

Тема 2. Технологичность конструкции изделия

Разделы

1. Понятие о технологичности конструкции изделия.
2. Показатели технологичности конструкции изделия.
3. Отработка конструкции изделия на технологичность.
4. Технологичность деталей в производстве.

Различают производственную, эксплуатационную и ремонтную технологичность.

Производственная ТКИ заключается в сокращении средств и времени на конструкторскую подготовку производства, технологическую подготовку производства, процессы изготовления, в том числе контроля и испытаний, монтаж вне предприятия изготовителя.

Эксплуатационная ТКИ заключается в сокращении средств и времени на подготовку к использованию по назначению, технологическое и техническое обслуживание, текущий ремонт, утилизацию.

Ремонтная технологичность заключается в сокращении средств и времени на все виды ремонта.

Главные факторы, определяющие требования к ТКИ следующие:

- вид изделия, характеризующий главные конструктивные и технологические признаки, обуславливающий основные требования к ТКИ.
- объем выпуска и тип производства, определяющие степень технологического оснащения, механизации и автоматизации технологических процессов и специализации всего производства.

```
graph TD; A[Оценка технологичности конструкции изделия] --- B[Качественная]; A --- C[Количественная]
```

Оценка технологичности
конструкции изделия

Качественная

Количественная

Качественная оценка характеризует технологичность конструкции обобщенно, на основе опыта исполнителя. Качественной оценке при сравнении вариантов конструкции в процессе проектирования изделия предшествует количественная и определяет ее целесообразность

Количественная оценка ТКИ производится с помощью системы, включающей следующие показатели:

- базовые (исходные) показатели технологичности, которые являются предельными нормативами технологичности, обязательными для выполнения при разработке изделия; их указывают в техническом задании на разработку изделия или в отраслевых стандартах;
- показатели технологичности, достигнутые при разработке изделия;
- показатели уровня технологичности разрабатываемого изделия.

Трудоемкость изготовления изделия

Абсолютная трудоемкость T_a , затраченная на изготовление, монтаж вне предприятия изготовителя, ТЛО, ТО или ремонт изделия выражается суммой нормочасов, затраченных на технологические процессы, проведенные в одной из сфер:

$$T_a = \sum T_i,$$

где T_i – трудоемкость затраченная на изготовление любой i -ой части.

Уровень технологичности конструкции по трудоемкости

$$K_{ут} = T_{аи} / T_{би} ,$$

где $T_{аи}$ – достигнутая трудоемкость изготовления изделия;

$T_{би}$ – базовый показатель трудоемкости изготовления изделия.

Себестоимость изделия

Для оценки ТКИ используются показатели:

$$S_T = S_M + S_3 + S_{M.p.} ,$$

где S_M – стоимость материалов,

S_3 – заработная плата рабочих с начислениями,

$S_{M.p.}$ – накладные расходы, включающие расходы на энергию, потребляемую оборудованием, на ремонт и амортизацию оборудования и др. материалы, предусмотренные процессом производства

Уровень технологичности конструкции по себестоимости

$$K_{yc} = S_T / S_{б.т.} ,$$

где S_T – достигнутая технологическая
себестоимость,

$S_{б.т.}$ – базовый показатель.

Материалоемкость изделия

характеризует количество материала, затраченного на производство изделия и его эксплуатацию в единицах массы. Подразделяется на производственную материалоемкость, ТЛО, ТО и ремонт.

Удельная материалоемкость

$$K_{ум} = M / P ,$$

где M – сухая масса изделия,

P – номинальное значение основного
технического параметра
(производительность).

Коэффициентом $K_{\text{пр.м.}i}$ применяемости материала оценивается унификация материалов;

$$K_{\text{пр.м.}i} = N_i / N ,$$

где N_i – норма расхода данного (i – того) материала на изготовление изделия;

N – норма расходов материалов на изготовление изделия.

Сумма значений коэффициентов $K_{\text{пр.м.}i}$ для всех i – ых материалов

равна 1: $\sum K_{\text{пр.м.}i} = 1.$

Энергоемкость изделия

характеризует количество топливно-энергетических ресурсов, затраченных на его изготовление, монтаж вне предприятия изготовителя, ТЛО, ТО, ремонт или утилизацию.

В МР 186-85 приведены вспомогательные показатели ТКИ: коэффициенты точности, шероховатости, применения типовых технологических процессов, унификация конструктивных элементов

ТКИ обеспечивается следующими мероприятиями:

- отработкой конструкции на технологичность на всех стадиях разработки изделия и (в обоснованных случаях) его изготовления;
- совершенствованием условий выполнения работ при производстве, эксплуатации и ремонте изделий и фиксации принятых решений в технологической документации;
- количественной оценкой технологичности конструкции изделий;
- технологическим контролем конструкторской документации;
- подготовкой и внесением изменений в конструкторскую документацию по результатам технологического контроля по ГОСТ 2.121-73, обеспечивающих базовое значение показателей технологичности

Под **технологичностью конструкции** подразумевается степень соответствия детали производственным условиям, позволяющим применять технологические процессы обработки, обеспечивающие изготовление ее с максимальной производительностью и минимальной себестоимостью

Коэффициент конструктивной преемственности

$$K_{пр} = n_{заим} / n_o ;$$

где $n_{заим}$ – количество заимствованных из ранее обрабатываемых деталей в комплекте;

n_o – общее количество деталей в проектируемом изделии

Коэффициент конструктивной повторяемости

$$k_{\text{повт}} = n_{\text{дет}} / n_0 ;$$

где $n_{\text{дет}}$ – количество деталей данного наименования в изделии.

Коэффициент стандартизации

$$k_{\text{ст}} = n_{\text{ст}} / n_0 ;$$

где $n_{\text{ст}}$ – количество стандартных элементов: резьб, диаметров отверстий, валов и т.д. в данном изделии.

Материал детали выбирают так, чтобы обеспечить:

- получение поверхности необходимой шероховатости с помощью простых способов обработки, инструмента и обычных режимов;
- применение наиболее целесообразных способов обработки для данного типа производства;
- применение наиболее простой технологии производства заготовок, имеющих размеры максимально приближенные к размерам детали

Методы расчета базовых показателей

- метод прямых аналогий;
- метод корреляционных зависимостей;
- многофакторный метод (метод корректирующих коэффициентов).

По методу прямых аналогий вычисление базового показателя производится непосредственно по значению показателя аналога.

Сб – проектируемого автомобиля (8т груз)

Аналог: С=1000 руб (а – 4т)

тогда $C_b = 1000 * 8 / 4 = 2000$ руб

Метод корреляционных зависимостей

дает хорошие результаты, когда на основе статистических данных установлены корреляционные связи между техническими характеристиками автомобиля и показателями технологичности.

$$K_{\sigma} = a_0 * x_1^a * x_2^a * \dots * x_n^a$$

или

$$K_{\sigma} = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n$$

где **$a_0, a_1, a_2 \dots a_n$** – коэффициенты влияния выявленных в результате обработки статистических данных,

$x_1, x_2 \dots x_n$ – технические показатели (мощность, грузоподъемность и т.п.).

Многофакторный метод

позволяет учитывать влияние различных факторов на значение показателя технологичности. Число факторов варьируется в зависимости от видов показателя, конкретных условий производства и эксплуатации.

$$K_{\sigma} = K_a \prod_{i=1}^n K_j$$

где K_a – технологический показатель аналога,
 K_j – j -й корректирующий коэффициент, учитывающий влияние конкретных условий на значение показателя технологичности.

К корректирующим коэффициентам относят:

- коэффициент, учитывающий сложность изделия;
- коэффициент, учитывающий снижение трудоемкости изготовления;
- коэффициент, учитывающий программу выпуска изделий;
- коэффициент, учитывающий продолжительность выпуска изделий

Коэффициент сложности

$$K_{сл} = \alpha (K_{\bar{b}} / K_a)^\beta, \text{ при } K_{\bar{b}} > K_a$$

$$K_{сл} = \alpha (K_a / K_{\bar{b}})^\beta, \text{ при } K_{\bar{b}} < K_a,$$

где α и β - экспериментальные коэффициенты.

Коэффициент снижения трудоемкости

$$K_{c.m.} = \left(\frac{100}{100 + K_{n.m.}} \right)^t ,$$

где $K_{п.т.}$ – планируемый рост
производительности труда,

t – период времени от начала
проектирования до запуска в
производство в годах.

Коэффициент программы выпуска

$$K_N = (N_b / N_a)^\gamma$$

где N_b , N_a - программа выпуска базового и существующего изделия,

γ - показатель степени (для автомобилестроения – 0,6).

Коэффициент продолжительности выпуска

$$K_{n.б.} = (t_{n.б.} / t_{n.a.})^{\beta}$$

где $t_{n.б.}$, $t_{n.a.}$ - число лет выпуска проектируемого и существующего изделия,

β - показатель степени (для автомобилестроения – 0,3).

Методы определения комплексного показателя

Метод суммирования: $K = \sum_i^n K_i$,

Метод среднеарифметической величины:

$$K = \frac{\sum_i^n K_i}{n}$$

Метод произведений: $K = \prod_i^n K_i$

Метод учета коэффициентов весомости:

$$K = \frac{\sum_i^n K_i * K_{iэ}}{\sum_i^n K_{iэ}}$$

где $K_{iэ}$ - коэффициент экономической весомости, определяемый экспериментально или другими методами

$$(0 < K_{iэ} < 1 ; \sum_i^n K_{iэ} = 1).$$

Метод экспертов.