

ОЦЕНКА УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЯ

Троицкий А.А.

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

Ключевые слова: технологичность, изделие, характеристика конструкции, трудоёмкость, коэффициент технологичности, метод оценки, методика отработки.

Аннотация. Работа посвящена методу оценки уровня технологичности конструкции изделия, отмечается недостатки данного метода из-за чего он не нашел широкого распространения на практике. Для устранения отмеченного недостатка предлагается внести изменения в формулы коэффициентов технологичности, чтобы они учитывали степень влияния характеристик конструкции изделия на трудоёмкость её изготовления, а также одновременное влияние нескольких характеристик конструкции изделия на трудоёмкость. Это позволяет определить уровень технологичности конструкции изделия.

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF PRODUCT DESIGN PRODUCT TECHNOLOGY

Troitsky A.A.

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

Keywords: manufacturability, product, design characteristic, labor intensity, manufacturability coefficient, evaluation method, development methodology.

Abstract. The work is devoted to the method of assessing the level of technological effectiveness of the product design, the shortcomings of this method are noted, due to which it has not found wide application in practice. To eliminate the noted shortcoming, it is proposed to amend the formulas of the technological effectiveness coefficients so that they take into account the degree of influence of the characteristics of the product design on the labor intensity of its manufacture, as well as the simultaneous influence of several characteristics of the product design on labor intensity. This allows us to determine the level of technological effectiveness of the product design.

Обеспечение технологичности конструкции изделия (ТКИ) позволяет существенно снизить трудоёмкость и себестоимость его изготовления.

Решение этой задачи должно начинаться с объективной оценки уровня ТКИ. С этой целью следует воспользоваться методом оценки уровня ТКИ с помощью коэффициентов технологичности.

Однако недостатки существующего метода не позволяют воспользоваться его преимуществами. Во-первых, не установлен единый перечень коэффициентов технологичности независимо от конструкции изделия. Во-вторых, весовые значения принятых коэффициентов технологичности определяются технологом и зависят от его квалификации и опыта. В-третьих, в известных расчетных формулах коэффициентов технологичности отмечается неполнота учета влияния характеристики КИ на трудоёмкость его изготовления.

Самым главным недостатком является отсутствие в расчетных формулах известных коэффициентов технологичности степени влияния характеристик КИ на трудоёмкость его изготовления. Это не позволяет дать интегральную оценку уровня ТКИ посредством суммирования значений коэффициентов технологичности и построить регрессионный ряд коэффициентов технологичности по степени их влияния на снижение трудоёмкости изготовления КИ.

С целью устранения отмеченных недостатков был разработан метод интегральной оценки уровня ТКИ посредством суммирования коэффициентов технологичности, включающий перечень коэффициентов технологичности КИ, влияющих на трудоёмкость его изготовления и их расчетные формулы, отражающие степень влияния каждого коэффициента технологичности на трудоёмкость изготовления КИ. Предложенный перечень коэффициентов технологичности включает: коэффициент покупаемости ($K_{ПОК}$); коэффициент заимствования (K_3); коэффициент повторяемости деталей ($K_{ПВД}$); коэффициент повторяемости соединений ($K_{ПВС}$); коэффициент типизации ($K_{ТИП}$); коэффициент точности ($K_{ТЧ}$); коэффициент шероховатости ($K_{Ш}$); коэффициент твёрдости ($K_{ТВ}$); коэффициент массы (K_M); коэффициент соединения (K_C); коэффициент методов достижения точности замыкающих звеньев размерной цепи ($K_{МРЦ}$) [1].

Каждый коэффициент технологичности должен учитывать как саму характеристику конструкции изделия так и степень её влияния на трудоёмкость:

$$K_i = a_i b_i L_i,$$

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.

Простое суммирование значений коэффициентов технологичности не позволит получить достоверную оценку уровня технологичности конструкции изделия (ТКИ). Это объясняется тем, что разные коэффициенты технологичности влияют на один и тот же подвид трудоёмкости изготовления конструкции изделия (КИ).

Поэтому была предложена методика корректировки формул коэффициентов технологичности, которая заключается в том, что последующий коэффициент технологичности учитывает влияние на трудоёмкость предыдущего коэффициента технологичности:

$$K'_n = (1 - K_1) (1 - K_1) \dots (1 - K_{n-1}) K_n,$$

где K_n – значение n -ого коэффициента не учитывающее его влияние на снижение T (без a_1 и a_{11}); n – порядковый номер коэффициента технологичности согласно последовательности расчета.

В связи с этим были уточнены расчетные формулы коэффициентов технологичности [2], которые позволяют определить уровень ТКИ, путём суммирования их значений. На основании изложенного суммирование коэффициентов технологичности для определения уровня ТКИ должно осуществляться следующим образом:

$$TKI = K_{ПОР} + K_3 + K_{ПВД} + K_{ПВС} + K_{ТИП} + K_M + K_C + K_{МРЦ} + K_{MIN},$$

где K_{MIN} – наименьшее значение одного из трёх коэффициентов технологичности ($K_{ТЧ}$, $K_{Ш}$, $K_{ТВ}$).

В случае если уровень технологичности не соответствует заданному в техническом задании, то необходимо изменение характеристик конструкции изделия с целью повышения уровня ТКИ. С этой целью была предложена методика построения регрессионного ряда характеристик КИ включающая, следующие этапы [3]:

- построение регрессионного ряда коэффициентов технологичности по степени их влияния на снижение трудоёмкости изготовления изделия;
- определение резерва возможного увеличения влияния каждого коэффициента технологичности на снижение трудоёмкости изготовления изделия;
- построение регрессионного ряда коэффициентов технологичности по совместному влиянию их резервов и степени влияния на снижение трудоёмкости изготовления изделия;
- заменив коэффициенты технологичности их характеристиками КИ получим их регрессионный ряд.

Полученный ряд характеристик КИ показывает, с какой характеристики в какой последовательности и до какой характеристики КИ надо улучшать их значения до достижения заданного уровня технологичности конструкции цилиндрического редуктора.

Таким образом, отработка КИ на технологичность должна начинаться посредством улучшения характеристик КИ согласно их вышеприведенному регрессионному ряду.

Список литературы

1. Базров Б.М., Троицкий А.А. Преобразование коэффициентов технологичности при их групповом влиянии на трудоёмкость изготовления изделия // Научные технологии в машиностроении. – 2020. – № 11(113). – С. 8-15. – DOI: 10.30987/2223-4608-2020-11-8-15.
2. Базров Б.М. Метод суммирования коэффициентов производственной технологичности конструкции изделия // Технологии машиностроения. – 2020. – № 8. – С. 70-75.
3. Базров Б.М., Троицкий А.А. Метод повышения эффективности процесса отработки изделия на технологичность на этапе разработки его конструкторской документации // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, №2. – С. 161-166. – DOI: 10.36652/0042-4633-2023-102-2-161-166.

Сведения об авторе:

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