

УДК 004.942

UDC 004.942

05.00.00 Технические науки

Technical science

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ И РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

MODELING THREADS AND THREADED CONNECTIONS IN THE SYSTEM OF THE AUTOMATED DESIGNING

Степанов Владимир Васильевич
д.т.н., профессор

Stepanov Vladimir Vasilievich
Dr.Tech.Sci., professor

Степанова Марина Валерьевна
ст. преподаватель

Stepanova Marina Valerievna
senior lecturer

Нефедовский Виктор Анатольевич
доцент

Nevedovsky Victor Anatolievich
associate Professor

Кабанков Юрий Андреевич
к.т.н, профессор

Kabankov Yuri Andreevich
Cand.Tech.Sci., Professor

Савицкий Юрий Александрович
доцент
smv04967@mail.ru

Savitskiy Yuri Aleksandrovich
associate Professor
smv04967@mail.ru

Кубанский государственный технологический университет, Россия г. Краснодар, ул. Красная 135, к.123

Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.К. Серова, г. Краснодар, Россия

Krasnodar Higher Military Aviation School named after A.K.Serov, Krasnodar, Russia

Работа выполнена не только в научном, но и практическом направлениях, ключевой частью которой явилось моделирование системы. Рассмотрение представленных процессов моделирования происходило на основании поставленного педагогического эксперимента, связанного с внедрением в дисциплину «Инженерная графика» нового для военного учебного заведения инструмента получения конечного графического конструкторского документа. Цель эксперимента включила в себя проведение сравнительного анализа инструментов моделирования (ручного и машинного) и их влияние на получение конечного продукта (чертежа). В качестве инструмента использовалась система автоматизированного проектирования Компас-3Д. Представленное исследование отработано на практических занятиях указанной дисциплины, темой одного из которых являлось «Изображение резьбы и резьбовых соединений». При помощи графического редактора Компас-3Д получили модель вала и втулки с указанным профилем резьбы, а также на их основе сборочную единицу. Весь путь получения выше указанных объектов для удобства и простоты восприятия был разбит на определенные этапы. Результаты проведенного педагогического эксперимента оказались весьма удовлетворительные, цель практического занятия достигнута полностью

The work was carried out not only in the scientific, but also in practical directions, the key part of which was the modeling of the system. Consideration of the presented modeling processes occurred on the basis of the delivered pedagogical experiment associated with the introduction in the discipline "Engineering Graphics" of a new tool for the military educational institution to obtain the final graphic design document. The purpose of the experiment included a comparative analysis of modeling tools (manual and machine) and their impact on the production of the final product (drawing). As a tool, the computer-aided design system Kompas-3D was used. The presented research was worked out in practical classes of the specified discipline, the theme of one of them was "Image of thread and threaded connections". With the help of the graphic editor Compass-3D, a model of the shaft and bushing with the specified thread profile was obtained, as well as the assembly unit based on them. The entire way of obtaining the above objects for convenience and ease of perception has been broken down into certain stages. The results of the pedagogical experiment were very satisfactory; the goal of the practical training was fully achieved

Ключевые слова: МОДЕЛИРОВАНИЕ, ОБЪЕКТ, ИССЛЕДОВАНИЕ, СИСТЕМА

Keywords: MODELING, OBJECT, RESEARCH, COMPUTER-AIDED DESIGN, PEDAGOGICAL

АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ, EXPERIMENT, SCREW CONNECTION, GRAPHIC
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ, РЕЗЬБОВОЕ EDITOR KOMPAS 3D
СОЕДИНЕНИЕ, ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР
КОМПАС 3D

Doi: 10.21515/1990-4665-132-005

Моделирование – это одна из важных составляющих процесса познания, сущность, которой заключается в создании и исследовании моделей, т.е. исследование объектов реального мира путем построения и изучения их моделей. Модель можно определить как некоторый образ реального объекта, который отражает лишь существенные особенности (свойства) изучаемого реального объекта, явления или процесса. Таким образом, материальный (либо виртуальный) объект, который замещает объект-оригинал с целью его исследования, сохраняет только некоторые, наиболее важные для данного исследования типичные черты и свойства оригинала, и поэтому модель получается проще оригинального объекта и существенно удобнее для его изучения.

Процесс моделирования представляет собой непрерывный и всесторонний процесс абстрагирования и конкретизации, требующий не только знания всех свойств реального объекта, но и значимости каждого из них для конкретного исследования. Таким образом, процесс создания модели аналогичен процессу глубокого изучения моделируемого объекта, что по своей сути является одной из целей другого процесса - образовательного.

В инженерной практике, в настоящее время, на первое место вышли системы автоматизированного проектирования, одной из основных задач которых является создание интегрированной модели материального объекта на основе его геометрического моделирования [1]. В ее основу положены формирования навыков работы с конкретными графическими системами геометрического моделирования; изучение и практическое освоение методов компьютерного выполнения чертежей, способов

автоматизированной разработки графической конструкторской документации, автоматизированного проектирования чертежей с использованием баз данных графических объектов.

Процесс моделирования должен обеспечить максимальную эффективность модели системы, результативность которой обычно определяется как некоторая разность между соответствующими показателями, полученными при эксплуатации модели, и теми затратами, которые были вложены в ее разработку и создание.

Изучение систем автоматизированного проектирования в высшем учебном заведении должно быть построено таким образом, чтобы обучающиеся не только получали навыки работы в данной системе, но одновременно использовали эту систему как некоторое инструментальное средство при изучении дисциплин графической направленности[2].

Такая «параллельная» организация процесса обучения, допускающая, оптимальное сочетание ручного и машинного выполнения основных конструкторских документов, позволяет наиболее эффективно организовать процесс обучения в частности по дисциплине «Инженерная графика». При этом приходится преодолевать ряд сложностей, связанных как с дефицитом времени, отведенного на дисциплину учебным планом, так и стремлением не проиграть в решении педагогических задач, то есть суметь развить пространственное мышление и графические навыки обучаемых до требуемого уровня [3].

В связи с вышеизложенным, в нашем высшем учебном заведении было принято решение в проходящем учебном году поставить педагогический эксперимент, целью которого являлось проведение сравнительного анализа инструментов моделирования (ручного и машинного) и их влияние на получение конечного продукта (чертежа). Наряду с этим рассмотреть воздействие указанных выше механизмов на

развитие пространственного мышления, создание качественного документа в графическом или текстовом исполнении.

Для реализации поставленной цели в рамках педагогического эксперимента все практические занятия по дисциплине «Инженерная графика» было решено провести в компьютерных классах на базе системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3Д. Для обучения была выбрана одна из групп первого курса, со средними показателями в учебе, для получения объективных результатов эксперимента.

Одной из ключевых тем занятий дисциплины «Инженерная графика» является тема «Изображение резьбы и резьбовых соединений». В связи с этим, для углубленного изучения процесса моделирования был осуществлен процесс создания резьбы, как на внешнем контуре вала, так и на внутренней поверхности втулки. Итогом данного процесса было получение соединения данных деталей с помощью построенной резьбы. В результате проведенной работы происходило глубокое погружение в изучаемую тему, позволяющее не только изучить изображение резьбы, но и познакомиться с реальными принципами ее создания.

Идея разработанной темы занятия возникла в связи с тем, что графический редактор КОМПАС 3D предусматривает получение на деталях только условного изображения резьбы (рисунок 1).

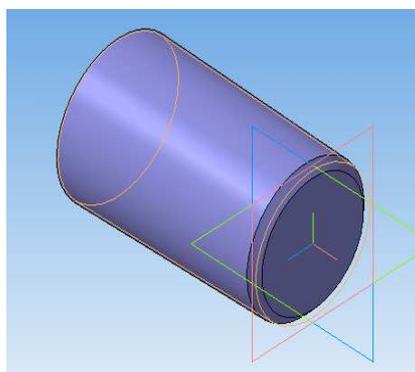


Рисунок 1

Для визуализации процесса нарезания резьбы и развития пространственного мышления вся работа условно разбивалась на несколько этапов:

1. Создавался эскиз профиля будущей резьбы. В качестве объекта моделирования выбиралась упорная резьба, параметры которой выбирались по ГОСТ (фрагмент ГОСТа представлен в таблице 1). Эскиз создавался в отдельном документе типа «Фрагмент» и затем копировался в буфер обмена.

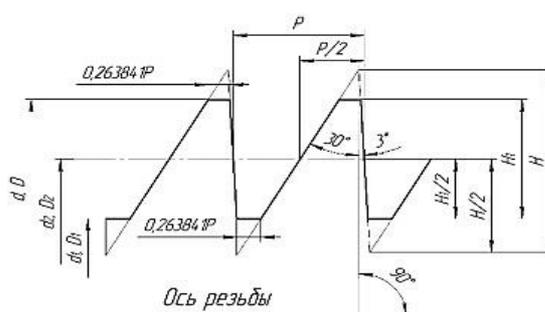


Рисунок 2

d - наружный диаметр наружной резьбы (винта);

D (D_1)- наружный и внутренний диаметр внутренней резьбы (гайки);

d_2 - средний диаметр наружной резьбы;

d_1 - внутренний диаметр наружной резьбы;

P - шаг резьбы;

H - высота исходного треугольника;

H_1 - рабочая высота профиля

Таблица 1

Шаг P , мм	$H = 1,6P$, мм	$\frac{H}{2} = 0,8P$, мм	$H_1 = 0,75P$, мм	$0,26P$, мм
3	4,764	2,382	2,25	0,792

2. Создавалась деталь цилиндрической формы, на которой предполагалось демонстрация визуализации резьбы. Для этого выбиралась

ориентация построения - *изометрия XYZ*, а в качестве эскиза выступала окружность в плоскости *XU*, которая выдавливалась на некоторое расстояние, образуя деталь типа вала. На валу выполнялась фаска размером $2 \times 45^\circ$.

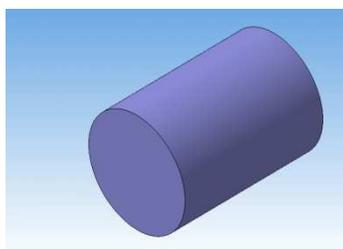


Рисунок 3

3. Выделялся торец вала, на компактной панели активировалась кнопка «Пространственные кривые» . Выбирался инструмент «Спираль цилиндрическая»  и указывались ее основные размеры – количество витков, шаг, направление, диаметр. Появлялся фантом будущей спирали, при этом обязательно необходимо было переключить вид перемещения, выбрав «Обратное направление» (рис.4, 5).



Рисунок 4

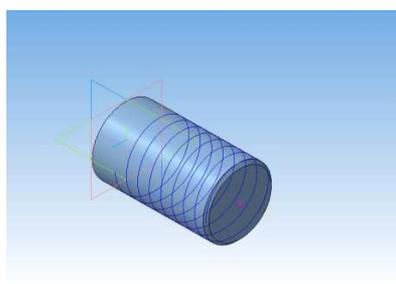


Рисунок 5

Выделялась плоскость *ZX*, т. к. именно ей должен быть перпендикулярен один из концов спирали. Увеличивался масштаб рамкой, на увеличенном изображении производилось проецирование ребра вала на плоскость: «Геометрия» → «Спроецировать объект» , при срабатывании привязки

«Выравнивание» ставилась точка в конец спирали, куда из буфера обмена был вставлен фрагмент профиля резьбы (рис.6). После данной операции было необходимо обязательно удалить отрезки на этом элементе, относящиеся к фаске. С помощью операции «Вырезать кинематически»  создавалась визуализированная резьба заданного профиля, при этом в качестве траектории использовалась созданная ранее цилиндрическая спираль (рис.7).

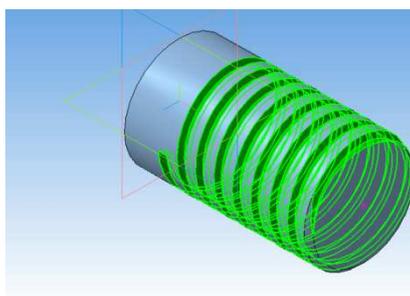


Рисунок 6

6 Для увеличения точности получения модели, повышения плавности линий, выполнялась следующая последовательность действий: *Сервис*→*Параметры*→*Точность отрисовки* → *МЦХ*→ установить максимальное значение.

7 Чертеж модели насыщался конфигурационными элементами, в частности, создавался сбег резьбы (рис.8-рис.10). Для этого при помощи команды «Спроецировать объект» на плоскость проецировался профиль резьбы, и включалась операция «Вырезать выдавливанием» с указанием на «Панели свойств» расстояние «Через все» 

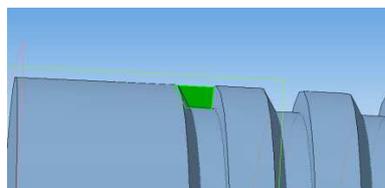


Рисунок 7

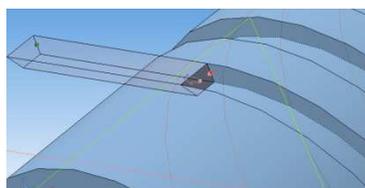


Рисунок 8

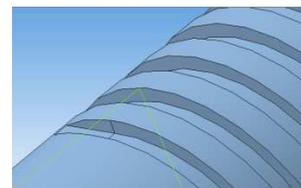


Рисунок 9

После пошагового выполнения данных операций поставленную задачу можно было считать достигнутой – была выполнена визуализация части композиции, то есть получался вал с заданным профилем резьбы.

Создание втулки осуществлялось подобным набором эскизов и операций графического редактора Компас 3Д. На выходе получилась модель втулки с внутренней резьбой с заложенными характеристиками (рис. 11).

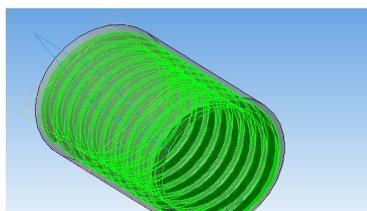


Рисунок 10

Для завершения визуализации резьбовых соединений необходимо было смоделировать процесс сборки двух созданных деталей – вала и втулки. Для этого создавался новый документ «Сборка» и выполнялась следующая последовательность операций:

1. В новый документ вставлялась втулка.
2. В документ добавлялся вал, который необходимо было после вставки повернуть резьбовой стороной к втулке с использованием команды «Повернуть компонент» .
3. Для того, чтобы детали оставались соосными, использовалась опция «Соосность вала и отверстия втулки».
4. Для создания эффекта резьбового соединения вала и втулки задавалось «Сопряжение на расстоянии» .
5. Для этого выделялись торцы вала и втулки. Регулируя расстояние, данные детали соединились между собой (рис.11).

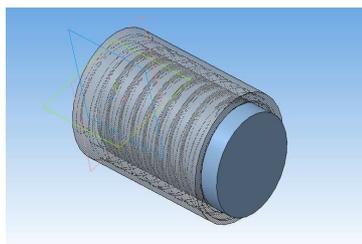


Рисунок 10

В результате цикл по созданию резьбы и резьбового соединения на примере выполненных деталей завершался.

Цель занятия, в рамках проводимого эксперимента, была достигнута: выявлено положительное влияние компьютерного моделирования, как инструмента, на создание графического документа, что заключалось в высокой заинтересованности обучаемых к проводимому процессу. Быстрота получения конечной модели и визуализация процесса создания резьбы и резьбового соединения вылились в получение конечного продукта электронной модели практически у 90% обучаемых, 10% оставшихся не уложились в реализацию по объективным причинам.

Методику представленного занятия в рамках проведенного эксперимента можно предложить и при проведении лабораторных и практических работ по дисциплинам материаловедение, теории конструкционных материалов.

Список литературы:

1. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов—3-е изд., перераб. и доп.—М.: Высш. шк., 2001.—343с : ил.
2. Степанова М.В., Степанов В.В., Кабанков ЮА. Преподавание начертательной геометрии и инженерной графики на основе информационно-компьютерных дисциплин.- Сб-к научных статей ХУП Всероссийская научно-практическая конференция (заочная) «Инновационные технологии в образовательном процессе», 2016 г., г. Краснодар
3. Степанова М.В., Степанов В.В., Кабанков ЮА. Совокупность методов обучения при изучении дисциплин начертательной геометрии и инженерной графики курсантами военного училища (летчиками). Сб-к научных статей ХУП Всероссийская научно-практическая конференция (заочная) «Инновационные технологии в образовательном процессе», 2016 г., г. Краснодар

References

1. Sovetov B.Ja., Jakovlev S.A. Modelirovanie sistem: Ucheb. dlja vuzov—3- e izd., pererab. i dop.—M.: Vyssh. shk., 2001.—343s : il.
2. Stepanova M.V., Stepanov V.V., Kabankov JuA. Prepodavanie nachertatel'noj geometrii i inzhenernoj grafiki na osnove informacionno-komp'juternyh disciplin.- Sb-k nauchnyh statej XYII Vserossijskaja nauchno-prakticheskaja konferencija (zaohnaja) «Innovacionnye tehnologii v obrazovatel'nom processe», 2016 g., g. Krasnodar
3. Stepanova M.V., Stepanov V.V., Kabankov JuA. Sovokupnost' metodov obuchenija pri izuchenii disciplin nachertatel'noj geometrii i inzhenernoj grafiki kursantami voennogo uchilishha (letchikami). Sb-k nauchnyh statej XYII Vserossijskaja nauchno-prakticheskaja konferencija (zaohnaja) «Innovacionnye tehnologii v obrazovatel'nom processe», 2016 g., g. Krasnodar