

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДЕТАЛИ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Минулина А.Р., Фатхутдинова Р.М., Губайдуллин Р.Р.

*Лениногорский филиал ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», Лениногорск*

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, машиностроительная деталь, математическая модель, математическое описание.

Аннотация. В данной статье рассматривается проблематика формирования исходной информации в ходе автоматизированного проектирования технологического процесса механической обработки. В процессе создания изделия, начиная от проектирования до производства, ключевую роль играет чертеж. Он является основной моделью, определяющей все этапы, начиная от проектирования конструкции и заканчивая изготовлением. При решении задач проектирования важную роль играет ввод исходной информации об изделии и условия производства. Эффективность использования автоматизированной системы проектирования зависит от степени ее автоматизации и математического обеспечения.

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF A PART IN COMPUTER-AIDED DESIGN

Minulina A. R., Fatkhutdinova R.M., Gubaidullin R.R.

*Leninogorsk Branch of Kazan National Research Institute N. Tupolev Technical
University-KAI, Leninogorsk*

Keywords: computer-aided design, machine part, mathematical model, mathematical description.

Abstract. This article deals with the problem of forming the initial information in the course of automated design of the technological process of machining. In the process of creating a product, from design to production, the key role is played by the drawing. It is the basic model that determines all stages, starting from design of the structure and ending with manufacturing. When solving design problems, the input of initial information about the product and production conditions plays an important role. The efficiency of using an automated design system depends on the degree of its automation and mathematical support.

Повышение производительности труда при производстве изделий связано с внедрением интегрированных систем автоматизированного проектирования. При проектировании в системах CAD/CAM/CAE большое значение имеет автоматизация процесса передачи геометрической информации от одного этапа проектирования к другому, а также установление обратных связей от более поздних этапов проектирования к ранним [1, 2].

Особую роль в процессе создания изделия, начиная от проектирования конструкции и заканчивая стадией изготовления, в качестве основной модели выполняет чертеж [3]. При решении задач проектирования важную роль играет ввод исходной информации об изделии и условия производства. Эффективность использования системы автоматизированного проектирования зависит от степени ее автоматизации и математического обеспечения. Задача формализации объекта изготовления (детали, сборочной единицы или процесса проектирования)

сложная и до сих пор до конца не решенная. Формализованное описание указанных объектов осуществляется с применением математических моделей [4]. Сложность задачи состоит в том, что при построении моделей необходимо выбирать их элементы, исходя из законов проектирования технологических процессов. Чертеж машиностроительной детали или изделия является геометрической моделью объекта изготовления. Однако эта модель неудобна при установлении связей при проектировании технологических процессов ее изготовления, так как чертеж содержит исходные элементы (отрезки, дуги, точки и т.д.), т.е. одномерные многообразия на плоскости, составляющие проекции детали, разрезы, сечения. С помощью этих многообразий распознавание геометрической структуры детали является трудно формулируемой задачей. А также на чертеже в неявном виде отражена информация необходимая для построения технологического процесса. Например, доступность обработки поверхности при заданной схеме базирования, протяженность поверхности и т.д. Таким образом, одна и та же деталь может иметь бесчисленное множество математических моделей в зависимости от выбора множества исходных элементов.

Машиностроительная деталь определяется как материал, ограниченный рядом поверхностей или их сочетанием, расположенных одни относительно других, исходя из служебного назначения и наиболее экономичной технологии изготовления [5].

Объемную математическую модель детали можно представить:

$$M = (M, R), \quad (1)$$

где M – множество поверхностей, ограничивающих деталь; R – множество отношений между ними (параметры поверхностей, показатели качества, погрешности формы и т.д.).

Геометрическую модель детали, заданную чертежом можно представить следующим образом:

$$M_{\text{черт}} = (M, R), \quad (2)$$

где M – множество исходных элементов – примитивов (отрезки, линии дуг, точки и т.д.); R – множество отношений определяющих свойства примитивов (тип и толщина линий, координаты точек отрезков и т.д.).

Например, окружность можно задать тремя параметрами: координаты центра и радиус. С помощью этих отношений определяют чертежную модель детали. Множество отношений в этом случае громоздко и трудно формализуемо.

Объемная и чертежная модели являются различными моделями одной и той же детали.

Чертежные модели лежат в основе графических модулей систем автоматизированного проектирования. Но они неудобны для решения задач проектирования технологического процесса, так как объектом при обработке или сборке являются поверхности, а не нульмерные объекты на плоскости.

Поэтому при проектировании технологического процесса сборки и механической обработки такие модели не используют, так как объектами таких процессов являются детали и поверхности, но не отрезки прямых.

Геометрические модели различаются также в зависимости от задач и этапов проектирования. Решение заключается в создании преобразователей геометрической информации при переходе от одного этапа проектирования к другому. Такими преобразователи создаются на основе реляционных систем управления базами данных, где исходная информация о детали вводится в диалоговом режиме для каждой поверхности. В этом случае автоматизированная передача геометрической информации из графического модуля в модуль проектирования технологии состоит в автоматическом распознавании поверхностей и их геометрических свойств в исходном файле созданном в САД модуле. В настоящее время задача автоматизированной передачи информации решена частично.

Список литературы

1. Минулина А.Р. "Слоистая" среда совершенствования управляющих возможностей вертикально-интегрированных коммерческих структур // Научное обозрение. – 2013. – №6. – С. 139-142.
2. Минулина А.Р., Фатхутдинова Р.М. Факторы, влияющие на повышение эффективности технического обслуживания и ремонта оборудования // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли». – Альметьевск: Изд-во АГНИ, 2019. – С. 246-250.
3. Минулина А.Р. Лутфуллина Г.Н. Параметризация нефтегазового оборудования в КОМПАС-3D // Технология машиностроения и материаловедение: Материалы международной научно-практической конференции. – Новокузнецк: НИЦ МС, 2017. – №1. – С. 15-16.
4. Makarova T.G., Minulina A.R., Filimonova M.Yu., Brodskaya T.A. The mathematical description of the part as the source data in the computer-aided design process // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020, p. 012013.
5. Фатхутдинова Р.М., Минулина А.Р., Мусифуллина Г.Р. Защита диафрагмы гидрозаклота УЭЦН от разрыва при больших нагрузках // Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли. Материалы IV Международной научно-практической конференции». – Альметьевск: Изд-во АГНИ, 2019. – С. 284-286.

Сведения об авторах:

Минулина Алсу Рафаэлевна – к.т.н., доцент;

Фатхутдинова Римма Мидехатовна – к.т.н., доцент;

Губайдуллин Равиль Расимович – ассистент.