

**Кубышкина И.А.,  
Базарова Е.В.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина),  
Барташ И.А.  
(ОАО «ЕМЗ», г. Енакиево, Украина)**

## **ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПРИ ПОМОЩИ SOLID WORKS**

*Наведені результати застосування механізму модифікації форми деталі та механізму модифікації (перебудови) креслень деталей, які заложено у параметричній системі Solid Works, що використовуються в процесі створення виробів подібної форми.*

**Ключові слова:** геометричне моделирование, конфигурация, трехмерная модель, креслення деталі.

*Приведены результаты применения механизма модификации формы детали и механизма модификации (перестройки) чертежей детали, заложенных в параметрической системе Solid Works, используемых в процессе создания изделий подобной формы.*

**Ключевые слова:** геометрическое моделирование, конфигурация, трехмерная модель, модификация, чертеж детали.

Повышение эффективности конструкторского труда, сокращение сроков научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ наряду с повышением сложности проектируемых объектов – основное направление на пути развития и увеличения прибыльности любого предприятия [1].

Современный уровень развития человечества позволяет в разных областях промышленности и строительства создавать системы автоматизированного проектирования (САПР) – человеко-машинные системы, которые дают возможность на основе ЭВМ автоматизировать определенные функции, выполняемые проектировщиком, с целью повышения темпов и качества проектирования. Особенно эффективно применение САПР на начальных стадиях проектирования машин и сооружений, когда формируются основные конструктивные, технологические, экономические и другие характеристики будущего объекта. Кроме того, САПР предусматривает также комплексную автоматизацию процесса проектирования вплоть до выпуска проектно-графической документации [1, 2].

Статистические исследования ряда машиностроительных и станко-строительных предприятий показывают, что в прямых затратах времени, которые непосредственно соответствуют процессу конструирования, чертежные работы составляют более 30%, тогда как творческие элементы проектных работ – только 15%.

Автоматизация "рутинных" операций освобождает конструктора для творческой деятельности и повышает производительность процесса проектирования на оформительских этапах работ [1, 2].

Тем не менее, отметим что, проблема автоматизации отдельных однообразных операций, выполняемых в процессе изготовления изделия, не до конца решена и остается актуальной на данном этапе развития промышленности.

Одним из широко используемых в мировой практике программных продуктов САПР является параметрическая система Solid Works. Однако заметим, что большие возможности данной программы [3], несмотря на известные случаи использования в отечественной промышленности, не до конца изучены производителями.

Перед данной работой ставится задача более детального изучения возможностей программного продукта Solid Works с целью выявления определенных механизмов и команд, позволяющих автоматизировать отдельные однообразные операции процесса изготовления промышленной продукции.

Одним из важнейших инструментальных средств современных систем автоматизированного проектирования является механизм модификации (перестройки) чертежей. Основой для реализации подобного механизма модификации формы детали есть параметрическая модель (описание) изображения (чертежа). В такой модели параметры всех без исключения графических компонентов чертежа представлены в виде функции от набора размерных обозначений, установленных на чертеже, или в виде численного значения этой функции [4].

При создании подобных изделий, когда все размеры детали зависят от одного или двух размеров, целесообразно использовать систему Solid Works, которая в настоящее время завоевывает крепкие позиции на металлургических и машиностроительных предприятиях. В случае создания зубчатого колеса главными параметрами является модуль и количество зубьев. Выразив размеры основных конструктивных элементов колеса в виде уравнений, включающих главные параметры, можно получить универсальную математическую модель зубчатого колеса.

На рисунке 2 в качестве примера приведено построение зубчатого колеса с модулем  $m=5\text{мм}$ .

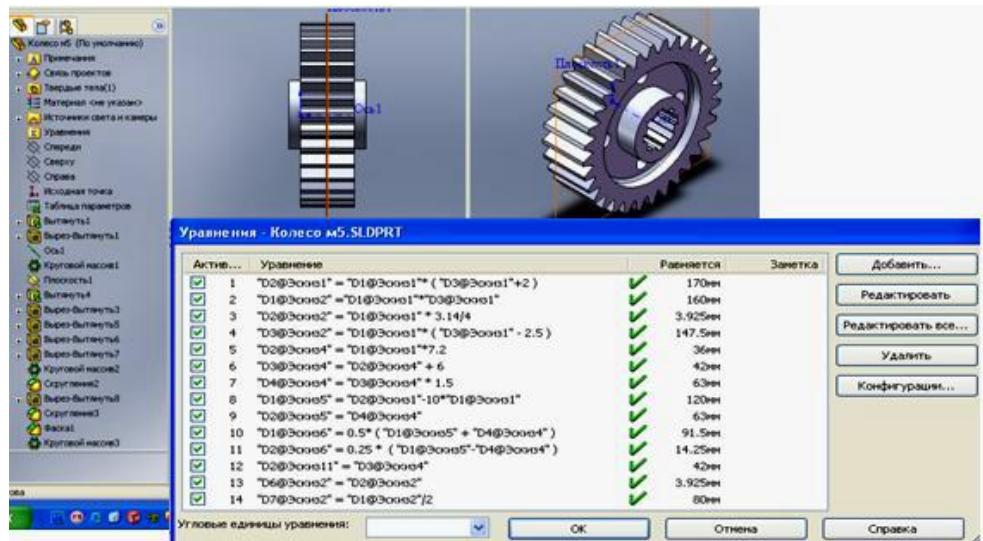


Рисунок 2 – Создание модели зубчатого колеса в Solid Works при помощи команды **Уравнения**

После записи уравнений, изменяя значение модуля, происходит автоматическое перестраивание модели. Новые конфигурации, полученные в результате использования команды **Уравнения** изображены на рисунке 3.

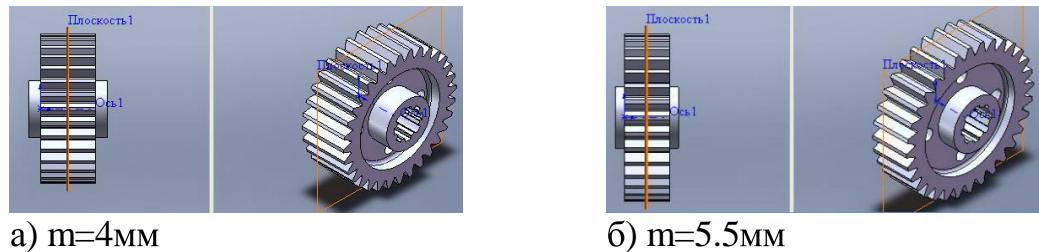


Рисунок 3 – Полученные конфигурации зубчатого колеса

В процессе конструирования механизмов и машин довольно часто приходится создавать несколько вариантов детали или сборки. Между собой эти варианты могут различаться размерами, наличием или отсутствием некоторых элементов детали и других параметров. Такие варианты одной детали или сборки в Solid Works могут сохраняться в одном документе и называются конфигурациями.

Для создания, выбора и просмотра разных конфигураций детали или сборки в Solid Works существует **Менеджер конфигураций**. С помощью **Менеджера конфигурации** можно выполнить следующие процедуры: 1) создавать (прибавлять) новые конфигурации; 2) редактировать свойства существующих конфигураций; 3) выбирать и пересматривать конфигурации; 4) удалять ненужные конфигурации [4].

В Solid Works существует два способа создания конфигураций: вручную или при помощи таблицы параметров.

В первом случае новые конфигурации создаются копированием исходной детали с последующим ее редактированием. В качестве примера исходной детали на рисунке 4 представлена модель вала, различные конфигурации которой, созданные вручную, изображены на рисунке 5.

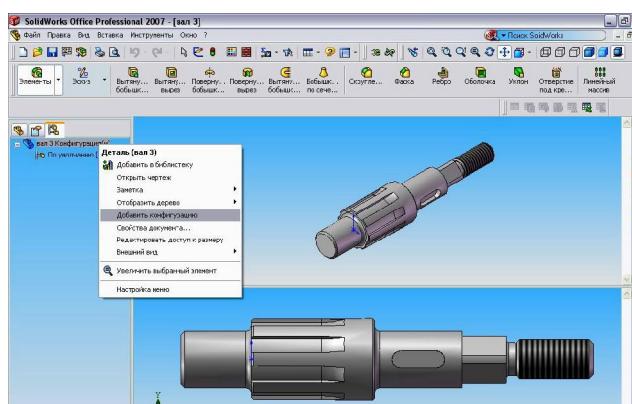


Рисунок 4 – Исходная модель вала

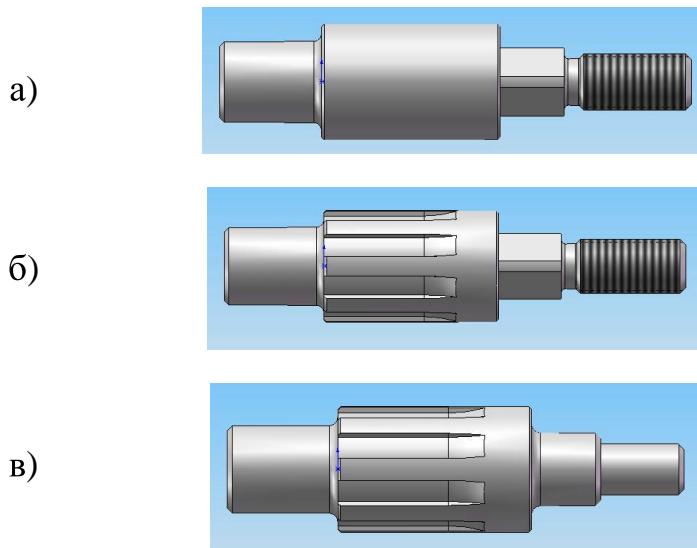


Рисунок 5 – Различные конфигурации вала, созданные вручную

При создании конфигурации при помощи таблицы параметров можно создавать несколько конфигураций деталей или сборок путем задания параметров во встроенной таблице Microsoft Excel. В таблицах

параметров можно управлять размерами, состоянием погашения некоторых элементов детали, параметрами конфигурации.

Примером могут служить несколько конфигураций для болта с шестигранной головкой, отличающиеся между собой лишь длиной цилиндрической части. У исходного болта, представленного на рисунке 6 цилиндрическая часть имеет длину 40 мм. Новые конфигурации болтов, изображенные на рисунке 7, имеют цилиндрическую часть длиной 50, 60 и 30 мм соответственно.

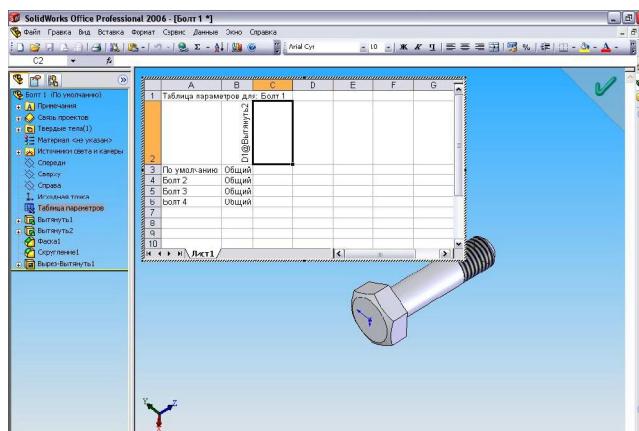
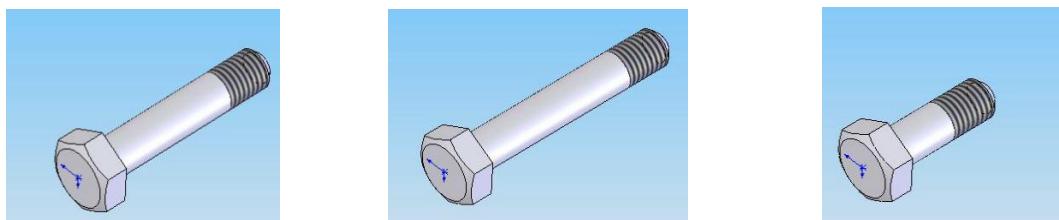


Рисунок 6 – Использование таблицы параметров



длина болта 50 мм

длина болта 60 мм

длина болта 30 мм.

Рисунок 7 – Конфигурации болтов,  
созданные при помощи таблицы параметров

В заключение скажем несколько слов о внедрении рассмотренного материала в учебный процесс при изучении начертательной геометрии и инженерной графики.

При организации обучения и подготовки специалистов нужно учитывать способность разных людей к освоению компьютерных технологий [5, 6]. Существует категория пользователей, которая с удовлетворением осваивает новые технологии. Для таких людей характерно постоянное стремление к совершенству. Они легко, практически без проблем справ-

ляются с любым программным продуктом. Такие студенты могут самостоятельно осваивать новые программные продукты. Однако наряду с такими пользователями встречаются и люди со средними способностями к обучению, для которых характерно желание изучать новые возможности уже знакомых им программных продуктов или новые приложения, но только когда эти знания излагаются преподавателем или другим наставником. Бывают, к сожалению, и случаи, когда у пользователей практически отсутствуют привычки и желания чему-нибудь учиться. Они почти не приемлют нового, и оно им обычно с трудом дается.

Учитывая выше сказанное, отметим что, в процессе обучения прежде всего необходимо обращать внимание на те преимущества, которые дают новые технологии, чтобы тем самым заинтересовать студентов к изучению предлагаемого материала.

Студентам было предложено сопоставить трудоемкость построения наглядного изображения геометрической фигуры – пирамиды двумя способами: с помощью классических чертежных инструментов методом ортогонального проецирования и используя геометрическое моделирование с применением программного пакета Solid Works.

На рисунке 8 а) изображена прямоугольная изометрия пирамиды, выполненная традиционным способом. На построение этого чертежа студент затрачивает около трех часов времени, при этом наблюдается низкая точность построения, загромождение дополнительными линиями.

Выполняя данное задание в системе Solid Works, мы получили наглядную трехмерную модель пирамиды с требуемой точностью (рисунок 8, б). На выполнение модели затрачено 20 минут. На построение чертежа (рисунок 8, в) с модели необходимо около 10 минут.

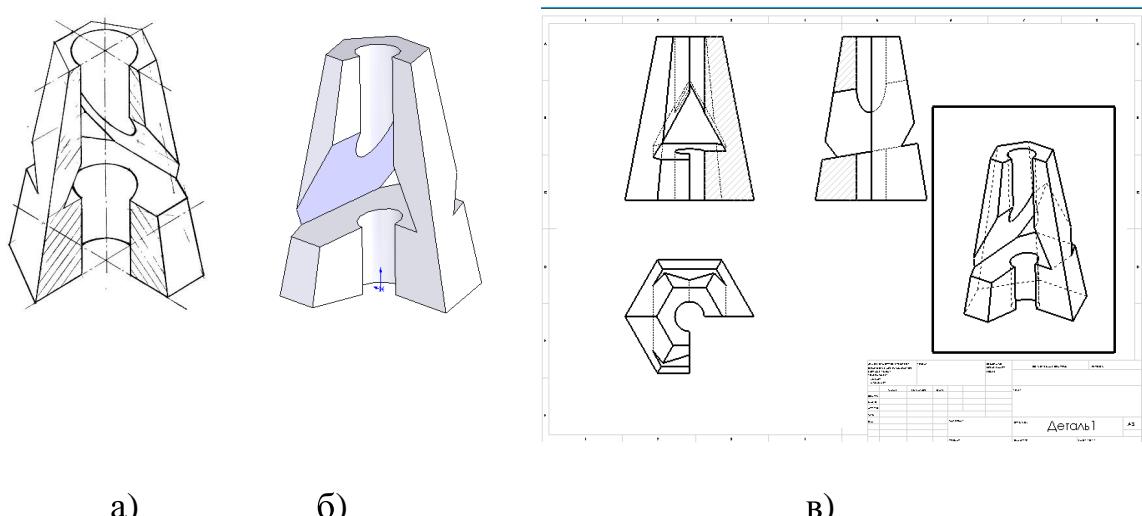


Рисунок 8 – Построение геометрического тела с двойным проницанием

В данной работе отображен современный уровень развития компьютерных технологий, который позволяет создавать пространственные модели объектов с практически неограниченными возможностями, обеспечивая большую достоверность решения геометрических и других задач для пространственной модели при помощи системы Solid Works.

Рассмотренные в статье механизм модификации формы детали и механизм модификации (перестройки) чертежей детали позволяют автоматизировать и тем самым значительно ускорить процесс создания изделий, содержащих однотипные детали. Кроме того, использование компьютерного моделирования в комплексе с параметрической системой Solid Works при изучении инженерной графики повышает заинтересованность студентов к изучаемой дисциплине и позволяет подготовить специалистов высокого уровня, востребованных на рынке труда.

### **Библиографический список**

1. О. Зыков. Промышленная автоматизация: движение от САПР к PLM // САПР и графика. Специальный выпуск/2005 – М.: Компьютер-Пресс, 2005. – С. 8-11.
2. Орлова Л. Внедрение САПР: опыт свой и чужой / Л.Орлова. // Компьютерное проектирование и технический документооборот. - 2008. - №1(4).- С.20-25.
3. В. Севастьянов. Solid Works 2008: новый этап в развитии объемного проектирования // КПД. Компьютерное проектирование и технический документооборот. – К., 2008. - №1(4). – С. 26-35.
4. Алямовский А.А. и др. Solid Works. Компьютерное моделирование в инженерной практике./ А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В.Одинцов. – СПб.: БХВ – Петербург.2005. – 800с.
5. Чуприн А. Обучение как средство повышения производительности инженерного труда / А.Чуприн. //КПД. Компьютерное проектирование и технический документооборот. – К., 2007. - №3.- С.58-61.
6. Чуприн А. Обучение как средство повышения производительности инженерного труда / А.Чуприн. // КПД. Компьютерное проектирование и технический документооборот. – К., 2008. - №1(4).- С.50-57.

*Рекомендовано к печати проф., к.т.н. Ульяницким В.Н.*