

## АНАЛИЗ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИИ

ИРИНА ОВАКИМЯН

Функционально-стоимостный анализ (ФСА)—современный и прогрессивный метод технико-экономического исследования в производстве. Его применение при проектировании специального технологического оборудования (СТО), сложных конструкций, больших технических систем с большим классом составляющих элементов и сложным многообразием связей между ними дает высокий экономический эффект. Дополнительные затраты на проведение ФСА окупаются снижением текущих затрат и повышением качества изготовления изделий.

На стадии проектирования ФСА уточняет назначение технических систем (ТС) и значимость их параметров, классификацию функций, варианты основных функций по конструктивно-технологическим исполнениям, составляет положительно-отрицательные матрицы вариантов, коэффициенты их значимости, функциональную структуру вариантов, определяет функционально-необходимую себестоимость, качественные характеристики и оптимальный вариант.

Наиболее экономичные варианты проектирования изделия выбирают морфологическим анализом (МА) метод логической организации идей в целях выявления из максимального числа возможных вариантов решения задач наиболее оптимального. Этот этап связан с непосредственным конструированием, где каждая функция имеет своеобразные свойства или исполнение, расположенные в морфологической матрице<sup>1</sup>.

МА основан на углубленной, многосторонней классификации различных сторон объекта проектирования, четкого формулирования основных составных частей и выделения отличий от объектов с аналогичными функциями.

Параметры объекта с возможными вариантами представляются в виде морфологической карты—таблиц. Они отражают наиболее характерные особенности изделия и его вариантов (форму, материал, габариты и т. п.). При МА одновременно проводится анализ и синтез: анализ определяет параметры возможных вариантов, а синтез—окончательное решение. Затем проводится сравнение параметров, определение критериев лучшего варианта, введение полученной информации в морфологическую матрицу, где первый столбец отражает параметры объекта, а остальные—варианты исполнения, т. е. набор по одному элементу из каждой строки матрицы.

На примере автомата раскалибровки токопроводящих элементов (ТПЭ) технико-экономические показатели объекта распределяются в порядке важности (табл. 1).

Анализ каждого параметра дает возможность представить характер проектирования узла или технологического оборудования (ТО), найти его конструктивные особенности (объем, габариты, масса и

<sup>1</sup> В. М. Одрин, С. С. Картавов, Морфологический анализ систем, Киев, 1977, с. 144.

т. д.). По значимости каждого параметра определяются основные направления.

С помощью матрицы определяются возможные варианты решения задач по предложенной нами формуле  $C_m^n$ , где  $m$ —общее число параметров,  $n$ —число вариантов каждого параметра. Отдельно анализируются все строки параметров и столбцы матрицы, последовательно соединяя элементы по одному из каждой строчки (иногда необ-

Табл. 1

Морфологическая матрица технических характеристик автомата раскалибровки

Наименование параметра	Величина I вар.	параметра II вар.	Относительная важность
1. Производительность, (шт/ч)	72000	72000	0,16148
2. Пределы сопротивления контролируемых ТПЭ, Ом	$82 \pm 7 \cdot 10^6$	$10 \pm 4,7 \cdot 10^6$	0,16148
3. Потребительная мощность, кВт	0,4	0,3	0,1274
4. Время подогрева, мин	10	10	0,0637
5. Сменность работы, смена	2	2	0,0896
6. Нарботка на отказ, час	250	400	0,1274
7. Среднее время восстановления, час, не более	20	5	0,0896
8. Средний ресурс, Тр, не менее	1000	4000	0,0896
9. Коэффициент готовности Кг, не менее	0,92	0,95	0,0896

ходимость такой очередности отпадает). Однако из полученного большого числа решений многие нереальны или технически противоречивы (П). После такого анализа остается еще достаточно много идей для выбора оптимального решения по функционально наиболее полезному варианту  $N_1 = C_m^n - П$ , где  $N_1$  возможное число рассматриваемых вариантов. Морфологический анализ можно выполнять и с помощью ЭВМ, которая быстрее отбирает наиболее приемлемые варианты.

Нами проведено построение морфологической карты (табл. 2) вариантов узла ориентации и подачи ТПЭ.

Для оценки возможных вариантов конструктивно-технологического исполнения на примере узла и сборочных единиц ориентации и подачи изделия необходимо составлять положительно-отрицательные таблицы (ПОТ) по каждому из них (табл. 3).

Для массового производства желательно выбирать  $P_{23}$ ,  $P_{24}$  варианты, а для единичного или мелкосерийного изготовления—варианты  $P_{25}$  или  $P_{26}$ .

По выбранным критериям определяют коэффициенты значимости вариантов и совокупность их разновидностей.

При создании новой конструкции ограничиваются определением основных и вспомогательных функций возможных вариантов. Их проверяют и по критерию интегрального качества (с учетом функций и уровня организованности технических систем (ТС)). Выбранный вариант должен иметь более высокий уровень по составу, сподчиненности и взаимосвязи основных и вспомогательных функций конструкций и более низкую себестоимость по частям и в целом.

Морфологическая карта вариантов изготовления узла ориентации и подачи СТО.

Табл.2

Индекс функции	Элемент	Наименование функции	Разновидности исполнения
P <sub>11</sub>	Дно	Размещает ТПЭ	
P <sub>12</sub>	Чаша	Передвигает по ее канавкам ТПЭ	
P <sub>131</sub>	Пластина	Создает определенный уровень расположения ТПЭ в момент входа в механизм ориентации	
P <sub>132</sub>	Кронштейн	Сбрасывает лишние ТПЭ	
P <sub>133</sub>	Направляющая	Ориентирует и передвигает ТПЭ	
P <sub>134</sub>	Лоток	Ориентирует ТПЭ	

Табл. 3

Положительно-отрицательная таблица вариантов исполнения чаш узла ориентации и подачи СТО

Вариант	Преимущество	Недостатки
P <sub>11</sub>	Единичное изготовление	Высокая материалоемкость Высокая трудоемкость
P <sub>12</sub>	Точность выполнения операции Высокая прочность и жесткость	
P <sub>13</sub>	Уменьшение объема обработки Высокая жесткость и прочность	Большая длительность цикла изготовления Большой объем обработки Необходимость изготовления формы для литья
P <sub>14</sub>	Меньшая материалоемкость Меньшая трудоемкость Экономия времени Высокая производительность Высокая технологичность и взаимозаменяемость	
P <sub>15</sub>	Единичное изготовление Низкая себестоимость	Высокая материалоемкость Высокая трудоемкость Большая длительность цикла изготовления
P <sub>16</sub>	Высокая прочность и жесткость Легкость—активное движение подачи ТПЭ Высокая производительность	

Табл. 4

Морфологическая карта вариантов изготовления  
чаш узла ориентации и подачи СТО.

Материалы по позициям P <sub>ij</sub>					
P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>15</sub>	P <sub>16</sub>
Алюминиевый сплав/лист/Л16Т	Алюминиевый сплав/пруток/Л15	Чушки алюминиевые/А12/АЛЗ, АЛ9/	Полистироль ударопрочный	ПАБ блок-нй/капролон В/	Пенопласт-полистирольный ПС-1-70
Способ изготовления чаш					
Элемент дорабатывается вырезанием из листа	Элемент дорабатывается из прутка	Литье по индивидуальным моделям	Гранулы, литые на термопласт автомате с прессформой	Элемент, получаемый дорамый блока	Элемент, получаемый дорамый боткой
P <sub>21</sub>	P <sub>22</sub>	P <sub>23</sub>	P <sub>24</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>26</sub>

По Н. К. Моисеевой<sup>2</sup>, функционально необходимая себестоимость—

$C_{\text{фн}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{осн}i}$ , при  $i=1, 2, \dots, k$ , где  $k$ —число основных функций;  $C_{\text{осн}i}$ —себестоимость  $i$  основной функции есть сумма себестоимостей вспомогательных функций  $C_{\text{вс}}$ , обеспечивающих основную функцию.

$$C_{\text{осн}i} = \sum_{l=1}^n C_{\text{вс}l}, \text{ при } l=1, 2, 3, \dots, n,$$

где  $n$ —число вспомогательных функций изделия, которое определяется суммой пооперационных затрат на материалы, заработную плату основных производственных рабочих и затрат, связанных с эксплуатацией и содержанием оборудования, в виде сметной ставки на данную функцию.

В отличие от этих авторов для оценки функционально-необходимой себестоимости конструкция-величины минимальных издержек производства при обеспечении функции с заданными параметрами качества изделий нами применялась следующая формула:

$C_{\text{фн}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{осн}i} + \sum_{l=1}^n C_{\text{вс}l}$ , при  $i=1, 2, \dots, k$ ,  $l=1, 2, 3, \dots, n$ , где  $k$  и  $n$  число основных и самостоятельно вспомогательных функций изделия;  $C_{\text{осн}i}$ —себестоимость основных функций есть сумма себестоимостей взаи-

<sup>2</sup> Н. К. Моисеева, Выбор технических решений при создании новых изделий, М., 1980, с. 179.

мосвязанных и самостоятельных вспомогательных  $C_{свс}$  функций, входящих в этот узел или обеспечивающих основную функцию. (табл. 5) —

$$C_{0-11} = \sum_{i=1}^n C_{вс} + \sum_{i=1}^m C_{свс}, \text{ при } i=1,2,\dots,m$$

Табл. 5.

Функциональная структура механизма сортировки

Индекс функции	Основные функции	Вспомогательные функции	Самостоятельные вспомогательные функции
F <sub>11</sub>	Направляет ТПЭ в ящик	f111, f112	
F <sub>12</sub>	Создает электромагнитные силы	f121, f1211, f1212 f1213, f1 14, f123 f1215, f1214, f124 f122, f1221	f1351, f1361, f1371, f1381 f1391, f13101, f13111, f13121 f1311, f1321, f1331, f1341 f131311, 13141, 13151, f13161 f13171, f13181, f13191, f 13201

$C_{свс}$  — себестоимость отдельных самостоятельных вспомогательных функций (элементов), обеспечивающих с основными функциями главную, необходимую функцию. Общая себестоимость изделия СТО нами определялась по следующей нашей формуле:

$$\text{себестоимость СТО} = C_{фн} + C_{вт} + C_{кос.}$$

где  $C_{свт}$  — себестоимость второстепенных функций, часть капитальных вложений (эстетические, эргономические, экологические, потребительско-эксплуатационные функции);  $C_{кос}$  — косвенные расходы, не связанные с работой оборудования, и зависят от организационно-технического уровня предприятия.

Таким образом, применение МА при проектировании позволяет выбирать наиболее оптимальные идеи конструирования и изготовления изделия с высокой функциональной организованностью и экономичностью.

**ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՍԱՐՔԱՎՈՐՄԱՆ ԼԱՎԱԳՈՒՅՆ ՏԱՐՔԵՐԱԿԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ՆՐԱ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ**

ԻՐԻՆԱ ՀՈՎԱԿԻՄՅԱՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Մորֆոլոգիական վերլուծության օգնությամբ հոսանք հաղորդող էլեմենտի կողմնորոշման և մատուցման օրինակը, ելնելով որակի գնահատման հիմնական չափանիշներից, հնարավորություն է տալիս կազմել նախագծվող կոնստրուկցիայի դրական-բացասական աղյուսակների պատրաստման բազմաթիվ տարբերակների մորֆոլոգիական քարտեր: Ընտրվում է տարբերակներից լավագույնը, որը տալիս է ծախսերի մեծ տնտեսում, այսինքն՝ օգտագործվող նյութական, աշխատանքային և այլ ծախսերի իջեցում, միաժամանակ բարձրացնելով դիտարկվող իրերի որակը: