

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЯ

Троицкий А.А.

*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук,
Москва*

Ключевые слова: технологичность, конструкция изделия, трудоёмкость, коэффициенты технологичности, степень влияния.

Аннотация. Работа посвящена оценке производственной технологичности конструкции изделия, отмечается её важность и указываются проблемы связанные с точностью оценки уровня технологичности конструкции изделия. Для устранения отмеченных недостатков предлагается метод оценки уровня технологичности конструкции изделия, учитывающий степень влияния характеристик конструкции изделия на трудоёмкость её изготовления.

ASSESSMENT OF MANUFACTURABILITY OF PRODUCT DESIGN

Troitsky A.A.

*Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences,
Moscow*

Keywords: manufacturability, product design, labor intensity, processability coefficients, degree of influence.

Abstract. The work is devoted to assessing the manufacturability of a product design, its importance is noted and problems associated with the accuracy of assessing the level of manufacturability of a product design are indicated. To eliminate the noted shortcomings, a method is proposed for assessing the level of manufacturability of a product design, taking into account the degree of influence of the characteristics of the product design on the complexity of its manufacture.

Обеспечение технологичности конструкции изделия (ТКИ) позволяет существенно снизить трудоёмкость и себестоимость его изготовления. Опыт машиностроения показывает, что путем повышения технологичности конструкции изделий можно снизить трудоёмкость их изготовления в среднем на 15-25%.

В связи с этим при разработке конструкций изделий производится отработка их на технологичность, направленная на совершенствование конструкции изделия с целью снижения трудоёмкости его изготовления.

Особенно важным и одновременно трудным является повышение уровня технологичности конструкции изделия после разработки рабочей конструкторской документации до технологической подготовки производства, когда не известны технологические процессы изготовления изделия, а, следовательно, трудоёмкость его изготовления.

Оценка технологичности конструкции изделия должна показывать не только её уровень, но и степени влияния характеристик КИ на один из важнейших показателей – трудоёмкость изготовления изделия. Это информация позволит определять, с каких характеристик и в какой последовательности надо улучшать конструкцию изделия.

Разработке методов оценки уровня ТКИ посвящено большое число работ, которые можно свести к двум группам.

К первой группе методов оценки ТКИ относятся методы, с помощью которых производится сопоставление значений основных показателей эффективности изготовления изделий: трудоёмкость и технологическая себестоимость с их заданными значениями. Ко второй группе методов оценки ТКИ относятся методы, в которых оценка уровня ТКИ производится с помощью коэффициентов технологичности

Анализ методов оценки уровня ТКИ двух групп показывает следующее. Методы оценки ТКИ первой группы, во-первых, не дают информацию по степени влияния характеристик конструкции изделия (КИ) на трудоёмкость, что, во-вторых, вызывает трудности при отработке КИ на технологичность и повышает его трудоёмкость, во-вторых, требуется технологическая подготовка производства. Методы оценки ТКИ второй группы позволяют не только оценить уровень технологичности посредством сопоставления их значений с заданными, но и открывает возможность определить степень влияния характеристики КИ на трудоёмкость изготовления изделия и тем самым существенно повысить эффективность процесса отработки КИ на технологичность.

Однако воспользоваться этим преимуществом не представляется возможным, так как расчетные формулы коэффициентов технологичности не отражают степень их влияния, а, следовательно, и характеристик КИ на трудоёмкость изготовления изделия. В результате это не позволяет повысить эффективность отработки КИ на технологичность.

Проведенный в работе [1] анализ расчетных формул известных коэффициентов технологичности показал, во-первых, остался неохваченным ряд характеристик КИ так, например, не учтены виды соединения и различие видов деталей, которые могут быть покупными, собственными заимствованными по-разному влияющие на трудоёмкость изготовления изделия и во-вторых самым главным недостатком является отсутствие в расчетных формулах степени влияния характеристик КИ на трудоёмкость изготовления.

Для устранения отмеченных недостатков был предложен перечень следующих коэффициентов технологичности и разработаны их расчетные формулы [2]: покупаемости, заимствования, повторяемости деталей, повторяемости соединений, типизации деталей, точности деталей КИ, шероховатости поверхностей деталей, твердости материала деталей, массы деталей, соединений, методов достижения точности замыкающих звеньев размерных цепей.

Расчетные формулы коэффициентов технологичности разрабатывались в следующей последовательности: сначала учитывалось влияние характеристик КИ на трудоёмкость изготовления изделия, затем учитывалась степень влияния значения характеристик на трудоёмкость, далее учитывалась степень влияния характеристик КИ на полную трудоёмкость изготовления изделия [3].

В связи с тем, что расчетные формулы коэффициентов технологичности отражают степень влияния на полную трудоёмкость изготовления изделия,

становится возможным определение уровня ТКИ посредством суммирования коэффициентов технологичности.

Уровень ТКИ рассчитывается по следующей формуле:

$$\begin{aligned} \text{ТКИ} &= \sum K_i, \\ K_i &= a_i b_i L_i, \end{aligned}$$

где K_i – коэффициент технологичности i -ой характеристики конструкции изделия; a_i – степень влияния i -ой характеристики конструкции изделия на вид трудоёмкости (трудоёмкость ТПП или изготовления); b_i – степень влияния i -ой характеристики конструкции изделия на трудоёмкость; L_i – относительное значение i -ой характеристики конструкции изделия.

По результатам расчета оценки уровня ТКИ были построены ряды коэффициентов технологичности по степени их влияния на снижение трудоёмкости изготовления КИ по каждому изделию. Это позволяет определить, с улучшения каких характеристик, в какой последовательности и до какого уровня следует улучшать конструкцию изделия, тем самым существенно снизить трудоёмкость обработки КИ на технологичность.

В соответствии с изложенным предлагается следующая методика повышения уровня ТКИ на этапе разработки рабочей конструкторской документации, где исходными данными являются полученные ряды значений коэффициентов технологичности.

Методика включает следующие этапы: определяется резерв возможностей снижения трудоёмкости изготовления изделия по каждому коэффициенту технологичности; перестраивается ряд коэффициентов технологичности по степени убывания их резерва возможностей снижения трудоёмкости изготовления изделия по каждому коэффициенту технологичности; далее, согласно полученному ряду, начинается улучшение характеристик КИ до заданного значения уровня ТКИ.

Применение предложенного метода расчета уровня ТКИ позволит существенно снизить трудоёмкость обработки КИ на технологичность на этапе разработки рабочей конструкторской документации.

Список литературы

1. Троицкий А.А. Коэффициенты технологичности разнообразия элементов изделия // Справочник. Инженерный журнал. – 2019. – № 4. – С. 24-27.
2. Троицкий А.А. Расчетные формулы коэффициентов производственной технологичности конструкции изделия // Научно-технические технологии в машиностроении. – 2020. – № 7. – С. 31-34.
3. Базров Б.М., Троицкий А.А. Система коэффициентов производственной технологичности конструкции изделия // Станки и инструмент. – 2020. – № 3. – С. 22-26.

Сведения об авторе:

Троицкий Александр Андреевич – к.т.н., младший научный сотрудник.