

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Троицкий А.А.

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

Ключевые слова: технологичность, характеристика конструкции, производство, эксплуатация, ремонт, утилизация, коэффициент технологичности, трудоемкость.

Аннотация. Работа посвящена оценке уровня технологичности конструкции изделия на этапах его производства, эксплуатации, ремонта и утилизации. Отмечаются недостатки современного подхода, приводящие к ошибкам при оценке уровня технологичности конструкции изделия. Для устранения данного недостатка предлагается использовать для оценки уровня технологичности конструкции изделия коэффициенты, учитывающие одновременное влияние на трудоемкость при изготовлении, эксплуатации, ремонте и утилизации изделия.

EVALUATION OF THE MANUFACTURABILITY OF ENGINEERING PRODUCTS

Troitsky A.A.

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

Keywords: manufacturability, design characteristics, production, operation, repair, disposal, manufacturability coefficient, labor intensity.

Abstract. This paper examines the assessment of a product's design manufacturability at the stages of its production, operation, repair, and disposal. Shortcomings of the current approach, which lead to errors in assessing the level of product design manufacturability, are highlighted. To address this shortcoming, it is proposed to use coefficients for assessing the level of product design manufacturability that take into account the simultaneous impact on labor intensity during manufacturing, operation, repair, and disposal.

В условиях экономического кризиса вопрос обеспечения технологичности конструкции изделия (ТКИ) является актуальным, так как технологичность является наименее формализованной областью в машиностроении. Отсюда возникает следующая проблема, связанная с низким уровнем автоматизации работ при конструкторской и технологической подготовке производства посвященных обеспечению технологичности конструкции изделия. Подавляющее большинство работ связанных с оценкой или отработкой ТКИ, посвящено оценке только одного вида изделия, например редукторы, летательные аппараты или вида технологичности: производственной, эксплуатационной, ремонтной или технологичности утилизации. Работы, в которых проводится оценка различных видов технологичности конструкции изделия, сложны для практического применения, так как для их использования требуются данные различных видов трудоемкости, а при оценке нового изделия, не имеющего аналогов данные методики будут оценивать ТКИ с погрешностью и чем больше новое изделие будет отличаться от аналога, тем выше будет величина этой погрешности [1].

Для повышения точности определения уровня технологичности охватывающего область производства, эксплуатации, ремонта и утилизации изделия, необходимо определим влияние вышеприведенных характеристик конструкции изделия на виды трудоёмкости: T_3 – трудоёмкость подготовки изделия для его использования по назначению; T_4 – трудоёмкость технического обслуживания и ремонта изделия; T_5 – трудоёмкость при утилизации изделия.

Количество повторяемых составных частей, как и количество повторяемых соединений в изделии влияет на сокращение трудоёмкость подготовки изделия для его использования по назначению при внешнем осмотре изделия, например при осмотре шасси самолет, шин автомобиля, колесных пар локомотивов и др. Кроме того увеличение количества повторяемых и типовых составных частей приводит к уменьшению трудоёмкости технического обслуживания и ремонта изделия.

Следует также отметить, что опосредовано на трудоёмкость технического обслуживания и ремонта изделия оказываю влияние стойкость материала к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, точность и шероховатость поверхностей его составных частей, так как улучшение данных характеристик приведет к повышению надежности изделия, вследствие чего увеличится период его эксплуатации до планового технического обслуживания или ремонта.

Масса изделия влияет на трудоёмкость подготовки изделия для его использования по назначению так же, как и на трудоёмкость изготовления изделия. С увеличением массы увеличиваются внешние габариты и вес изделия, что приводит к увеличению трудоемкости, например при внешнем осмотре автомобиль, самолет и др., однако, при очень малой массе соответственно и габаритах изделия также увеличивается трудоёмкость за счет применения специальных приспособлений, например, осмотр двигателя внутреннего сгорания у радиоуправляемого самолета. Такое же влияние масса изделия оказывает на время при заправке горюче смазочными материалами, например, время заправки автомобиля будет меньше, чем время заправки пассажирского самолета. С уменьшением или увеличением массы каждой составной части изделия начинает расти трудоёмкость технического обслуживания, ремонта и утилизации изделия, как при его разборке, так и при сборке.

Виды соединения составных частей изделия, а именно разборные соединения сокращают трудоёмкость технического обслуживания, ремонта и утилизации изделия. Если в подавляющем большинстве изделий разработчиками уже предусмотрены разборные соединения для уменьшения трудоёмкости работ связанных с его техническим обслуживанием и ремонтом, то трудоёмкость работ связанных утилизацией изделий, на которую влияют разборные соединения, практически не учитывается во время его утилизацией.

Методы достижения точности замыкающих звеньев размерных цепей оказывают такое же влияние на трудоёмкость технологических процессов изготовления конструкции изделия, как и на трудоёмкость её технического обслуживания и ремонта. Например, в зависимости от их влияния на работы при сборке или разборке изделия для замены, восстановления или технического обслуживания его составных частей, они располагаются в следующем порядке:

метод полной взаимозаменяемости, метод неполной взаимозаменяемости, метод групповой взаимозаменяемости, метод регулировки и метод пригонки [2].

Из выше изложенного следует, что на трудоёмкость подготовки изделия для его использования по назначению влияют такие характеристики как масса изделия, количество повторяемых соединений изделия. На трудоёмкость технического обслуживания и ремонта изделия влияют такие характеристики как количество типовых составных частей, количество повторяемых соединений изделия, масса каждой составной части изделия, стойкость материала к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, точность и шероховатость поверхностей его составных частей, виды соединений изделия и методы достижения точности замыкающих звеньев размерной цепи. На трудоёмкость утилизации изделия влияют такие характеристики, как количество типовых составных частей, количество повторяемых соединений изделия, вид материала и масса каждой составной части изделия, виды соединений в изделии [2].

В результате каждая характеристика конструкции изделия одновременно влияет на несколько видов трудоёмкости. Поэтому для разработки коэффициентов технологичности, которые учитывают одновременное влияние характеристик конструкции изделия на технологичность изделия при производстве, эксплуатации и утилизации, в первую очередь необходимо виды трудоёмкости T_3 , T_4 , T_5 представить совокупностью подвидов трудоёмкостей, так же как это было проделано с T_1 и T_2 в работе [3]. Данные коэффициенты технологичности, позволят учитывать одновременное влияние характеристик конструкции изделия на трудоёмкость при производстве, эксплуатации, ремонте и утилизации изделия.

Список литературы

1. Базров Б.М. Технологичность конструкции изделия и ее оценка // Вестник машиностроения. – 2018. – №6. – С. 47-50.
2. Троицкий А.А. Трудности при оценке технологичности машиностроительных изделий // Вестник машиностроения. – 2025. – Т. 104, №8. – С. 686-689. – DOI: 10.36652/0042-4633-2025-104-8-686-689.
3. Троицкий А.А. Расчетные формулы коэффициентов производственной технологичности конструкции изделия // Научные технологии в машиностроении. – 2020. – № 7(109). – С. 31-34. – DOI: 10.30987/2223-4608-2020-7-31-34.

Сведения об авторе:

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