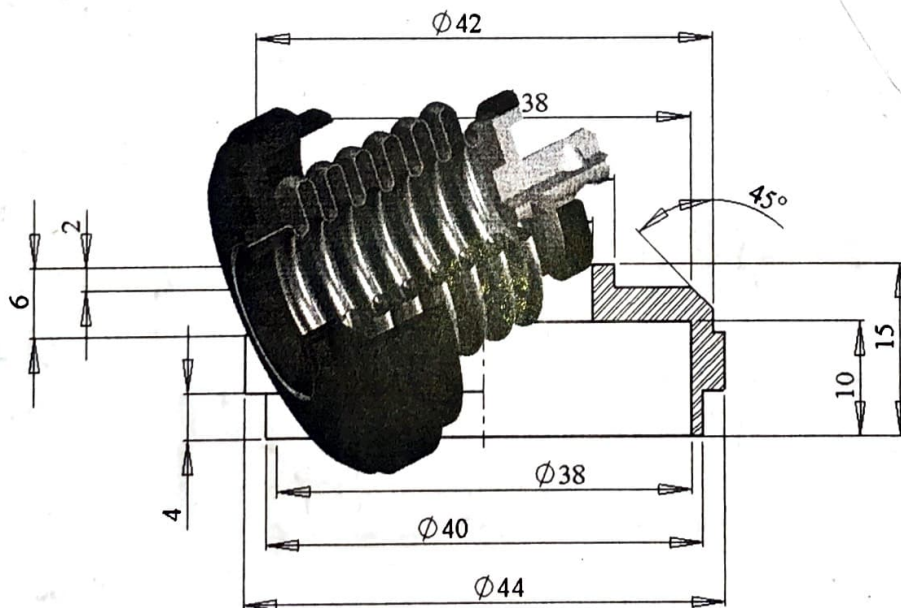


МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(государственный технический университет)

М.Ю. Куприков, Т.К. Кравчик, В.В. Бодрышев

Твердотельное моделирование пнеumoгидроагрегатов в среде *SolidWorks*



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ И НАУКЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(государственный технический университет)**

М.Ю. Куприков, Т.Н. Кравчик, В.В. Бодрышев

**ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПНЕВМОГИДРОАГРЕГАТОВ В СРЕДЕ
SolidWorks**

Учебное пособие

Под редакцией д-ра техн. наук, профессора М.Ю. Куприкова

Рекомендовано Редсоветом МАИ для
студентов факультета “Двигатели
летательных аппаратов”

Москва 2005

УДК 744(075)
К92

К92 Куприков М.Ю., Т.Н. Кравчик, В.В. Бодрышев Твердотельное моделирование пневмогидроагрегатов в среде *SolidWorks*. – М. МАИ, 2005. – 24 с.: ил.

Учебное пособие содержит основные принципы твердотельного моделирования деталей и сборочных единиц на примере изделий типа сильфон. Данные изделия являются обязательными элементами пневмо- и гидросистем различных узлов энергетических установок и теплообменных аппаратов.

Пособие представляет интерес для широкого круга студентов, школьников, преподавателей, аспирантов, инженеров-конструкторов. Материалы пособия могут быть использованы студентами при выполнении курсовых работ и дипломном проектировании.

Рецензенты: Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, кафедра “Начертательная геометрия и инженерная графика”, зав. кафедрой, д.т.н., проф. С.А. Синицин.

ЗАО “Промэлектроника”, технический директор Д.В. Глушич.

ISBN 5-9232-0019-8



М.Ю. Куприков, Т.Н. Кравчик,
В.В. Бодрышев, 2005

ПРЕДИСЛОВИЕ

В различных отраслях промышленности (авиационной, химической, пищевой, нефтегазовой) применяются пневмогидроагрегаты различных конструкций (вентили, клапаны, сильфоны и т. д.). Такие агрегаты являются обязательными элементами пневмо- и гидросистем различных узлов энергетических установок (ЭУ) и теплообменных аппаратов (ТА).

У разработчика конструкторской документации (КД) возникает необходимость проведения эскизного проектирования, разработки форм деталей, создания их чертежей. Для того, чтобы в минимальное время и грамотно решить поставленные задачи необходимо на помощь привлечь компьютерное трехмерное моделирование. Это сокращает временные и материальные затраты на этапе разработки изделия, устраняя необходимость его физического макетирования.

В данном методическом пособии рассматривается популярная программа трехмерного моделирования *SolidWorks*. На примере разработки конструкторской документации сильфонного агрегата студент учится основным принципам трехмерного моделирования. Создавая модели втулок, фланцев, сильфона он овладевает основными принципами проектирования, строя модели сборочных единиц он рассматривает вопросы редактирования деталей в сборке, овладевая методами управления формой их отображения.

При выполнении работ студенты осваивают правила и особенности разработки КД, а также получают необходимые знания о назначении и принципах действия изделий.

Приводимые в пособии материалы необходимы при выполнении не только графических работ по курсу «Инженерная графика», но и при курсовом и дипломном проектировании.

Авторы выражают признательность студентам Е.В. Петрову, А.В. Алексееву за работу по оформлению документов и чертежей для настоящего пособия.

1. НЕКОТОРЫЕ ВВОДНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Что такое SolidWorks?

Программа *SolidWorks* существенно отличается от обычных программ для автоматизации проектирования. Попробуем одной фразой описать ее свойства - *SolidWorks* представляет собой параметрическую программу создания моделей твердых тел, состоящих из элементов. Теперь поясним, что здесь имелось в виду.

Модели, состоящие из элементов

Говоря о моделях, состоящих из элементов, мы имеем в виду свойства отдельных компонентов модели. Например, деталь может быть составлена из элементов различных типов (проточек, отверстий, скруглений и фасок). Эти элементы строятся на основе двумерных эскизов. Элементы составляют деталь, а совокупность деталей - сборку.

Параметричность

Термин "параметричность" используется для описания изменения формы модели путем изменения значения размера. Этот термин не знаком тем, кто работает с программами автоматизированного проектирования, не обладающими подобным свойством. Когда прямые или дуги создаются на двумерном чертеже, важна лишь точность их изображения. Представьте, что персонал конструкторского отдела измеряет размеры на чертеже, а проектировщик - только указывает их значения. Если геометрическая конструкция не соответствует проставленным размерам, считается, что значения размеров неверны. В *SolidWorks* ситуация иная. Параметричность позволяет использовать размеры для управления габаритами и формой детали (но не наоборот). Поэтому задание размеров становится чрезвычайно важным. Расстановка размеров определяется целью разработки.

Построение модели твердого тела

Под моделью твердого тела понимается реальная трехмерная модель тела, обладающая плотностью и массой, которые можно ощутить руками. Эти свойства отражены в модели, созданной "компьютером" за исключением возможности подержать ее в руках. Однако компьютерную модель можно считать реальной для любых целей. Для нее можно указать плотность, зависящую от материала, из которого она создана. Модель имеет центр тяжести, а также обладает весом и объемом, по крайней мере, с точки зрения компьютера.

Модель можно вращать на экране так же, как в руках. Ее можно измерить и получить о ней всю информацию даже более простым способом, чем обмер реальной детали.

Цель разработки

Наиболее важное свойство *SolidWorks* состоит в том, что эта программа позволяет осуществлять возврат на более ранние этапы процесса проектирования и внесения изменений путем редактирования эскиза. Именно эти достоинства выделяют *SolidWorks* по сравнению с непараметрическими конструкторскими программами.

Цель разработки заключается в изучении поведения модели при изменении значений размеров. Это очень важно для программ параметрического моделирования, поскольку параметрические размеры управляют моделью.

2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗДЕЛИЯ В SOLIDWORKS

1) Выбор плоскости эскиза.

Для этого выбирают: *Вид спереди (Plane 1)*, *Вид сверху (Plane 2)* или *Вид справа (Plane 3)*. В одной из этих плоскостей создаётся базовый эскиз, который соответствует "заготовке" модели.

2) Создание эскиза заготовки модели.

3) Формирование заготовки твердотельной модели.

4) Обработка заготовки модели методами и приёмами *SolidWorks*.

5) Получение готовой модели детали.

Действия с 1-го по 5-ый проводятся для всех деталей входящих в сборку.

6) Совмещение деталей в сборку изделия.

7) Создание рабочих чертежей.

3. ПОДГОТОВКА СИСТЕМЫ К РАБОТЕ, ОБЩИЙ ВИД РАБОЧЕГО СТОЛА

1) Запустить программу *SolidWorks*. В появившейся заставке (рис. 1) нажать на кнопку "*Новый документ*". На экране появляется дополнительная заставка. В ней найти кнопку "*Деталь*". Нажать *OK*.

На экране появляется новая заставка (рис. 2).

2) Активизировать и разместить на рабочем столе необходимые панели инструментов. Для этого выполняем последовательность команд:

Вид \ Панели инструментов \ Элементы

Выбираем:

- Справочная геометрия.
- Эскиз.
- Взаимосвязи эскиза.
- Стандартные виды.

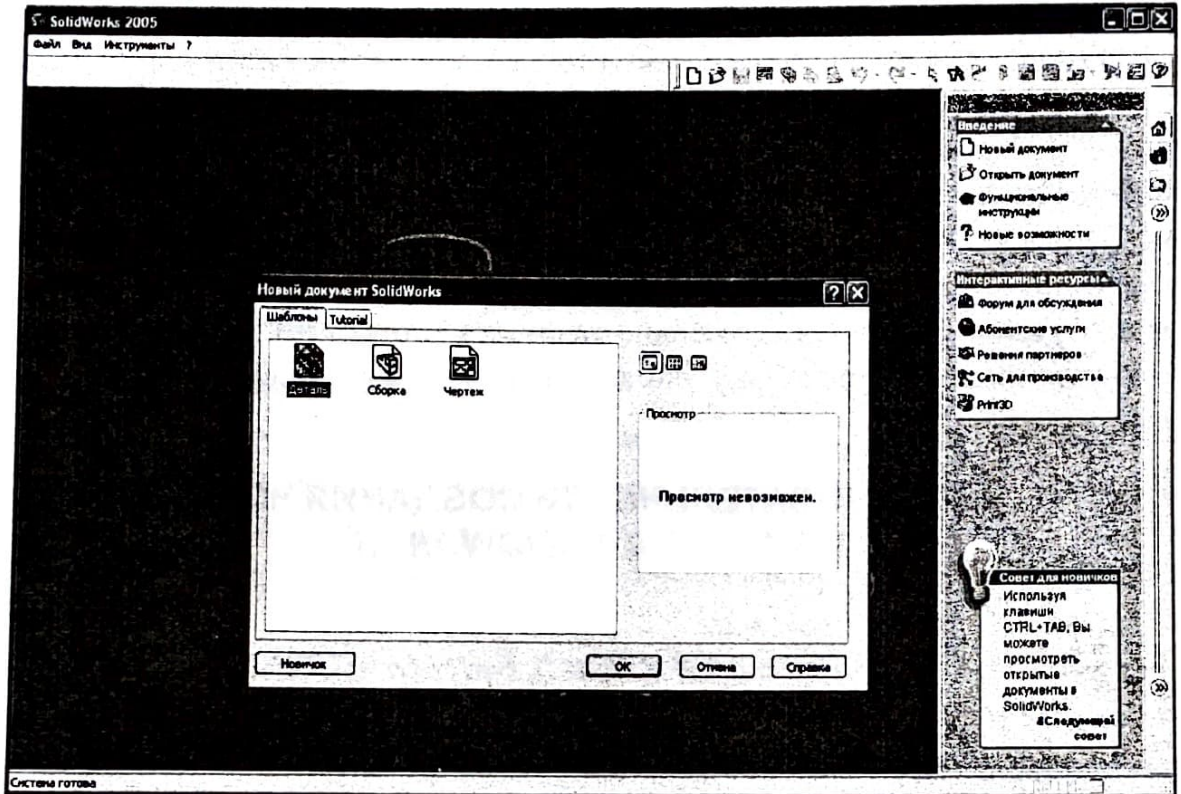


Рис. 1

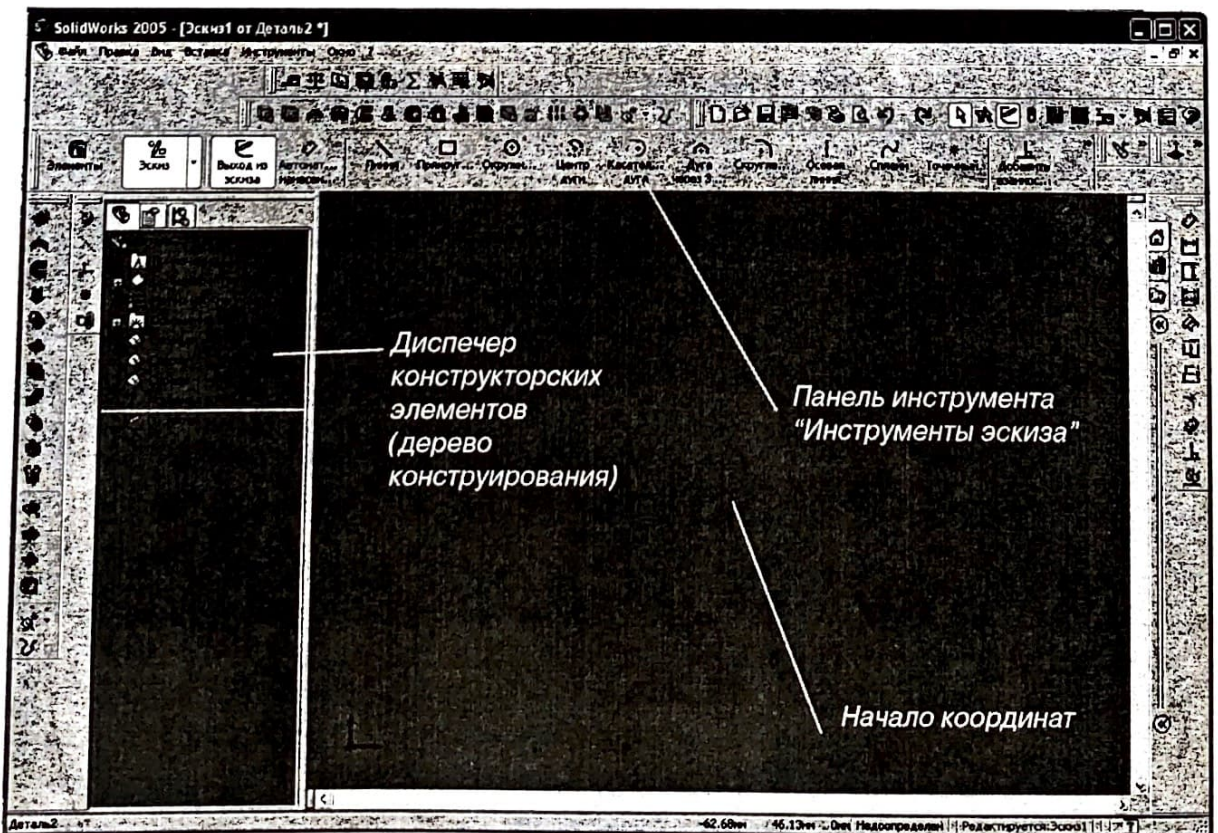


Рис. 2

- Стандартная.
- Вид.

Рекомендуемое расположение панелей инструментов показано на общем виде (рис. 2).

3) Проверить шаг сетки и единицы:

Инструменты \ параметры \ закладка "свойства документа" \ пункты:

" *Масштабная сетка\привязка*" - поставить значение.

" *Шаг между основными линиями сетки =1.00мм* ".

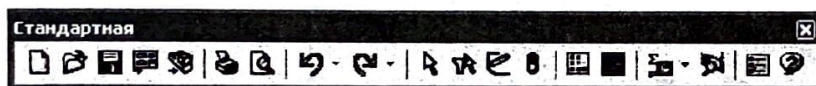
Там же: \ *единицы *

" *линейные единицы измерения - миллиметры*";

" *единицы измерения угла - градусы* " .

4. ОСНОВНЫЕ ПАНЕЛИ ИНСТРУМЕНТОВ И ИХ ФУНКЦИИ

Стандартная



Инструменты этой панели позволяют выполнять различные операции с файлами и буфером обмена. Здесь же находятся значки инструментов печати и предварительного просмотра документов, а также значки для перестройки (*Rebuild*) детали, перерисовки (*Redraw*) содержимого экрана, доступа к панели инструментов *WEB* и к справочной системе.

Вид

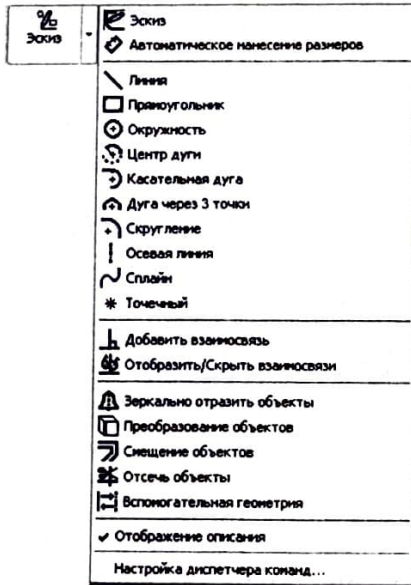


Панель инструментов *View (Вид)* позволяет выполнять операции панорамирования (*Pan*) и масштабирования (*Zoom*) модели. С ее помощью можно также управлять выводом на экран различных представлений модели, например каркасного представления или представления с тенями. Инструменты этой панели постоянно используются во время редактирования модели в *SolidWorks*.

Эскиз

Создание эскизов является одной из основных функций *SolidWorks*. Поэтому вам придется часто работать с инструментами панели *Эскиз (Sketch)*.

Например, инструмент *Эскиз (Sketch)*, значок которого изображает карандаш, вычерчивающий прямую (справа на панели), применяется для перехода в ре-



жим эскиза. Смотри раздел Создание эскиза.

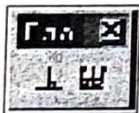
Данная панель предусматривает падающее меню, где показаны инструменты эскиза.

Инструменты эскиза



Каждый трехмерный примитив строится на основе двумерного эскиза. Для создания эскиза понадобится панель инструментов "Инструменты эскиза", на которой размещены инструменты для черчения окружностей, дуг, линий и других объектов. Здесь же находятся инструменты для зеркального отражения (*mirror*), отсечения (*trim*) и удлинения (*extend*) элементов эскиза и выполнения других операций.

Взаимосвязи эскиза (ограничения)



Взаимосвязи могут быть добавлены или удалены с помощью инструментов панели (*Размеры/Взаимосвязи*).

Элементы

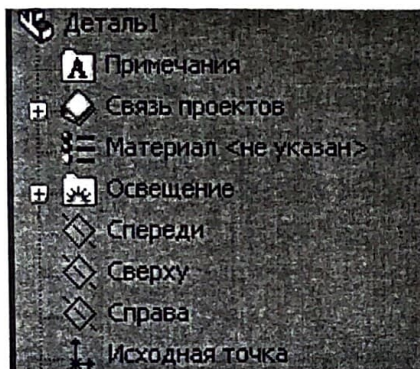


Функции данной панели позволяют создавать трехмерные примитивы на основе эскизов.

5. СОЗДАНИЕ ЭСКИЗОВ В SolidWorks

Выбор плоскости эскиза

Одно из первых решений, которое должен принять проектировщик - выбор плоскости эскиза. Для этого не обязательно использовать какую-либо



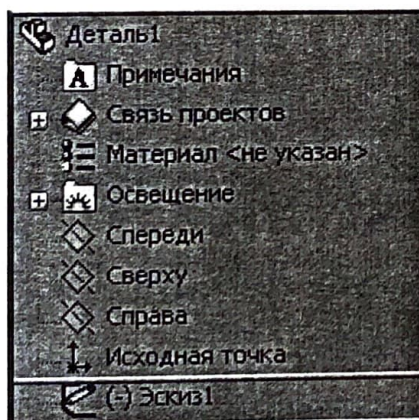
плоскость по умолчанию (*Спереди, Сверху, Справа*), хотя начинают обычно именно с нее. Можно определить и другие плоскости для создания эскиза.

Перед выбором плоскости следует задаться вопросом, как проектируемая деталь должна быть ориентирована, т.е. определить виды спереди, сверху и справа. После этого можно создавать первый эскиз для построения первого эле-

мента.

Первый созданный элемент называется заготовкой. Эскиз, используемый для создания заготовки, должен описывать основную форму детали, но не содержать мелких подробностей, необходимых для описания каждого элемента. Обычно лучше сохранять простоту эскиза. Общее правило состоит в том, чтобы сохранять простоту геометрии эскиза и создавать деталь с большим числом элементов, а не усложнять геометрию эскиза, сокращая число элементов. Соблюдение этого правила позволит вам не потерять контроль над проектом детали и упростить процедуру ее редактирования.

Переход в режим эскиза



После выбора плоскости можно перейти в режим эскиза, щелкнув на значке *Эскиз*.

Об установлении режима эскиза можно судить по нескольким признакам. Во-первых, значок *Эскиз* выглядит как нажатая кнопка. Во-вторых, можно заметить, что в дереве конструирования *Feature Manager* появился новый объект.

Обратите внимание на небольшой значок "-" (минус), предшествующий объекту *Эскиз1*. Он указывает на то, что рассматриваемый эскиз недоопределен, т.е. для эскиза не полностью определены размеры или взаимосвязи. Правила, управляющие эскизом, не окончательно определяют форму эскиза. Как только к эскизу будут добавлены размеры или взаимосвязи и он станет полностью определенным, значок "минус" перед объектом *Эскиз1* исчезнет.

Отображение ошибок в *SolidWorks*

Иногда возникает иная ситуация, когда к эскизу добавляется слишком много размеров или взаимосвязей. Не все подобные эскизы легко диагнос-

тируются. Именно по этой причине следует сохранять простую геометрию эскиза и вводить большее число элементов.

В *SolidWorks* существует ряд способов предупреждения о переопределенности эскиза. Прежде всего, все некорректные и противоречивые объекты изображаются красным цветом. Вы также можете обнаружить значок в дереве *Feature Manager*, указывающий на наличие некорректности.

Красный кружок с направленной вниз стрелкой свидетельствует о наличии ошибки. Красный кружок с белым восклицательным знаком отмечает место ошибки. Щелчок правой кнопкой мыши на области с ошибкой в дереве *Feature Manager* открывает окно *What's Wrong?* (Что неверно?), содержащее пояснения к обнаруженной ошибке. *SolidWorks* сообщает о наличии ошибки, указывает ее место и причину возникновения. Однако ошибки не исправляются - это должен сделать пользователь самостоятельно.

Если эскиз переопределен, в дереве *Feature Manager* слева от его имени появляется значок "+" (плюс). При наличии некорректности следует предпринять необходимые действия для ее исправления. В противном случае в ходе дальнейшей разработки число некорректных объектов будет возрастать.

Цветовые коды эскиза

Наличие в эскизе определенных особенностей в *SolidWorks* отмечается цветом. Самыми распространенными цветами являются голубой, черный, красный и зеленый. Зеленым цветом окрашиваются выбранные элементы. В отличие от других конструкторских программ *SolidWorks* позволяет работать с недоопределенными объектами. Недоопределенный эскиз представляется голубым цветом. Именно так выглядит эскиз, когда вы приступаете к его разработке.

По мере того как к эскизу добавляются ограничения и размеры, отдельные части эскиза становятся черными. Это означает, что они полностью определены. Полностью определенный эскиз имеет черный цвет. Если теперь добавить к нему какие-нибудь размеры, он станет переопределенным. Переопределенный эскиз становится красным и должен быть исправлен как можно быстрее. Если не исправить переопределенный эскиз, скорее всего, в дальнейшем число ошибок будет возрастать.

Цвета в *SolidWorks*

Возможны ситуации, когда корректное решение просто не может существовать для конкретного эскиза. Такое случается, когда размеры или ограничения приводят к построению эскиза, который нельзя начертить, поскольку такова его геометрия. В результате эскиз окрашивается в розовый

цвет (и изменения в него не вносятся). В другом редком случае, когда эскиз может быть изображен, но определен некорректно (например, содержит отрезок прямой линии нулевой длины), он окрашивается в желтый цвет. Это, однако, случается не часто.

Начало координат

Еще одним признаком перехода в режим эскиза является наличие в центре экрана красной точки, обозначающей начало координат. Точнее говоря, эта отметка должна быть видна, если на экран выведен общий план эскиза. Если точка начала координат не видна, возможно, ее вывод отключен. Чтобы определить, включен ли вывод начала координат, откройте меню *View (Вид)* и проверьте, помечен ли пункт *Начало координат (Origin)*. Если пометка отсутствует, установите ее, щелкнув на пункте Начало координат.

Если вы по-прежнему не видите на экране начало координат, но уверены, что работаете в режиме эскиза, попытайтесь изменить вид детали, используя окно *View Orientation*. По-видимому, начало координат находится на плоскости, на которой в данный момент создается эскиз, и передвигается вместе с ней. Если вид детали вращается, то и начало координат будет вращаться. Это хороший способ указания текущей ориентации плоскости эскиза, помогающий сориентироваться в пространстве.

Основы создания эскиза

Создание эскизов - это момент начала работы. Именно при выполнении эскиза определяется, будет ли создаваемая деталь корректно описана или сделана небрежно. Правильно разработанная деталь имеет полностью определенный эскиз и удобно размещенные размеры. Кроме того, в ней реализованы цели разработки, так что можно произвести некоторые изменения размеров без опасения, что в модель будут внесены ошибки.

Разработка эскизов может быть довольно легким и удобным для пользователя процессом, если придерживаться некоторых простых правил. Необходимо внимательно следить за выводимой *SolidWorks* информацией.

Информация, выводимая SolidWorks


В процессе создания эскиза *SolidWorks* постоянно выводит информацию для пользователя. Эта информация зависит от того, где в текущий момент находится курсор. Обратная связь *SolidWorks* с пользователем может быть использована для идентификации объекта, который предполагается выбрать.

Черчение эскиза упрощается и ускоряется за счет применения определенных взаимосвязей, добавляемых *SolidWorks*. Это свойство весьма удобно для пользователя. Курсор информирует вас о добавляемых взаимосвязях. Если ограничение добавлено по недосмотру, его всегда можно удалить.

Если по какой-то причине пользователь хочет создать эскиз, не используя автоматического добавления взаимосвязей, следует перейти в соответствующий режим.

Введение во взаимосвязи

Поскольку взаимосвязи добавляются автоматически, важно понять их смысл до начала создания эскиза. Приступая к черчению первой линии в *SolidWorks*, вы получаете от системы информацию о добавляемых взаимосвязях. Взаимосвязь является правилом или условием, применяемым к одному или нескольким объектам. Например, направление прямой может быть ограничено вертикалью или горизонталью. Начерченная горизонтальная прямая сохраняет свое положение до тех пор, пока ограничение не будет удалено. Можно изменить положение или размер прямой, однако она будет оставаться горизонтальной в соответствии с действующим для нее ограничением.

Значок *Добавить взаимосвязь (Add Relation)*  расположен на панели инструментов *Взаимосвязи эскиза (Sketch Relations)* и изображает перпендикуляр.

Диалоговое окно *Добавить взаимосвязь (Add Geometric Relations)* позволяет наложить определённые взаимосвязи. По типу выбранного объекта *SolidWorks* распознает, какие из них могут добавляться. Например, для пары прямых невозможно установить взаимосвязь касания, а для прямой и дуги это вполне естественно. Для совокупности выбранных объектов активны только доступные отношения, а остальные (недоступные) окрашены в серый цвет.

Добавление взаимосвязей

На рис. 3 показано окно, открытое после щелчка на значке  "Добавить взаимосвязь".

Добавление взаимосвязей - это несложная задача. Для этого достаточно нескольких действий:

1. Щелкнуть на значке *Добавить взаимосвязь*.
2. Выбрать объект, для которого добавляются взаимосвязи, или несколько объектов, между которыми она устанавливается.
3. Щелкнуть на кнопке *Применить*.
4. Щелкнуть на кнопке *Отменить* с изображением стрелки, направленной

ной против часовой стрелки, если необходимо отменить добавление отношения.

5. Щелкнуть на кнопке *Справка*, если необходимо получить справку о работе с диалоговым окном.

6. После окончания работы щелкнуть на кнопке *Закрывать*.

Эскиз будет передвинут или изменит форму, чтобы визуально отразить добавленную взаимосвязь.

Просмотр и удаление взаимосвязей

1. Щелкнуть на значке  *Отобразить/Удалить взаимосвязи*.

2. Выбрать объект или группу объектов между которыми установлены взаимосвязи (рис. 4).

3. С помощью стрелочек (левый нижний угол меню) выбрать удаляемую взаимосвязь

4. Нажать кнопку "Удалить".

5. При необходимости повторить операцию.

6. Щелкнуть на кнопке "Отменить" с изображением стрелки, направленной против часовой стрелки, если необходимо отменить некорректное действие.

7. Щелкнуть на кнопке *Справка*, если необходимо получить справку о работе с диалоговым окном.

8. После окончания работы щелкнуть на кнопке *Закрывать*.

Иногда эскиз выглядит так, будто в нем имеются ограничения, хотя в действительности они отсутствуют. Рассмотрим простой пример с двумя прямыми, которые, на первый взгляд, перпендикулярны. Если вы не уверены в том, что между ними установлено отношение, попробуйте повернуть конструкцию. Для этого поместите курсор на некоторый объект и, щелкнув на нем и удерживая нажатой левую клавишу мыши, перемещайте мыш. Такое действие называется "буксировкой" геометрии и является отличным способом определения, заданы ли уже отношения или их еще предстоит добавить.

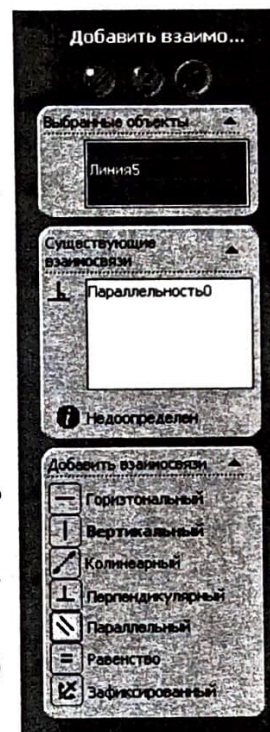


Рис. 3

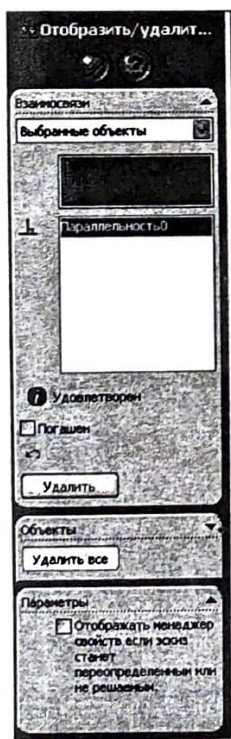


Рис. 4

6. ПОШАГОВАЯ ИНСТРУКЦИЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ТИПА СИЛЬФОН

Нам предстоит построить сборочную единицу “Сильфон” (рис. 5) в соответствии со схемой деления представленной ниже.

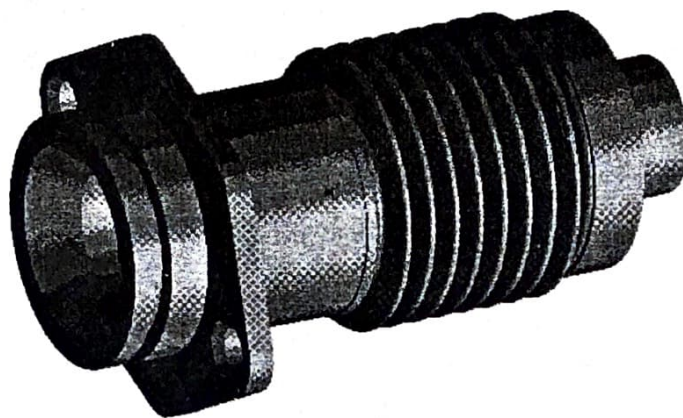
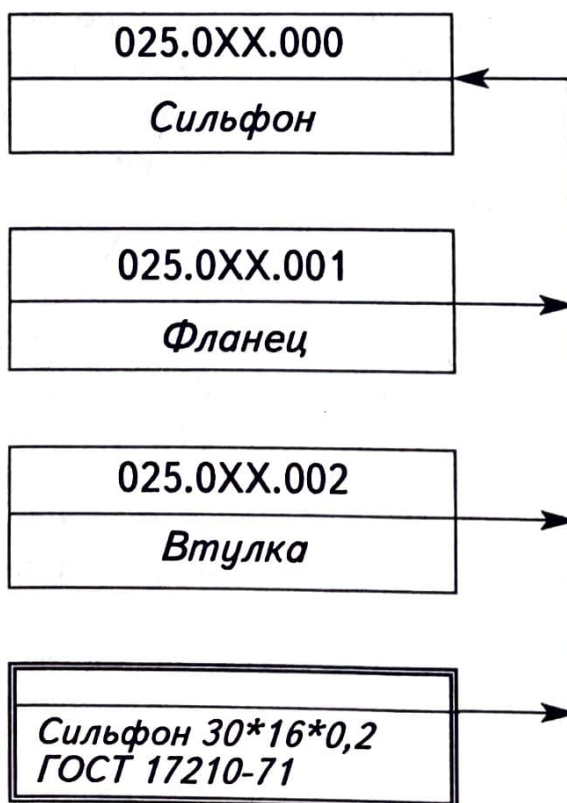


Рис. 5

Схема деления



6.1. Создание модели втулки

Втулка - деталь вращения (рис. 6), для её создания необходима образующая, в виде замкнутого профиля, и осевая линия.

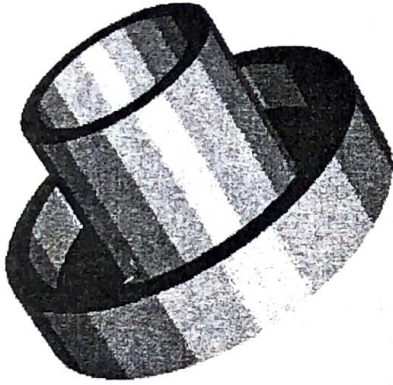



Рис. 6

1. Выполните пункт "Подготовка системы к работе".

2. Выберите плоскость *Вид спереди* (*Plane 1*) в дереве конструирования.

3. Нажмите кнопку *Эскиз* , чтобы перейти в режим эскиза.

4. Нажмите кнопку *Перпендикулярно*  на панели инструментов "*Стандартные виды*".


5. Нажмите кнопку *Осевая линия*  на панели

"*Инструменты эскиза*".

6. Потяните вертикальную осевую линию через центр координат.

7. Нажмите кнопку *Линия* .

8. Начертите замкнутый контур профиля, он не должен быть абсолютно точным - доверьте точное формирование размерам (рис. 7).

9. Нажмите кнопку *Размер*  на панели инструментов "*Взаимосвязи эскиза*".

10. Последовательно образуйте размеры.

11. Нажмите кнопку *Выбрать*  на панели инструментов "Эскиз".

12. Дважды щёлкните по любому размеру чтобы изменить его.

13. Измените все размеры в соответствии с чертежом (рис. 8).

Внимание, только полностью определённый эскиз окрашивается в чёрный цвет.

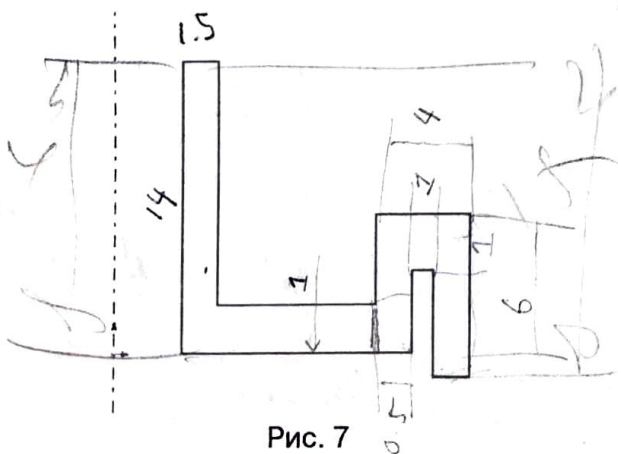


Рис. 7

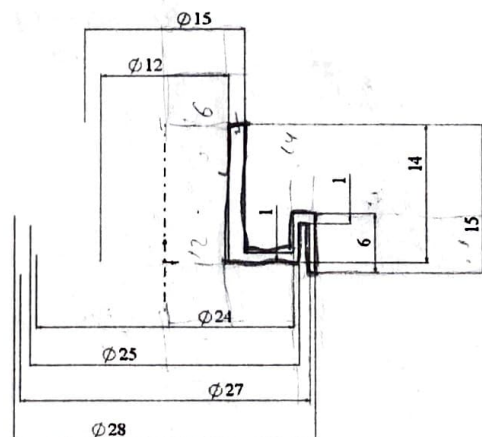



Рис. 8

14. Заключительный этап - создание тв. тела вращения, для этого нажмите на кнопку *Повёрнутая бобышка / Основание*  в панели инструментов "Элементы". В появившемся меню укажите тип поворота и угол поворота равный 360^0 градусам. Нажмите *ОК* для завершения операции.

15. Сохраните готовую деталь.

6.2. Создание модели фланца

Первые четырнадцать операций аналогичны операциям при создании Втулки. Профиль для тела вращения приведен на рис. 9.

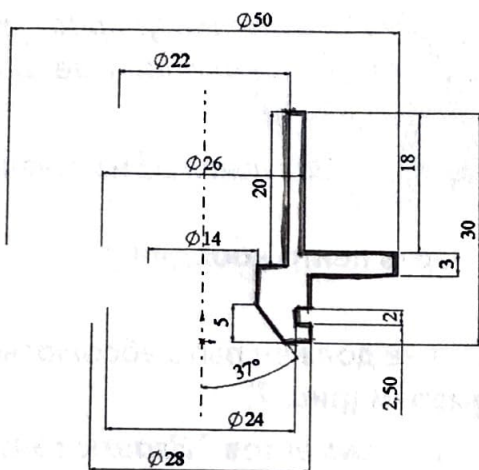




Рис. 9

15. После того как элемент вращения создан, выберите плоскость, которая показана на рис. 10.

16. Перейдите в режим эскиза, кнопка *Эскиз* .

17. Нажмите кнопку *Перпендикулярно*  в панели "Стандартные виды".

18. В этой плоскости проведите 2-е осевые линии: горизонтальную и вертикальную, проходящие через центр координат (рис. 10).

19. Начертите окружность с центром лежащим на вертикальной осевой линии.

20. Вызовите меню "Взаимосвязи эскиза", выберите две окружности и добавьте взаимосвязь "Касательность", нажмите *ОК*.

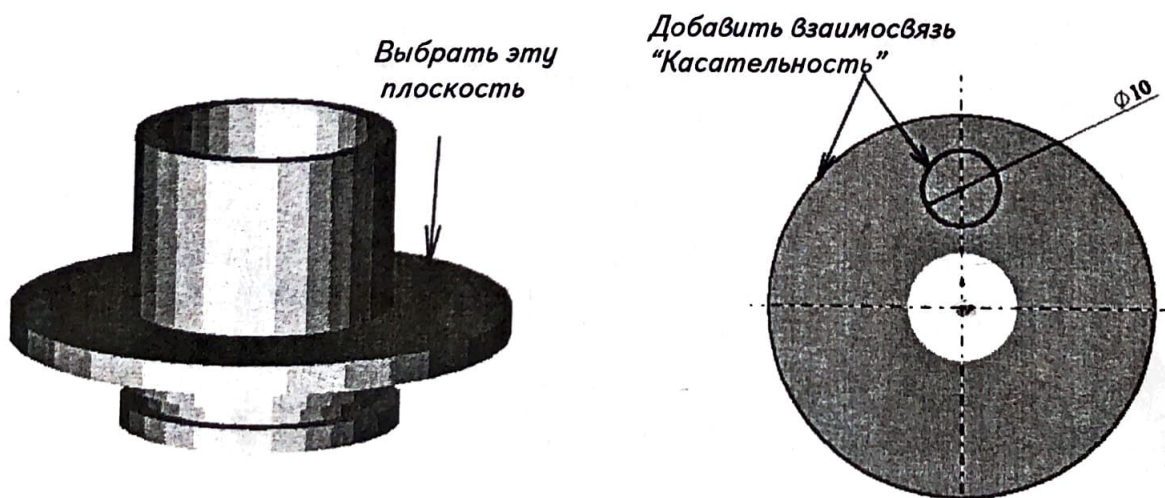


Рис. 10

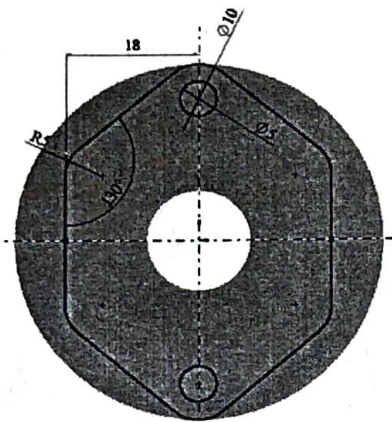


Рис. 14

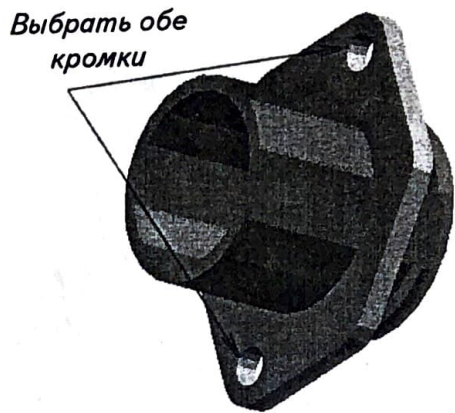


Рис. 15

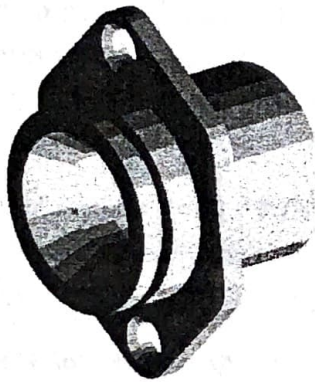


Рис. 16

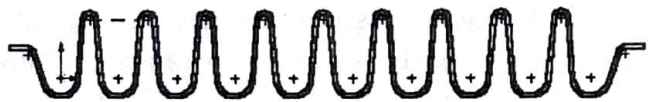



Рис. 17

те галочку в параметре "Переставить сторону для выреза". Нажмите **ОК**. Вы получите деталь, представленную на рис. 15.

29. Заключительный этап - снять фаску на отверстиях (рис. 15).

Нажмите кнопку "Фаска"  в панели "Элементы". Выделите на каждом отверстии кромку (следите за курсором) и укажите параметры фаски: $1 \times 45^\circ$. Нажмите **ОК**.

30. Сохраните готовый файл (рис. 16).

6.3. Создание модели гофра

Как втулка и фланец - гофр проще всего создается как тело вращения, но для построения нужен сложный профиль (рис. 17).

1. Первые четыре операции создания Гофра аналогичны первым четырем операциям создания Втулки.

5. Начертите горизонтальную осевую линию через центр координат.

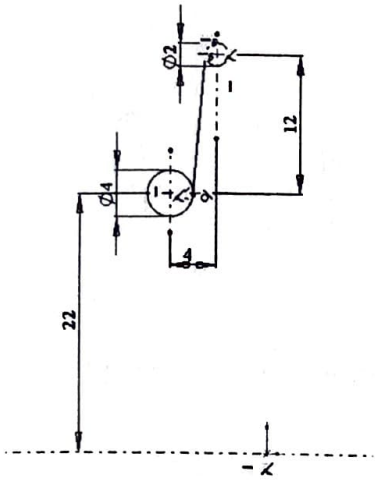


Рис. 18

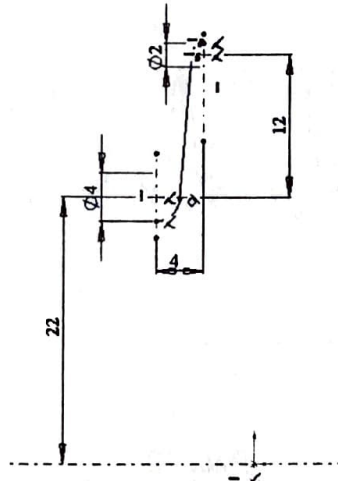



Рис. 19

6. Начертите две произвольные окружности (рис. 18), проставьте размеры и прочертите осевые линии и прямую линию, касательную к окружностям.

7. Установите взаимосвязь - касательность между линией и окружностями.

8. Отсеките фрагмент, используя клавишу  для получения фигуры, указанной на рис. 19.

9. Зеркально отразите элемент, созданный в пункте 8 (рис. 20), используя клавишу .

10. Теперь можно воспользоваться функцией создания линейного мас-

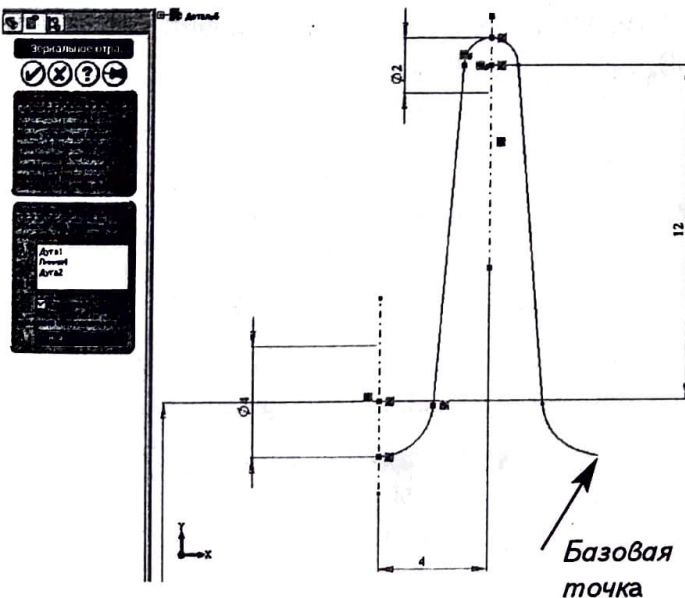


Рис. 20

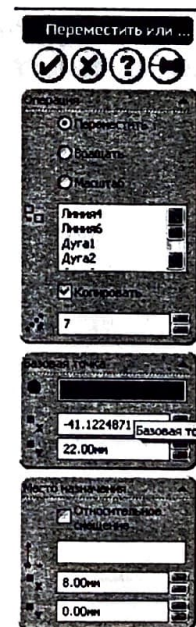


Рис. 21

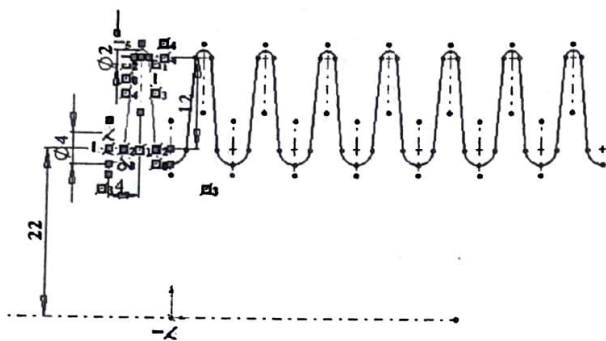


Рис. 22

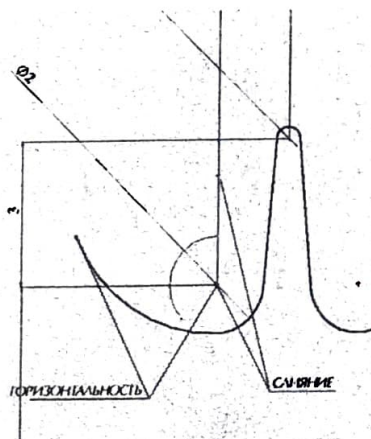



Рис. 23

снова используя клавишу "Переместить или копировать"  (рис. 21). Для этого:

- выделите все элементы волны гофра (рис. 20),
- зафиксируйте на раскрытой панели (рис. 21) иконку "Копировать",
- укажите количество копий (например 7),
- укажите базовую точку откуда начинается копирование,
- нажмите кнопку ОК.

В результате получим картину представленную на рис. 22.

11. Нажмите кнопку "Касательная дуга"  в панели "Инструменты эскиза" и начертите произвольную дугу с началом на конечной точке эскиза (рис. 23).

Наложите взаимосвязь "Слияния" для центра окружности и центра дуги, и "Горизонтальность" для конечной точки дуги и центра окружности.

Дочертите эскиз и расставьте размеры в соответствии с рис. 23,24.

12. Добавьте скругление $R=0.5$ мм (рис. 25).

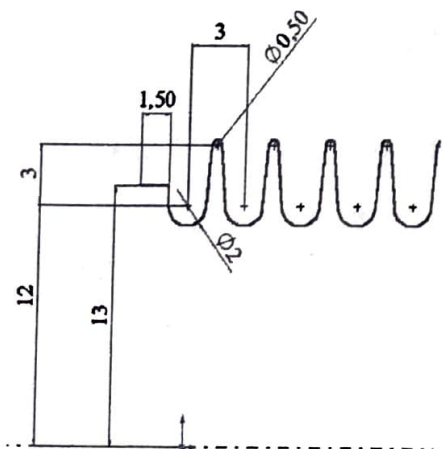


Рис. 24

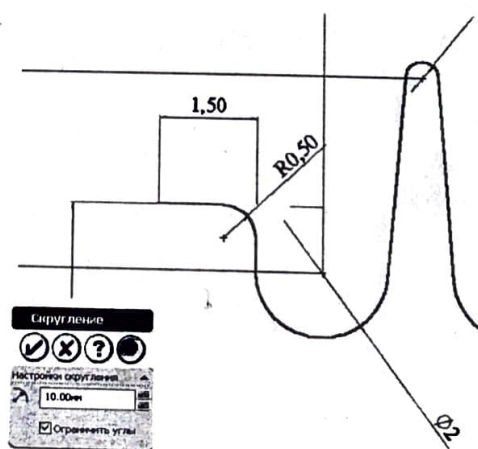


Рис. 25

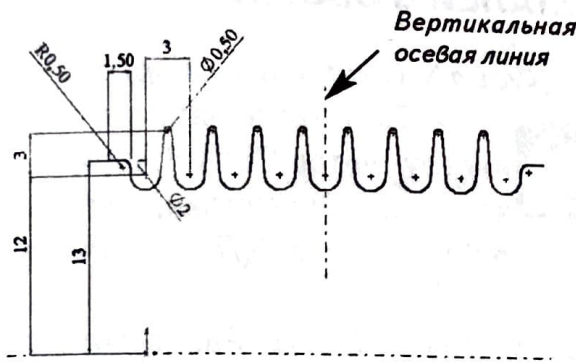


Рис. 26

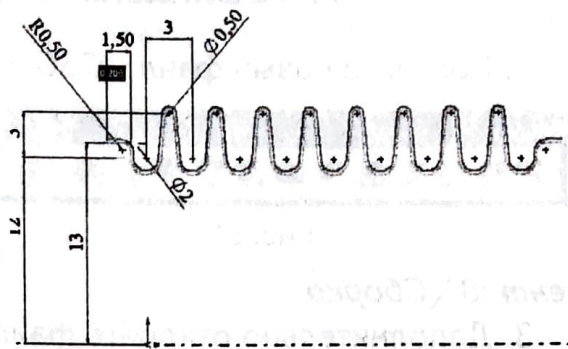


Рис. 27

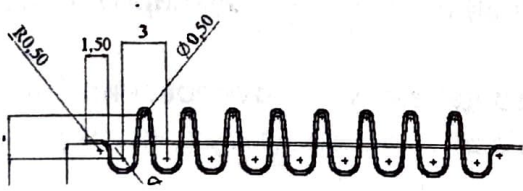


Рис. 28

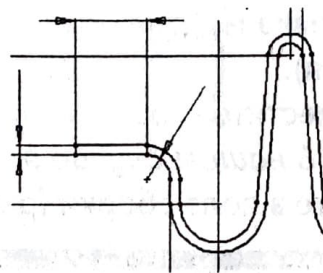


Рис. 29

13. Начертите вертикальную осевую линию (рис. 26) и зеркально отразите элемент созданный в пункте 11,12. Вполне возможно, что после этой операции в эскизе возникнут ошибки, чтобы исправить их - удалите временную осевую линию.

14. Выделите полученный контур (рис. 26), растягивая рамку, при зажатой левой клавише мыши, и помещая в неё выделяемые объекты. Нажмите кнопку "Смещение объектов" . В появившемся меню укажите направление смещения (от горизонтальной осевой) и дистанцию смещения равную 0,2 мм (рис. 27). Нажмите ОК (рис. 28).

15. Запните контур с обеих сторон короткими вертикальными отрезками - тем самым получен профиль для детали вращения (рис. 29).

16. Нажмите кнопку "Повёрнутая бобышка/Оснoвание" и поверните образующую на 360⁰ град. Если программа отказывается производить данную операцию, то следует проверить эскиз на наличие несостыкованных линий, линий нулевой толщины, "мусора" в поле чертежа, двух или более линий слившихся в одну, более одной осевой линии, разомкнутости контура.



Рис. 30

17. В результате получается деталь "Гофр" (рис. 30).

18. Сохраните файл.

7. СОВМЕЩЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ В СБОРКУ

1. Создайте новый файл - *СБОРКУ* (*Файл \ Создать \ Сборка*).



Рис. 31

2. Проверьте наличие панели инструментов *СБОРКА* (рис. 31), в случае отсутствия, активизируйте её: *Вид \ Панели инструментов \ Сборка*.

ментов \ Сборка.

3. Дополнительно откройте файл с моделью *ГОФРА*. Разместите окна таким образом, чтобы они имели примерно одинаковый размер и оба были видны.

4. Вставка модели в сборку осуществляется методом буксировки (перетаскивания).

5. Поместите курсор на имени детали в дереве конструирования *Feature Manager* (в нашем случае это *ГОФР*) и зажав на нём левую кнопку мыши перетащите в поле сборки (рис. 32).

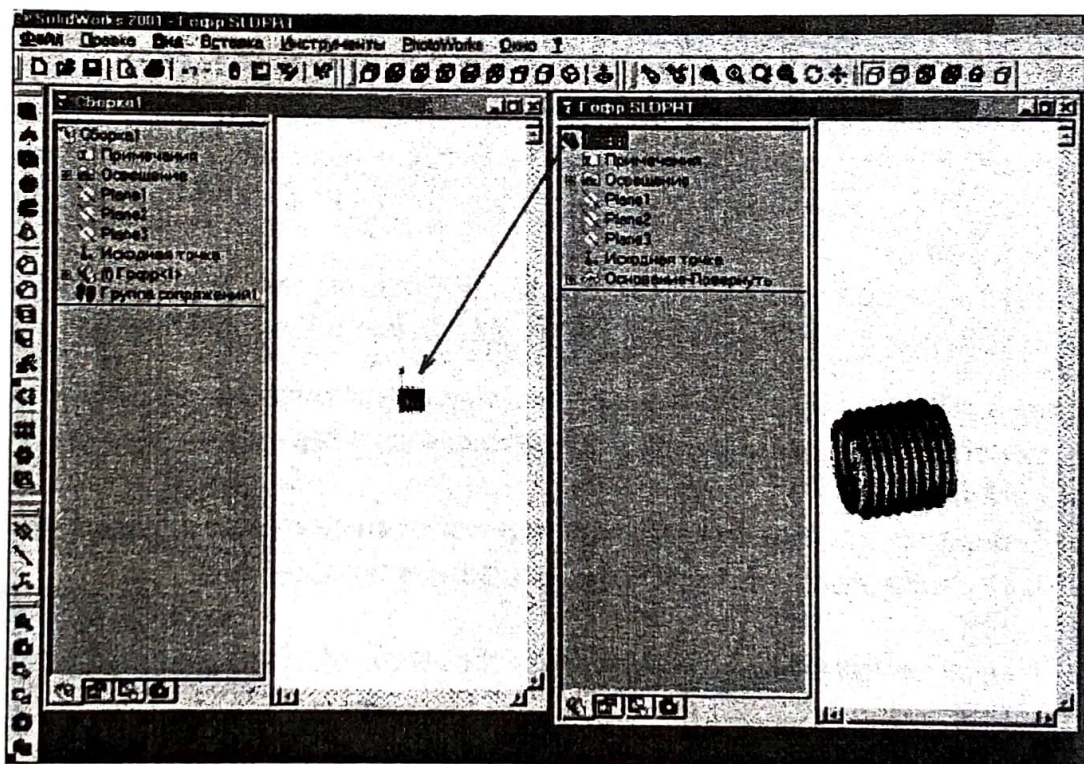




Рис. 32

6. Повторите предыдущие пункты для *Фланца* и *Втулки*.

7. Для перемещения компонентов сборки пользуйтесь кнопкой *Переместить компонент* , для вращения - кнопкой *Вращать компонент* .

8. Нажмите кнопку *Условия сопряжения*  (эта операция равносиль-

на наложении взаимосвязей) и выберите две радиальные поверхности - на фланце и гофре. Добавьте сопряжение *Концентричность*  (см рис. 33). Нажмите *ОК*.

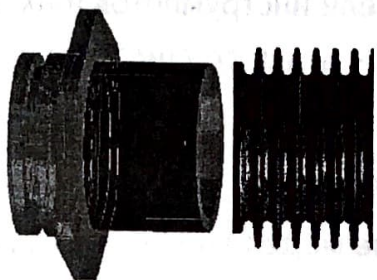



Рис. 33

10. Повторите операцию для *Гофра* и *Втулки*.
11. С помощью функции перемещения  передвиньте *Втулку* и *Фланец* до соприкосновения с *Гофром*. Модель сборки готова (см рис. 5).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прохоренко В.П. SolidWorks практическое руководство - М. Изд-во БИКОН, 2004.
2. Аверьянов А.Б., Гагасов Д.А., Куприков М.Ю. Твёрдотельное моделирование в курсе "Инженерная графика". Учебное пособие . - М.: Изд-во МАИ, 2001.
3. Бодрышев В.В., Кравчик Т.Н., Пшеничнова Н.В. Особенности выполнения чертежей изделий для авиационной и космической теплотехники". Учебное пособие . - М.: Изд-во МАИ, 2003.
4. Электронная справка *SolidWorks*.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Некоторые вводные определения	4
2. Последовательность создания чертежей изделия в <i>SOLIDWORKS</i>	5
3. Подготовка системы к работе, общий вид рабочего стола	5
4. Основные панели инструментов и их функции	7
5. Создание эскизов в <i>SOLIDWORKS</i>	8
6. Пошаговая инструкция создания модели типа сильфон	14
6.1. Создание модели втулки	15
6.2. Создание модели фланца	16
6.3. Создание модели гофра	18
7. Совмещение деталей в сборку	22
Библиографический список	23

План издания 2005 г., поз. 2

Учебное издание

Куприков Михаил Юрьевич
Кравчик Татьяна Николаевна
Бодрышев Валерий Васильевич

Твердотельное моделирование пневмогидроагрегатов в
среде *SolidWorks*

Редактор Т.Н. Кравчик
Подготовка оригинал-макета В. В. Бодрышев
Сдано в набор 20. 05. 2005. Подписано в печать 01. 07. 2005.
Бумага офсетная. Формат 60×84 1/16. Гарнитура Times.
Печ. л. 1,5. Уч.—изд.л. 1.75. Тираж 500 экз. Заказ 19
Отпечатано в типографии ИД «ИНФОРМИЗДАТ»
Адрес: Москва, ул. Судостроительная, д. 3, тел. (095) 123–41–41