

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ АНАЛИЗА ФОРМЫ ДЕТАЛИ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Маркова Т.В., Бочков А.Л., Смирнова И.С.

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург*

Ключевые слова: инженерная геометрия, начертательная геометрия, инженерная графика, компьютерная графика, инженерная и компьютерная графика, САПР, CAD, 3D-моделирование, параметризация, параметрическая модель, чертеж детали.

Аннотация. Рассматриваются механизмы параметризации в современных CAD-системах и возможности ее применения. Анализируются проблемы при обучении студентов приемам параметрического моделирования и правилам оформления чертежа. Описывается учебное задание, при выполнении которого использование инструментов параметризации способствует формированию навыков анализа формы и нанесения размеров на чертеже детали.

PARAMETRIC MODELING AS A WAY TO ANALYZE THE SHAPE OF A PART IN ENGINEERING GRAPHICS

Markova T.V., Bochkov A.L., Smirnova I.S.

Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg

Keywords: engineering geometry, descriptive geometry, engineering graphics, computer graphics, engineering and computer graphics, CAD, 3D-modeling, parameterization, parametric model, part drawing.

Abstract. The mechanisms of parameterization in modern CAD systems and the possibilities of its application are considered. Problems are analyzed when students learn parametric modeling techniques and drawing rules. This tutorial describes how to use parameterization tools to create shape analysis and dimensioning skills in a part drawing.

Параметрическое моделирование в CAD (Computer-Aided Design) – стандартная функция большинства систем автоматизированного проектирования (САПР) сегодня, широко используется в различных отраслях промышленности, т.к. позволяет с высокой точностью и экономией времени создавать, исследовать и модифицировать 3D-модели любой сложности. Указанные преимущества обеспечиваются заложенной в систему возможностью определять и контролировать геометрию 3D-модели и ее поведение с помощью параметров, взаимосвязей и ограничений, наличие которых у параметрической модели составляет ее главное отличие от непараметрической.

Параметрами являются линейные и угловые размеры, численные значения которых проектировщик может задавать на начальном этапе и легко изменять в процессе уточнения конструкции. Модель при изменении параметров автоматически перестраивается, отображая изменения. Размеры в совокупности с геометрическими отношениями, такими как параллельность, перпендикулярность, касание, концентричность и др., а также функциональными отношениями, т.е. ограничениями или зависимостями, основанными на уравнениях – определяют, как различные компоненты или элементы модели

взаимодействуют друг с другом, каково их взаимное расположение и каковы возможности их перемещения в тех или иных направлениях. Таким образом, форма и размеры модели могут изменяться, но строго в соответствии с наложенными ограничениями, и заданные конструктором свойства сохраняются. Этот механизм определяет эффективность использования параметризации при разработке и редактировании новых изделий – основном, но не единственном способе ее применения [1]. Так, например, возможность управлять не только размерами, но и формой, позволяет моделировать детали, деформируемые во время сборки или эксплуатации, задавать их форму в исходном и деформированном состоянии. Благодаря параметризации появилась возможность легко создавать наборы моделей однотипных изделий, т.е. разрабатывать библиотеки [2]. В сборочной единице можно определить различные положения для деталей, которые могут передвигаться в процессе эксплуатации, таким образом моделировать их движение.

Инженер, владеющий инструментами параметризации, работает эффективнее, поэтому актуальной является задача постановки и дальнейшего совершенствования учебных заданий, позволяющих студентам технических направлений подготовки получить навыки разработки и использования параметрических моделей. В данной статье хотим рассказать об одном из вариантов применения параметризации в учебном процессе.

Дисциплины геометро-графического цикла: инженерная (начертательная) геометрия, инженерная и компьютерная графика – базовые для студентов технических направлений подготовки. Задача преподавателя – сформировать цельное представление о правилах разработки и оформления конструкторской документации с использованием современных средств проектирования. Прошедший обучение студент должен уметь анализировать геометрию деталей, на основе анализа выбирать оптимальный алгоритм моделирования, правильно строить изображения на чертеже, определяя количество изображений, необходимое для выявления формы, грамотно наносить размеры и другие обозначения, рационально использовать инструменты выбранной САПР.

Новые условия требуют обновления содержания учебных заданий и способов их выполнения. Варианты заданий описаны во многих публикациях и, в основном, однотипны [3, 4]: чертежи, выполняемые ранее на бумаге карандашом, чуть позже – в плоском графическом редакторе, теперь предлагается получать на основе 3D-модели. Не углубляясь в общие проблемы данного подхода, опишем здесь методический прием – учебное задание, при выполнении которого инструменты параметризации являются одновременно предметом изучения, с одной стороны, и способом обучения – с другой.

Методика родилась в результате анализа ошибок, допускаемых обучающимися при работе в САПР. Студенты любят моделировать, но часто, особенно на этапе освоения программы, не могут выбрать оптимальный алгоритм построения модели. При формировании эскизов для дальнейшего применения формообразующих операций им сложно задать параметры и ограничения так, чтобы добиться определенности эскиза – такого состояния, при котором ни одна

из точек эскиза не имеет степеней свободы, и в дереве модели при этом стоит знак (+) в строке эскиза.

Следующая проблема связана с необходимостью нанести размеры на чертеже детали, сформированном на основе разработанной модели. Поскольку студенты первого курса еще не знакомы в достаточной мере с технологиями изготовления деталей, основными нормами взаимозаменяемости и т. п., при нанесении размеров на чертежах в курсе инженерной графики применяется геометрический подход. Правильно нанести размеры в этом случае помогает использование параметризации в эскизах. Перед студентами ставится задача – добиться определенности всех эскизов, рассматривая каждый эскиз как прототип чертежа детали или его части, выделяя геометрические элементы эскиза, на основе которых моделируются составляющие деталь простые тела или отверстия, и задавая размеры параметров в количестве, необходимом и достаточном для определения его пространственной формы. Так, если имеется тело или отверстие цилиндрической формы, нужно задать два параметра: диаметр и высоту (глубину), для описания геометрии усеченного конуса требуется три параметра и т. д. Кроме того, необходимо задать положение каждого элемента. В общем случае в плоскости эскиза для этого нужны два параметра – две координаты. Определенность эскиза означает, что при выполнении чертежа детали достаточно будет нанести такое же количество размеров. Таким образом, использование параметризации способствует формированию у студентов умений анализировать форму технических объектов, наносить размеры на чертеже с учетом геометрии.

Зачастую, задание превращается в небольшое исследование. Рассмотрим пример – разберемся, какие размеры необходимо нанести на чертеже маховичка (рис. 1). При построении эскиза применим ограничения Касание и Равенство для дуг окружностей, нанесем размеры. Добьемся определенности эскиза: центры дуг меньшего радиуса совместим с вершинами правильного пятиугольника, построенного, например, по описанной окружности.

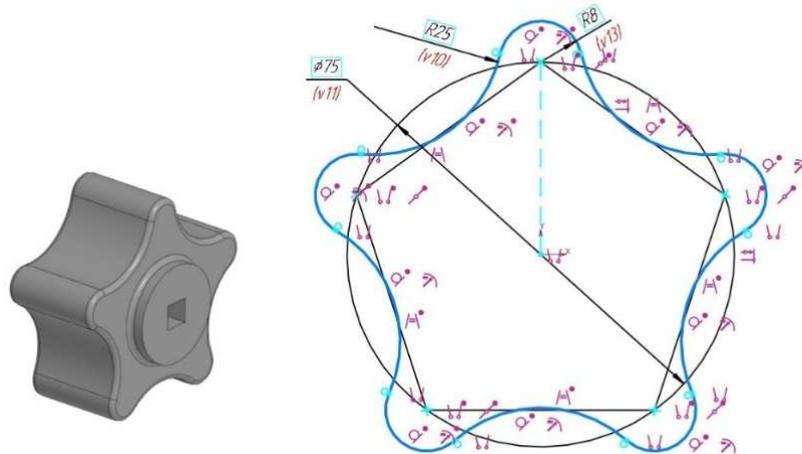


Рис. 1. Определение количества размеров на чертеже детали с помощью параметризации. Пример учебной задачи

Как видно, три размера полностью определяют данный эскиз. Значит, на чертеже этой детали не совсем простой формы достаточно поставить три размера, причем размер диаметра изображенной на рисунке окружности можно заменить диаметром окружности, определяющей габаритный размер детали.

Описанный методический прием – элемент комплексного подхода к подбору заданий, развиваемого авторами в рамках интегрированного курса геометро-графических дисциплин, в котором изучение теории уже с первого семестра, когда изучается начертательная (инженерная) геометрия, сопровождается использованием и изучением инструментов САПР. Введенные в программу обучения наиболее подготовленных студентов машиностроительных специальностей упражнения по изучению приемов работы в САПР КОМПАС-3D описаны в ряде публикаций авторов [5, 6]. В планах – дальнейшее развитие комплекса упражнений, реализация принципа дифференцированного подхода.

Список литературы

1. Ионов Б.П., Кузьмин Н.А., Мухина М.Л., Сандаков М.Ю. Создание интегрированной каркасной поверхности плавающей роторно-винтовой машины на основе геометрического моделирования // Морские интеллектуальные технологии – 2018. – №2-1(40). – С. 67-72.
2. Погребняк Г.Е. Разработка методики моделирования параметрических библиотек зубчатых передач и зацеплений как средство автоматизации проектирования // Программные системы и вычислительные методы. – 2018. – № 3. – С. 54-63.
3. Мещеряков С.В., Солодилова Н.А. Автоматизация машиностроительного проектирования в САПР КОМПАС-3D: учебное пособие. Ч. 1. Создание трехмерных моделей деталей. – 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2020.
4. Решетникова Е.С., Савельева И.А., Свистунова Е.А. Методы геометрического моделирования и компьютерная графика с учетом стандарта компетенции worldskills "инженерный дизайн САД" // Педагогика и просвещение. – 2021. – № 2. – С. 1-12.
5. Маркова Т.В., Бочков А.Л. САПР как основа интеграции геометро-графических дисциплин // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 24 апреля 2020. – Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация: НГАСУ (Сибстрин), 2020. – С. 177-180.
6. Маркова Т.В., Бочков А.Л. Опыт разработки и использования интегрированного курса инженерной графики на основе САПР // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2020. – Т. 1. – С. 65-68.

Сведения об авторах:

Маркова Татьяна Владимировна – к.т.н., доцент;

Бочков Андрей Леонидович – старший преподаватель;

Смирнова Ирина Сергеевна – старший преподаватель.