



ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2016

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
«ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2016»,
ПОСВЯЩЁННОЙ ГОДУ ОБРАЗОВАНИЯ
В СОДРУЖЕСТВЕ НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

15-25 АПРЕЛЯ 2016 Г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Сборник материалов
Международной конференции студентов,
аспирантов и молодых учёных
«Перспектив Свободный-2016»,
посвящённой Году образования
в Содружестве Независимых Государств

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля
2016 г.

Красноярск, 2016

«3D-моделирование в образовании будущих инженеров»



3D МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОБУЧЕНИИ

Давлетьяров Х.Х.

научный руководитель доц. Борисенко И.Г.

Сибирский федеральный университет

В нашем прогрессирующем мире 3D дает много возможностей для упрощения работы в разных отраслях. Глобализация, интеграция науки и новые технологии диктуют свои правила. Следуя этим правилам, будущий специалист должен соответствовать нужным требованиям, предъявляемым работодателем. С приходом ЭВМ и программами, предоставляющие возможность создавать объемные модели, открылось много новых возможностей, которые успешно используются как в работе, так и в обучении будущих профессионалов.

Одной из главных задач инженерного образования является подготовка не только профессионально образованного, способного к самостоятельному принятию решений специалиста, но и подготовка его к успешному вхождению на рынок труда, развитие у него активной жизненной позиции, выработка умения самостоятельно развиваться дальше как личность [1]. Обучение с использованием новых технологий, становится более привлекательным, позволяет студентам представить и понять сложный теоретический материал [2].

Создавая трехмерную модель, можно перечислить много плюсов использования ее в обучении:

- Развивается необычное (креативное) мышления;
- Можно увидеть, как изделие выглядит в пространстве;
- 3D позволяет непосредственно следить за ходом изменений изделия (возможно отслеживания поэтапно);
- Дает возможность создать модель как можно точно;
- Экономится большое количество времени, в отличии от создания вручную;
- 3D даёт возможность создавать более точные симметричные линии;
- 3D модель можно быстро и легко привнести изменения или полностью переделать деталь;
- Обучающийся учится не просто проектировать, а учится думать, как конструктор, анализировать и понимать форму объекта-изделия;
- Студент учится использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
- Студент учится осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

По результатам исследования, учащиеся отдают предпочтение визуальному обучению. Сложные действия легче усваиваются, если их развить на изображении. Становится понятным, что 3D модель помогает подавать информацию самым удобным способом для обучения и восприятия. Такая подача материала способствует большему запоминанию, появляется большая мотивация к профессии, вовлеченные в процесс обучающиеся проявляют больше внимания.

А это значит, что использование 3D-технологии тренирует память, по изображению учащиеся могут вспомнить больше, чем если просто рассказать «сухой материал». Следовательно, здесь можно завязать 3D технологию непосредственно с теоретическим и практическим обучением по профессии или специальности. Здесь появляется междисциплинарная связь. Тренируется не только слуховая память, но и зрительная.

3D технологию можно завязать и с производственной практикой. Используя метод поэтапной подачи материала, который основан на визуализации, путем шагов от простого к сложному. Проще говоря, с помощью визуализированной модели мы можем составить технологическую карту изготовления той или иной модели, или определенного устройства. Такая технологическая цепочка позволяет учащемуся легче понимать цели и поставленные перед ним задачи, дает возможность контролировать себя и дисциплинировать, а преподавателю предоставляет шанс отслеживать и осуществлять контроль выполнения работ. Если перед учащимся поставлена задача изготовить деталь, то, помимо продемонстрированной визуализированной технологической карты, есть возможность сразу показать, как будет выглядеть эта деталь в готовом изделии. Причём не только на одном примере, но и на множестве других. «Внедрение обязательной практики 3D-моделирования также желательно по той простой причине, что в проектной деятельности современные программы 3D-моделирования способны оправдать самые смелые ожидания» [3]. Любая идея может быть воплощена в жизнь.

Есть много программ для работы с 3D моделированием и одна из них КОМПАС 3D. В эта программа очень удобна в обучении и в работе для стандартизаторов потому, что в этой программе очень много всего, что необходимо по российским ГОСТам.

Те же самые банальные рамки конструкторских чертежей, технические требования, крепежные и стандартные изделия, справочник материалов – все это по российским ГОСТам и это чрезвычайно удобно для конструкторов. Ведь не нужно вычерчивать каждый болтик и винтик, если они стандартные, можно просто выбрать его в справочнике крепежных изделий, задать необходимые типовые размеры и место, где он будет расположен и этот элемент нарисуеться автоматически.

Тоже самое и с рамками чертежа, шрифтом, классами шероховатости. Все необходимые размеры и обозначения Компас автоматически рисует согласно российским ГОСТам. Так же есть возможность добавить в базу и свои материалы, изделия и даже изменить рамку чертежа как вам нужно, вплоть до сохранения в шаблоне рамки чертежа основных данных: название отдела, предприятия и Ф. И. О. конструктора. Эта программа легко обучается так, как в ней подробно описан интерфейс и главное меню программы, все кнопки подписаны по-русски, при нажатии на одну из них рядом с ней и появляется краткое описание того действия, для которого она предназначена, это очень удобно, особенно для начинающего пользователя.

Таким образом, актуальность работы определяется необходимостью создания условий для развития и самореализации члена общества, способного учиться всю жизнь, создавать и приумножать ценности общества направленную на усвоение знаний, навыков и умений будущих инженеров и, несомненно, повышение их мотивации к обучению[2].

Список литературы

1. Борисенко И.Г., Головина Л.Н., Володина Д.Н. Проблемы инженерного образования. Повышение эффективности самостоятельной работы // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 1 (84). – С. 171-175.
2. Борисенко И. Г. Инновационные технологии в преподавании начертательной геометрии при формировании профессиональных компетенций. // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2011. – № 12 (59). – Стр. 355 – 357.
3. Итоги круглого стола «Оптимизация 3D-моделирования в рамках мелкосерийного производства» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://1aya.ru/paper/art-242113.php>



ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЛГОРИТМА СОЗДАНИЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Дампилова А.Г.

научный руководитель Головина Л.Н.

Политехнический институт

Цель: Поиск эффективных алгоритмов построения для типовых элементов корпусных деталей.

Задачи:

1. Анализ корпусной детали и выявление всех типовых конструктивных элементов.

2. Разработка алгоритмов построения твердотельных элементов.

При проектировании корпусных деталей или конструкций сложной конфигурации неизбежно возникает задача выбора наилучших, оптимальных с позиции того или иного критерия качества, конфигураций деталей.

Анализ эффективных алгоритмов построения эскиза и выполнения твердотельных операций рассмотрим на примере корпуса червячного редуктора.

На рисунке 1 представлена 3D модель корпуса червячного редуктора, основная часть которого состоит из поверхности вращения и призматической формы. Для крепления данного корпуса на рабочем месте выполнен элемент призматической формы, имеющий отверстия для крепления. В нижней части корпуса имеется прилив цилиндрической формы с резьбовым отверстием для пробки. Для крепления крышки к корпусу выполнены приливы с резьбовыми отверстиями.

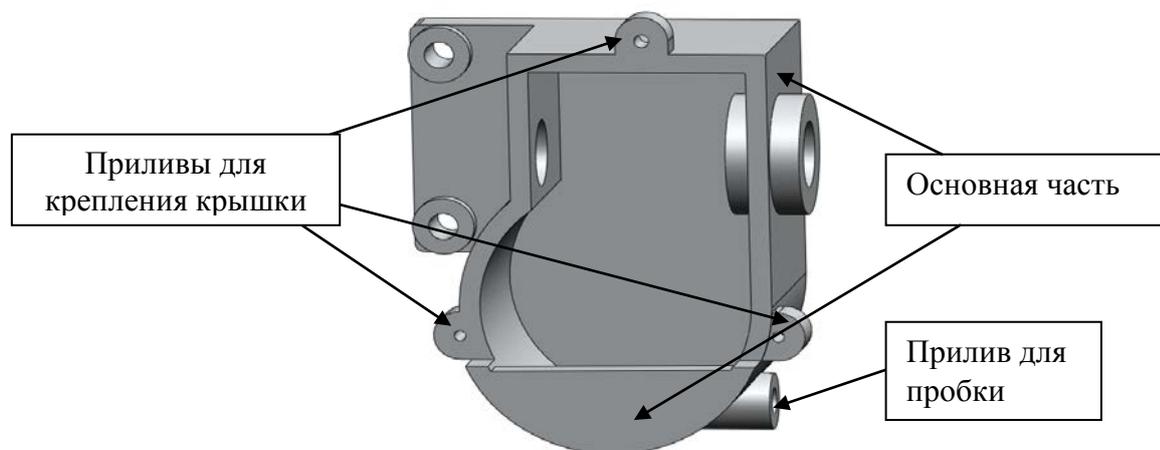


Рис.1 - 3D модель корпуса червячного редуктора

Анализируя конструкцию корпуса, выбираем следующую последовательность выполнения твердотельных операций. Главную часть корпуса червячного редуктора можно создать тремя способами: первый способ: заготовка, полученная двумя твердотельными операциями из двух эскизов (рис.2). Полость в корпусе создается механической обработкой. Вторым способом: заготовка, полученная за одну твердотельную операцию из эскиза (рис.3). Недостатком первых двух способов является, во-первых, большой отход металла в стружку, во-вторых, трудоемкость механической обработки, что влечет за собой увеличение стоимости изделия.

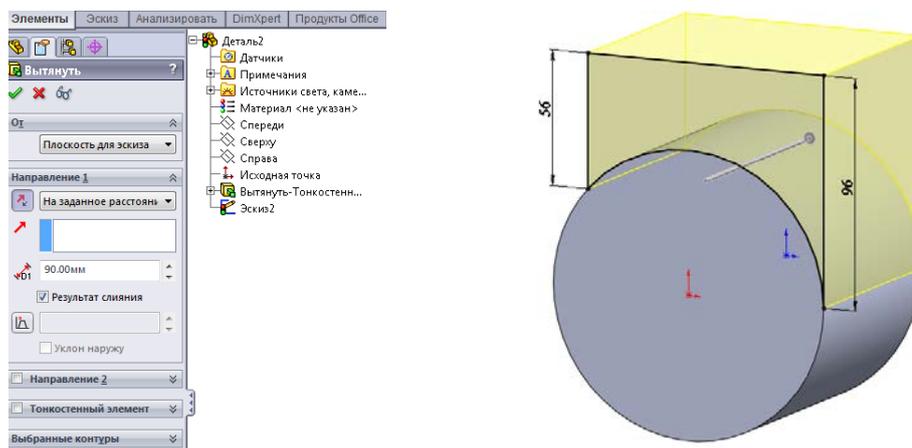


Рис.2 – Первый способ получение заготовки корпуса

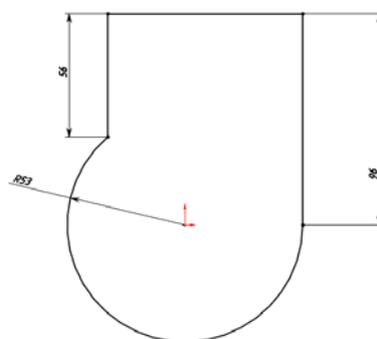


Рис.3 – Эскиз для второго и третьего способов получения заготовки корпуса

Третий способ заключается в создании тонкостенного элемента с торцевыми пробками (рис. 4). При выполнении твердотельной операции закладывается расчетная толщина стенки, которая обеспечивается автоматически.

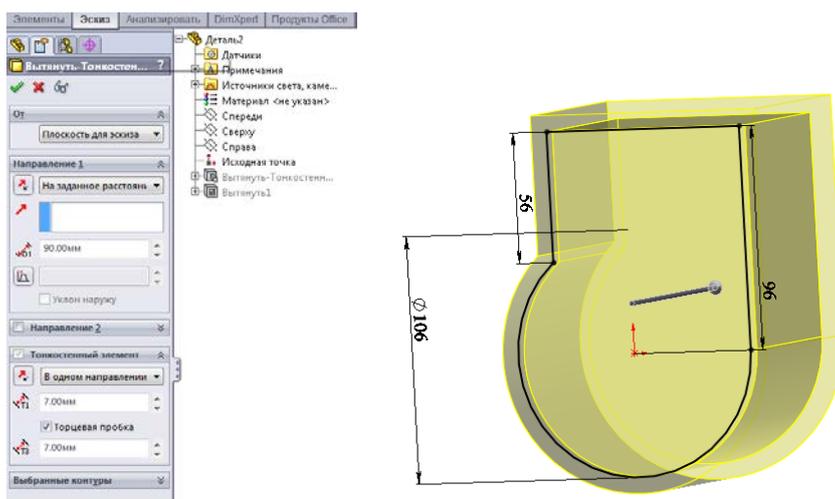


Рис.4 – Получение заготовки главной части корпуса редуктора как тонкостенный элемент

Достоинство данного способа состоит в том, что основная часть корпуса создается одной твердотельной операцией.

Часть торцевой пробки убираем операцией «Вытянутый вырез» (рис.5).

Оптимальным вариантом для создания прилива на боковой стенке корпуса под опору червячного вала является твердотельная операция «Бобышка/основание» вытянуть в два направления. Вырез выполняем вариантом на заданное расстояние, которое больше размера корпуса (рис.6).

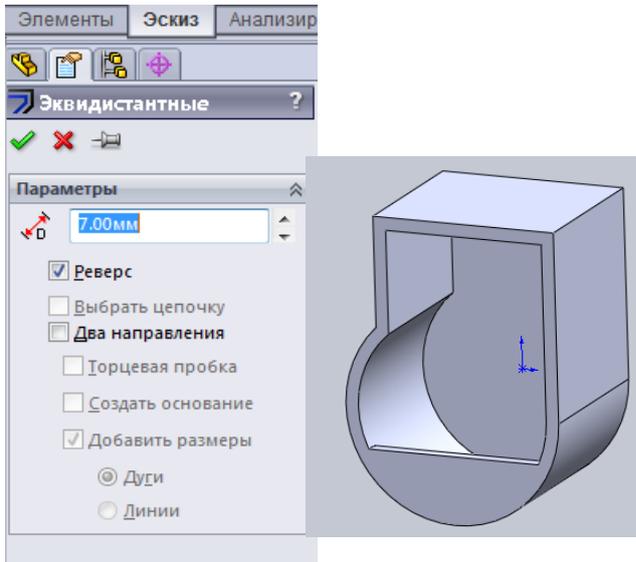


Рис.5 – Вырез торцевой пробки

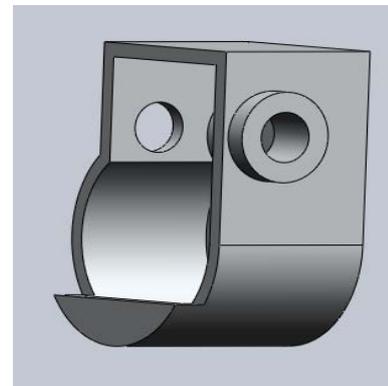


Рис.6 – Отверстие для червяка

Задняя стенка с приливами и отверстиями для крепления редуктора на рабочем месте создается несколькими твердотельными операциями «Вытянутая бобышка/основание» (рис.7).

Нижняя часть редуктора содержит прилив цилиндрической формы. Построить данный прилив можно двумя способами: операцией выдавливания либо операцией вращения. Наиболее рациональным является первый способ. Для эскиза прилива создать дополнительную плоскость и применить твердотельную операцию «Вытянутая бобышка/основание» в направлении от плоскости для эскиза до поверхности (рис.8).

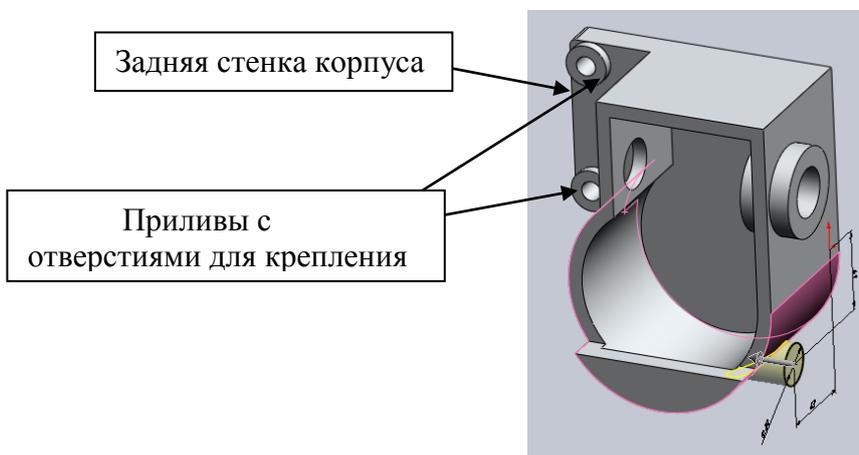


Рис.7 - Создание дополнительных элементов корпуса

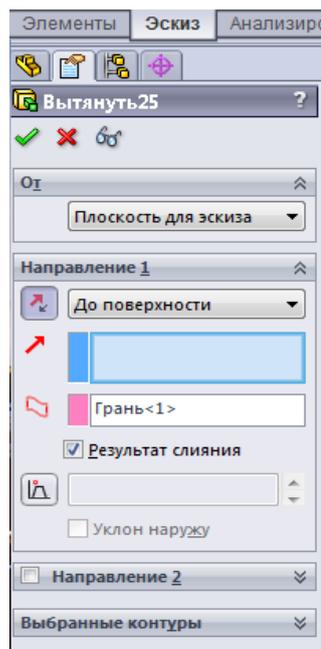


Рис.8 – Построение прилива 1 способ

Вариант построения прилива операцией вращения более трудоемкий. После выполнения операции «Повернутая бобышка» построенный элемент пройдет сквозь весь корпус, что потребует выполнить еще одну твердотельную операцию.

Для крепления крышки к корпусу выполнены три прилива с резьбовыми отверстиями.

Выводы: корпуса аналогичной конструкции средней сложности эффективнее создавать как тонкостенный элемент с торцевыми пробками. Остальные элементы создаются с применением необходимых твердотельных операций.

Список литературы

1. Электронная справочная система SolidWorks 2009.
2. Анурьев, В. И., Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. Т. 1/ В. И. Анурьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1980. – 728 с.
3. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М. : Высшая школа, 1985. – 416 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ И ВОООБРАЖЕНИЯ

Епитроп А.О.

научный руководитель Спирип Е.А.

Сибирский федеральный университет

Проблема развития пространственного мышления и воображения существует на протяжении долгих лет. Ей посвящены работы А.Р. Лурия, А.А. Госпеева, В.М. Гордона, И.С. Якиманской, М.В. Рыжика, Л.М. Фридмана. В них рассматриваются вопросы значения пространственного мышления и воображения человека, возрастные и индивидуальные особенности образного и пространственного мышления, возможности его развития.

По утверждению многих исследователей А.Н. Леонтьева, С.Д. Смирнова, Е.Н. Кабановой-Меллер, педагогическая практика на протяжении своего существования постоянно обнаруживает обучающихся со слабо развитым пространственным воображением, что проявляется в виде трудностей при решении профессиональных задач, связанных с оперированием пространственными образами, это можно наблюдать и у выпускников образовательной программы Дизайн (по отраслям).

Определить уровень развития пространственного воображения помогут графические задания, выстроенные таким образом, чтобы можно было выявить на каком этапе начинают появляться слабые места, понять что именно не усвоил обучающийся в процессе изучения графических дисциплин [1].

Для определения возможных причин возникновения данной проблемы построим Причинно-следственную диаграмму формирования развитого пространственного воображения (Рисунок 1), построенную по результатам общения со специалистами, в сферу деятельности которых входит работа с пространственными образами (инженер конструктор, дизайнер, преподаватель черчения).

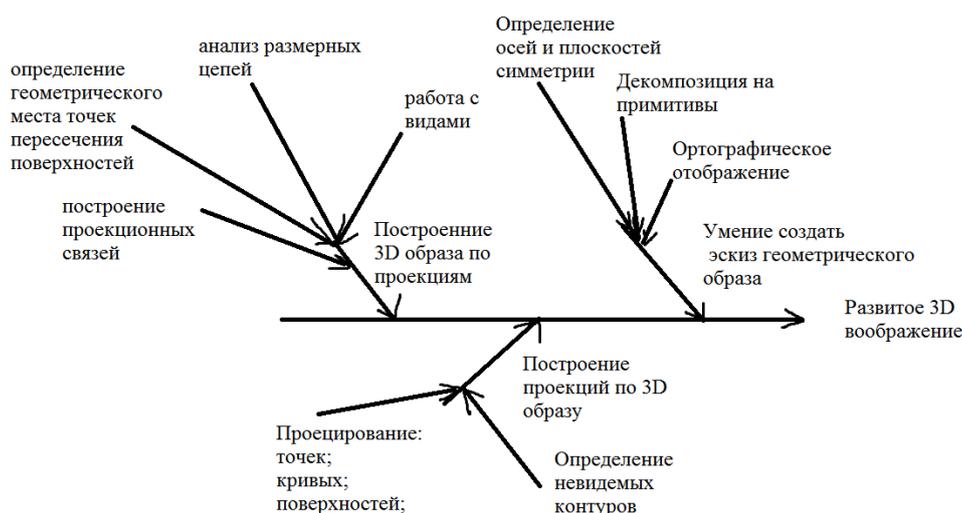


Рис.1 – Причинно-следственная диаграмма

На рисунке 1 изображены те области знаний, которые необходимо понимать при развитом пространственном воображении и мышлении. Непонимание хотя бы одного из них приводит к проблеме в общем.

Существует множество заданий, головоломок, при решении которых пробуждается интерес к творческо-логическому поиску решений и дальнейшему совершенствованию графических знаний. Примером таких заданий является сборник А.С. Пугачева задачи – головоломки по черчению[2]. Существует множество причин, которые приводят к проблеме развития пространственного воображения, начиная от организации учебного процесса и до использования приемов и методов преподавания графических дисциплин. Если провести тест (подборка заданий) среди нескольких групп, выявляющий уровень развития пространственного воображения, то можно определить не только аспекты, которые приводят к возникновению проблемы, но и способы ее решения.

На основе анализа причинно-следственной диаграммы, и перечня существующих заданий из сборника А.С.Пугачева, сформулированы следующие типы заданий:

- Декомпозиция форм
- Работа с видами
- Работа с поверхностями
- Работа с проекциями

В тесте вышеприведенные типы заданий сформулированы следующим образом:

1. Декомпозиция на простые тела;
2. По двум заданным проекциям построить третью;
3. На поверхностях тела изобразить линии, полученные в результате пересечения с плоскостями симметрии;
4. Построить три проекции данного тела.

Тест решался студентами двух групп: направления «дизайн»; и технической специальности (конструкторами).

По результатам была проведена экспертная оценка работ. Успешно выполненным работам выставялась оценка 1 (т.е. 100%), при наличии тех или иных недостатков оценка снижалась. Гистограмма распределения студентов по успешности выполнения заданий изображена на графике 1.

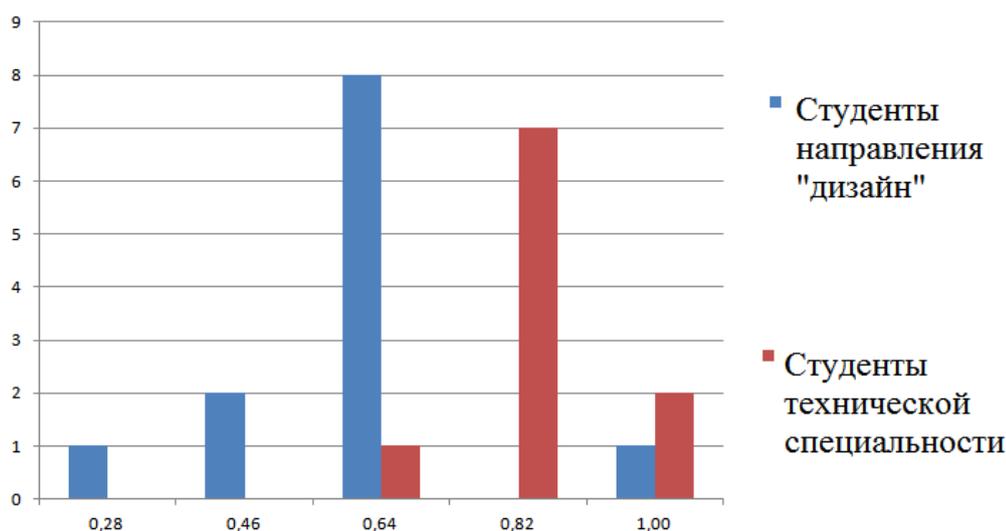


График 1 – Результаты тестирования в виде распределения

Из графика можно сделать вывод, о том, что студенты технической специальности продемонстрировали лучшие навыки пространственного воображения и мышления.

Просуммировав оценки студентов по каждому из заданий, получим график отображающий успешность выполнения заданий (график 2).

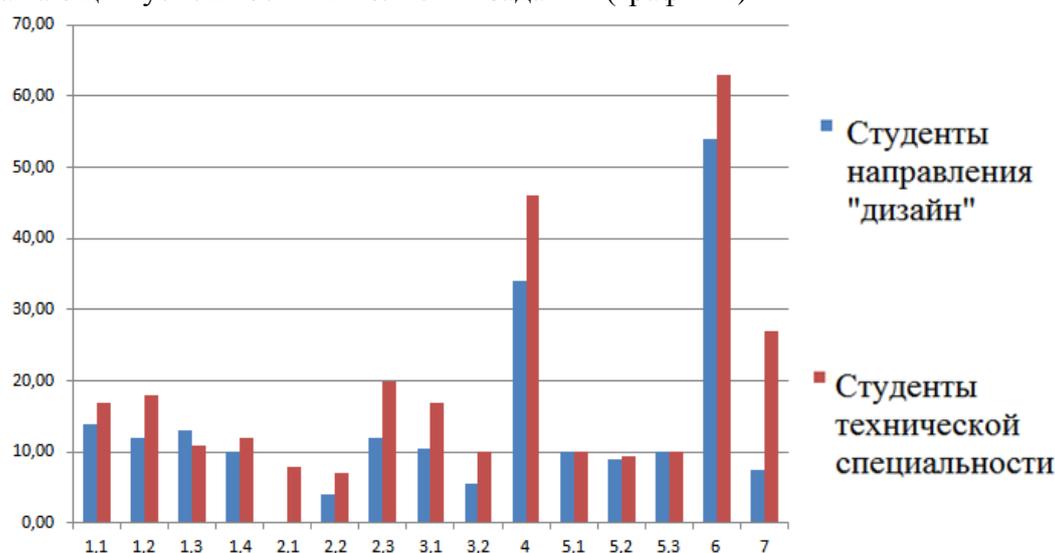


График 2 – Распределение набранных студентами баллов по заданиям

Из графика 2 можно сделать вывод о том, что наибольшие трудности возникали при решении заданий № 2,1; 2,2 3,2, что соответствует заданиям « По двум заданным проекциям построить третью», «На поверхностях тела изобразить линии, полученные в результате пересечения с плоскостями симметрии». Большое количество баллов по заданиям № 4; 6 можно объяснить не совершенной системой оценки этих заданий.

На основе проделанной работы можно сделать вывод: для развития пространственного мышления можно использовать те средства и методы обучения, которые используются при обучении студентов технических специальностей.

Список литературы

1. Рязанцева, И.М. Формирование художественного воображения в специальной подготовке студентов художественно-графического факультета: Автореф. дис. докт. пед. наук / И.М. Рязанцева.- Москва, 2003. –32 с.
2. Пугачев А.С. Задачи-головоломки по черчению 2-е изд., перераб. и доп. — Ленинград: Судостроение, 1965. — 192 с.

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОБРАЗОВАНИИ ИНЖЕНЕРОВ**Мачехина Ф. В.***Сибирский федеральный университет*

Современная концепция высшего профессионального образования требует качественной подготовки специалистов, соответствовавших новым требованиям, предъявляемым к современной профессиональной деятельности. Информационный характер системы образования создает предпосылки для универсализации средств и ресурсов межпредметных связей и средств их реализации, предлагая свои средства, методы и формы. Целью этого процесса является формирование у студентов системного научного мышления, экологической и информационной культуры, творческой активности и высокой нравственности – качеств, которые позволят им успешно адаптироваться, жить и работать в глобальном информационном обществе [2].

Для повышения профессиональной компетенции будущих специалистов необходимо реализовать главные идеи реформирования высшего образования, одним из направлений которого, является внедрение в образовательный процесс компьютерных технологий. Информационные технологии оказывают большое влияние на подготовку к будущей профессиональной деятельности. В результате их использования в вузовском учебном процессе повышаются эмоциональный отклик студентов на процесс познания, мотивация учения, интерес к овладению новыми знаниями, умениями и практическое их применение, способствует развитию способностей студентов, активизирует мышление. Именно трехмерное моделирование в ходе создания чертежей позволяет, начиная с первого курса обучения, студентам сформировать образ изучаемого объекта.

На сегодняшний день чуть ли не единственная дисциплина, «... изучение ее является лучшим средством развития нашего воображения, а без достаточно развитого воображения немислимо никакое серьезное техническое творчество, т.е. проектирование». Начертательная геометрия составляет основу инженерного образования, формирующего базовые знания, необходимые для изучения специальных дисциплин [1].

Но в тоже время основным препятствием освоения начертательной геометрии является сложность восприятия проекционного чертежа, так как проекция формируется в сознании работой мозга, а для обработки графической информации, данной в обобщенном виде, требуется подключение не только логического мышления, но и образного. Образное мышление определяется не только субъективными, природными способностями, но и опытом восприятия изображений (произведений искусства, чертежей, рисунков и т.п.). С помощью трехмерного моделирования в среде графических пакетов задача визуального представления геометрических объектов значительно упрощается.

Использование трехмерного моделирования позволяет создать визуальный образ объекта, использовать цвет, анимацию, но, тем не менее, не должно отвлекать внимание обучающихся от решения поставленных задач. Умение анализировать ортогональный чертеж геометрического объекта, расчленить его сложную форму на простые составляющие геометрические тела – позволит легко переходить от 3D-моделей к плоским чертежам, при этом значительно упрощая процесс редактирования чертежей. Конечно в САД, САЕ – системах создаваемые по 3D-модели чертежи представляют собой вторичную форму отображения объекта. Язык чертежа – язык производства, включающий в себя весь опыт и знания, накопленные многими

поколениями инженеров. И не зная начертательной геометрии, инженерной графики невозможно иметь инженерное мышление.

Использование трехмерного моделирования позволяет создать визуальный образ объекта, использовать цвет, анимацию, но, тем не менее, не должно отвлекать внимание обучающихся от решения поставленных задач. Умение анализировать ортогональный чертеж геометрического объекта, расчленив его сложную форму на простые составляющие геометрические тела – позволит легко переходить от 3D-моделей к плоским чертежам, при этом значительно упрощая процесс редактирования чертежей. Развитие и применение современных графических пакетов при изучении графических дисциплин обусловлены спецификой образования студентов-машиностроителей, требующей для дальнейшей проектной деятельности развитого пространственного мышления, умений воспринимать и производить графическую информацию.

Трехмерное проектирование изделий является одной из актуальных задач машиностроительного производства. Создание компьютерной модели является аналогом изготовления макета изделия или первого образца, но со значительно меньшими затратами материалов, труда и средств. На основе трехмерной компьютерной модели конструктивно обрабатываются все элементы и узлы изделия, выявляются недоработки, вносятся изменения.

Известно, что разработка продукции – наиболее сложный процесс в ее жизненном цикле с точки зрения обеспечения качества этой продукции. Именно на этой стадии жизненного цикла закладывается уровень качества продукции, который затем обеспечивается в производстве, поддерживается, проявляется и реализуется в эксплуатации или потреблении. Известно правило «70:20:10», согласно которому успешное решение проблемы качества продукции на 70% зависит от качества ее проектирования, 20% - от изготовления и на 10% - от эксплуатации, а именно качество продукции определяет ее конкурентоспособность. «Предпосылкой для реализации концепции ЖЦИ является переход в процессе проектирования от бумажной и двухмерной электронной документации к твердотельному 3D-моделированию изделий и их компонентов в САД-средах. Созданная на этапе проектирования виртуальная модель изделия несет в себе информацию о топологии и геометрии деталей и изделия в целом, физико-механические характеристики материала» [3].

В мире двухмерного моделирования результирующими данными проектирования являются чертежи, с которыми идет постоянная работа на протяжении всего жизненного цикла изделия. При трехмерном моделировании ключевой элемент – твердотельная модель. Чертежи являются лишь одним из видов представления модели. По модели гораздо проще представить себе изделие еще до того, как оно будет физически изготовлено. Кроме лучшего визуального представления проектируемых изделий 3D-графика на порядок повышает точность проектирования, особенно сложных 3D-объектов, позволяет легко редактировать трехмерную модель, за счет чего достигается экономия времени на проектирование.

Это дает конструктору на ранних этапах проектирования возможность оценить массоинерционные характеристики, собираемость изделия, проворачиваемость механизмов, корректность размерных цепей и др. информацию, которая при 2D-проектировании не могла быть получена. Наличие виртуальной модели изделия позволяет провести в САЕ-средах весь комплекс вычислительных экспериментов по моделированию рабочих процессов в изделии и его элементах, чтобы не только оценить их работоспособность по всем показателям, но и добиться существенного улучшения массогабаритных характеристик за счет оптимизации ключевых размеров деталей и сборочных единиц. По существу на этапе проектирования изделия

обеспечиваются его работоспособность и качество[3]. Ведь 3D-модель является не только наиболее полным, точным и наглядным носителем информации о проектируемом изделии, но и служит основным звеном в развитии имитационных методов, симуляции механообработки деталей на станках с ЧПУ, анализа конфликтных ситуаций в сборках и пр.

Таким образом, использование систем автоматизированного проектирования, основывающихся на трехмерном моделировании, сегодня является стандартом для создания конструкторской и технологической документации (не принципиально, на базе какой САПР строить обучение, так как основные операции в любой из них похожи). Это, в свою очередь, обуславливает специальные требования к подготовке инженеров в техническом вузе. В процессе организации профессиональной подготовки как необходимое условие выступают: формирование заданных уровней компетентности, профессиональная культура специалиста, развитие его потребностей в постоянном профессиональном самосовершенствовании. Данные условия являются базовыми для эффективной деятельности в обстановке конкурентноспособной среды.

Список литературы

1. Борисенко И. Г. Инновационные технологии в преподавании начертательной геометрии при формировании профессиональных компетенций. // Вестник ИрГТУ. – 2011. – № 12(59). С. 355-357
2. Борисенко И. Г. Информация в образовательной системе: особенности социально-философского исследования. // Вестник ИрГТУ. – 2012. – №4(63). С.298–302.
3. Головина Л. Н. Системный подход к организации конструкторско-технологической подготовки машиностроителей. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Том 14, № 1 (2). С. 693-696.



ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЛГОРИТМА СОЗДАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВЫХ ГНУТО-ШТАМПОВОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В CAD – СРЕДЕ «КОМПАС 3D»

Никулина Е.В.

научный руководитель Головина Л.Н.
Сибирский федеральный университет

Задача:

1. Создание 3D – модели деталей различной сложности в CAD-среде КОМПАС командой «листовые конструкции».

Современной тенденцией автоматизированного проектирования машиностроительных изделий является стремление к повышению уровня автоматизации процесса проектирования путем использования научных знаний и опыта, накопленного при разработке специализированных изделий. Примером такого подхода является специализированная подсистема конструирования деталей из листового металла.

Раньше обработка металла производилась кузнецами вручную с помощью клещей и молота. Естественно, класс точности у таких изделий был невысоким. Современная гибка металла является полностью автоматизированным процессом. Весь технологический процесс осуществляется с помощью специализированных станков-листогибов (Рис.1).

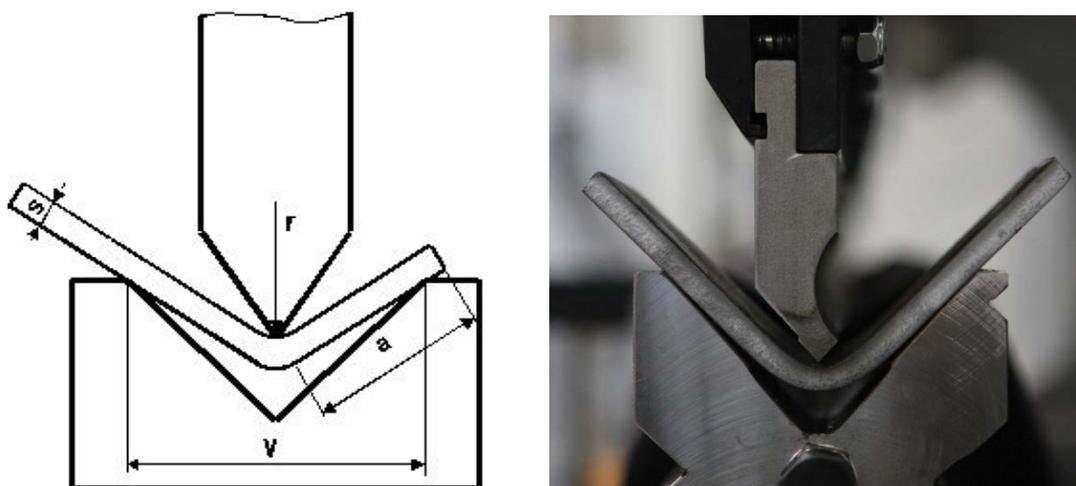


Рис.1 - Работа станка-листогиба

Из листового материала сегодня изготавливается более половины всех деталей и узлов различных конструкций. Несущие корпуса самолетов, автомобилей, судов, космических аппаратов, механизмов и приборов сконструированы из листовых материалов. В первую очередь это связано с обеспечением минимума массы конструкции и с оптимизацией коэффициента использования материала. На рисунке 2 представлена модель скобы крышки ящика для радиоаппаратуры, полученная гибкой в CAD-среде «Компас».

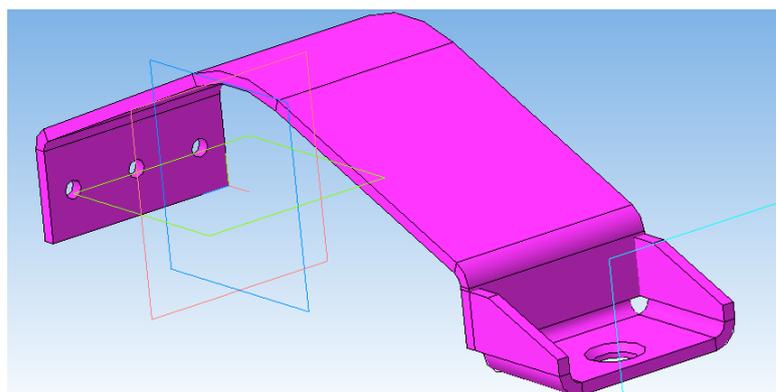


Рис.2 - Скоба для крышки ящика

На рисунке 3 представлена развертка детали скоба, выполненной по 3D-модели. По развертке на специальном оборудовании выполняется заготовка данной детали с высокой точностью для последующей гибки. Время на создание развертки данной детали в CAD-среде составляет около 20 секунд. Для создания развертки в традиционных технологиях требуется около 360 секунд. В современных технологиях время на изготовление сокращается в десятки раз.

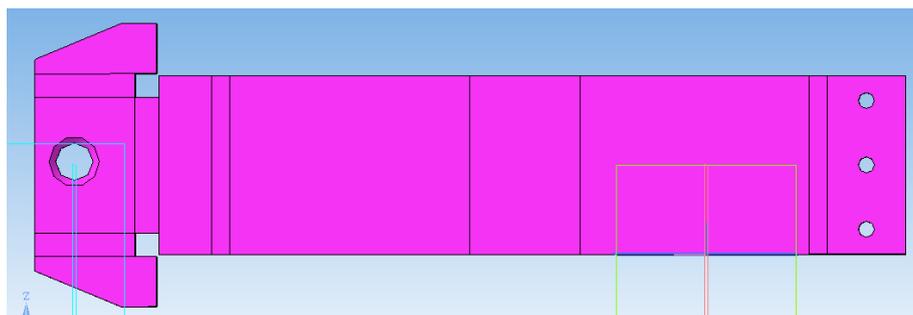


Рис.3 - Развертка детали скоба

На рисунке 4 представлен чертеж детали скоба, выполненный по 3D модели в CAD-среде «Компас 3D-V14».

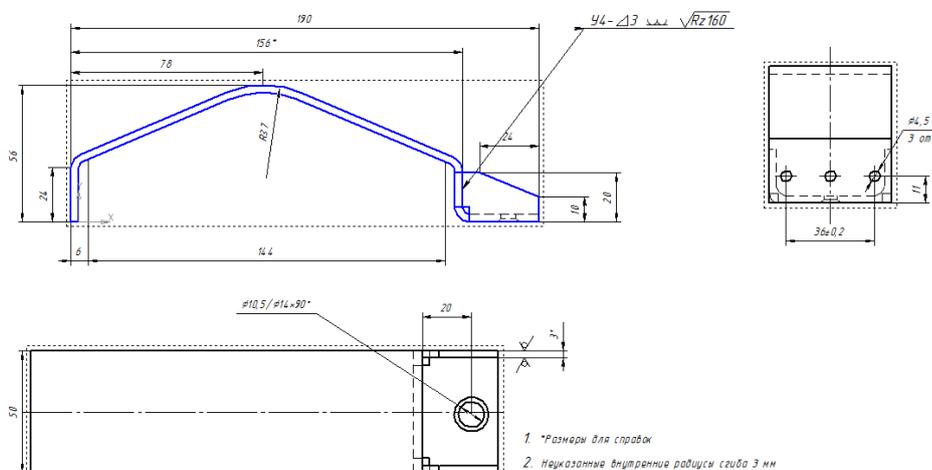


Рис.4 - Чертеж скобы, выполненный по 3D-модели

На рисунке 5а представлена 3D-модель детали – кронштейн для крепления кабелей в ящике радиоаппаратуры.

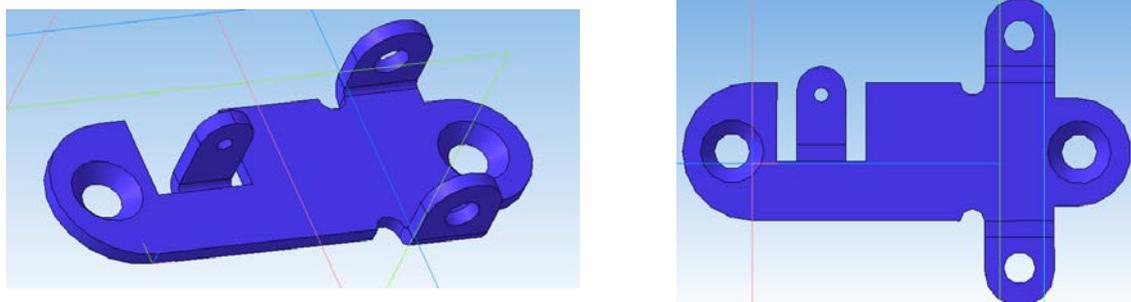


Рис.5 - 3D – модель и развертка детали кронштейн

Развертка данной детали считается средней сложности, требует в несколько раз большего времени для ее построения в традиционных технологиях и невозможно будет получить развертку такой точности, как в CAD-среде.

На рисунках 6 представлены модели и развертки деталей кронштейн и скоба, полученных в современных технологиях, которые позволили повысить качество и сократить время на их изготовление в несколько раз.

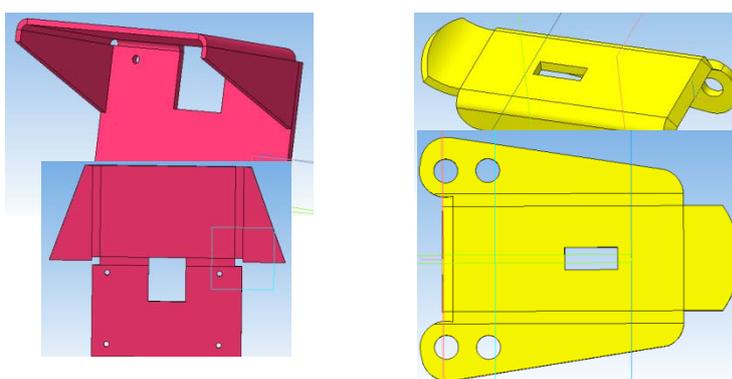


Рис.6 - Модели и развертки деталей кронштейн и скоба

На рисунке 7 представлен чертеж детали кронштейн, выполненный по 3D-модели листового тела.

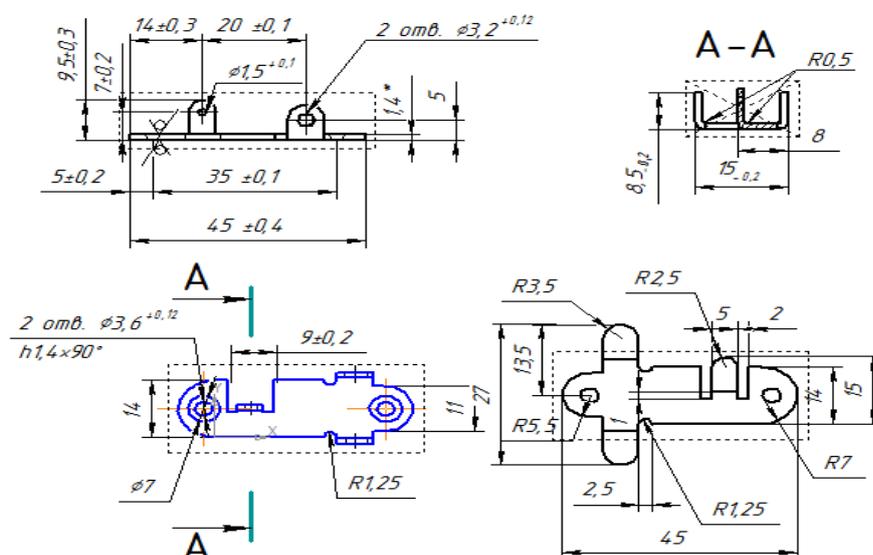


Рис.7 - Чертеж кронштейна

Гибочные прессы представляют собой основное оборудование, предназначенное для производства конструкций из металлических листов. Несмотря на современный кризис, объёмы строительства абсолютно в любой стране не уменьшаются, а его темпы лишь неустанно возрастают.

Строительное производство нуждается во внедрении индустриальных инновационных технологий, прочных и лёгких конструкций, строительных качественных материалов. К подобным изделиям можно с уверенностью отнести и конструкции, произведенные из листового металла.

Правильность выбора линии изгиба и последовательность выполнения гибочных операций позволяет существенно снизить временные затраты, повысить эффективность и точность работ, уменьшить расход используемых материалов.

Список литературы

1. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. – М.: ГОССТАНДАРТ, 1980. – 234 с.
2. Электронная справочная система САД-среды КОМПАС-3D V14.



ИНСТРУМЕНТЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НОВЫХ РАЗРАБОТОК

Ровенский В.Г.

научный руководитель Головина Л.Н.

Сибирский федеральный университет

Цель: Эффективное использование алгоритма разнесения для представления новых разработок.

Задачи: Анализ возможных алгоритмов разнесения.

На рис.1 представлена 3D модель привода в разрезе.

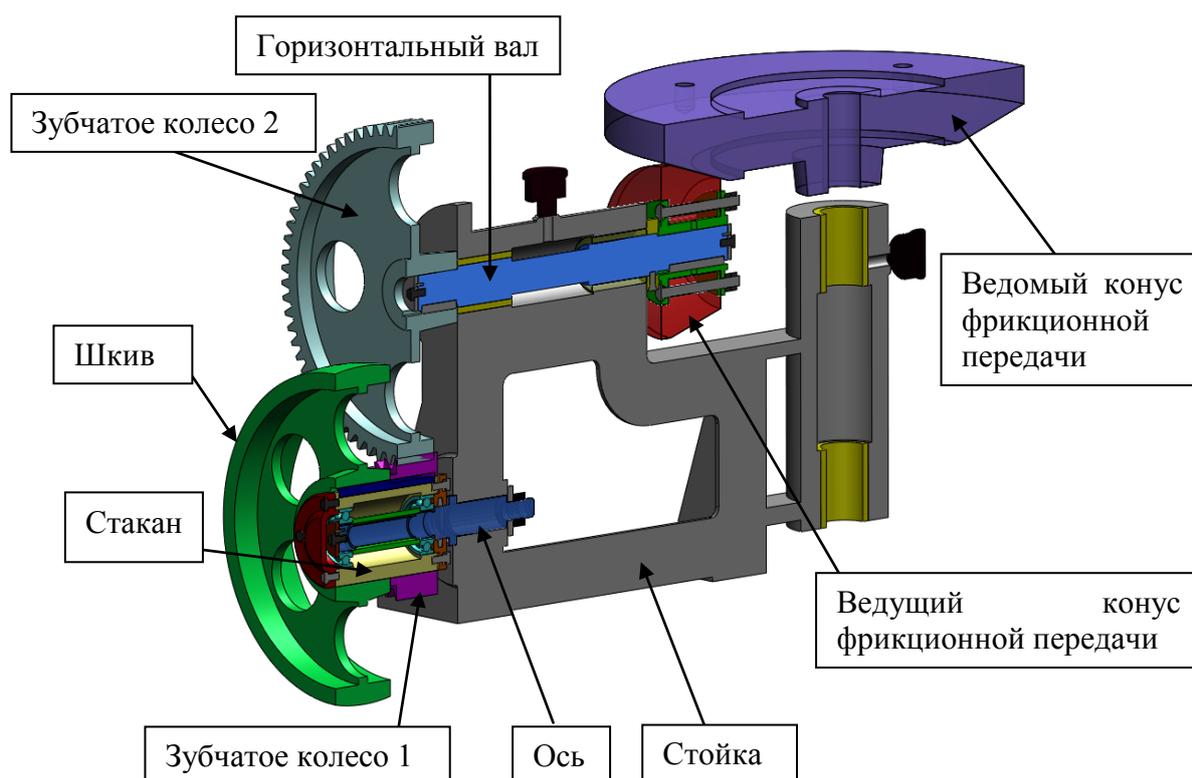


Рис. 1 - Модель привода в разрезе

Привод предназначен для снижения скорости вращения рабочего органа машины до необходимой.

Вращение от двигателя через ременную передачу передается на шкив, сидящий на стакане, который вращается на шарикоподшипниках относительно оси, закрепленной на стойке. На стакане на шпонке сидит зубчатое колесо 1, которое передает вращение на горизонтальный вал через зубчатое колесо 2. На другом конце вала закреплен с помощью втулок и винтов ведущий конус фрикционной передачи. Ведомый конус сидит на шпонке на вертикальном валу. Вращение с горизонтального вала на вертикальный передается силами трения, возникающими между элементами фрикционной передачи.

Опорами вертикального и горизонтального валов служат подшипники скольжения, установленные в корпусе. Вкладыши подшипников - биметаллические, в которых тонкий слой из бронзы ОЦС 5-5-5 наплавляется на стальную основу.

Смазываются подшипники через колпачковые масленки. Для крепления к станине в основании корпуса имеются четыре отверстия (Рис. 4).

Для полного представления конструкции данного привода выполняем несколько вариантов разнесенного вида, используя команду «Вид с разнесенными частями».

Для первого варианта разнесения используем фиксированный шаг и перемещаем детали изделия вдоль оси X (Рис. 2).

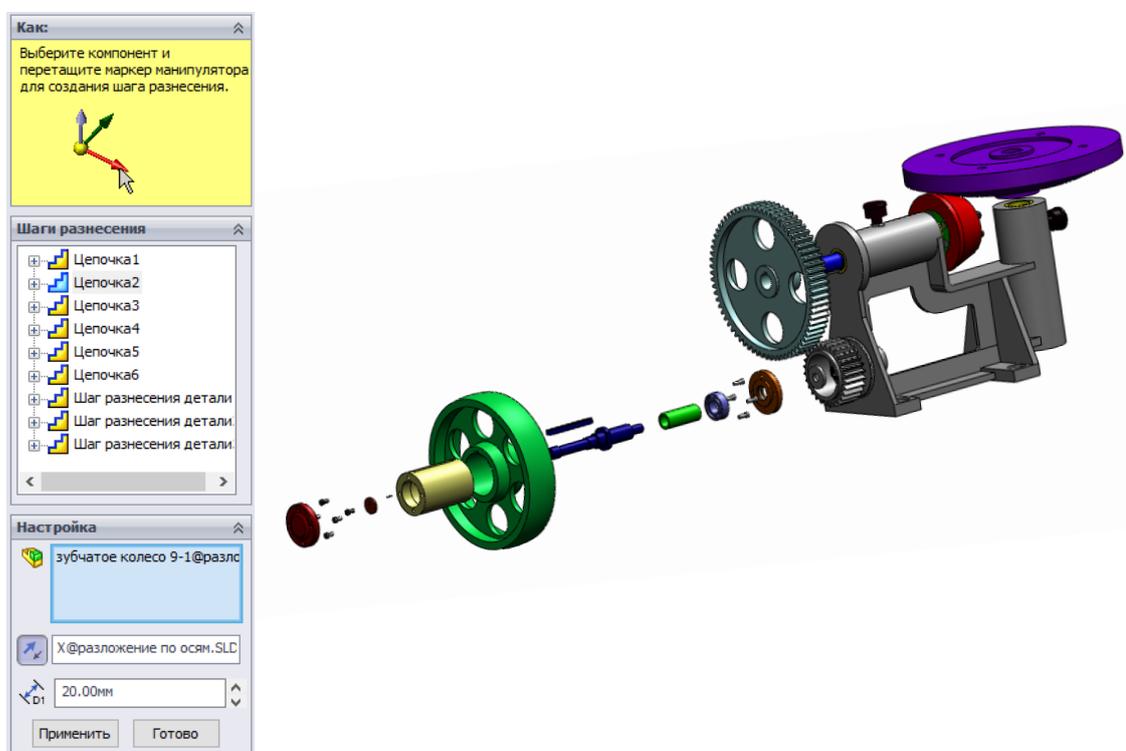


Рис. 2 – Фиксированный шаг

При данным способе разнесения изделия, понимается последовательность сборки деталей, но не всегда есть возможность увидеть конфигурацию деталей изделия. Компановка деталей довольно громоздка и занимает много места на рабочем поле. Вариант авторазмещения не всегда удобен для демонстрации изделия, так как не у всех деталей можно увидеть форму.

На рис. 3 представлено разнесение сборки по плоскостям с использованием произвольного шага, который позволяет свободно перемещать детали в нескольких плоскостях. Компановка данным способом удобная для чтения, понятна конфигурация каждой детали, входящей в изделие, но плохо понимается последовательность сборки изделия.

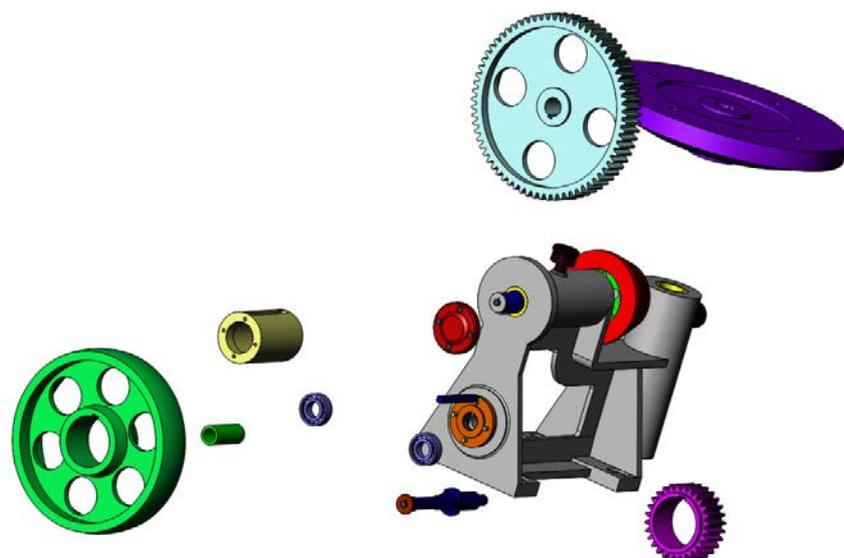


Рис.3 - Разнесение по плоскостям

Одним из способов представления нового изделия является анимация (Рис. 4). Она позволяет продемонстрировать изделие со всех сторон, а также удобна для демонстрации деталей сложной конфигурации.

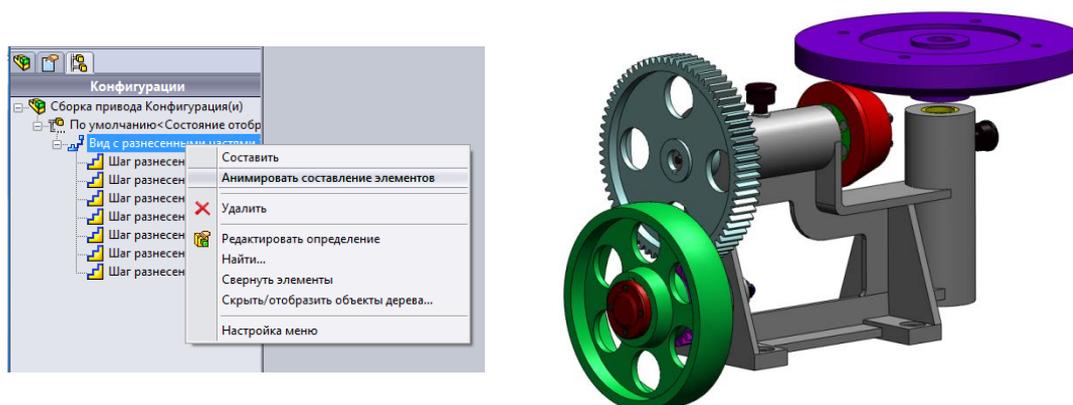


Рис.4 - Создание анимации составления элементов в единую сборку

Демонстрация изделия анимацией требует удаления части сопряжений между деталями и узлами. При сборке изделия необходимо учитывать особенности процесса анимации. В исходную точку следует помещать деталь, которая не участвует в движении (например, корпус) так как при установке детали в исходную точку сопряжения закладываются автоматически.

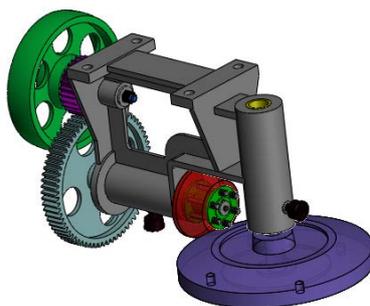


Рис.5 - Анимация вращения

На рис. 6 представлена панель создания анимации, в которой можно задать вид движения. Мы задали вращение вдоль оси Z по часовой стрелке.

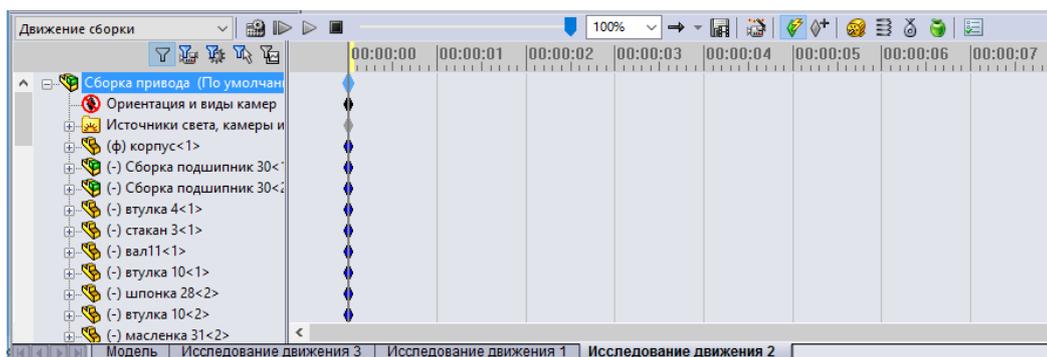


Рис.6 - Панель исследования движения

Данный способ позволяет наглядно показать принцип работы изделия, последовательную сборку каждой детали и их взаимодействие в узлах сборки.

Создание изделий в CAD-средах позволяет, используя инструменты представления, демонстрировать принцип действия изделия, анализировать конфигурацию каждой детали, отслеживать последовательность сборки, и по результатам анализа редактировать детали и в целом изделие, что сокращает сроки на создание новых разработок и их себестоимость.

Создание интерактивного электронного технического руководства (ИЭТР)

На этапе проектирования возможно тесное взаимодействие с заказчиком, что позволяет удовлетворить все запросы клиента при создании нового изделия.

Список литературы

1. Анурьев В. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х Т 1-5-е изд. перераб. и доп. – М. Машиностроение, 1980.
2. Электронная справочная система SolidWorks 2009.

АНАЛИЗ СКОРОСТИ СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ В CAD-СРЕДАХ SOLIDWORKS И КОМПАС 3D

Силкина Л. А.

научный руководитель Головина Л.Н.

Политехнический институт

Цель: сокращение затрат времени на создание 3D моделей деталей.

Задачи:

1. Сравнение трудоёмкости выполнения эскизов элементов деталей.
2. Сравнение трудоёмкости выполнения твердотельных операций

Рассмотрим построение эскизов и выполнение твердотельных операций на примере детали, имеющей сложную геометрию.

На рисунке 1 представлена 3D модель детали-вилки. Она состоит из элементов, ограниченных поверхностью вращения, а элемент-вилка представляет собой часть кольца переменного сечения. 3D модель вилки создается несколькими твердотельными операциями, для которых необходимо построить пять эскизов различной сложности.

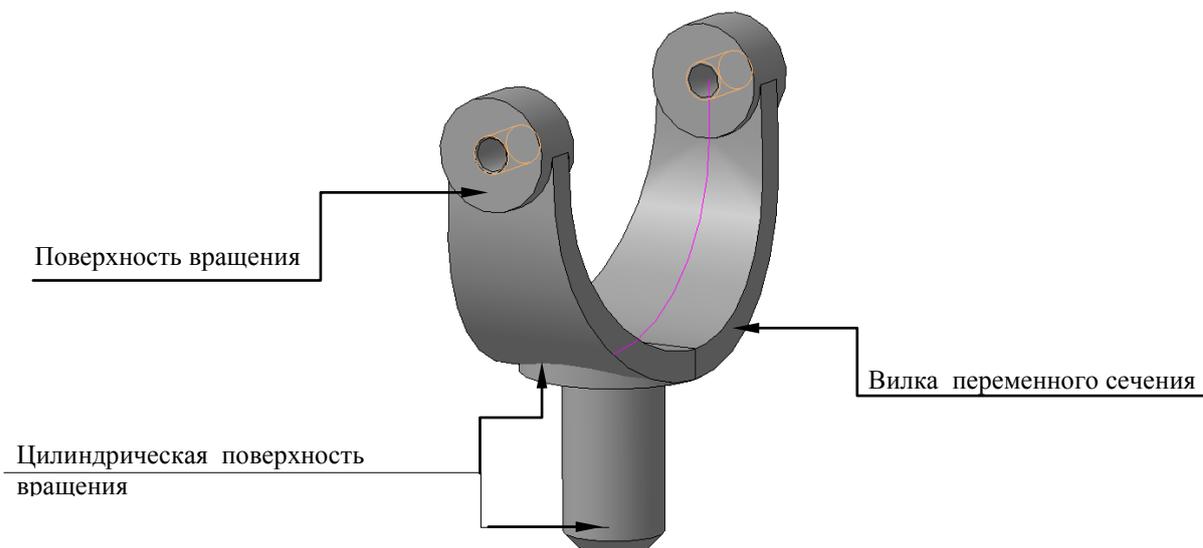


Рис.1 – 3D модель детали

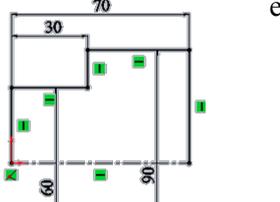
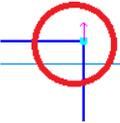
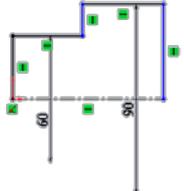
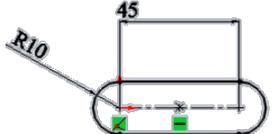
Независимо от CAD-среды эскизы для твердотельных операций одинаковы. В качестве первичного критерия сравнения мы решили использовать время построения эскизов, для этого необходимо было построить вилку в обеих CAD-средах. Для наглядности результаты измерения хронометража показаны в таблице 1.

Анализ времени построения эскизов показал, что в среде КОМПАС 3D суммарное время построения составляет 9 минут 28 секунд, а в среде SolidWorks выполнение эскизов менее трудоёмко и составляет 3 минуты 55 секунд. В CAD-среде КОМПАС 3D на выполнение всех эскизов расходуется на 141% больше времени.

По нашему мнению, разница в скорости построения эскизов объясняется различием средств создания эскизов. Эти отличия приведены в таблице 2.

В SolidWorks большая часть команд – параметризованные, ими значительно удобнее пользоваться за счёт того, что многие действия программа выполняет автоматически, в отличие от CAD-среды КОМПАС 3D.

Таблица 2 - Отличие средств создания эскизов

Построение эскизов В CAD-среде SolidWorks	Построение эскизов В CAD-среде КОМПАС 3D
Выбор линии по умолчанию предполагает прорисовку сложных контуров без дополнительных действий	Примитив «отрезок» невозможно использовать для создания сложных контуров, но возможно использовать непрерывную линию. В панели свойств необходимо выбрать стиль линии.
Команда «многоугольник» параметризованная, при редактировании сохраняются все размеры и взаимосвязи.	Команда «многоугольник» и «прямоугольник» не параметризованные, не сохраняют своих свойств при редактировании. Для восстановления взаимосвязей необходимо использовать команды из контейнера «параметризация».
Команда «зеркало» предполагает отображение построенных примитивов эскиза относительно выбранной осевой линии с сохранением размеров и взаимосвязей. Команда «динамическое зеркало» позволяет автоматически строить эскиз по обе стороны от оси.	Команда «Симметричное отображение выбранных элементов» лишь отображает выбранные примитивы эскиза, не сохраняя размеры и положение. Для восстановления взаимосвязей также необходимо использовать команды из контейнера «параметризация».
Команда «автоматическое проставление размеров» интуитивно понимает движение манипулятора и выбирает элементы эскиза в соответствии с положением линии.	Команда «авторазмер» не имеет возможности проставить все нужные размеры на эскизе. Большинство размеров эскиза выполняются с использованием персональных команд для каждого примитива эскиза.
Если эскиз выполнен, верно, то линии становятся черными, т. е. определены. По цвету линий можно увидеть ошибку в построении эскиза. 	Правильность построения эскиза определяется наличием степеней свободы. Команда «отображать степени свободы» показывает степени свободы отдельных точек, для выявления ошибок приходится проверять все примитивы со степенями свободы. 
Возможность проставки диаметральных размеров. 	Отсутствие диаметральных размеров.
Команда «прямая прорезь» позволяет построить эскиз шпоночного паза, задав только радиус дуг и длину паза. 	

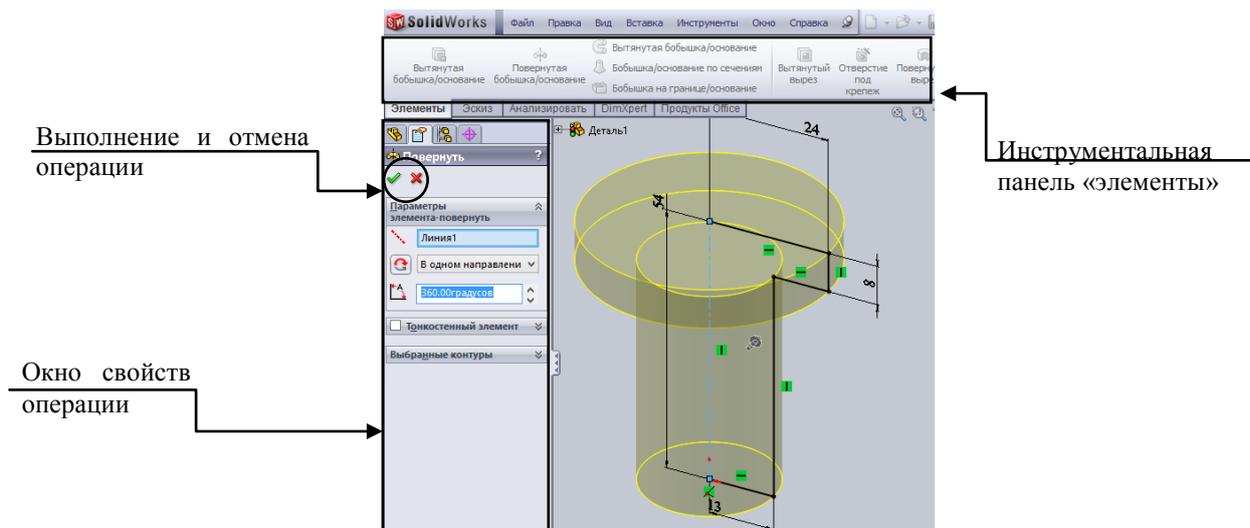


Рис.2 – «Интерфейс Solid Works»

На рисунке 3 показан интерфейс КОМПАС 3D. Очевидно, что расположение инструментальной панели относительно рабочего поля менее удачно, чем в Solid Works. Кроме того, значки контейнеров слишком компактные и не подписаны, что часто препятствует быстрому поиску нужной команды. Изменение свойств операции и её выполнение требует дополнительного переключения внимания с рабочего поля в нижнюю часть окна программы.

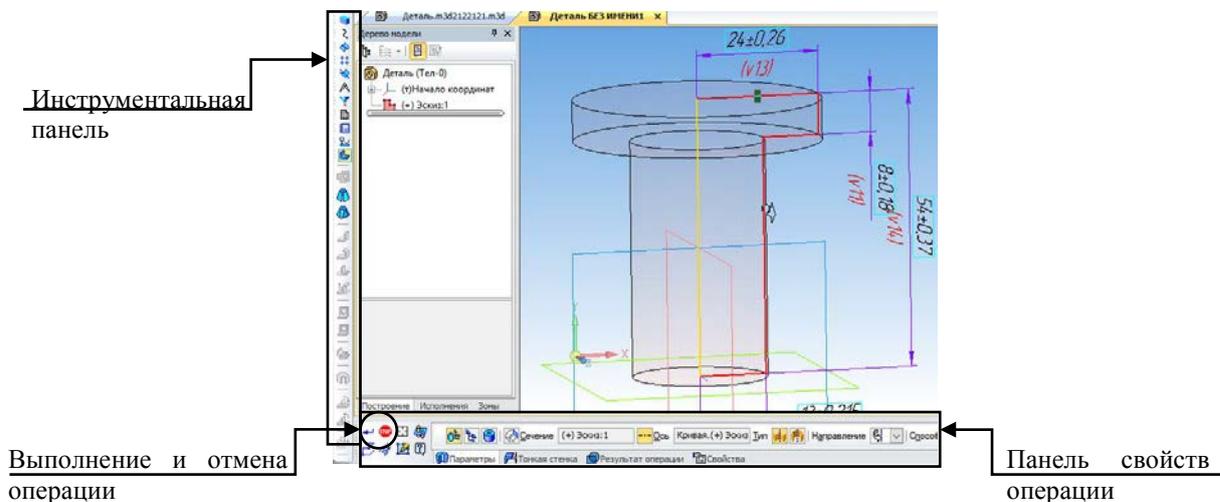


Рис.3 – «Интерфейс КОМПАС 3D»

Вывод:

CAD-среда SolidWorks полностью параметризованная, по сравнению с CAD-средой КОМПАС 3D, и при работе в SolidWorks не нужны дополнительные действия. Интерфейс SolidWorks более комфортен для пользователя, чем интерфейс

КОМПАС 3D. Оба эти фактора влияют на скорость создания изделия, которая в CAD-среде SolidWorks в 1,5 быстрее.

Список литературы

1. Электронная справочная система SolidWorks 2009.
2. Электронная справочная система КОМПАС 3D V14.

ПРИМЕНЕНИЕ 3D – ПРИНТЕРОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ ОСНОВАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Сябренко А.П.

научный руководитель канд. техн. наук, доц. Тынченко В.С.

*Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика
М.Ф. Решетнева*

3D-принтер — это специальное устройство для вывода трёхмерных данных. В отличие от обычного принтера, который выводит двумерную информацию на лист бумаги, 3D-принтер позволяет выводить трехмерную информацию, т.е. создавать определенные физические объекты. В основе технологии 3D-печати лежит принцип послойного создания (выращивания) твердой модели.

Преимуществами подобных устройств перед обычными способами создания моделей являются высокая скорость, простота и низкая стоимость. Например, для того, чтобы создать модель вручную может понадобиться несколько недель или даже месяцев, в зависимости от сложности изделия. В результате значительно повышаются затраты на разработку, увеличиваются сроки выпуска готовой продукции. 3D-принтеры позволяют полностью избавиться от ручного труда и создать модель будущего изделия всего за несколько часов при этом исключая возможность ошибок, присущие «человеческому фактору».

Сейчас трёхмерная печать быстро набирает популярность и многим кажется, что она зародилась совсем недавно, но это мнение несколько ошибочно. Так, например, отцом-изобретателем 3D-печати является американский исследователь Чак Халл. В 1986 году он представил миру свой прибор для трехмерной печати, которую назвал «установка для стереолитографии» [1].

Данная установка, конечно, не являлась 3D принтером в современном понимании, но именно она определила, как будут работать современные 3D принтеры – результирующие объекты будут наращиваться послойно.

Моделирование методом послойного наплавления (FDM) было изобретено в конце 1980-х, а уже в 1995 году появились понятия «3D-принтер» и «3D-печать». Дело в том, что именно этот метод сделал возможным использования быстрого прототипирования в «домашних условиях»: появились устройства относительно небольшого размера, которые создавали, таким образом, модели из полимерной нити.

Конечно обучение использования 3D – принтеров влечет за собой целый «воз» необходимых знаний в 3D – моделировании, математике, программировании, физике и т.д. Использование быстрой и качественной 3D – печати это мощный инструмент, который может во время развлекательного учебного процесса привить ребенку желание творить самому, а не только использовать готовое. С этого и начинается «рождение» молодого инженера. Ребенок с детства приобретает желание использовать фантазию для решения нестандартных задач.

Вот основные некоторые выгоды, которые может получить образование при внедрении этой технологии:

- Теперь вместо того, что бы закупать какие-то макеты, либо пытаться объяснить нечто «на пальцах», учитель может сам за несколько минут и без проблем создать необходимое наглядное пособие для лучшего усвоения материала учениками.
- Так же 3D – принтеры могут помочь ученикам полученные теоретические знания на практике. Ученики могут свои прототипы и необходимые детали, воплощая их конструкторские и дизайнерские идеи. «Когда ты гордишься тем, что создал что-

либо сам, у тебя нет вопроса: зачем учиться?» — считает Шон Карлтон, преподаватель естественных наук в New Technology High School (Напа, Калифорния).

- Во времена СССР были очень распространены так называемые «клубы», где дети клеили различные модели самолетов и ракет. Конечно, в наше время ажиотаж на эти заведения спал, но использование 3D – принтеров может отчасти «возродить» такие традиции. Такое применение значительно упрощает и удешевляет поиск деталей для моделей.

В наши дни случаи интегрирования 3D – принтеров в процесс обучения носит единичный характер и нельзя предсказать, когда же эти устройства станут использоваться наравне с интерактивными досками, проектами и компьютерами. Но уже сейчас существуют некоторые примеры использования:

Например, в Тюменской области 3D – принтер был подарен кружку «Школа одарённых» при Тюменском государственном университете.

Астраханские школьники используют 3D-печать в Региональном школьном технопарке Астраханского инженерно-строительного института. Эта организация работает со школами Астраханской области, и увлечённые технологиями дети имеют шанс приобщиться к высоким технологиям, работая над групповыми проектами по робототехнике и дизайну.

Подводя итог вышесказанному, можно сказать, что использование этих новых технологий в образовании может положительно сказаться на желании детей создавать что-то самим. Технологии не стоят на месте, возможно, следующее поколение учащихся сможет использовать 3D печать в процессе образования и количество будущих инженеров возрастет в несколько раз.

Список литературы

1. 3D – принтер: история создания машины будущего. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://yun.moluch.ru/archive/1/64>
2. Акбутин Э. А., Доромейчук Т. Н. 3D-принтер: история создания машины будущего // Юный ученый. — 2015. — №1. — С. 97-98.
3. Домашние 3D – принтеры. Возможности их применения в быту. Обзор нескольких моделей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://comp.web-3.ru/peref/printer/3dprint/?act=full&id_article=15468
4. История создания 3D – принтеров и принцип их работы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rutvet.ru/in-istoriya-sozdaniya-3d-printerov-i-ih-princip-raboty-8253.html>
5. Региональный школьный технопарк АГАСУ г. Астрахань. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://schooltech.ru/>
6. Толкачева Е. 3D – принтеры в образовании. Наступающее будущее. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://newtonew.com/overview/3d-printer-in-education>
7. Школа одаренных детей г. Тюмень. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.utmn.ru/postuplenie/srednee-professionalnoe-obrazovanie/shkola-odarenykh-detey>



СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАКРОПРОГРАММИРОВАНИЕМ В SOLIDWORKS

Толкачёва М.П.

научный руководитель доц. Головина Л.Н.

Сибирский федеральный университет

Цель: ознакомиться с технологией создания эскизов, твердотельных операций, деталей с помощью макропрограммирования.

Задачи:

- освоение технологии макропрограммирования элементов эскиза;
- освоение технологии макропрограммирования твердотельных операций
- анализ структуры макропрограммирования деталей

В современном мире разработка деталей в САД-средах становится все более актуальной и вытесняет проектирование от руки. Рост актуальности Систем Автоматизированного Проектирования (сокращенно «САПР») определяется наличием многочисленных возможностей, которыми может пользоваться конструктор. Среди наиболее важных стоит отметить такие возможности как:

- сокращение сроков проектирования
- увеличение точности
- повышение качества
- возможность избегать ошибки еще на стадии проектирования
- снижение производственных затрат

Перечисленные возможности являются основными, но помимо них существует еще огромное множество других, не менее значимых особенностей. В этой работе наиболее подробно будет рассмотрено только одно преимущество САПР такое как, сокращение сроков проектирования.

По приблизительным оценкам, использование САД-сред позволяет сократить срок выполнения работы в 3 раза. Но возможность использования макропрограммирования позволяет сокращать сроки еще в несколько раз. Макрос – это набор инструкций для создания детали, как совокупности эскизов и операций, хранящийся в текстовом редакторе. Использование макроса, позволяет получить деталь в момент обращения к макросу, что позволяет экономить время и ресурс компьютера. Макропрограммирование используется, как один из инструментов для автоматизации конструкторской работы. Все макросы, которые мы создаем, впоследствии составляют некую нестандартную библиотеку, но стоит отметить, что данная библиотека макросов является сугубо индивидуальной для каждого проектировщика, так как содержит нестандартные формы.

Рассмотрим использование макропрограммирования на примере детали вал-шестерня созданного в САД-среде SolidWorks. Создание макроса условно можно разделить на несколько основных этапов.

Первый этап – создание эскиза детали. Для создания макроса открываем SolidWorks и начинаем запись макроса. Выбираем плоскость с помощью функции «SelectByID2» и строим эскиз. При построении эскиза используем графические примитивы (точка, отрезок, дуга окружности, прямоугольник и др.). Эскиз вала полностью состоит из отрезков. Создание отрезка в макрокоде прописывается с помощью функции «CreateLine». Осевую линию, вокруг которой будет проворачиваться объект, строим с использованием функции «CreateCenterLine». На стадии построения эскиза не проставляются размеры, то есть переходим к твердотельным операциям с неопределенным эскизом. Размеры закладываем

непосредственно в самом коде (Рис.1б) путем задания координат начальной и конечной точек отрезка (Рис.1а).



а)

```

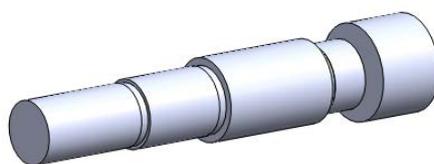
Set Part = swApp.NewDocument("C:\ProgramData\SolidWorks\SolidWorks 2009\templates\Деталь.prt", 0, 0, 0)
'создание нового документа
swApp.ActivateDoc2 "Деталь1", False, longstatus
Set Part = swApp.ActiveDoc
Dim myModelView As Object
Set myModelView = Part.ActiveView
myModelView.FrameState = swWindowState_e.swWindowStateMaximized
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Спереди", "PLANE", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
'выбор плоскости
Part.ClearSelection2 True
Part.SketchManager.InsertSketch True
Dim skSegment As Object
Set skSegment = Part.SketchManager.CreateLine(0#, 0#, 0#, 0.164, 0#, 0#) 'создание линии
...
...]
Set skSegment = Part.SketchManager.CreateLine(0#, 0.0115, 0#, 0#, 0#, 0#)
Part.ClearSelection2 True
Part.ClearSelection2 True
Set skSegment = Part.SketchManager.CreateCenterLine(0.164, 0#, 0#, 0.164 + 0.005, 0#, 0#)
'создание осевой линии
Part.SetPickMode

```

б)

Рис.1 – Создание эскиза вала: а) – эскиз б) – макрос

Второй этап – выполнение твердотельных операций. После построения эскиза, выполняется твердотельная операция вращения (Рис.2а) При выполнении операции «повернутая бобышка» никакие параметры не закладываются.



а)

```

Part.ClearSelection2 True
Part.ShowNamedView2 "*Триметрия", 8

Part.ClearSelection2 True
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Line21", "SKETCHSEGMENT", 0.06911757603385, 0, 0, False, 4, Nothing, 0)
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Эскиз1", "SKETCH", 0, 0, 0, True, 0, Nothing, 0)
Dim myFeature As Object
Set myFeature = Part.FeatureManager.FeatureRevolve(6.28318530718, False, 0, 0, 0, True, True, True)
Part.SelectionManager.EnableContourSelection = False 'операция вращения

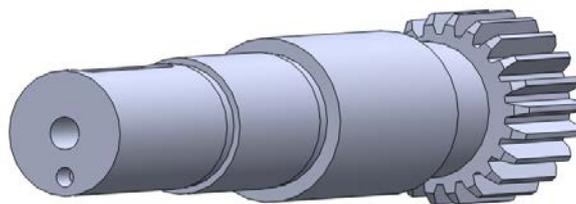
```

б)

Рис.2 – Операция «Получение твердого тела вращением эскиза»: а) – заготовка вала; б) – макрос

Третий этап – добавление к 3D модели конструктивных элементов: создание дополнительной плоскости, операции «Вытянутый вырез», «Фаска», «Круговой массив» (Рис.3а, б). Все необходимые размеры закладываются в процессе создания макроса (Рис.3а). При создании фасок, как и в обычных случаях, закладываем расстояние и угол.

При создании вытянутого выреза (два цилиндрических отверстия, паз и зуб), расположение эскиза относительно рабочей плоскости определяется уже в процессе отладки кода, а вот глубина отверстия - закладывается в процессе построения. Операция «Вытянутый вырез» – «FeatureCut». Создание дополнительной плоскости для построения паза не имеет никаких отличий от привычной процедуры и выполняется с помощью функции «CreateSketchSlot». В процессе создания зубьев на валу используем операцию «Круговой массив» - функция «FeatureCircularPattern2». Для создания кругового массива задается количество зубьев и расстояние между ними, в макросе расстояние между объектами задается в радианах. Параметр «Равный шаг» закладывать не обязательно, потому что программа Visual Basic не воспроизводит данную команду. После завершения последней команды макрос следует остановить и сохранить.



а)

```

boolstatus = Part.Extension.SelectById2("Line1", "SKETCHSEGMENT", 0.051, 0.0183360047123, -0.00138139953663, True, 0, Nothing, 0)
boolstatus = Part.Extension.SelectById2("Line2", "SKETCHSEGMENT", 0.051, 0.0136891188924, -0.0028579230443, True, 0, Nothing, 0)
boolstatus = Part.Extension.SelectById2("Line3", "SKETCHSEGMENT", 0.051, 0.01440693051466, -8.902652619252E-04, True, 0, Nothing, 0)
boolstatus = Part.Extension.SelectById2("Line3", "SKETCHSEGMENT", 0.051, 0.00991162923139, 1.644416829806E-05, True, 0, Nothing, 0)
Part.SketchMirror
Part.ClearSelection2 True
Set skSegment = Part.SketchManager.CreateLine(-0.0006, 0.0137, 0#, -0.002244, 0.018206, 0#)
Part.ClearSelection2 True
boolstatus = Part.Extension.SelectById2("Line3", "SKETCHSEGMENT", 0.1638401905877, 0.0156296653733, -9.711802868946E-04, False, 0, Nothing, 0)
Part.EditDelete
Part.ClearSelection2 True
Set myFeature = Part.FeatureManager.FeatureCut(True, False, False, 2, 0, 0.01, 0.01, False, False, False, False, 0.01745329251994, 0.01745329251994, False, False,
Part.SelectionManager.EnableContourSelection = False

boolstatus = Part.Extension.SelectById2("Вырезы4", "BODYFEATURE", 0, 0, 0, True, 0, Nothing, 0)
Part.ActivateSelectedFeature
boolstatus = Part.Extension.SelectById2("", "FACE", 0.1497382507462, 0.009817894716548, 0.014485650901148, True, 0, Nothing, 0)
Part.ClearSelection2 True
boolstatus = Part.Extension.SelectById2("Вырезы4", "BODYFEATURE", 0, 0, 0, False, 4, Nothing, 0)
boolstatus = Part.Extension.SelectById2("", "FACE", 0.1497382507462, 0.009817894716548, 0.014485650901148, True, 1, Nothing, 0)
Set myFeature = Part.FeatureManager.FeatureCircularPattern2(22, 0.28559934, False, "NULL", True)
'создание вытянутого выреза зуба и кругового массива

boolstatus = Part.Extension.SelectById2("", "FACE", 0.1640000000001, -0.004705783657337, 0.007417919098239, False, 0, Nothing, 0)
Set myFeature = Part.FeatureManager.InsertFeatureChamfer(4, 1, 0.002, 0.7853981633975, 0, 0, 0, 0)
boolstatus = Part.Extension.SelectById2("", "EDGE", 0.1404819010892, 0.01638473683374, 0.002279164197603, True, 0, Nothing, 0)
Set myFeature = Part.FeatureManager.InsertFeatureChamfer(4, 1, 0.002, 0.7853981633975, 0, 0, 0, 0)
Part.ClearSelection2 True
'создание фаски

boolstatus = Part.Extension.SelectById2("", "FACE", 0, -0.003563381034809, -0.004409923737398, False, 0, Nothing, 0)
Part.SketchManager.InsertSketch True
Part.ClearSelection2 True
Set skSegment = Part.SketchManager.CreateCircle(0#, 0#, 0#, 0, 0.003, 0#)
Part.ClearSelection2 True
boolstatus = Part.Extension.SelectById2("Arc1", "SKETCHSEGMENT", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
Set myFeature = Part.FeatureManager.FeatureCut(True, False, False, 0, 0, 0.013, 0.013, False, False, False, False, 0.01745329251994, 0.01745329251994, False, False,
Part.SelectionManager.EnableContourSelection = False
'создание вытянутого выреза глубиной 13 мм

boolstatus = Part.Extension.SelectById2("", "FACE", 0, -0.003563381034809, -0.004409923737398, False, 0, Nothing, 0)
Part.SketchManager.InsertSketch True
Part.ClearSelection2 True
Set skSegment = Part.SketchManager.CreateCircle(-0#, -0.008, 0#, -0.001597, -0.006221, 0#)
Part.ClearSelection2 True
boolstatus = Part.Extension.SelectById2("Arc2", "SKETCHSEGMENT", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
Set myFeature = Part.FeatureManager.FeatureCut(True, False, False, 0, 0, 0.005, 0.005, False, False, False, False, 0.01745329251994, 0.01745329251994, False, False,
Part.SelectionManager.EnableContourSelection = False
'создание вытянутого выреза глубиной 5 мм

boolstatus = Part.Extension.SelectById2("Срезам", "PLANE", 0, 0, 0, True, 0, Nothing, 0)
boolstatus = Part.Extension.SelectById2("", "FACE", 0.01694369359743, 0.00777951731382, 0.008469304174298, True, 0, Nothing, 0)
Dim myRefPlane As Object
Set myRefPlane = Part.CreatePlaneAtSurface3(0, True, False, False, 0.7853981633975, True)
Dim mySketchSlot As Object
boolstatus = Part.Extension.SelectById2("Плоскоотыл", "PLANE", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
Part.SketchManager.InsertSketch True
Part.ClearSelection2 True
Set mySketchSlot = Part.SketchManager.CreateSketchSlot(swSketchSlotCreationType_e_swSketchSlotCreationType_line, swSketchSlotLengthType_e_swSketchSlotLengthType_Cer
'создание дополнительной плоскости
Part.ClearSelection2 True
Set myFeature = Part.FeatureManager.FeatureCut(True, False, False, 0, 0, 0.0035, 0.0025, False, False, False, False, 0.01745329251994, 0.01745329251994, False, False,
Part.SelectionManager.EnableContourSelection = False
'создание паза

boolstatus = Part.Extension.SelectById2("", "FACE", 0.16399999999998, -4.759031818873E-04, 0.006274599772367, False, 0, Nothing, 0)
Part.SketchManager.InsertSketch True
Part.ClearSelection2 True
Set skSegment = Part.SketchManager.CreateCenterLine(0#, 0#, 0#, 0#, 0.022297, 0#)
Dim skPoint As Object
Set skPoint = Part.SketchManager.CreatePoint(0#, 0.018206, 0#)
Set skPoint = Part.SketchManager.CreatePoint(0#, 0.0137, 0#)
Part.ClearSelection2 True
Set skSegment = Part.SketchManager.CreateLine(0#, 0.018206, 0#, 0.002244, 0.018206, 0#)
Set skSegment = Part.SketchManager.CreateLine(0.002244, 0.018206, 0#, 0.0006, 0.0137, 0#)
Set skSegment = Part.SketchManager.CreateLine(0#, 0.0137, 0#, 0.0006, 0.0137, 0#)
Set skSegment = Part.SketchManager.CreateLine(0.0006, 0.0137, 0#, 0.002244, 0.018206, 0#)
'создание эскиза зуба

```

б)

Рис.3 – Доработка модели вала в соответствии с требованиями: а) – модель вала-шестерни; б) – макрос

Четвертый этап – проверка работы и процесс отладки кода. После сохранения макроса проверяем его работу. Для этого на панели инструментов «Макрос» выбираем кнопку «Редактировать макрос» и выбираем файл. В появившемся окне редактирования нажимаем на кнопку «Run Sub/User Form». Если макрос записан правильно, то получим 3D модель вала, который мы строили самостоятельно. Но даже такой макрокод нуждается в отладке. В процессе построения вала программа самостоятельно записала некоторые действия, в которых нет необходимости. Эти действия не сказываются на результате, но делают код более громоздким. В процессе отладки задаются все необходимые размеры. Простановка размеров осуществляется с помощью задачи координат начальной и конечной точек примитива. Процесс этот достаточно трудоемкий, но необходимый. После простановки размеров получаем готовый к использованию код.

Но часто случается так, что при запуске макроса не получается нужного результата, т.е. у детали вырез строится не в той плоскости или не строится вовсе. Необходимо заменить плоскость на другую, при этом меняется название плоскости. Таких нюансов очень много, но все они исправимы. После исправления получаем готовый к использованию макрос.

Создание макроса – процесс достаточно трудоёмкий и требующий внимания и сосредоточенности, но удобный и доступный для использования даже тем конструкторам, которые не владеют языком программирования Visual Basic for Applications.

Список литературы

1. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно–методическое пособие, В 2х Кн. 1/ Под. Ред. П,Н, Учаева. - Изд. 3-е, испр. - М.: Машиностроение, 1988. – 560 с.
2. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно–методическое пособие, В 2х Кн. 2/ Под. Ред. П,Н, Учаева. - Изд. 3-е, испр. - М.: Машиностроение, 1988. – 544 с.
3. Электронная справочная система SolidWorks 2009
4. Электронная справочная система Visual Basic



3D МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИЗУЧЕНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**Туч В.В.***Сибирский федеральный университет*

Качество графической подготовки специалиста оценивается умением воплотить техническую идею в графических образах (чертежах), ведь графическая деятельность неотделима от проектной работы конструкторов на всех ее этапах.

Компьютерные технологии и трехмерная графика развивает пространственное воображение, а умение фиксировать в чертежах конструктивное воплощение идеи способствуют развитию технического творчества.

Трехмерное моделирование является наиболее наглядным, точным и полным источником информации об объекте, с использованием которой может быть сформирована и оформлена, при необходимости, конструкторская документация на электронных или бумажных носителях (рис.1).

Развитие информационных технологий постоянно выдвигают новые требования к современному инженеру-конструктору. Информационные технологии кардинально изменили принципы конструирования буквально за последнее десятилетие: процесс разработки изделий стал более интенсивным; значительно увеличилась их надежность и точность. Конструкторская деятельность стала более привлекательной для молодежи. Автоматизированное проектирование выделилось в отдельную отрасль, в результате чего сфера конструирования благодаря высоким технологиям стала более эффективной.

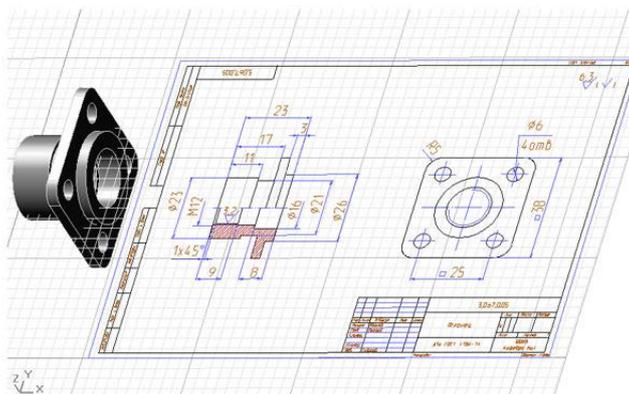


Рис.1 - Пример построения чертежа

Внедрение в учебный процесс курса инженерной графики заданий по выполнению чертежей с использованием элементов конструирования обладают рядом преимуществ перед традиционным – это лучшее визуальное представление проектируемых изделий, более высокая точность проектирования особо сложных пространственных объектов, а также неограниченные возможности и легкость в редактировании трехмерной модели в процессе проектирования и на любом этапе. Установленная ассоциативная связь: моделью изделия – чертеж – документация на изделие, в образовании позволяет на любом этапе корректировать выполняемое задание. При внесении изменения в 3D-модель, оно автоматически отображается в остальных документах, связанных с этой моделью – например, чертеже и спецификации. В связи с этим достигается значительная экономия времени на проектирование.

Чтобы экспериментально-исследовательскую деятельность студентов сделать более привлекательной и эффективной необходимо использование в учебном процессе технических средств обучения основанных на современных информационных технологиях. Стоит отметить, что компьютерное моделирование является производительным инструментом для организации, которое создает на экране монитора картину учебных явлений и опытов, и способствует усовершенствованию учебно-воспитательного процесса [1].

В проектной работе студентов открываются значительные возможности моделирования трехмерных объектов в среде КОМПАС-3D, наиболее подходящей для создания трехмерных твердотельных компьютерных моделей. В распоряжении современной 3D-системе имеется множество эффективных средств моделирования, которые позволяют создавать трехмерные модели самых сложных деталей и сборок. Причем алгоритм проектирования зачастую воспроизводит технологический процесс изготовления детали, узла или механизма [2].

Одна из основных задач, стоящая перед современным преподавателем графики – создание новых эффективных технологий изучения курса инженерной графики с выходом на конкретные технические решения. Речь идет об элементах ассоциативного проектирования упрощенных конструкций без расчетов по аналогии с реальными изделиями. Преподавателями кафедры были разработаны и введены в учебный процесс курса инженерной графики задания по выполнению чертежей с использованием элементов конструирования. Например, перемещение плоских фигур в пространстве обусловлено созданием объемных объектов. Форму элемента определяет часть пространства, ограниченная процессом перемещения этих фигур. Так образование призмы сводится к перемещению прямоугольника, в направлении перпендикулярном к его плоскости. Призма, в нашем случае, прямоугольная пластина определенной толщины (рис. 2).

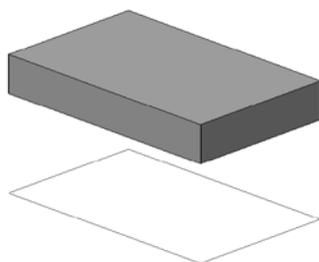


Рис.2 - Призма

Разработка трехмерной модели – достаточно сложный процесс, который требует не только знаний компьютерных программ и основ проектирования, а также гибкого ума и неординарного мышления. Огромное значение имеет выбор рационального способа конструирования детали, максимально используя возможности графических программ. Для этого необходимо разрабатывать и вводить в учебный процесс курса инженерной графики задания по выполнению чертежей с использованием элементов конструирования, развивающие эти качества у студентов. К таким заданиям можно отнести задание по выполнению чертежа «Зубчатой цилиндрической передачи». Рассмотрим на примере особенности создания 3D-модели зубчатого колеса:

- сначала создадим основу модели зубчатого колеса, другими словами выполняем эскиз (рис. 3) – для этого выбираем одну из стандартных плоскостей и переходим в режим выполнения эскиза (опция «Эскиз»);

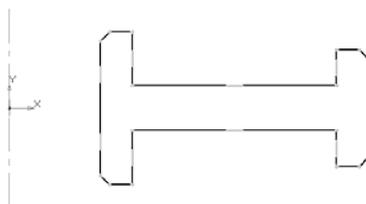


Рис.3 - Эскиз

- затем выполняем модель операций вращения (рис. 4):

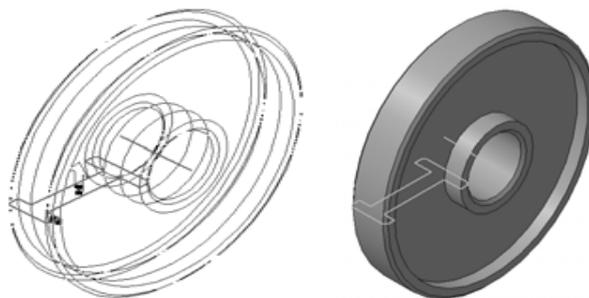


Рис.4 - Элемент вращения

- далее, создадим отверстия в ступице зубчатого колеса, для этого выбираем плоскость, в которой находится ступица колеса, и входим в режим эскиза для его создания – создаем эскиз отверстия; затем выбираем операцию «Вырезать выдавливанием» – на ступице образовалось отверстие; операцией «Массив» задаем необходимое количество отверстий на ступице шестерни (рис. 5);



Рис.5 - Создание отверстий

- создание зубцов шестерни содержит сложные этапы моделирования; операцию «Вырезать выдавливанием» выполняем после построения эскиза (рис. 6);

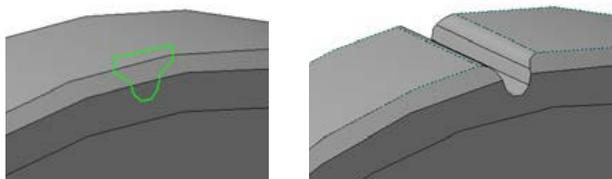


Рис.6 - Создание зуба

- затем приступаем к выполнению заключительного этапа моделирования зубчатого колеса – созданию зубчатого венца используя операцию «Массив» (рис. 7).

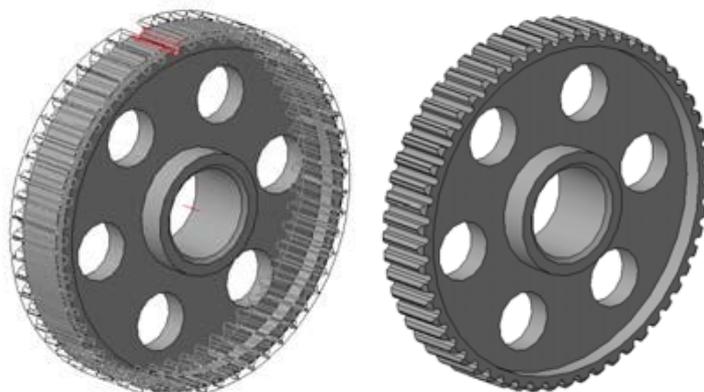


Рис.7 - Создание зубчатого колеса операцией «Массив»

По приведенному примеру видно – современный студент должен: иметь представление в самом объекте, процессе, системе проектирования; в аппарате обработки; уметь анализировать исходную информацию об объекте, процессе, системе, внешней среде; хорошо ориентироваться в математическом моделировании, в методах поиска оптимального решения, в соответствующем программном обеспечении систем автоматизированного проектирования (например, диалоговых системах, базах данных); свободно владеть средствами вычислительной техники.

Использование студентами компьютерных средств повышает их интерес к материалу, формирует и углубляет теоретические знания, а так же способствует более результативному учебному процессу и делает его более технологичным. Реализация знаний по созданию трехмерных объемных моделей сложной формы при выполнении учебных заданий, последовательность, наглядность, доступность и дифференциация, раскроются в последующих исследованиях в учебном процессе [3] и дальнейшей творческой деятельности.

Владение студентами средствами компьютерной графики, заложенные им конструкторских навыков, обязательно с элементами конструирования – необходимое условие для успешного изучения специальных дисциплин, формированию творческого мышления. Что предусмотрено концепцией высшего образования, которое выходит из общей концепции профессионального образования способствующего углублению фундаментальных знаний.

Список литературы

1. Беспалько, В. П. Образование и обучение с участием компьютеров – М: Издательство Московского психолого-социального института, 2002. – 352 с.
2. Замаховский М.П., Ельцов В.А. Информационно-коммуникационные технологии в подготовке учителя технологии и учителя физики: сборник материалов научно-практической конференции – 2010. – 33-37с
3. Потемкин А. В. Трехмерное твердотельное моделирование. – М: КомпьютерПресс, 2002. – 296 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ СЛОЖНЫХ КОНСТРУКТОРСКИХ ЗАДАЧ

Фролов М.М.

научный руководитель канд. техн. наук, доц. Злобина И.В.

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Одним из важнейших аспектов при проектировании какого-либо изделия является создание чертежа или рисунка для представления о том, как будет выглядеть будущий проект в реальности. Однако двумерное изображение не позволяет рассмотреть объект с учетом особенностей. С появлением компьютерного трехмерного моделирования стало возможным создавать объемные изображения спроектированных сооружений. Такой способ проектирования отличается фотографической точностью и возможностью наглядно представить реализуемый объект, внести необходимые коррективы на этапе разработки.

3D графика позволяет создавать объемные модели при помощи специальных компьютерных программ. Современные программные продукты для проектирования включают в себя возможность создания как двумерных плоских изображений, так и трехмерных моделей. Такая универсальность обеспечивает визуализацию объекта, благодаря чему упрощается корректировка чертежа на этапе создания и исключение технических ошибок готового изделия [1].

Можно отметить ряд преимуществ трехмерного моделирования перед другими способами визуализации.

Трехмерное моделирование позволяет получить точную модель, максимально приближенную к реальности. Такую модель, при необходимости, можно разбить на компоненты.

Специальные программы дают возможность интеграции с любым другим профессиональным программным обеспечением, например, с приложениями для инженерных расчетов, программами для станков или бухгалтерскими программами. Внедрение подобных решений на производстве дает существенную экономию ресурсов, значительно расширяет возможности предприятия, упрощает работу и повышает ее качество [2].

Для обоснования актуальности и удобства применения 3D-моделирования была построена модель сложнопрофильной пистолетной рукоятки двумерном пространстве (рис. 1), а затем в рабочей среде КОМПАС-3D (рис. 2).

Как видно из рисунка 1, объект моделирования имеет разнообразный сложный профиль, который практически невозможно передать в чертеже. Однако создание трехмерной модели помогает решить эту задачу (рис. 2).

После придания объема изображению появились ранее невидимые переходы контуров, что упрощает дальнейшее проектирование и значительно уменьшает вероятность ошибки согласования модели с другими деталями проекта.

Также стоит отметить, что современные периферийные устройства, использующие метод послойного создания физического объекта – 3D-принтеры – в качестве "чертежа" используют исключительно цифровые трехмерные модели [2].

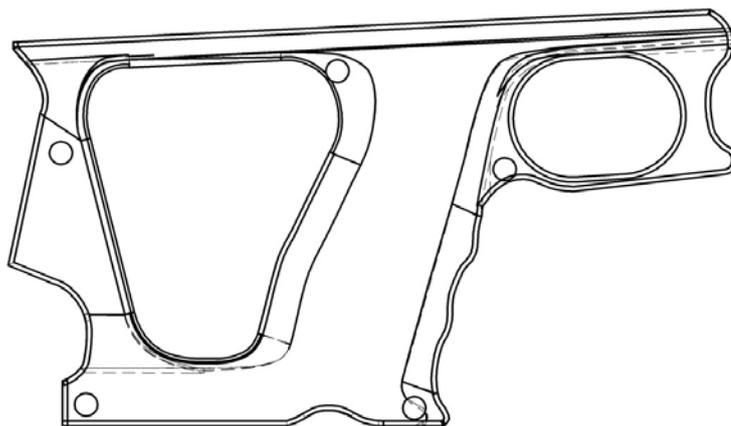


Рис. 1 – Двумерная модель сложнопрофильной пистолетной рукоятки



Рис. 2 - Трехмерная модель сложнопрофильной пистолетной рукоятки

Таким образом, построение объемной модели имеет ряд преимуществ по отношению к 2D-чертежу:

- наглядность изображения объекта проектирования;
- возможность создания различных сложных пространственных профилей;
- возможность формирования чертежа по трехмерной модели [3].

Несмотря на то, что создание трехмерной модели довольно трудозатратный процесс, работать с ним в дальнейшем гораздо проще и удобнее чем с традиционными чертежами. В результате значительно сокращаются временные затраты на проектирование, снижаются издержки.

Список литературы

1. Смирнов, А. А. Трехмерное геометрическое моделирование : учеб. пособие для вузов / А. А. Смирнов. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 37 с.
2. Майба, И. А. Компьютерные технологии проектирования транспортных машин и сооружений: учеб. пособ. / И. А. Майба. - М. : ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014. - 120 с.
3. Ганин, Н. Б. Современный самоучитель работы в КОМПАС-3D / Н. Б. Ганин. - М. : ДМК Пресс, 2009. - 560 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САД-СРЕД ПРИ СОЗДАНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Шубина Е.Г.

научный руководитель Головина Л.Н.

Сибирский федеральный университет

Цель: Поиск оптимального компоновочного решения научно-технического проекта ветро-бензиновой когенерационной установки с использованием САД-сред.

Задачи: Представить компоненты Ветро-бензиновой когенерационной установки в виде 3D моделей САД-среды SolidWorks. Проанализировать несколько вариантов компоновочного решения и выбрать оптимальный.

Установка, представленная на рисунке 1, состоит из ветрогенератора, мачты, контроллера, инвертора, аккумуляторных батарей и теплообменника и предназначена для совместной выработки тепловой и электрической энергии. При создании опытного образца необходимо найти оптимальное компоновочное решение.



Рис.1 - Структурная схема ветро-бензиновой установки

Принцип работы разрабатываемой установки (рис.1) базируется на превращении кинетической энергии ветра в электрическую. Вращаясь, ротор генератора создаёт трёхфазный переменный ток, который передаётся на контроллер, далее ток преобразуется в постоянный и подаётся на инвертор, где преобразуется в переменный двухфазный с напряжением 220В и частотой 50 Гц. Из инвертора ток идет к потребителю. При избытке электроэнергии, ток идет на зарядку аккумулятора. При падении напряжения, потребитель может использовать энергию аккумулятора или бензинового генератора. Продукты сгорания, образующиеся в процессе работы бензинового генератора, проходят через теплообменник, где передают тепло теплоносителю, от которого тепло передаются потребителю.

На стадии разработки проектной документации, были заявленные необходимые требования к установке в целом. Установка должна быть максимально компактной и пригодной для комфортной эксплуатации и транспортировки. Вспомогательное оборудование должно работать при определенном диапазоне температур. А также,

необходимо обеспечить наиболее выгодное использование теплоты продуктов сгорания. Опираясь на вышеперечисленные требования, было решено поместить вспомогательное оборудование и бензиновый генератор, в бокс, представленный на рис.2. Основание корпуса изготавливается из профильной стальной трубы и закрывается листом стали, на основании имеются две ручки, позволяющие переносить бокс при изменении компоновки. Основная конструкция состоит из каркаса, изготовленного из алюминиевых уголков, каркас обшивается тонким оцинкованным листом (для наглядности стенки модели прозрачные). Корпус бокса имеет откидную крышку, которая обеспечивает доступ к бензиновому генератору с трех сторон. Так же имеется дверца, открывающая доступ к оборудованию и отдельная малая откидная крышка для подключения потребителя к инвертору.

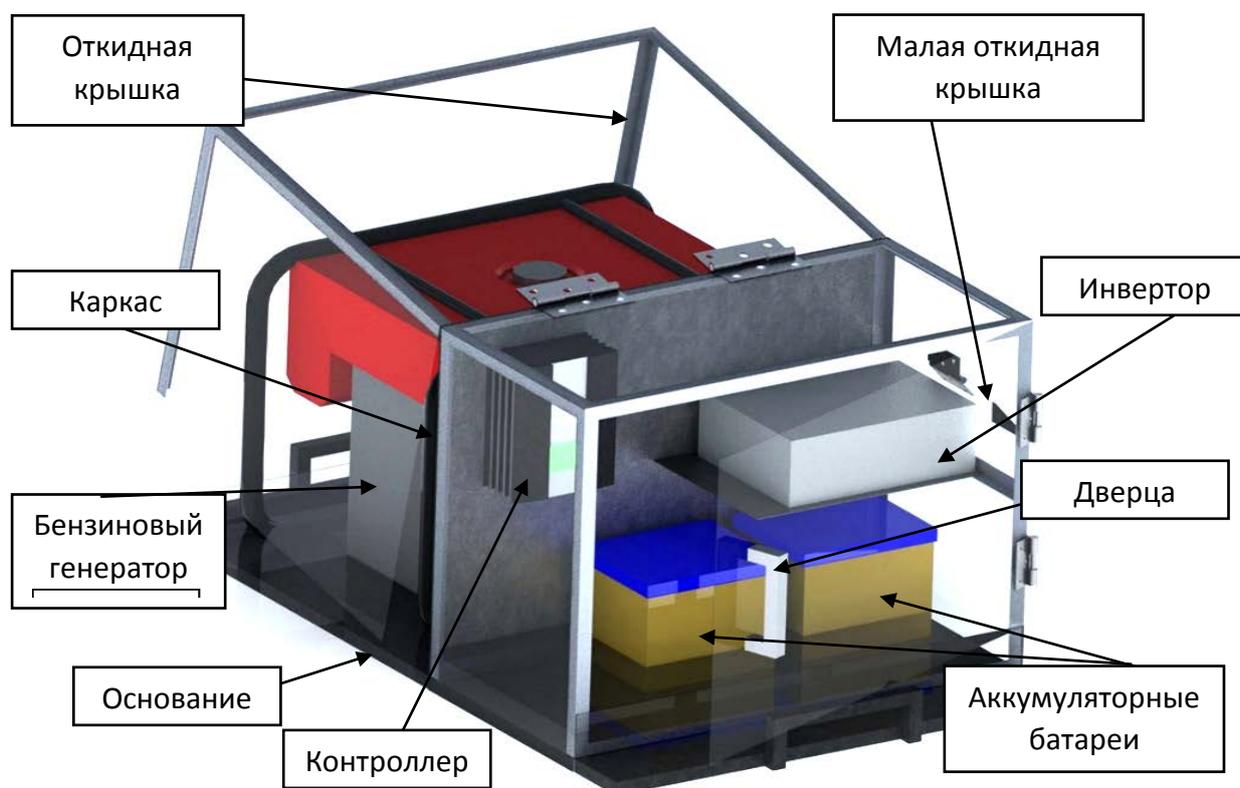


Рис.2 - Бокс вспомогательного оборудования

Подвижные элементы оснащены петлями и ручками. Использование корпуса позволяет защитить оборудование от неблагоприятных условий. Ко всем составляющим элементам обеспечен быстрый доступ. Также, немаловажно продумать наиболее рациональное использование тепловой энергии и минимизировать тепловые потери на выходе из теплообменника. На качество решения этой задачи влияет расположение составляющих узлов относительно потребителя. Исходя из этого, было предложено два варианта компоновочного решения.

Первый вариант: установка представляет собой разборно-переносную конструкцию, состоящую из трех узлов: ветрогенератор с мачтой, корпус вспомогательного оборудования и теплообменник. Все элементы установки располагаются вне помещения. Для обеспечения оптимальной работы вспомогательного оборудования тепловая энергия нагретого теплоносителя используется для обогрева и поддержания постоянной температуры внутри бокса. Для

наглядного представления компоновочного решения элементы ветро-бензиновой когенерационной установки были смоделированы в CAD-среде SolidWorks (рис. 3).

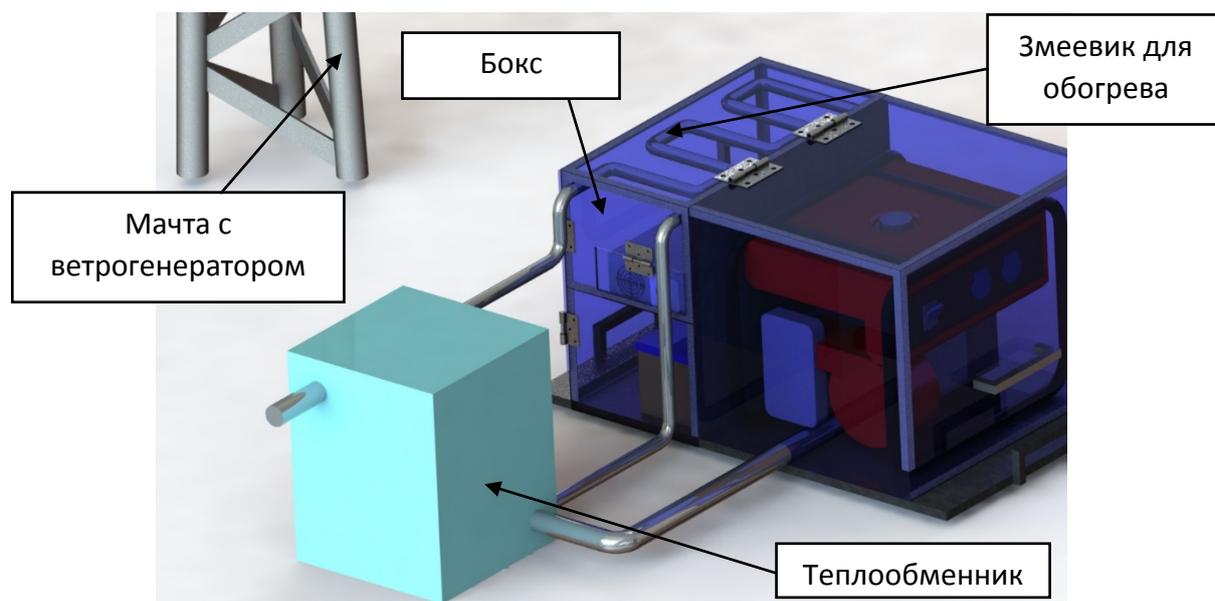


Рис.3 - Первый вариант компоновочного решения установки

Преимущество первого варианта компоновочного решения – возможность использования установки в полевых условиях, однако имеется существенный недостаток: бензиновый генератор используется только в качестве резервного источника энергии, а значит постоянно поддерживать оптимальную температуру внутри корпуса будет достаточно проблематично. Второй вариант: установка (рис.4) представляет собой разборно-стационарную конструкцию, пригодную для легкой транспортировки. Мачта, с установленным на ней ветрогенератором, располагается на улице в непосредственной близости к потребителю, например, рядом с загородным домом (рис.3). Корпус и теплообменник находятся в помещении. Теплообменник располагается на минимальном расстоянии от радиатора, чтобы минимизировать потери тепловой энергии. Отработавшие газы из теплообменника отводятся за пределы помещения. Такой вариант компоновочного решения позволяет, во-первых, обеспечить необходимые условия для работы вспомогательного оборудования. Во-вторых, максимально использовать тепловую энергию теплоносителя для обогрева жилого помещения. К преимуществам такого компоновочного решения можно отнести постоянную бесперебойную работу установки, поскольку вспомогательное оборудование защищено от неблагоприятных погодных условий и появляется возможность частично заменять центральное отопление тепловой энергией, выделяемой в процессе работы установки. Второй вариант был признан оптимальным и выбран в качестве основного компоновочного решения.

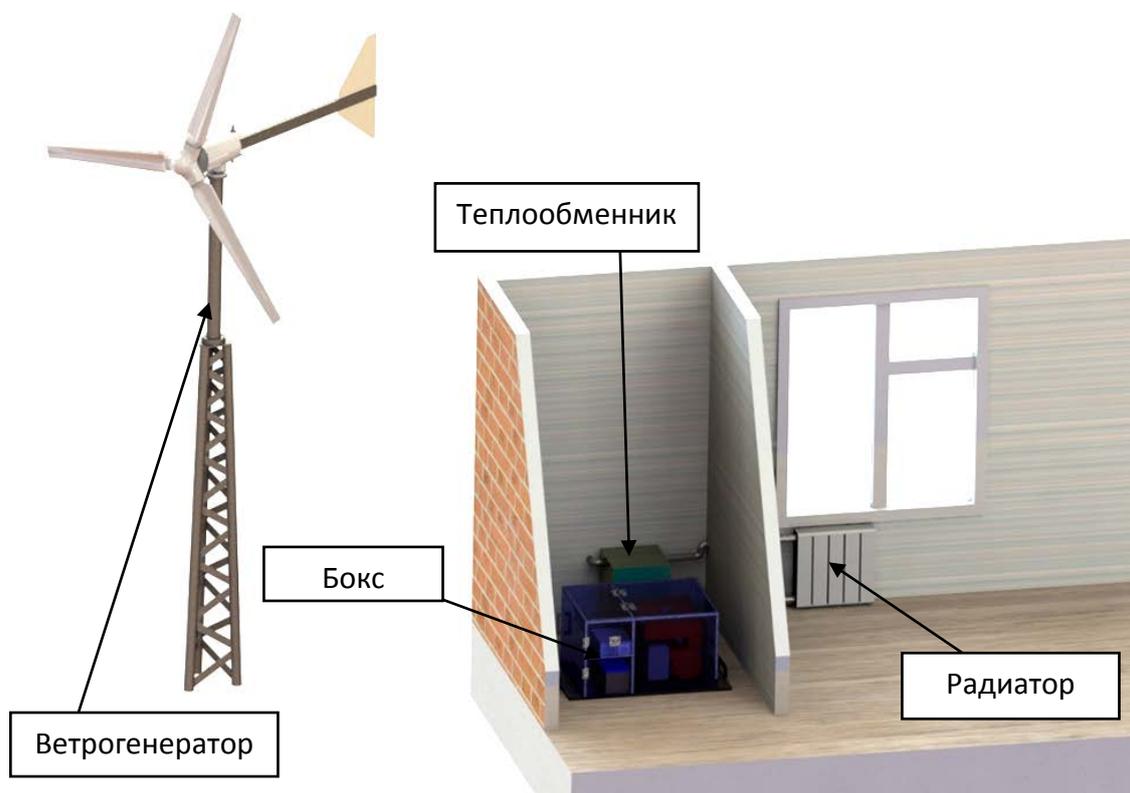


Рис.4 - Второй вариант компоновочного решения установки

Вывод: Использование САД-сред позволяет более наглядно и точно представить конечный результат решаемой задачи. Моделирование подвижной сборки будущего изделия в САД-средах на этапе проектирования позволяет детально продумать конструкцию, при необходимости вносить изменения без затрат на изготовление и испытания опытных образцов.

ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЙ В CAD СРЕДАХ, РАССМОТРЕННЫЕ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРО-ТЭС

Яганова А.А.

научный руководитель Головина Л.Н.

Сибирский федеральный университет

Стремлением современного образования является погружение студентов в мир их будущей профессии. Информационные технологии позволяют с первого курса выполнять реальные проекты, дающие представления о технологиях и происходящих процессах. Получение инженерной информации рассмотрим на примере проекта создания микро-ТЭС.

Для анализа и понимания форм конструкций, как отдельных узлов, так и всей установки в целом на начальном этапе проектирования, было принято решение о создании 3D модели установки по расчетным параметрам в CAD среде SolidWorks.

На рисунках 1 и 2 представлена установка микро-ТЭС, состоящая из двухкамерного котла, установленного на платформе, который изолирован специальным теплоизоляционным коробом, внутри которого расположена газовая горелка. Теплоизоляционный короб соединен с трубой, через которую утилизируются скопившиеся дымовые газы, образовавшиеся в результате горения газа в газовой горелке. Справа от котла расположена турбина, связанная с котлом соединительными трубами, оснащенными дополнительной теплоизоляцией. Под турбиной находится конденсатор, с помощью которого отработавший пар конденсируется и превращается в воду. Генератор установлен перед турбиной на той же платформе. Через ременную передачу вращательный момент ротора турбины передается на ротор генератора.

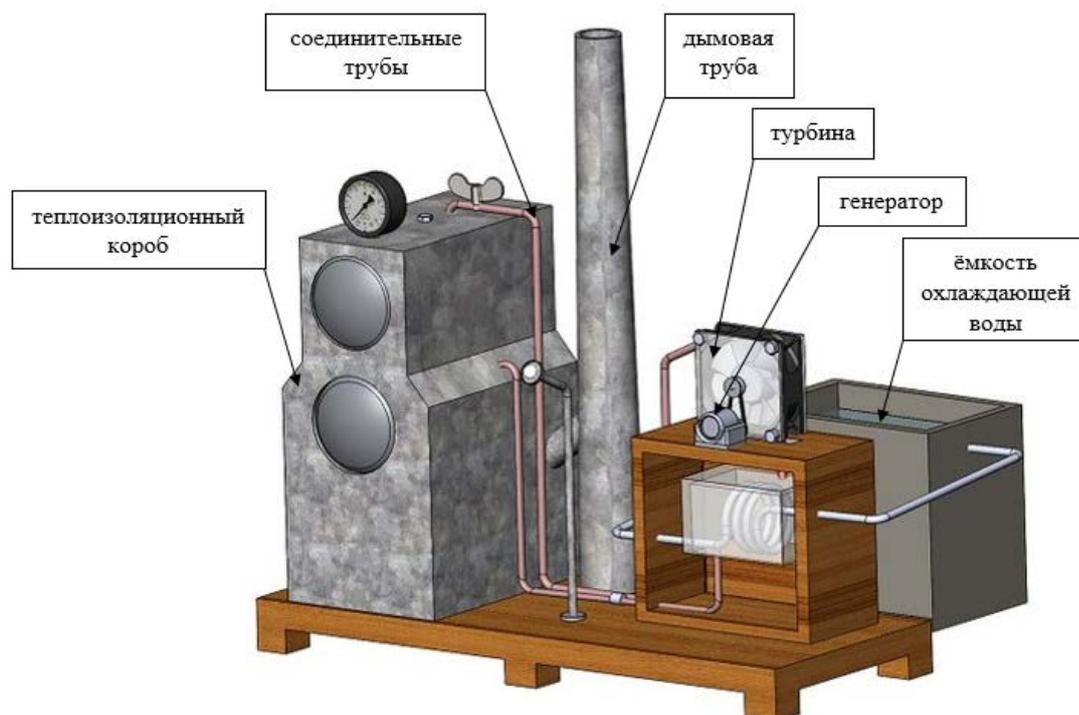


Рис.1 - 3D модель микро-ТЭС

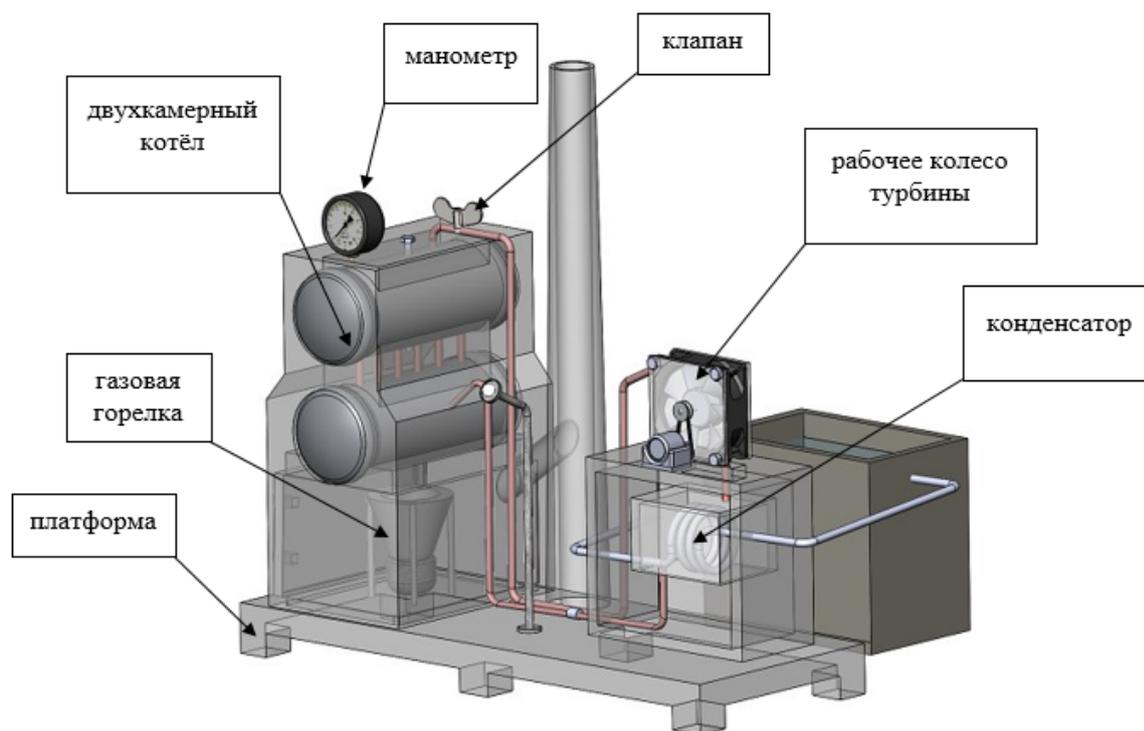


Рис.2 - 3D модель микро-ТЭС каркасное отображение

Если рассмотреть цикл с точки зрения преобразования энергии, то его можно описать следующим образом. Химическая энергия, получаемая в результате сжигания топлива, в нашем случае природного газа, переходит в потенциальную энергию пара, который идет на турбину, где преобразуется в кинетическую энергию того же пара, затем эта энергия преобразуется в механическую энергию вращения ротора путем вращения лопастей рабочего колеса турбины. Посредством вращения ротора турбины вырабатывается электрическая энергия.

Рассмотрим цикл подробнее.

Котел на половину заполнен водой. Для того, чтобы превратить воду в пар, необходимо сообщить ей некоторое количество тепла, эту функцию обеспечивает газовая горелка, расположенная внутри теплоизоляционного короба.

В момент, когда вода нагревается и кипит, клапан должен быть в закрытом положении, и только тогда, когда из воды получится достаточное кол-во пара с необходимыми параметрами температуры и давления, его открывают, и этот пар устремляется на турбину по соединительным трубкам. Они, в свою очередь, оснащены теплоизоляцией, для того, чтобы уменьшить потери тепла при транспортировке пара от одного элемента системы к другому. Очень важно обеспечить качественную транспортировку пара, так как от этого будет зависеть производительность установки.

Сгенерированный пар первым делом поступает на входное сопло турбины, здесь скорость его движения увеличивается, что позволяет пару толкать лопасти рабочего колеса. Рабочее колесо в свою очередь жестко сидит на валу, благодаря чему вал совершает вращательные движения вместе с рабочим колесом и передает свой вращательный момент валу генератора через ременную передачу. Примечательно то, что рабочее колесо должно сидеть на валу строго перпендикулярно ко всем точкам их соприкосновения. В случае, если это условие будет нарушено, возникнет биение рабочего колеса, то есть рабочее колесо будет вращаться не в одной плоскости, а сразу в нескольких, что в свою очередь рано или поздно приведет к аварии. Поэтому

точность в изготовлении каждого элемента играет важную роль не только с точки зрения качества работы системы, но и с точки зрения безопасности ее эксплуатации. САД - среды позволяют проверить качество моделируемых изделий и в случае обнаружения ошибок устранить их на этапе проектирования, что упрощает и ускоряет процесс создания новых изделий.

Далее одновременно протекают два процесса: выработка электрической энергии и конденсация отработавшего пара.

Отработавший в турбине пар через выходное сопло турбины направляется в конденсатор, где происходит конденсация пара, то есть превращение пара в воду.

Внутри конденсатора расположен змеевик, по которому циркулирует охлаждающая вода. Принимая тепло от отработавшего пара, охлаждающая вода направляется в ёмкостный резервуар, где смешивается с остальной водой, которая имеет меньшую относительно нее температуру. Посредством теплообмена, через некоторое время охлаждающая вода принимает близкое к начальному значению температуру и с помощью насоса подаётся в конденсатор, для дальнейшей его работы.

В то же время происходит непосредственно выработка электрической энергии в электрогенераторе. Генератор преобразует механическую энергию вращения ротора в электрическую, посредством явления самоиндукции. По сути, генератор является самым важным элементом, без которого невозможна выработка электрической энергии.

Сконденсированный пар или конденсационная вода в свою очередь направляется на питательный насос, который возвращает воду обратно в котел. Таким образом, цикл замыкается.

На самом деле данная модель очень примитивна. Она лишь на несколько процентов удовлетворяет реальному процессу генерации электрической энергии. Так, например, на реальных ТЭЦ или ГРЭС в большинстве случаев в качестве топлива используют не газ, а бурый уголь, размельченный в пылеугольную смесь. Реальный котел представляет из себя не цилиндрическую емкость, а совокупность огромного количества труб разного диаметра и разного назначения. И даже это еще не вся сложность конструкции. Реальный котел не уместится и в высоту пятиэтажного дома. Так, например, на Березовской ГРЭС установлен котел П67, высотой 106м. Кроме того, что котел существенно отличается в размерах, так же отличается и способ его крепления. Этот котел, массой 25 тысяч тонн, выполнен подвесным к конструкциям здания, чтобы котлу было куда расширяться при его запусках и остановках.

При всей существенной разнице между нашей примитивной моделью ТЭС и реальным процессом генерации электрической энергии, все же упрощенной модели вполне достаточно для понимания всех процессов, протекающих при выработки электрической энергии.

Таким образом, создание 3D моделей элементов изделия в САД средах формирует понимание конструкции изделия, взаимосвязей составных частей изделия и принципа его действия, а также позволяет учесть эксплуатационные требования к изделию на этапе проектирования.

Список литературы

1. SolidWorks 2014\ Справочная система программного комплекса.
2. Григорьева В.А., Зорина В.М. Тепловые и атомные электрические станции. – 1989
3. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. – М. Энергоатомиздат, 1987

