности рабочего процесса и конструкции.

Таким образом, составим матрицу структуры трактора в виде прямоугольной таблицы, обозначив базовые компоненты  $i_{1,2, \dots, m}$  и возможные конструктивные исполнения  $j_{1,2, \dots, m}$ , принимаемое решение обозначим  $S_{ij}$ , где  $i = 1, 2, 3, \dots, m$  и  $j = 1, 2, 3, \dots, m$ .

$$\begin{aligned}
 & S_{11}S_{12}S_{13}\dots S_{1m} \\
 & S_{21}S_{22}S_{23}\dots S_{2m} \\
 & \dots\dots\dots \\
 & S_{n1}S_{n2}S_{n3}\dots S_{nm}
 \end{aligned}$$

Приняв возможное конструктивное решение по каждому базовому компоненту, составим формулу трактора

$$TR = S_{1j} + S_{2j} + S_{3j} \dots S_{nj} = \sum_{i=1}^n S_{ij}$$

Приведенная матрица структурных комбинаций при построении трактора создает возможность применения морфологического метода построения структуры трактора и ее анализа. Морфологический метод достаточно разработан и широко используется при разработке структуры и анализе объектов живой природы. Применение его при создании технических изделий описан в работах Фрица Цвикки [2]. Сущность метода состоит в делении объекта на отдельные части, каждая из которых имеет несколько возможных решений, общее решение получается при взятии одного конкретного решения по каждому составляющему и равно числу возможных комбинаций.

Используя матрицу компонентов трактора, для примера составим структурную формулу трактора «Беларус 80.1» и запишем в виде:

$$TR_{1,4}(S_{1,4}, S_{2,4}, S_{3,3}, S_{4,6}, S_{5,3}, S_{6,5}, S_{7,4}, S_{8,2}, S_{9,6}, S_{10,6})$$

Эта формула описывает в общем виде структурные составляющие, конструктивные особенности рассматриваемого трактора.

Каждый разряд конструктивного исполнения составляющих представляет группу сложности и чем выше разряд, тем выше группа сложности. Отношение численного значения условного обозначения исполнения составляющего или разряда к численному значению условного обозначения базового компонента назовем коэффициентом ранжирования составляющего компонента

$$k_s = \frac{j}{i}$$

Примем в качестве коэффициента сложности конструкции трактора сумму коэффициентов ранжирования

$$\xi = \sum_{i=1}^n k_{si}$$

Проведя расчеты коэффициентов ранжирования, коэффициент сложности конструкции трактора «Беларус 80.1» будет равен  $\xi = 12,021$ .

Предположим, что трактор выполнен с колесной формулой 4К4 вместо 4К2, тогда коэффициент сложности конструкции «Беларус 82.1» будет равен  $\xi = 12,271$ .

Составим алгоритм трактора гипотетического трактора в некоторой перспективе, имеющего двигатель внешнего сгорания, трансмиссию электромеханическую, комбинированную ходовую систему, тормозной механизм, рулевой механизм, ВОМ - электромагнитные, остова рамный и мультипликаторы управления микропроцессорные

$$TR_{персп}(S_{1,6}, S_{2,7}, S_{3,8}, S_{4,8}, S_{5,4}, S_{6,7}, S_{7,7}, S_{8,8}, S_{9,7}, S_{10,7})$$

Коэффициент сложности принятой конструкции трактора будущего будет равен  $\xi = 19,305$ .

Имея функциональные технические характеристики возможных решений составляющих, используя морфологический метод, можно системно создавать и анализировать общие технические характеристики трактора, проверять их на соответствие техническому заданию и решать другие прикладные задачи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Амельченко П.А., Якубович А.И. Методология создания систем охлаждения для моторных установок сельскохозяйственных тракторов. Тракторы и сельхозмашины, №2, 1987, с. 4-6.
2. Мартино Дж. Технологическое прогнозирование. М. Прогресс, 1977, с - 590