

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

М.В. НЕХОРОШЕВ, Л.А. ЧЕМПИНСКИЙ

**ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ
2D- И 3D МОДЕЛЕЙ (ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ)
ТИПОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И СБОРОЧНЫХ
ЕДИНИЦ ДЛЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
В СРЕДЕ ПРОГРАММЫ ADEM**

Учебное пособие

САМАРА
Издательство СГАУ
2010

УДК 681.3; 744(075)

Рецензент: д-р техн. наук, профессор В.И. Иващенко

Нехорошев М.В., Чемпинский Л.А.

Формирование параметрических 2D- и 3D моделей (геометрических моделей) типовых соединений и сборочных единиц для аэрокосмической техники в среде программы ADEM: учебное пособие / Нехорошев М.В., Чемпинский Л.А. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2010. – 29 с. :35 ил.

ISBN

Рассмотрены основные приёмы 2D-черчения и 3D-моделирования в графическом редакторе ADEM 8.1. Изложены методы параметризации плоских и объемных моделей типовых соединений и сборочных единиц для аэрокосмической техники. Так, например, в пособии разобран способ моделирования соединения шпилькой с использованием методов объемной параметризации. В пособии содержится большое число рисунков, поясняющих порядок работы.

Учебное пособие предназначено для оказания методической помощи студентам, обучающимся по специальности: 160301 Авиационные двигатели и энергетические установки, изучающих курсы «Технология производства АД и ЭУ», «Технологические методы обеспечения надежности деталей ГТД», и «Информационные технологии».

УДК 681.3; 744(075)

ISBN

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Работа №1.	Соединения деталей и их изображения на чертежах на основе использования плоских параметрических моделей	4
Работа №2.	Соединения деталей и их изображения на чертежах на основе использования объемных параметрических моделей.....	12

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И ИХ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛОСКИХ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Цель работы: при помощи 2D-моделей изучить методику создания стандартных соединений.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Построение плоских контуров «невидимой» линией с «непрозрачной» штриховкой позволяет использовать режим аппликации (наложения) для эффективного построения изображений соединений деталей, когда предоставлена возможность имитирования (моделирования) процесса сборки в логической последовательности. Наряду с этим составление сборочных единиц с использованием параметрических моделей изображений значительно повышает производительность труда конструктора.

1. Компьютерное моделирование клепаного соединения

Постройте однорядное соединение заклепками с закладной потайной головкой двух листов толщиной по 10 мм внахлестку. В этом случае для обеспечения прочности соединения возьмите: диаметр стержня заклепки $d=10$ мм, длину - в соответствии с рекомендациями по формированию замыкающей головки $l=30$ мм, в листах «просверлите» отверстия диаметром $d_0 = 11$ мм.

Средствами плоскографического редактора ADEM CAD постройте два вида соединения.

Начните с вида спереди в разрезе. Элементом  постройте модели соединяемых деталей – прямоугольники высотой = 10 мм, длиной = 70 мм - рис. 1а. Функцией Разделение под кнопкой Тримирование () на расстоянии 5 мм от краев соединяемых деталей поставьте 4 точки обреза, функцией Сплайн () проведите 2 тонкие линии обрыва, уда-

лите (2D только, , ) лишние части, «снимите» 2 фаски () катетом 10 мм, и в разные стороны заштрихуйте () модели соединяемых деталей – рис.1б, 1в. Контуром () с непрозрачной пустой штриховкой () и 2-я отрезками () прямой видимого контура «просверлите» диаметром $d_0=11$ мм и «расзенкуйте» отверстие для заклепки – рис. 1г. Вставьте в отверстие модель заклепки, прочтя из каталога () файл ZAKL_POT. cat, выбрав из таблицы модель заклепки с диаметром стержня $d=10$ мм, отредактировав ее длину ($l=30$ вместо 36), ОК, C, Пробел, Tab, Пробел, Esc, измените тип линии () непрозрачного контура заклепки и линий пересечений головки и стержня на тонкая – рис. 1д. Произведите «расклепывание»: повторно прочтите из каталога файл ZAKL_POT. cat с диаметром стержня $d=10$ мм, отредактировав в этот раз длину заклепки ($l=30$ вместо 36) и диаметр ($d=11$ вместо 10) ОК, поставьте на место (C, Пробел, Tab, Пробел, Esc), вставьте () на контуре стержня заклепки 2 узла и подкорректируйте () положение узлов контура в соответствии с рис. 1е, оформите чертеж – поставьте контур исходной заклепки (выделенный тонкой линией) перед контуром деформированной Вами заклепки (2D только, , Произвольная , C, Пробел, Пробел, Да, ) измените тип заполнения контура штриховкой с пустой непрозрачной на пустую прозрачную (иконка ) под кнопкой **Линии и Штриховки**, ) – рис. 1ж и проставьте необходимые размеры – рис. 1з.

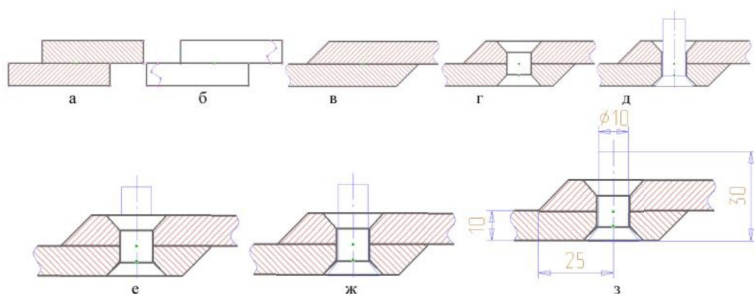


Рис. 1. Построение разреза (вида спереди)

В проекционной связи с видом спереди постройте вид сверху. Для этого последовательно установите 3 вспомогательных узла (N) на расстоянии $t=28$ мм. Окружностью ($\odot$) диаметром $D=20$ мм создайте изображение двух отверстий с расклепанными заклепками и окружностью диаметром $d_o=11$ мм – изображение отверстия без заклепки. Постройте изображение вида сверху соединяемых клепкой пластин ($\square$, ∇ , $\sim$). Оформите чертеж в соответствии с заданием. Для этого включите Свойства $\square$, в появившемся диалоге заполните поля на вкладках Общие и CAD (Наименование – Соединение клепаное, Обозначение – 02.06.000, Описание – Графическая работа 2-6, Литера1 - У, ОК). Вызовите форматку A4 по маршруту: поле меню Режим, под ним Формат листа, A4, Кратность 1, Вертикальный, Загрузить 1-ый лист, ОК с заполненной основной надписью, разместите виды, обозначьте разрез и проставьте размеры – рис. 2. Запишите полученное соединение заклепками в архив.

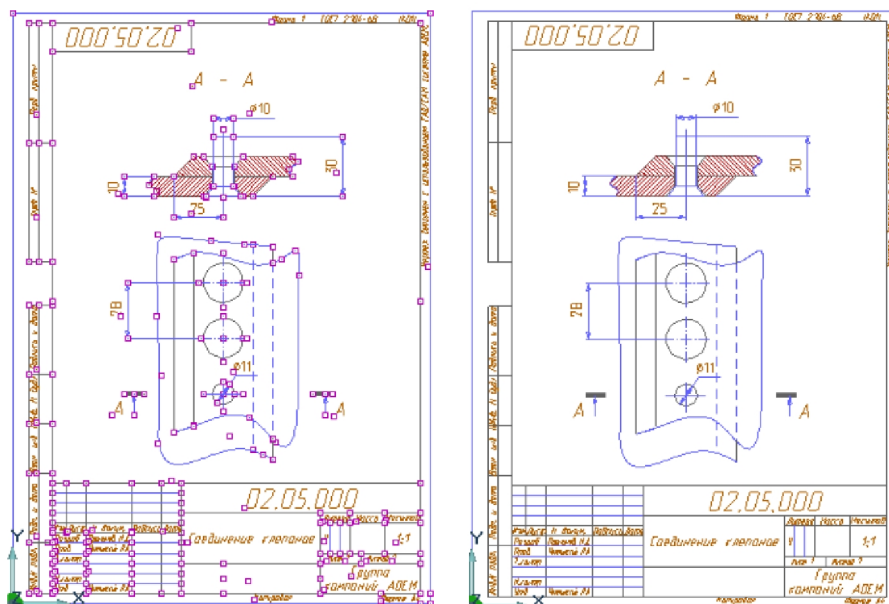


Рис. 2. Чертеж клепаного соединения

2. Компьютерное моделирование болтового соединения

Как показано на рис. 3 слева, последовательно () изобразите продольные разрезы соединяемых пластин заданной толщины: нижней - по концам диагонали (узлы 1,2) и верхней - узлы 2,3. Изобразите (по узлам 4,5) вид на пластины сверху ( с пустой непрозрачной  штриховкой).

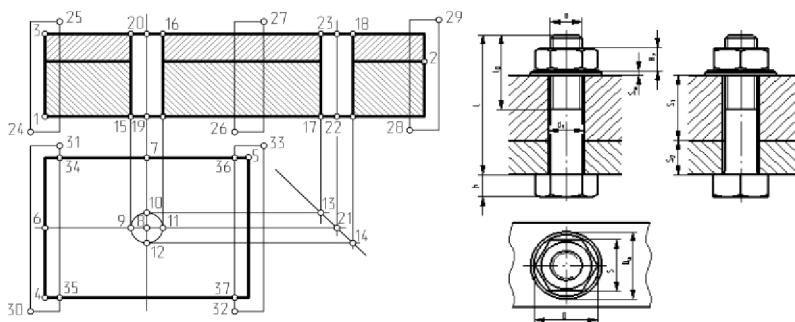


Рис. 3. Последовательность построения соединения болтом

Через середины ($F9$) короткой и длинной сторон вида сверху (узлы 6 и 7) проведите вспомогательные прямые. Определите положение центра отверстия под болт (N) (узел 8).

«Просверлите» пластины диаметром d_1 (вспомогательная окружность с центром в т. 8). Через точки пересечения окружности d_1 со вспомогательными прямыми (9,10,11,12) проведите касательные к окружности. Постройте под углом минус 45° постоянную чертежа, определите положение точек 13 и 14 и проведите через них вертикально вспомогательные прямые. На видах спереди и слева по точкам 15,16 и 17,18 изобразите () проекции отверстия в пластинах.

Определите положение точек привязки изображений болта и шайбы (положения точек 19,20,22,23, разделив пополам ($F9$) соответствующие стороны прямоугольников). «Закройте» изображения концов пластин и «отделите» вид спереди от вида слева (произвольно , за-

полненным пустыми непрозрачными линияй и штриховкой) по точкам на концах диагоналей (24 и 25, 26 и 27, 28 и 29) и тонким плавными линиями «оборвите» изображение пластин на виде сверху (определив точки 34, 35, 36 и 37). Отделить вид спереди от вида слева можно также с использованием функций Разделение () и Сплайн () (см. выше).

Из каталога, найдя в таблице параметров свой размер, последовательно прочтите изображения вида спереди болта (файл bolt_v1.cat), при необходимости произведите коррекцию длины болта так, чтобы при «навинчивании» на болт гайки он не оказался слишком коротким и «привяжите» его к точке 19 («направление» - вверх), аналогично - изображение болта вид слева (файл bolt_v2.cat) – к точке 22.

Прочтите файл sch_v1.cat с изображением нужного размера шайбы и последовательно «привяжите» его к точкам 20 и 23, файл sch_v2.cat – к точке 8.

Определите точки привязки видов гайки на главном виде и виде слева, найдя середины (**F9**) изображений верхней плоскости шайбы.

Последовательно прочтите из каталога файлы изображения требуемого размера вида гайки спереди (gajka_v1.cat), вида слева (gajka_v3.cat) вида сверху (gajka_v2.cat) и «привяжите» их в соответствующие точки.

В том случае, если нужных размеров деталей крепежа в таблицах параметров не оказалось, произведите корректировку соответствующей параметрической модели в соответствии со значениями размеров, представленных в таблицах ГОСТов.

На полученном изображении болтового соединения проведите осевые и центровые линии, изобразите линии разреза соединяемых пластин за секущей плоскостью и скруглите радиусы галтелей болта на видах спереди и слева. При необходимости откорректируйте (округлив до табличных значений) длину нарезанной части на стержне болта. Нанесите размеры, произведите чистку чернового листа – рис 3 справа.

Оформите чертеж в соответствии с заданием. Для этого включите Свойства , в появившемся диалоге заполните поля на вкладках Общие и CAD (Наименование – Соединение болтовое, Обозначение – 02.01.000, Описание – Графическая работа 2-1, Литера1 - У, **ОК**). Вызовите форматку А4 по маршруту: Формат листа под полем Режим, А4, Кратность 1, Вертикальный, Загрузить 1-ый лист, **ОК** с заполненной основной надписью, разместите на ней виды и запишите полученное болтовое соединение в архив.

3. Компьютерное моделирование соединения шпилькой

Построение изображения соединения шпилькой в трех видах осуществите аналогично построению изображений соединения болтом с использованием соответствующих параметрических моделей шпильки, шайбы и гайки.

Оформите чертеж в соответствии с заданием. Для этого включите Свойства , в появившемся диалоге заполните поля на вкладках Общие и CAD (Наименование – Соединение шпилькой, Обозначение – 02.02.000, Описание – Графическая работа 2-2, Литера1 - У, **ОК**). Вызовите форматку.

А4 по маршруту: Формат листа под полем Режим, А4, Кратность 1, Вертикальный, Загрузить 1-ый лист, **ОК** с заполненной основной надписью, разместите на ней виды и запишите полученное соединение шпилькой в архив.

4. Компьютерное моделирование соединения винтом

В некоторых заданиях вместо соединения шпилькой требуется выполнить изображение соединения винтом. В соответствии с заданием, используя плоские параметрические модели, постройте чертеж одного из трех соединений винтом (с полукруглой головкой, с потайной головкой или с цилиндрической головкой) в двух видах.

Оформите чертеж в соответствии с заданием (Наименование – Соединение винтом, Обозначение – 02.02.000, Описание – Графическая

работа 2-2, Литерал - У, ОК) и запишите полученное соединение винтом в архив.

5. Компьютерное моделирование соединения труб

В соответствии с заданием изобразите фронтальный вид с разрезом, используя возможности построения 2D элементов чертежа (без использования параметрических изображений).

Оформите чертеж в соответствии с заданием (Наименование – Соединение труб, Обозначение – 02.03.000, Описание – Графическая работа 2-3) и запишите полученное соединение труб в архив.

6. Компьютерное моделирование шпоночного соединения

По заданию, используя соответствующие параметрические базы данных, самостоятельно постройте соединения шпонкой в двух видах.

Создайте новый файл в своей папке, для чего наведите на нее указатель мыши и в контекстном меню выберите команду Новый документ..., в появившемся диалоге заполните поля на вкладках Общие и CAD (Наименование – Соединение шпонкой, Обозначение – 02.04.000, Описание – Графическая работа 2-4), вызовите форматку А4 с заполненной основной надписью, разместите на ней полученные виды и запишите соединение труб в архив.

7. Компьютерное моделирование зубчатой передачи

В соответствии с заданием изобразите два вида передачи, используя возможности построения 2D элементов чертежа (без использования параметрических изображений).

Оформите чертеж в соответствии с заданием (Наименование – Передача зубчатая цилиндрическая, Обозначение – 02.05.000, Описание – Графическая работа 2-5) и запишите полученное изображение зубчатой передачи в архив.

8. Компьютерное моделирование соединения сваркой

В соответствии с заданием изобразите фронтальный вид с разрезом, используя возможности построения 2D элементов чертежа (без использования параметрических изображений).

Оформите чертеж в соответствии с заданием (Наименование – Соединение сваркой, Обозначение – 02.07.000, Описание – Графическая работа 2-7) и запишите полученное сварочное соединение в архив.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И ИХ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕМНЫХ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Цель работы: при помощи 3D-моделей изучить методику создания стандартных соединений.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Компьютерное моделирование болтового соединения

Запустите систему ADEM. Включите Свойства , в появившемся диалоге заполните поля на вкладках Общие и CAD (Наименование – Соединение болтовое 3D, Обозначение – 02.01.000, Описание – Графическая работа 2-1, Литерал - У, **ОК**). Вызовите форматку A4 по маршруту: Формат листа под полем Режим, A4, Кратность 1, Вертикальный, Загрузить 1-ый лист, **ОК** с заполненной основной надписью.

В соответствии с выданным Вам заданием постройте 3D модель болтового соединения. Для этого последовательно постройте модели соединяемых деталей, «просверлите» в них отверстие под болт, последовательно «вставьте» в отверстие болт, «установите» шайбу и «наверните» гайку.

По построенной 3D модели, используя возможности ADEM CAD, в соответствии с заданием выполните 3 вида болтового соединения.

Получите бумажную копию выполненного задания в виде чертежа болтового соединения и предъявите на проверку преподавателю.

В качестве примера рассмотрим порядок выполнения задания, в котором диаметр резьбы болта $d=M20$, толщины соединяемых деталей $S_1=20$ и $S_2=30$.

В нашем случае толщина шайбы $S_{ш}=3$, высота гайки $H=16$, поэтому длина болта $l=80$, длина его нарезанной части $l_0=46$.

Перенесите начало абсолютной системы координат в центр экрана (*Home*, *Q*). Постройте модель одной из соединяемых деталей (элементом  постройте квадрат с центром в начале координат со стороной 50 мм – рис.4 и функцией  выдавите его на высоту 20 мм – рис.5).

Пространственное изображение 3D модели детали на рис. 5 получили, используя одновременное нажатие левой кнопки мыши и клавиши *Shift*, перемещая мышь.

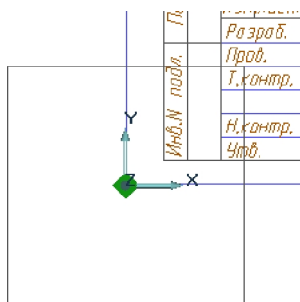


Рис.4. Построение квадрата

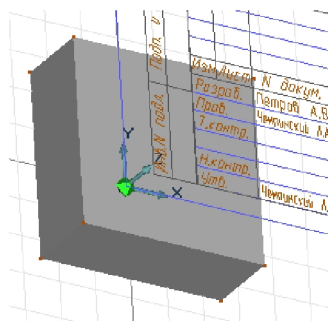


Рис.5. Построение модели детали

Постройте модель второй из соединяемых деталей. Для этого сместите рабочую плоскость вдоль оси *Z* на 20 мм ($Z_{абс.}=20$, *OK*) – рис. 6, разверните  рабочую плоскость, чтобы она стала параллельна плоскости экрана. Элементом  (используя привязку к узлам уже построенного квадрата) постройте квадрат с центром в начале координат и стороной 50 мм. Элементом  выдавите его на высоту 30 мм – рис.7

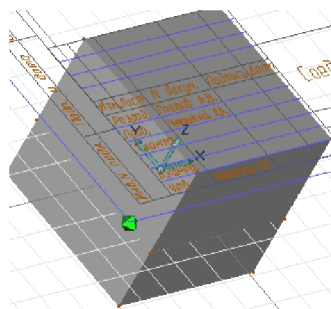
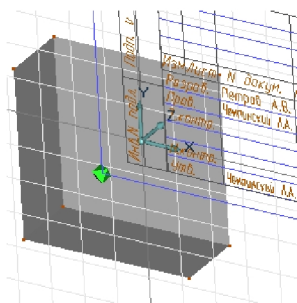


Рис.6. Перенос рабочей плоскости

Рис.7. 3D моделирование второй детали

Элементом «Окружность заданным радиусом»  постройте окружность диаметром 21 мм из центра в начале абсолютной системы координат (Home, Пробел, Esc) – рис. 8. Используя функцию , «просверлите» сквозное отверстие последовательно в каждой из двух соединяемых деталей - рис. 9.

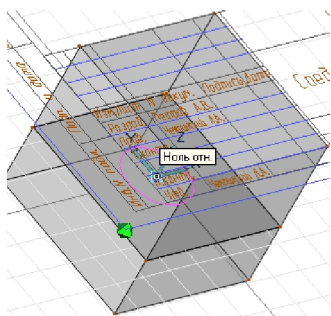


Рис. 8. Построение окружности

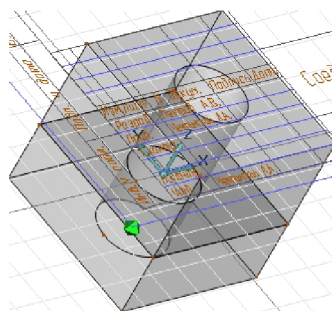


Рис. 9. Построение сквозного отверстия

Чтобы в полученное отверстие вставить модель болта, переместите начало координат (вместе с рабочей плоскостью) в центр верхней грани, используя функцию Перемещение системы координат . Вызовите на рабочее поле изображение болта M20 (открыв из каталога  файл 3D_ГОСТ 7808.cat, расположенный по маршруту ...ADEM 81/adm/Library/Объемные элементы/3D_ГОСТ/3D_Болты) – рис. 10. Отредактируйте длину стержня и длину нарезанной на нем резьбы (указав нужный размер и введя значение 80 вместо 35 и 46 вместо 15) – рис. 11.

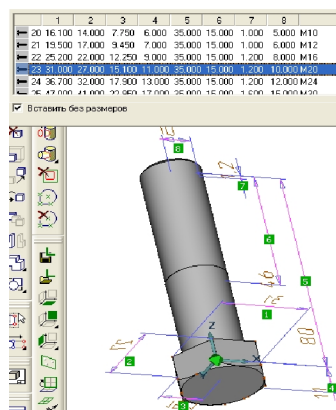
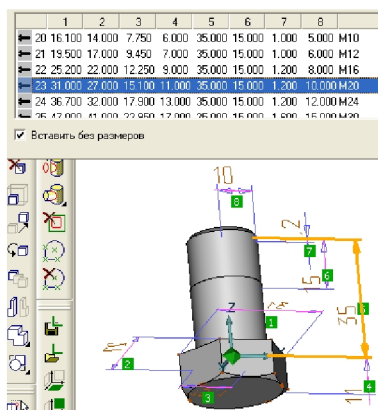


Рис.10. 3D параметрическая модель болта Рис. 11. Редактирование модели болта

Установите модель болта в отверстие (*Home, Tab* – необходимое число раз) – рис. 12, 13.

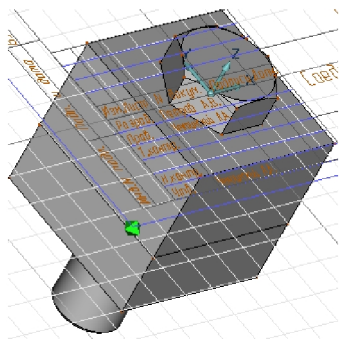


Рис.12. Болт в отверстии

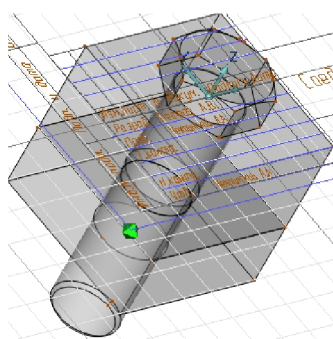


Рис. 13. Режим «Прозрачность»

Аналогично модели болта последовательно установите на болт модели шайбы и гайки. Для этого воспользуйтесь файлом каталога 3D_ГОСТ 11371 d20 (Исполнение 2).cat, расположенного по маршруту ...ADEM 81/adm/Library/Объемные элементы/3D_ГОСТ/3D_Шайбы (рис. 14) и файлом 3D_ГОСТ 59159 M20 (Исполнение2).cat, расположенного по маршруту ...ADEM 81 /adm/ Library/ Объемные элементы/ 3D_ГОСТ/ 3D_Гайки (рис.15).

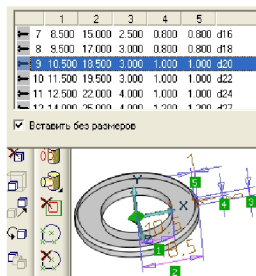


Рис. 14. 3D параметрическая модель шайбы

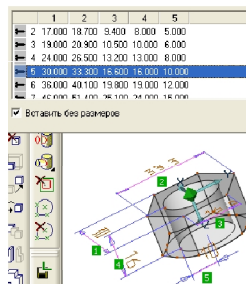


Рис. 15. 3D параметрическая модель гайки

Для этого переместите начало координат (вместе с рабочей плоскостью) в центр нижней грани нижней соединяемой детали, используя функцию (перемещение системы координат). Установите модель шайбы на место (*Home, Tab* – необходимое число раз) – рис. 16.

Теперь переместите начало координат (вместе с рабочей плоскостью) в центр грани (плоскости) шайбы, используя функцию . Установите модель гайки на место так, чтобы ее грани совпадали с гранями головки болта (*Home, Tab* – необходимое число раз) – рис. 17.

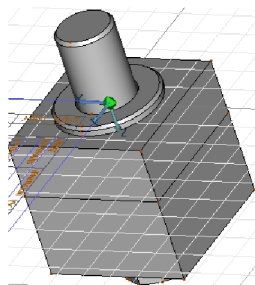


Рис. 16. Установка модели шайбы

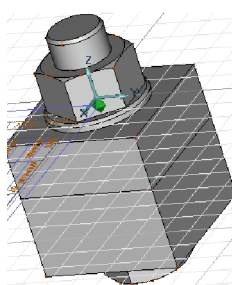


Рис. 17. Установка модели гайки

Для того чтобы в соответствии с заданием выполнить необходимые виды:

1. Включите режим создания чертежных видов по 3D модели .

2. Включите режим и выберите неразрезаемые в процессе построения разрезов тела (болт, гайку и шайбу);

3. Разверните  рабочую плоскость, чтобы она стала параллельна плоскости экрана, при необходимости поверните оси координат, чтобы они оказались в исходном положении и нажмите кнопку **R**.

4. Включите еще раз , Главные виды и поставьте галочки перед видом Сверху, Удалять невидимые линии и Точное, **OK**. На поле форматки полученный вид сверху установите на место вида сверху;

5. Еще раз включите , затем Разрез ступенчатый, Точное, **OK**;

6. По запросу системы плоский вид укажите вид сверху и затем, привязавшись к центру вида (C), клавишей со стрелкой переместите курсор левее изображения, нажмите **Пробел**; передвиньте курсор клавишей со стрелкой правее изображения вида сверху и опять нажмите **Пробел, Esc**;

7. В ответ на запрос системы введите букву A;

8. Полученный фронтальный разрез расположите над видом сверху;

9. Повторите действия п.п. 6, 7, 8 для получения и расположения профильного разреза.

На рис. 18 представлен результат произведенных выше действий. Для получения изображения в соответствии с заданием (рис. 19) отредактируйте чертеж:

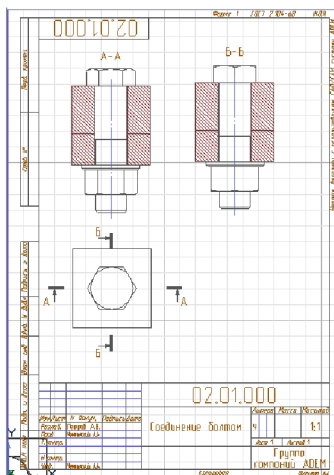


Рис.18. Построение видов по 3D модели

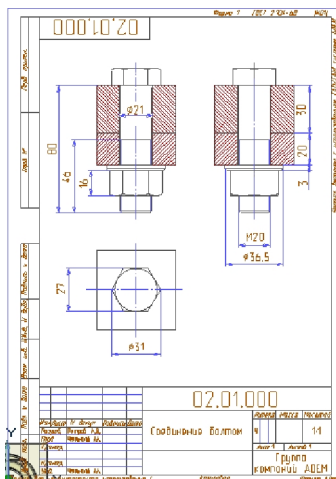


Рис.19. Чертеж соединения болтом

а) удалите обозначения разрезов и стрелки направления взгляда (выделить , удалить 

б) расположите виды строго в проекционной связи (выделить , перенести 

в) проведите центровые линии на виде сверху (, Линии и Штриховы, 

г) измените направление штриховки нижней соединяемой детали в разрезах (Линии и Штриховы, , 

д) тонкими линиями на всех видах обозначьте внутренний диаметр резьбы (Линии и Штриховы, тонкая линия, 

е) постройте галтели в месте примыкания стержня к головке болта (Скругление составное , радиус = 1мм);

ж) в соответствии с заданием проставьте все необходимые размеры (

2. Компьютерное моделирование соединения шпилькой

Создайте новый файл в своей папке, для чего включите Свойства , в появившемся диалоге заполните поля на вкладках Общие и CAD

(Наименование – Соединение шпилькой 3D, Обозначение – 02.02.000, Описание – Графическая работа 2-2). Вызовите форматку A4 с заполненной основной надписью.

В качестве примера рассмотрим порядок построения 3D модели соединения шпилькой в соответствии со следующим заданием: диаметр шпильки $d=20$; материал корпуса – латунь, толщина присоединяемой детали $S_1=20$. Следовательно, длина ввинчиваемого конца шпильки $l_1=24$, глубина гнезда $l_2=34$, длина стержня шпильки (используем корончатую гайку) $l=55$, длина гаечного конца $l_0=46$, диаметр гладкого отверстия в присоединяемой детали $d_1=24$.

Перенесите начало абсолютной системы координат в центр экрана (*Home, Q*). Постройте модель корпуса (элементом  постройте квадрат с центром в начале координат со стороной 50 мм и функцией  выдавите его на высоту минус 50 мм – рис. 20). Переместите положение рабочей плоскости, введя $Z=0.2$. Вызовите на рабочее поле изображение глухого отверстия (открыв из каталога  файл 3D_Глухое отверстие с потайной головкой.cat, расположенный по маршруту ...ADEM 81/adm/Library/Объемные элементы/3D_Отверстия) – рис. 18. Отредактируйте его размеры (введя значение глубины гнезда $l_2=34$ вместо 50.25, диаметра 17.5 вместо 25, высоты фаски 2 вместо 7.81, диаметра фаски 21.5 вместо 35, высоты конической части 6.125 вместо 13.87), ОК, установите на место (*Home, Tab* – 5 нажатий, *Пробел, Esc*) и вычтите из модели корпуса  - рис. 22. Поставьте рабочую плоскость на место, введя $Z=0$.

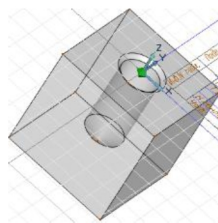
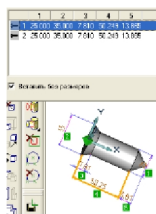
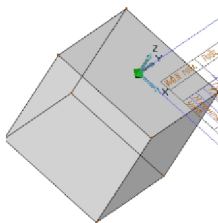


Рис. 20. 3D модель корпуса Рис. 21. 3D модель отверстия Рис.22. 3D модель корпуса с отверстием

«Вверните» модель шпильки в модель корпуса. Для этого на рабочее поле вызовите изображение шпильки М20 (открыв из каталога файл 3D_ГОСТ 22040.cat, расположенный по маршруту ...ADEM 81/adm/Library/Объемные элементы/3D_ГОСТ/3D_Шпильки) – рис. 23.

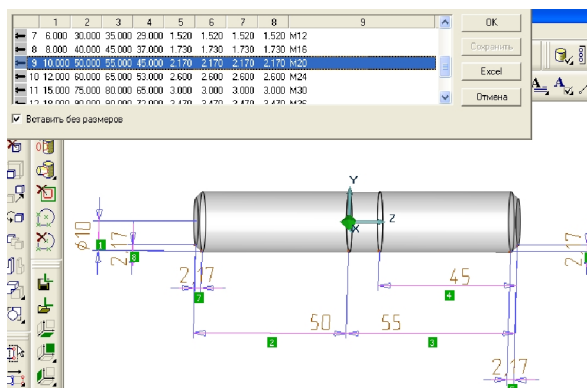


Рис. 23. 3D модель шпильки

Отредактируйте размеры (введя значение длины ввинчиваемого конца $l_1=24$ вместо 50, длины гаечного конца $l_0=46$ вместо 45), **OK**, установите на место (**Home**, **Пробел**, **Esc**, **Esc**).

Постройте 3D модель присоединяемой детали. Для этого включите (поставьте галочку перед) режим Исходные профили в меню Режимы отображения , **OK**, элементом  постройте квадрат с центром в начале координат со стороной 50 мм, привязавшись к вершинам исходного контура корпуса, функцией  выдавите его на высоту 20 мм. Отключите режим Исходные профили и элементом «Окружность заданным радиусом»  постройте окружность $d=24$ мм с центром в начале абсолютной системы координат (**Home**, **Пробел**, **Esc**). Используя функцию , «просверлите» сквозное отверстие в присоединяемой детали - рис. 24а.

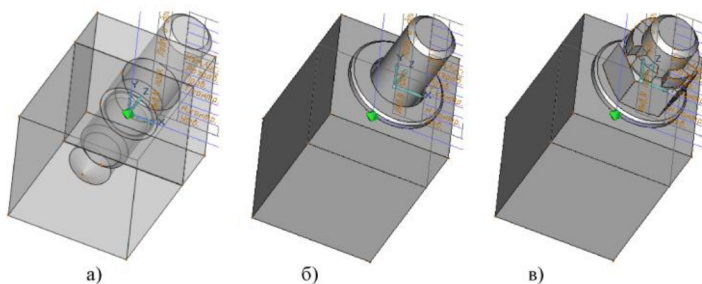


Рис.24. 3D модели элементов соединения шпилькой

Переместите начало координат (вместе с рабочей плоскостью) в центр верхней грани присоединяемой детали, используя функцию . Последовательно установите на место модель шайбы и корончатой гайки. Для этого воспользуйтесь файлом каталога 3D_ГОСТ 11371 $d22$ (Исполнение 2).cat, расположенного по маршруту ...ADEM 81/adm/Library/Объемные элементы/3D_ГОСТ/3D_Шайбы - рис. 24б. Переместите начало координат (вместе с рабочей плоскостью) в центр верхней грани шайбы, используя функцию . Воспользуйтесь файлом каталога 3D_ГОСТ 5918 M20 (Исполнение2).cat, расположенного по маршруту ...ADEM 81 /adm/ Library/ Объемные элементы/ 3D_ГОСТ/3D_Гайки. Установите модель гайки на место (*Home, Tab, Пробел, Esc*) - рис.24в.

«Просверлите» отверстие под шпилнт. Для этого переместите начало координат (вместе с рабочей плоскостью), на предполагаемую ось отверстия под шпилнт: $Z=42$, *OK*. Поверните рабочую плоскость вокруг оси X на 90 градусов, используя режим . Постройте окружность $d_0=4$ мм с центром в начале координат и сквозное отверстие в шпильке - рис. 25а.

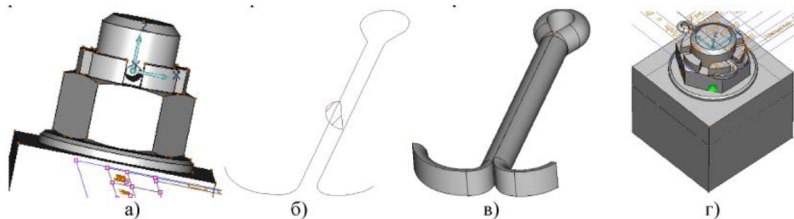


Рис. 25. 3D моделирование отверстия и шплинта

Воспользуйтесь чертежом шплинта для его 3D моделирования. Последовательно постройте профиль в виде полукруга и направляющую – рис.25б. Используя режим Движение , постройте 3D модель шплинта – рис. 25в. Полностью построенная 3D модель соединения шпилькой представлена на рис. 25г.

Теперь аналогично видам болтового соединения (см. комментарий рис. 18) постройте необходимые виды и разрезы соединения шпилькой – рис. 26 и отредактируйте их в соответствии с заданием (см. комментарий рис 19) – рис 27. В качестве вида для построения фронтального разреза (см. рис 26) выбираем вид, у которого назначены неразрезаемыми шпилька, шайба и гайка. Для построения профильного разреза неразрезаем также шплинт.

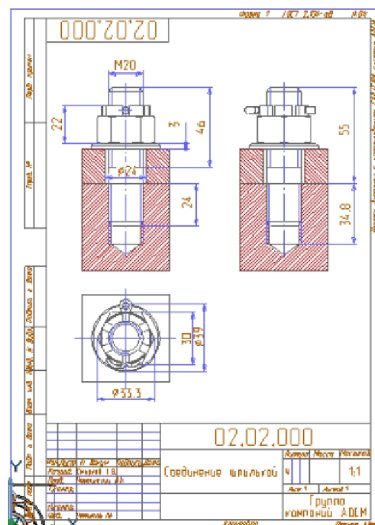
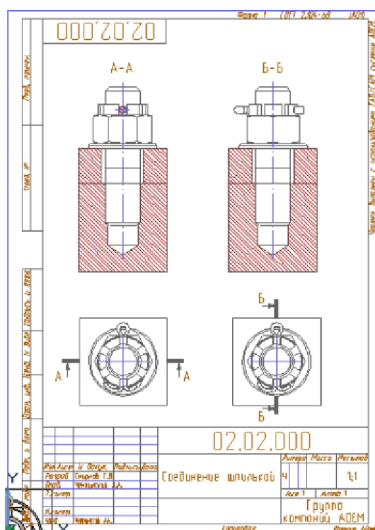


Рис. 26. Построение видов и разрезов по 3D модели Рис. 27. Чертеж соединения шпилькой

3. Компьютерное моделирование соединения винтом

Часть студентов вместо соединения шпилькой выполняют соединение винтом. Создайте новый файл в своей папке. Заполните поля на вкладках Общие и CAD (Наименование – Соединение винтом 3D, Обозначение – 02.02.000, Описание – Графическая работа 2-2). Вызовите форматку А4 с заполненной основной надписью.

Создание 3D модели соединения винтом аналогично моделированию соединения шпилькой.

Для этого в соответствии с заданием постройте 3D модель корпусной детали, в зависимости от материала смоделируйте в ней глухое отверстие, смоделируйте присоединяемую деталь со сквозным отверстием по форме головки винта. Затем «ввинтите» винт.

По 3D модели соединения винтом постройте вид сверху и фронтальный разрез и отредактируйте их в соответствии с заданием для получения чертежа.

При моделировании пользуйтесь файлами параметрических 3D моделей каталога :

-винтов с цилиндрической головкой 3D_ГОСТ 1491 (Исполнение 2), винтов с потайной головкой 3D_ГОСТ 17475 (Исполнение 2), расположенных по маршруту ...ADEM 81/adm/Library/Объемные элементы/3D_ГОСТ/3D_Винты;

- 3D_ Глухое отверстие, 3D_Глухое отверстие с потайной головкой, 3D_Сквозное отверстие с потайной цилиндрической головкой, 3D_Сквозное отверстие с потайной головкой, расположенных по маршруту ...ADEM 81/adm/Library/Объемные элементы/3D_Отверстия.

4. Компьютерное моделирование соединения шпонкой

Создайте новый файл в своей папке. Включите Свойства , в появившемся диалоге заполните поля на вкладках Общие и CAD (Наименование – Соединение шпонкой 3D, Обозначение – 02.04.000, Описание – Графическая работа 2-4). Вызовите форматку A4 с заполненной основной надписью.

В соответствии с заданием постройте 3D модель соединения призматической шпонкой.

В качестве примера рассмотрим порядок выполнения задания, в котором диаметр вала $d=24$, длина вала $l_0=40$, наружный диаметр втулки $d_1=36$, длина втулки $l=30$, ширина шпонки $b=8$, высота шпонки $h=7$, длина шпонки $l_1=25$, глубина паза на валу $t_1=4$, глубина паза во втулке $t_2=3,3$.

Перенесите начало абсолютной системы координат в центр экрана (*Home*, *Q*). Постройте 3D модель вала (элементом  постройте окружность диаметром 24 мм и функцией  выдавите ее на высоту 40 мм).

Вызовите на рабочее поле изображение паза шириной 8 мм (открыв из каталога  файл паз_8.cat, расположенный по маршруту ...ADEM 81/ adm/ Library/ Объемные элементы/3D_ГОСТ/

3D_Шпонки_пазы/ Призматические/ $b=8$) – рис. 28а. Отредактируйте его размеры (введя значение длины шпонки $l_f=25$ вместо 26, высоты шпонки 7 вместо 5), ОК, установите по высоте (*Home*, Tab – 2 нажатия, введите шаг курсора - $D=8$, ОК, переместите вверх в соответствии с глубиной паза - *Клавиша со стрелкой вверх, Пробел, Пробел, Esc*) – рис.28б и рис.28в – поставьте начало координат (и рабочую плоскость)  в центр нижней грани шпонки, последовательно выделите , поверните  модель шпонки вокруг центра в начале координат на 90 градусов и переместите  ее – $D=20$ - на место. Произведите вычитание  модели шпонки из модели вала – рис. 28г.

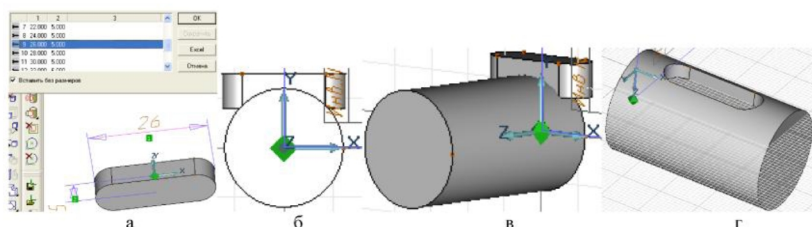


Рис. 28. Последовательность формирования на валу шпоночного паза

Теперь постройте 3D модель втулки со шпоночным пазом. Переместите рабочую плоскость параллельно себе на середину вала ($Z=20$, ОК). Функцией  сделайте модель вала невидимой. Из центра в начале координат элементом  последовательно постройте две окружности: диаметром 24 мм и диаметром 36 мм. Элементом  постройте ломаную линию – рис. 29а (*Home*, $D=4$, *Клавиша со стрелкой влево*, *Пробел*, $D=15.3$, *Клавиша со стрелкой вверх, Пробел*, $D=8$, *Клавиша со стрелкой вправо, Пробел*, $D=15.3$, *Клавиша со стрелкой вниз, Пробел*). Постройте внутренний контур, используя функции триммирования  (удалите сегмент окружности между вертикальными прямыми - Обрезка точками – рис. 29б, удалите нижние, лишние части вертикальных прямых – Обрезка элементами рис. 29в) и функцию Сборка элемента под кнопкой .

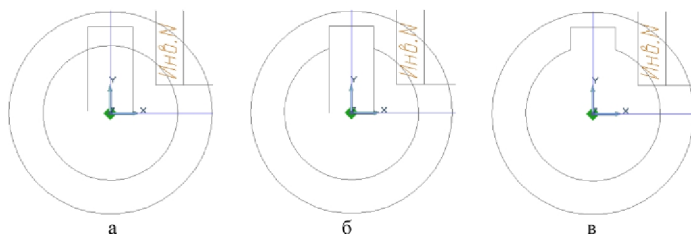


Рис. 29. Построение внутреннего контура втулки

Используя функцию **Смещение** , получите 3D модель втулки со шпоночным пазом.

Для этого по запросу системы укажите внешний и внутренний контуры втулки, последовательно введите значения: Высота = 15 и Глубина = 15, **OK** – рис. 30а.

Функцией  откройте изображение вала, а функцией  сделайте изображение втулки невидимым - рис. 30б. Еще раз вызовите на рабочее поле изображение шпонки шириной 8 мм (открыв из каталога  файл паз_8.cat, расположенный по маршруту ...ADEM 81/adm/Library/Объемные элементы/ 3D_ГОСТ/ 3D_Шпонки_пазы/ Призматические/ b=8) – см. рис. 28а. Отредактируйте его размеры (введя значение длины шпонки $l=25$, высоты шпонки = 7, **OK**), установите по высоте (*Home*, *Tab* – 2 нажатия, измените шаг курсора - $D=8$, **OK**, переместите вверх в соответствии с глубиной паза - *Клавиша со стрелкой вверх*, *Пробел*, *Пробел*, *Esc*). Поставьте начало координат (и рабочую плоскость)  в центр нижней грани шпоночного паза, последовательно выделите  и поверните  модель шпонки вокруг центра в начале координат на 90 градусов, установив ее на место – рис. 30в. Сделайте видимым изображение втулки – рис. 30г.

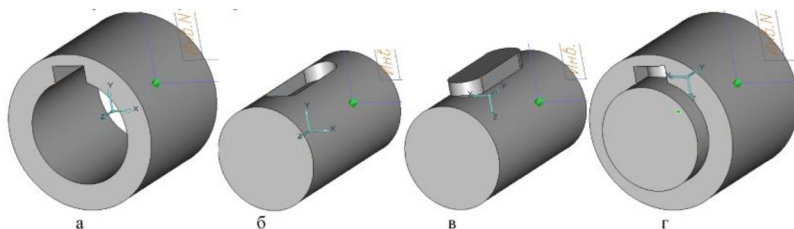


Рис. 30. Формирование шпоночного соединения

Теперь оформите соединение шпонкой в соответствии с заданием. Для этого выберите неразрезаемые тела – вал и шпонку (команда под кнопкой ) , возвратите рабочую плоскость в исходное положение (последовательно нажав R, , ) , получите вид сверху (команда под кнопкой ) Главные виды) и установите его на место вида сверху. Получите вид спереди в виде фронтального разреза (А-А на рис. 31). Для этого выполните команду ступенчатый разрез. Аналогично, предварительно выполнив команду Сбросить наразрезаемые тела (под кнопкой ) , получите вид слева в виде профильного разреза Б-Б (см. рис. 31). Теперь отредактируйте полученные по 3D 2D модели: удалите вид сверху, получите чертежный вид по стрелке Б, получите копию вида слева для изображения вала в разрезе, удалите изображения ненужных элементов чертежа на вновь построенных изображениях, измените направление штриховки втулки, шпонки и вала в разрезах, выполните местный разрез на виде спереди, проставьте размеры.

Оформленная в соответствии с заданием работа представлена на рис. 32.

Учебное издание

*Нехорошев Максим Владимирович
Чемпинский Леонид Андреевич*

**ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ
2D- И 3D МОДЕЛЕЙ (ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ)
ТИПОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И СБОРОЧНЫХ
ЕДИНИЦ ДЛЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
В СРЕДЕ ПРОГРАММЫ ADEM**

Учебное пособие

Научный редактор
Редакторская обработка
Корректорская обработка
Компьютерная верстка М.В. Нехорошев

Самарский государственный
Аэрокосмический университет.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34