

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(национальный исследовательский университет)»

**Создание баз данных геометрических моделей
деталей ГТД**

Электронные методические указания
к лабораторной работе

Самара

2010

Составители: МЕЩЕРЯКОВ Александр Викторович
ГАЛУЗИНА Татьяна Викторовна
РАМЗАЕВА Елена Анатольевна
СМЕЛОВ Виталий Геннадьевич
ЧЕМПИНСКИЙ Леонид Андреевич
ПУЛЕПОВ Александр Павлович

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности: 160301 «Авиационные двигатели и энергетические установки», изучающих курсы: «Технология производства АД и ЭУ», «Технология машиностроения», «Технологические методы обеспечения надежности деталей ГТД», «Информационные технологии», и в рамках магистерской программы «Интегрированные информационные технологии в авиадвигателестроении» по направлению 160700.68 «Двигатели летательных аппаратов».

Методические указания разработаны на кафедре производства двигателей летательных аппаратов.

**© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2010**

Оглавление

1. Алгоритмы построения плоских моделей	4
2. Практика построения (создания) плоских моделей.....	6
2. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ	20
3. Построение рабочего чертежа на основе 3D модели	27
4. Запись технических требований и оформление основной надписи в автоматизированном режиме в среде модуля GMD ADEM 3.03.....	31
5. Порядок построения рабочего чертежа детали «Переходник»	34

1. Алгоритмы построения плоских моделей

Разработчики всех известных отечественных систем автоматизированного проектирования (САПР), таких, как «Компас», Т-flex, «Базис» и пр., начинали с разработок интерактивных (функционирующих в режиме диалога пользователя с ПЭВМ) средств автоматизации чертежно-графических работ на основе плоского (2D) геометрического моделирования. На рубеже 80-90-х годов их продукция (системы «Каскад», TopCad, «Базис», CherryCad) использовалась в конструкторских бюро ряда крупных промышленных предприятий СССР для составления в основном конструкторской документации.

В «чертилках» того времени программистами были реализованы различные схемы создания изображений на плоскости.

В одной из них реализован алгоритм рутинных действий чертежника, который, перечерчивая уже готовые разработанные конструктором изображения, формирует виды из отдельных геометрических примитивов, какими являются отрезок, дуга окружности и окружность. Изображения разрезов и сечений в этом случае строят аналогично: сначала получают контур (в виде т.н. полилинии), состоящий из тех же примитивов, а затем его штрихуют отрезками. Аналогичные алгоритмы работали в широко известной и разрекламированной в то время американской системе AutoCad v.10. При необходимости редактирования таких изображений пользователь сталкивался с трудоемкой задачей. Легче было построить изображение заново.

Другая схема была реализована программистами,

имевшими опыт творческой работы конструктора: алгоритм создания изображений предполагает использовать в качестве примитивов связанные области в виде контуров (прямоугольников, контуров с границами в виде ломаных линий или сплайнов), в атрибуты которых помимо типов линий входят атрибуты различной штриховки. Узлы таких контуров параметризованы: содержат информацию о величине радиуса. Изображения, полученные с использованием такого подхода, легко строятся и редактируются.

Вторая схема была реализована отечественными программистами в системе CherryCad.

Как уже было сказано выше, CherryCad является предшественником системы ADEM. Поэтому весь лучший опыт программирования плоских моделей, реализованный в CherryCad, использован, в частности, в ADEM v. 3.03.

Общий алгоритм построения геометрических примитивов в ADEM 2D приведен на рис. 1 в виде схемы.

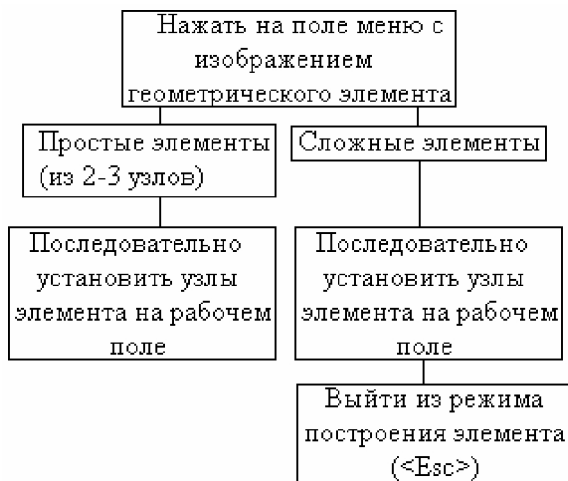


Рис. 1. Алгоритмы построения геометрических примитивов на плоскости в ADEM 2D

2. Практика построения (создания) плоских моделей

Занимаясь на кафедре инженерной графики, вы освоили работу по созданию плоских моделей, используя возможности геометрического и проекционного черчения. Для построения чертежей типовых деталей ГТД, какими являются, например, болты, гайки, штуцеры, валы, втулки и пр., воспользуемся их параметрическими моделями.

Урок 1: Параметрическое черчение

Цель урока: Приобретение навыков построения параметрических чертежей деталей.

Ранее вы приобрели знания, умения и навыки по построению на компьютере контуров и проекций деталей, некоторые из которых могли быть получены на бумаге с помощью чертежных инструментов.

На этом уроке мы с вами рассмотрим способы получения изображений, которые традиционно (на бумаге с помощью чертежных инструментов) осуществить нельзя. Здесь речь пойдет об изображениях, вернее о плоских моделях, которые могут быть получены с использованием так называемых параметрических методов.

Модуль ADEM2D позволяет создавать плоские параметрические модели без программирования, которые автоматически изменяют геометрию модели при изменении значений размеров. Возможны линейная и угловая параметризация. Принцип параметризации заключается в следующем: Изменение значения размера приводит к изменению длины размерной линии.

2. Изменение длины размерной линии приводит к сдвигу узлов геометрических элементов, которые были привязаны к активному концу (концам) размерной линии.

Результат эквивалентен сдвигу (в случае линейного размера) или повороту (в случае углового размера) группы узлов.

Алгоритм построения параметрической модели следующий:

1. Создайте 2D модель.
2. Нанесите полную сеть размеров.
3. Укажите размерную линию, которую вы хотите параметризовать.

4. Укажите группу узлов (окном или несколькими окнами), которые будут перемещаться вместе с высвеченным первым активным концом размерной линии или если данный конец вы хотите сделать базовым, и нажмите <Esc>.

5. Укажите группу узлов (окном или несколькими окнами), которые будут перемещаться вместе с высвеченным вторым активным концом размерной линии или если данный конец вы хотите сделать базовым, и нажмите <Esc>.

6. Нажмите <Y> или левую кнопку мыши.

7. Идите к п. 2 или нажмите клавишу <Esc> для завершения.

Алгоритм изменения параметрической модели полностью эквивалентен алгоритму по созданию модели.

Некоторые правила и советы:

1. Параметризация производится с уже готовой геометрической моделью, и использование процедур, связанных с удалением геометрической информации (стирание, удаление узлов элементов, отмена последнего элемента и др.), после параметризации **недопустимо!**

2. Процесс параметризации очень похож на работу с группой узлов.

3. Совсем не обязательно, чтобы все размеры на чертеже или фрагменты были параметрическими.

4. При записи параметрической модели в архив необходимо, чтобы **вся геометрическая модель** была включена в **группу элементов**.

5. Можно создавать параметрические связи и между различными геометрически связанными проекциями на чертеже, независимо от того, где они расположены.

Эвристическая параметризация - новая технология параметризации, которая является более понятной и легкой в использовании. Эвристическая параметризация позволяет изменять любой чертеж, созданный в ADEM2D или импортированный из другой системы без каких-либо дополнительных преобразований. Эвристическая параметризация не требует создания параметрических моделей. Изменения геометрии чертежа производятся автоматически после того, как были изменены значения размеров.

Эвристическая параметризация использует в своей работе следующие принципы:

1. Все ограничения, вызванные условиями параллельности, перпендикулярности, касания, симметричности и т.п., выделяются и отслеживаются автоматически.

2. Точка текущего положения начала системы координат ($X=0$, $Y=0$) сохраняется неподвижной.

3. Совпадающие узлы перемещаются совместно.

4. Начало размерной стрелки радиуса должно совпадать с геометрическим центром дуги. Размерная стрелка радиуса должна размещаться внутри дуги.

Полную демонстрацию выполнения заданий урока можно просмотреть, запустив файл
...\\VideoLessons\\Media\\TSCDmenu\\Video\\
\\Урок 1.avi.

[illegible]

Внешний контур валика постройте с использованием метода «эвристической» параметризации. Для этого войдите на рабочее поле модуля ADEM2D. Установите режим ортогональности **<I>** (или нажмите одноименное поле в правом верхнем углу экрана), на запрос системы введите значение угла 30° (**<Enter>**). Установка режима

ортогональности позволяет автоматически располагать отрезки в процессе их создания горизонтально или вертикально. Величина вводимого угла устанавливает сектор, в пределах которого функционирует этот режим.

Посередине рабочего поля проведите вспомогательную прямую (<L>, 0, <Enter>). Ломаной линией () постройте верхнюю часть контура так, чтобы она начиналась и заканчивалась на вспомогательной прямой, а также содержала все геометрические элементы валика (фаски, канавки, проточки и пр.) (рис. 3).

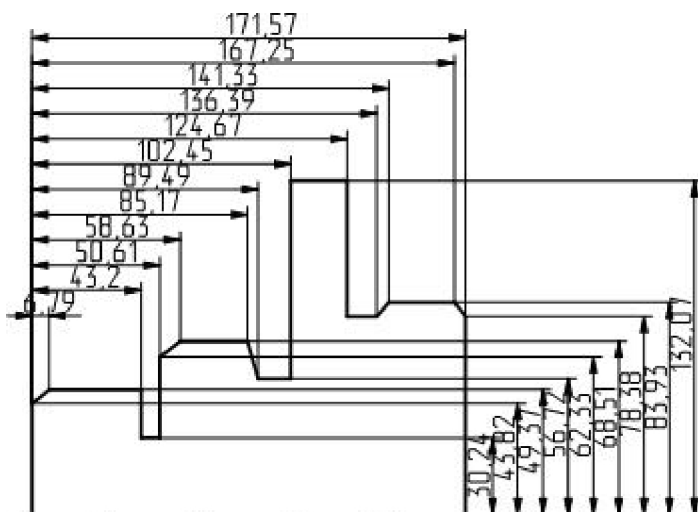


Рис. 3. Набросок (эскиз) контура валика

Перенесите начало координат в точку пересечения вспомогательной прямой с изображением левого торца валика (<F10>, <O>). Включите построенный вами контур в группу (например, , Гр 0). Включите режим автоматического нанесения размеров (,  Автомат размеров). В качестве точки привязки

укажите начало координат (<Home>, <Пробел>). Как видно, автоматическое нанесение размеров системой производится координатным способом вправо и вверх от начала координат, в отличие от комбинированного способа нанесения размеров (см. рис. 2).

Отредактируйте полученные размеры, руководствуясь размерами чертежа валика. Для этого воспользуйтесь режимом редактирования размеров (**P-P**). На рис. 4 показаны значения величин размеров, которые вам следует ввести при редактировании.

Теперь получите параметрическую модель верхней части контура валика. Для этого отключите режим редактирования размеров (<Esc>), включите режим **ПРМ**, **Эвристический метод <Все>**. Если все выполнено верно, то после перерисовки изображения (правая клавиша мыши или <F6>) вы получите результат параметризации, представленный на рисунке (см. рис. 4).

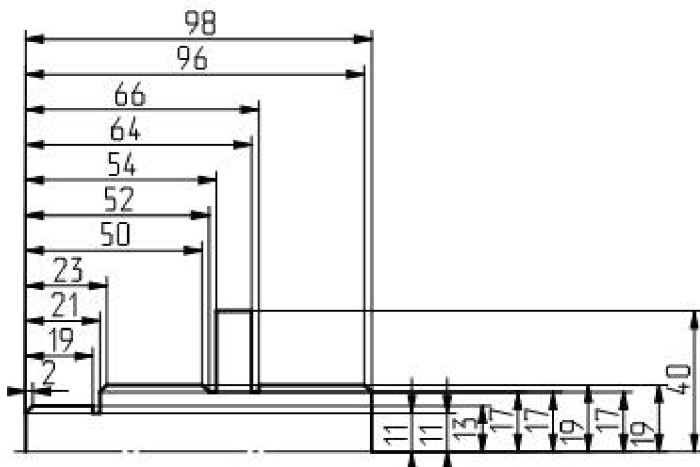


Рис. 4. Чертеж валика

Чтобы получить полное изображение внешнего

контура, удалите размеры ("Общие", "Удалить", "Размеры", "Да"), постройте зеркальное отображение контура относительно горизонтальной оси (, , в качестве двух точек на оси укажите <Home>, <Пробел>, клавиша со стрелкой вправо, <Пробел>, <Esc>) и произведите сборку двух полученных контуров в один (, , на запрос системы укажите нижний контур, <Y>, <Y>, <Esc>).

Далее, чтобы получить чертеж можно дорабатывать полный вид или совмещать вид с разрезом для получения главного вида. Однако сейчас оставьте все как есть и запишите полученное изображение в архив.

Теперь рассмотрим процесс создания параметрической модели. Параметрическая модель, представленная в табличном виде, позволяет получить изображения часто встречающихся типовых деталей.

Типовыми называются детали, имеющие одинаковую форму и отличающиеся размерами. Можно сказать также, что эти детали имеют одну топологию. В качестве примера таких деталей могут быть названы детали крепежа (болты, гайки, шайбы и пр.), различного рода подшипники, детали трубопроводной арматуры и т.д. Эти изделия, как правило, стандартизованы. Стандартизация создает возможность взаимозаменяемости деталей, что облегчает сборку и ремонт изделий. Кроме того, стандартные детали можно изготавливать на специализированных предприятиях, что понижает стоимость изделий. Широкое применение типовых и стандартных деталей в машиностроении привело к разработке соответствующих стандартов, определяющих правила их изображения (эти правила предусматривают ряд упрощений).

В государственных и отраслевых стандартах содержатся таблицы, в которых указаны размеры

стандартных деталей и узлов.

В качестве примера рассмотрим параметрическую модель болта, создание на ее основе таблицы геометрических параметров (различных типоразмеров) и использование этой таблицы для составления чертежей.

Воспользуйтесь таблицей геометрических параметров болтов (табл. 1).

Для создания параметрической модели болта М30, используя проекционные связи, сначала постройте две его упрощенных проекции (рис. 5).

Таблица 1

Основные размеры болтов с шестигранной головкой

Диаметр резьбы	6	8	10	12	16	20	24	30	36
Шаг резьбы	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
Размер под ключ	10	13	16	18	24	30	36	46	55
Диаметр описанной окружности, не менее	11,1	14,4	17,8	20,0	26,8	33,5	40,0	51,3	61,7
Ширина грани	5,8	7,5	9,3	10,4	13,9	17,4	20,8	26,5	31,8
Высота головки	4,0	5,5	7,0	8,0	10,0	13,0	15,0	18,7	23,0
Длина болта	30	35	45	50	60	65	70	80	95
Длина резьбы	18	22	26	30	38	46	54	66	78

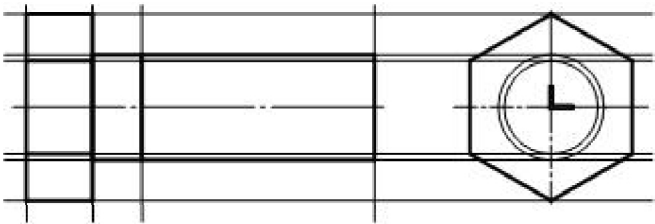
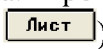
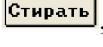


Рис. 5. Эскиз болта

Начните с вида слева. Выберите формат листа А3. Горизонтально проведите прямую вспомогательную линию посередине рабочего поля (<L>, 0, <Enter>). Как показано на рис. 5 справа, установите на нее начало координат (<Alt>+<C>, <O>). На место вида слева установите описанный вокруг окружности диаметром 46 мм, равным величине размера под ключ, правильный шестиугольник (, , <Home>, <Пробел>, <Y>, 23, <Пробел>). Из этого же центра проведите две вспомогательные окружности: одну диаметром 30 мм (наружным диаметром резьбы); другую - диаметром 26,5 мм (внутренним диаметром резьбы) (тонкими линиями , <Home>, <Пробел>). Величину размера внутреннего диаметра метрической резьбы условно принимаем равной разности наружного диаметра резьбы и шага. Руководствуясь рис. 5, горизонтально проведите 6 вспомогательных прямых. Вертикально проведите 4 вспомогательных прямых на расстоянии 50, 116, 130 и 148,7 мм влево от начала координат. На виде спереди заполненным сплошной непрозрачной штриховкой ломаным контуром постройте контур головки и цилиндрической части болта. Толстыми прямыми линиями там же постройте изображения правой грани головки болта, двух ребер на ней и конец резьбы на стержне, тонкими сплошными линиями - обозначение внутреннего диаметра резьбы, штрих-пунктирной линией - ось болта. Произведите чистку чернового листа (<Tab>, , ). Удалите вспомогательные окружности на виде слева (<Tab>, , последовательно выделите окружности, , ). Нанесите размеры, используя режим  - нанесение размеров горизонтальным и вертикальным блокам (рис. 6).

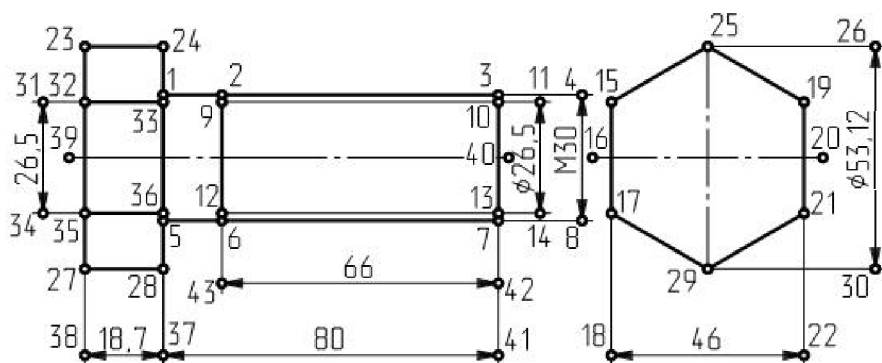


Рис. 6. Чертеж болта

Теперь произведите параметризацию линейных размеров обеих проекций болта. В процессе создания параметрического размера необходимо выбирать группы узлов геометрических элементов и связывать их с концом каждой соответствующей им размерной линии. Если оба конца размерной линии связаны с узлами элементов, их положение, а также положение узлов, при изменении значения размера, изменяется относительно середины размерной линии. При этом положение середины размерной линии остается неизменным. Если один из концов размерной линии не связан с узлами элементов, то при изменении значения размера их положение не меняется.

Процесс параметризации размеров требует сосредоточенности и внимания. Проверьте (см. рис. 6) правильность построения геометрической модели. Параметризацию размеров всей модели следует делать за один прием.

Включите **ПРМ**, **Создание/изменение ПРМ**, на запрос системы укажите размер M30 (его размерная линия подсветится красным цветом), на запрос системы в

прямоугольное поле (или последовательно в несколько полей) включите узлы (см. рис. 6) 1, 2, 3 и 4, <Esc>, узлы 5, 6, 7 и 8, <Esc>, нажмите <Y> или левую кнопку мыши. Система присвоит размеру имя «1».

Укажите на размер внутреннего диаметра резьбы - 26,5. Включите в группу узлы 9, 10 и 11, <Esc>, 12, 13 и 14, <Esc>, <Y>. Система присвоит размеру имя «2».

Укажите размер «под ключ» - 46. Включите в группу узлы 15, 16, 17 и 18, <Esc> (узел 16 является концом центральной линии, однако он должен перемещаться вместе с узлами левой грани), узлы 19, 20 (вам понятно почему?), 21 и 22, а также узлы 26 и 30, являющимися концами другой размерной линии, но которые должны перемещаться с узлами правой грани, <Esc>, <Y>. Размер получает имя «3».

Укажите размер 53,12 - диаметр описанной вокруг шестигранной головки болта окружности. Включите в группу узлы 23, 24, 25 и 26, <Esc>, узлы 27, 28, 29 и 30, а также 42, 43, 38, 37, 41, 18 и 22, <Esc>, <Y>. Так вами получен размер «4».

Постройте размер «5» - расстояние между ребрами болта. Для этого включите в прямоугольные поля узлы 31, 32, 33, 15 и 19, <Esc>, узлы 34, 35, 36, 17 и 21, <Esc>, <Y>.

Сейчас вами были построены диаметральные размеры. Группы узлов симметричны относительно их середин. Можно сказать, что базой всех этих размеров является продольная ось болта. Теперь вам предстоит построить размеры, базами которых являются плоскости.

Укажите размер высоты головки болта - 18,7. Базовой поверхностью для этого размера является правая грань. Следовательно, относительно этой грани должны перемещаться все узлы левее ее: 23, 32, 39, 35, 27, 38, а также узлы 31 и 34. Все эти узлы заключите в поле

«резинового» прямоугольника, <Esc>, на повторный запрос системы о поле узлов просто нажмите <Esc>. На ваше <Y> система присвоит этому размеру имя «б».

Для размера 80 - длины болта - базой является та же плоскость, поэтому узлы 3, 10, 40, 13, 7, 42, 41, а также узлы 11, 14, 4 и 8 также должны перемещаться относительно ее. Теперь сначала на запрос системы нажмите <Esc>, а на повторный запрос сначала выделите все узлы, которые должны быть привязаны к правому концу размерной линии, и только после этого нажмите <Esc>. Длина болта будет иметь имя «7».

Базой для резьбовой части является правый торец болта. Укажите на размер 66 - длину нарезанной части болта, включите в группу узлы 2, 9, 12, 6 и 43, <Esc>, <Esc>, <Y>. Имя этого размера «8».

Параметризованную модель болта (рис. 7) запишите в каталог (Гр 1, , под именем, например, boltprm. cat, точка привязки - пересечение центровых линий на виде слева, на запрос системы Таблица?<Y/N> - <Y>, в появившемся меню нажать Сохранить).

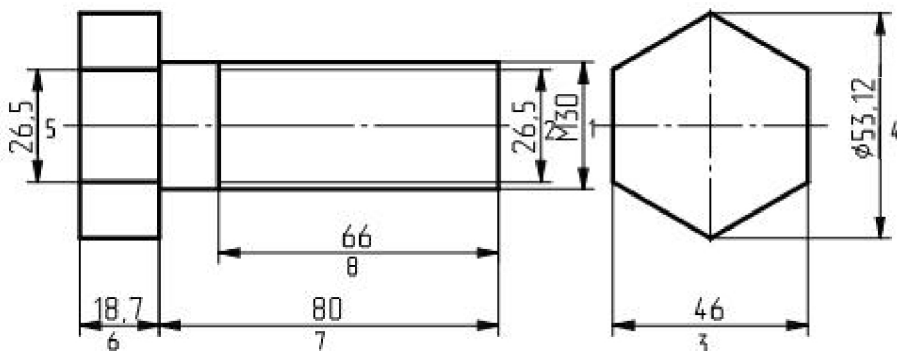


Рис. 7. Параметризованный чертеж болта

Таким образом, необходимую часть работы по

параметризации вы выполнили. Однако для того чтобы в полной мере воспользоваться возможностями параметризации для выпуска чертежей, теперь создайте таблицу параметров. Для этого воспользуйтесь данными таблицы (см. табл. 1).

Прочтите созданную вами параметрическую модель из каталога (, в появившемся подменю найдите файл boltprm.cat и прочтите его - "ОК"). Так как файл содержит параметрическую модель, система в подменю "Просмотр САТ файла" активизирует режимы "Таблица параметров" и "Редактировать таблицу" (они становятся доступными). Режим "Таблица параметров" используют после того, как эта таблица создана.

Убедитесь, что пока "Таблица параметров" вами созданной параметрической модели содержит лишь одну строку, состоящую из 8 параметров (, "ОК"). Каждый из параметров, приведенных в таблице, соответствует имени размера параметрической модели болта (см. рис. 7).

Закройте режим "Таблица параметров" и откройте "Редактор параметрической таблицы" (, "ОК"). Для того чтобы в параметрическую таблицу ввести данные табл. 1, создайте еще 8 строк ( нажмите 8 раз). Значения параметров новых строк дублируют параметры первой строки. Поэтому в строгом соответствии с именами размеров (см. табл. 1: последовательность расположения наименований размеров соблюдена сверху вниз) в каждую ячейку редактируемой таблицы введите соответствующее значение параметра (нажмите на редактируемую ячейку, измените значение параметра с клавиатуры, "ОК" или <Enter>). Закройте "Редактор параметрической таблицы", откройте "Таблицу параметров". Теперь таблица содержит 9 строк. Готовая

таблица должна соответствовать рис. 8.

Таблица параметров								
	1	2	3	4	5	6	7	8
2	6.0	5.0	10.0	11.1	5.8	4.0	30.0	18.0
3	8.0	6.75	13.0	14.4	7.5	5.5	35.0	22.0
4	10.0	8.5	16.0	17.8	9.3	7.0	45.0	26.0
5	12.0	10.25	18.0	20.0	10.4	8.0	50.0	30.0
6	16.0	14.0	24.0	26.8	13.9	10.0	60.0	38.0
7	20.0	17.5	30.0	33.5	17.4	13.0	65.0	46.0
8	24.0	21.0	36.0	40.0	20.8	15.0	70.0	54.0
9	30.0	26.5	46.0	51.3	26.5	18.7	80.0	66.0
	36.0	32.0	55.0	61.7	31.8	23.0	95.0	78.0

Рис. 8. Таблица параметров болта

Последовательно, как показано на рис. 9, расположите на рабочем поле изображения болтов без размеров (укажите нужную строку, "ОК", крестик перед "Удалить размеры", "ОК", на запросы системы - точку привязки в нужном месте, <Пробел>, <Пробел>, <Esc>).

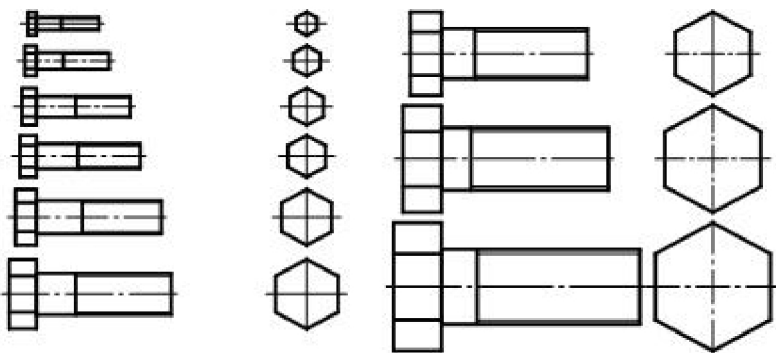


Рис. 9. Изображения болтов

Вопросы для повторения и самоконтроля.

1. Каковы схемы построения 2D моделей? Какая из них реализована разработчиками ADEMa?

2. Назовите общий алгоритм построения геометрических примитивов. Как построить точку, отрезок, окружность, дугу окружности, прямоугольник. Сколькими способами это можно сделать? Сколько узлов требуется для их построения?

3. Как построить сложные геометрические примитивы: ломаную линию, сплайн-линию, многоугольник и пр.

4. Чем рисование в векторном режиме отличается от черчения?

5. В чем отличие традиционного (с помощью карандаша, линейки и циркуля) построения моделей от компьютерного?

6. В чем состоит принцип «размерной» параметризации?

7. Каков алгоритм создания размерной параметрической модели?

8. Какие правила размерной параметризации вы знаете?

9. Что такое «эвристическая» параметризация? Каковы ее принципы?

10. Как создать параметрическую модель детали? Приведите алгоритм.

11. Что нужно сделать, чтобы задать параметры детали в виде таблицы?

2. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

Современный рабочий чертеж детали содержит все необходимые данные для ее изготовления. Эти данные представлены в виде изображений, размеров и их предельных отклонений, сведений о взаимном расположении поверхностей и их качестве, а также текстовых технических указаний.

Традиционно рабочий чертеж выполняют в следующей последовательности:

- выбирают формат, масштаб изображения и формируют изображения видов, разрезов, сечений и пр.;
- наносят размеры и допуски их отклонений;
- наносят обозначения шероховатости поверхностей деталей;
- наносят указания о допусках на погрешность формы и расположения поверхностей детали;
- записывают необходимые технические указания (технические условия на материал, вид термообработки, покрытия и т.д.);
- заполняют основную надпись, где указывают сведения о материале, масштаб, выходные данные чертежа и другие необходимые сведения.

При построении чертежа на ЭВМ необходимо иметь в виду, что компьютерный чертеж представляет собой электронную модель (а не только изображение), поэтому способы его построения отличаются от способов получения "бумажного" чертежа. Теперь на рабочем поле чертежа строят необходимые изображения по предварительно подготовленным эскизам или вводят на экран имеющиеся в архиве или каталоге "заготовки" и редактируют их. Для получения точных изображений сложной формы используют вспомогательные построения в черновом слое.

Основные требования к плоской (2D) модели, которые необходимо выполнять при построении рабочего чертежа:

- возможность использования модели на всех этапах проектирования;
- минимизация времени работы с моделью и ее элементами;
- минимизация сохраняемой информации о модели.

Для выполнения этих требований необходимо:

- чаще использовать замкнутые контуры при построении изображений;
- рационально использовать непрозрачную закраску контуров;
- чаще применять операции зеркального отражения и копирования;
- резко нажимать клавиши. Это позволит избежать многократного повторения узлов, элементов и изображений в одних и тех же точках;
- для отмены ошибочных действий использовать клавишу <F2> или ;
- при считывании файла удалять предыдущее изображение.

Правильно построенная геометрическая модель, записанная в память ПЭВМ, уже содержит всю информацию о форме и размерах (с точностью 0,0001 мм). Размеры на чертеже, представляемом для просмотра в виде копии на экране монитора или бумаге, наносят для контроля и чтения чертежа пользователем.

1. Выбор изображений. Нанесение размеров на плоские модели. Нанесение параметров шероховатости поверхностей и взаимного расположения поверхностей

Изображения (виды, разрезы, сечения, выносные элементы) определяют геометрическую форму детали. Число изображений должно быть минимальным, но достаточным для полного выявления геометрической формы детали и легкости чтения чертежа. После определения количества необходимых изображений важным является выбор главного вида на чертеже детали. Главным видом называют изображение детали на фронтальной плоскости проекций, дающее наибольшую

информацию о ее форме и размерах. Главный вид относительно основной надписи следует располагать так, чтобы наилучшим образом использовалось поле чертежа и обеспечивалось удобство чтения чертежа при изготовлении и контроле детали.

Рекомендуется изображать:

- детали, представляющие собой совокупность соосных поверхностей вращения так, чтобы их оси располагались горизонтально (валы, оси, зубчатые колеса, болты, штифты и т.п.);

- корпусные детали, плиты, а также крышки с некруглыми фланцами так, чтобы их опорная плоскость лежала в горизонтальной плоскости.

Команды простановки обозначений шероховатости, допуска формы и взаимного расположения поверхностей находятся на панели инструментов . Для простановки обозначения шероховатости или допуска формы:

1. Нажмите кнопку, соответствующую выбранному знаку на панели инструментов .

2. Укажите точку привязки, определяющую положение обозначения на чертеже;

3. Укажите вторую точку, определяющую ориентацию обозначения. Если вы нажмете среднюю кнопку мыши или клавишу <Esc> вместо указания второй точки, обозначение будет расположено горизонтально.

4. Нанесите значение шероховатости в режиме написания строки текста (). При необходимости отредактируйте текст внутри прямоугольника допуска формы (.

Урок 2: Построение рабочих чертежей деталей на ПЭВМ

Цель урока: Приобретение навыков построения

рабочих чертежей деталей на ПЭВМ с соблюдением правил, условностей и упрощений в соответствии с ГОСТами ЕСКД.

Видеофильм по маршруту: ...\\VideoLessons\\Media\\TSCDmenu\\Video\\Урок_2.avi, демонстрирует порядок выполнения большей части задания урока.

2. Построение рабочего чертежа на основе 2D модели

Получение рабочего чертежа на основе 2D модели рассмотрим на примере гайки.

Традиционно гайки изготавливаются на токарных станках. При этом заготовкой служит предварительно прокатанный шестигранный пруток. Для полного выявления геометрии гайки в этом случае необходимо 2 вида. В качестве главного - вид гайки, ось которой должна быть расположена горизонтально, с разрезом для выявления геометрии отверстия с резьбой. Для выявления внешней формы в виде шестигранника - вид слева.

Постройте чертеж гайки, представленный на рис. 10, руководствуясь выше перечисленными требованиями.

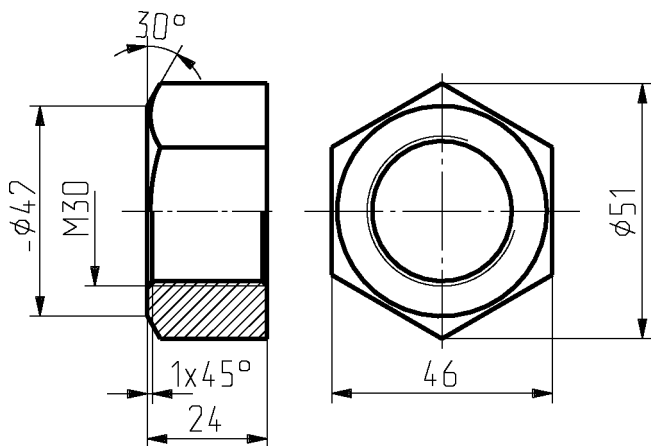


Рис. 10. Чертеж гайки

Для этого войдите на рабочее поле ADEM 2D. Включите "Режим", "Формат листа", "A4", поставьте крестик перед "Рисовать границу", "OK".

Прочтите файл GajkaXY.cat. Удалите вид слева (**Гр 1**), полностью заключите его в поле «резинового прямоугольника», (**Стирать**, **Группу**). Выделите два оставшихся вида (**Гр 2**), заключите их в поле «резинового прямоугольника», так чтобы захватить все узлы (**M**). Перенесите их в середину выделенного поля (**Перенос**), исходная точка - пересечение центровых линий вида сверху, конечная - предполагаемое место вида слева на поле чертежа, (**Esc**) и поверните на 90° (**Поверот**, **Угол**), 90, (**Enter**), центр поворота - та же точка, (**Esc**). Вызовите форматку A4 с основной надписью (**Ф**), ADEM\ADM\FORMESKD\A4_K01.CAT, "OK", "OK", (**A**), (**Home**), (**Пробел**), (**Пробел**), (**Esc**). При необходимости перенесите выделенное изображение так, чтобы оно расположилось посередине форматки.

Приблизьте изображение **<Q>** и горизонтально проведите три линии связи от вида слева, как показано на рис. 11.

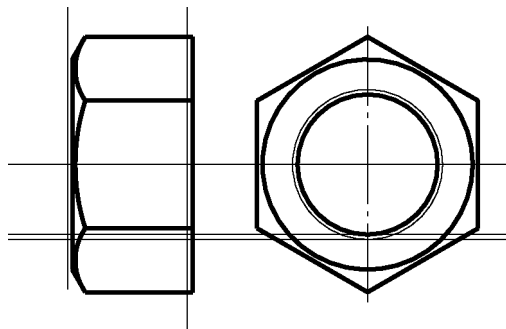
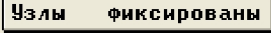


Рис. 11. Вспомогательные построения

Для этого предварительно определите (**<F10>**) последовательно точку пересечения центровых линий, точки пересечения центральной вертикальной линии с окружностями внешнего и внутреннего диаметра резьбы и проведите (**<L>**, 0, **<Enter>**).

Теперь проведите две вспомогательных вертикальных линии (см. рис. 11) на расстоянии 1 мм от левой и от правой граней гайки (**<M>**, подведите курсор к левой грани, **<C>**, **<5>** (чтобы уменьшить шаг в 10 раз), два нажатия на клавишу со стрелкой вправо, **<L>**, 90, **<Enter>** и аналогично от правой грани влево).

Удалите нижнюю часть линии пересечения фаски с боковыми гранями гайки и ненужное ребро (**<8>**, **Разборка элемента**), укажите линию пересечения, на запрос системы "Этот Y/N?" - **<Y>**, **<Esc>**, **Гр 0**, на запрос системы "Ребро?" указать нижнюю часть линии пересечения и второе снизу ребро, **<Esc>**, **Стирать**, **Группу**). Переместите нижний узел оставшейся части линии пересечения фаски с гранями гайки в точку ее пересечения со вспомогательной прямой, проходящей через центр

(, , "Узел?" - нижний узел линии пересечения, новая точка - в нужной точке, <Esc>).

Теперь на главном виде контуром со штриховкой «металл» постройте изображение разреза гайки, как показано на рис. 10.

Прямой видимого контура вертикально проведите две фаски, тонкой линией - наружный диаметр резьбы на разрезе. Штрих-пунктирной линией проведите ось на главном виде. Тонкой линией в виде дуги окружности условно обозначьте наружный диаметр резьбы на виде слева. Там же удалите окружность, которая теперь не нужна. Удалите вспомогательные прямые и узлы со второго слоя (<Tab>, , , <Tab>).

Нанесите размеры, как показано на рис. 10 (не используя ). Для нанесения условного обозначения M30 используйте выносную линию  и обозначение  (в меню редактирования размера введите цифру 30 и в поле перед ней букву M).

Нанесите знаки шероховатости поверхностей. Укажите, что внешнюю поверхность гайки (поверхность граней) обрабатывать не нужно. Чистота обработки поверхностей торцов, фасок и резьбы должна соответствовать значению Rz 40 (это обозначение нужно записать в правом верхнем углу форматки).

Запишите выполненную работу себе в архив.

3. Построение рабочего чертежа на основе 3D модели

Все современные CAD системы позволяют выполнять чертежи деталей по их объемным моделям. При этом проецирование на ту или другую плоскость проекций

осуществляется автоматически. Таким образом, создают виды, простые и сложные разрезы, сечения.

Однако любые автоматически построенные изображения должны быть тщательно осмыслены конструктором, чтобы строго соответствовать требованиям технических стандартов. В случае обнаруженных несоответствий конструктор должен быть способен “вручную” устранить их.

3.1. Получение плоской модели из объемной модели

Получение плоских чертежей на основе 3D моделей начните с уже рассмотренного вами валика (см. рис. 2). Для этого вызовите на рабочее поле файл Valik.bsf из списка БЭФ. Произведите четвертной вырез (параллелепипедом) так, чтобы изображение на плоскости проекций XOZ соответствовало стандартному изображению для симметричных относительно оси полых деталей: сверху - вид, внизу - разрез (рис. 12).

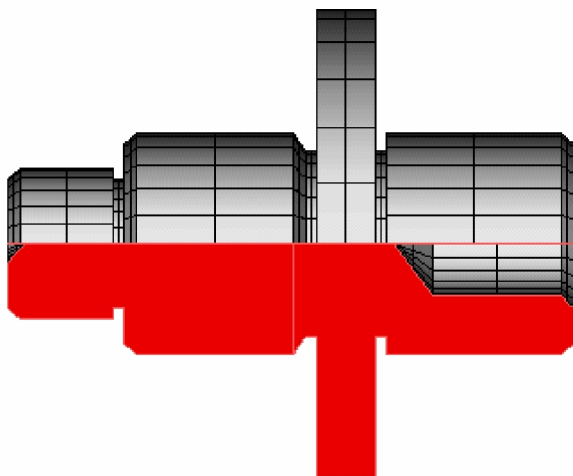


Рис. 12. Проекция XOZ 3D модели вала

Получите главный вид. Для этого преобразуйте 3D модель вала в 2D модель: “Файл”, “Сохранить как”, выберите тип файла ADEM2D (*.cat) , наберите имя файла - «valikXZ», “OK”.

Войдите в модуль ADEM2D: “Модуль”, “Модуль 2D”. Прочтите из каталога только что созданный файл:  , “ADEM303”, “BSF”, “valikXZ”, “OK”, “OK”. В качестве ответа на запрос системы о точке привязки укажите курсором точку чуть выше и левее центра экрана и нажмите <Пробел>. На просьбу системы указать направление (речь идет об ориентации изображения на рабочем поле) еще раз нажмите <Пробел>. Откажитесь от повторного вывода - <Esc>.

Полученное вами изображение (рис. 13) служит заготовкой чертежа валика и пока не соответствует ЕСКД.

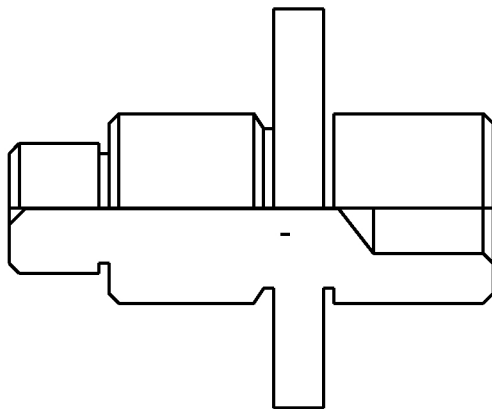


Рис. 13. Заготовка чертежа валика, полученная по 3D модели

Чтобы получить чертеж (см. рис. 2), полученное изображение следует отредактировать. В соответствии с правилами ЕСКД в качестве границы, разделяющей вид и разрез, используют осевую штрих-пунктирную линию. Изображение разреза должно быть представлено в виде заштрихованной области.

Отредактируйте изображение главного вида. Для этого сначала убедитесь, что оно состоит из отдельных отрезков, ломаных линий, прямоугольных контуров (**Гр 0**).

Затем произведите следующие действия:

- «разберите» сложные элементы на отрезки (**&**, **Разборка элемента**), указывайте элементы и по необходимости подтверждайте (<Y>) или отрицайте (<N>) выбор, предлагаемый системой, <Esc>);

- последовательно установите вспомогательные узлы в точки контура детали (их 23), который необходимо потом заштриховать (контур будет расположен ниже оси) (<C>, <N>);

- удалите нижнюю часть изображения, заключив ее в поле «резинового» прямоугольника (**Гр 1**, **Стирать**, **Группу**);

- удалите все ненужные отрезки, лежащие на оси (**Гр 0**, **Стирать**, **Группу**);

- ломаной толстой линией последовательно, начиная слева и указывая все вспомогательные узлы (отмеченные зелеными крестиками точки), соедините первый и последний из 23-х узлов;

- штрих-пунктирной линией напрямую соедините 1-й узел с 23-м узлом;

- как показано на чертеже (см. рис. 2), заполните нижний контур штриховкой «металл» (**Ш**, **&**, **Штриховка цепи элементов**), на запрос системы последовательно укажите ломаную и штрих-пунктирную линию, подтверждая или отрицая свой выбор, и дайте, утвердительный ответ на запрос «Замыкать?»);

- произведите корректировку положения концов штрих-пунктирной линии так, чтобы они расположились с внешней стороны изображения;

- в нижней части изображения последовательно проведите вертикальные прямые, изображающие

элементы, расположенные за секущей плоскостью;

- проставьте линейные, радиальные и угловые размеры;
- назначьте параметры шероховатости обрабатываемых поверхностей и нанесите требования по взаимному расположению поверхностей, руководствуясь чертежом валика (см. рис. 2);
- оформление чертежа выполните, воспользовавшись возможностями модуля ADEM GMD.

4. Запись технических требований и оформление основной надписи в автоматизированном режиме в среде модуля GMD ADEM 3.03

Основную надпись вместе с рамкой можно вывести из каталога (). Форма основной надписи и её заполнение должны соответствовать ГОСТ 2.104-68. Однако модуль ADEM GMD позволяет заполнить основную надпись и записать технические требования в автоматизированном режиме.

Для этого установите формат листа А3 («Режим», «Формат листа», «А3», «ОК»), расположите изображение чертежа ( так, чтобы оно не оказалось наложенным в дальнейшем на текст тех. требований или основной надписи, и войдите в модуль ADEM GMD. При этом изображение чертежа валика на рабочем поле меню модуля ADEM GMD сохранится (рис. 14).

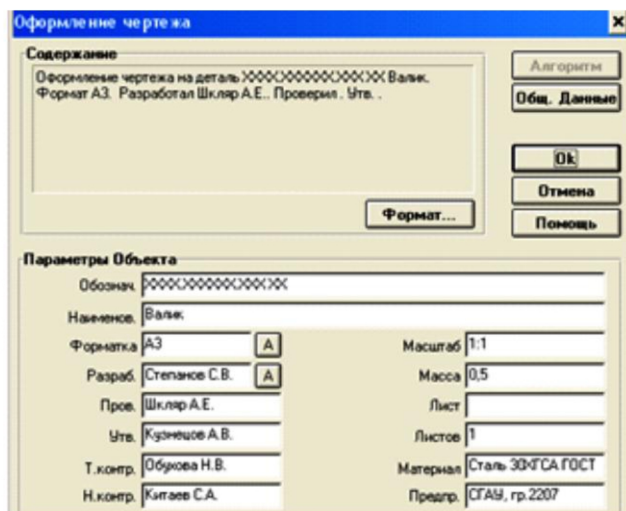


Рис. 15. Меню выбора форматки и оформления основной надписи

Заполните формы строк основной надписи чертежа:

- обозначение чертежа (XXXX. XXXXXX. XXX XX);
- наименование изделия (Валик);
- введите фамилии, И.О. исполнителей (разработал, например, Степанов С.В., проверил - Шкляр А.Е., технологический контроль - Обухова Н.В., нормализационный контроль - Китаев С.А., утвердил - Кузнецов А.В.);
- массу изделия в килограммах (0,5);
- масштаб изображений на чертеже (1:1);
- порядковый номер листа (графу заполнять не надо, т.к. чертеж размещен на одном листе);
- общее количество листов (1);
- материал детали (Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-71);
- наименование предприятия и подразделения (СГАУ, гр. 2207), «ОК».

При необходимости изменить содержание той или иной

графы основной надписи нажмите  на «Панели управления объектами», внесите изменения, «ОК».

Для нанесения на поле чертежа над основной надписью технических требований нажмите  (перейти на уровень ниже) на «Панели управления объектами» (при этом изображение чертежа на экране исчезнет) и ставшую активной кнопку . В появившемся на экране «Меню выбора» (рис. 16) укажите строку «Новое тех. требование» и нажмите .

5. Порядок построения рабочего чертежа детали «Переходник»

Постройте рабочий чертеж детали “Переходник” (рис. 21) руководствуясь последовательностью действий, изложенных ниже и видеофильмом: ...\\VideoLessons\\Media\\TSCDmenu\\Video\\Урок_3.avi.

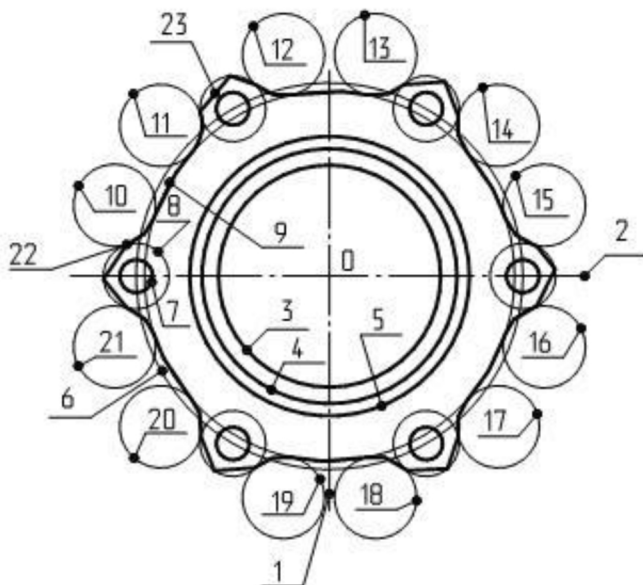


Рис. 22. Построение вида слева

экрана (<A>, <Home>, <Пробел>) и направление клавишей со стрелкой «вправо» (<Пробел> или <Esc>);

- руководствуясь изображением и размерами рабочего чертежа детали (см. рис. 21):

- на рабочем поле экрана справа проведите осевые линии вида слева (точки 1 и 2 см. рис. 22) штрих-пунктирными линиями;

- линиями видимого контура постройте окружности 3, 4, 5 с центром в точке O;

- перейдя в черновой лист (<Tab>), постройте вспомогательную окружность 6, диаметр которой равен диаметру расположения центров отверстий на фланце переходника;

- возвратитесь на основной лист (<Tab>) и постройте окружность отверстия 7 с центром в точке пересечения

центральной линии 2 с окружностью центров отверстий 6;

- произведите угловое копирование (5 копий) полученной окружности 7 относительно центра, расположенного в точке О;

- перейдя на черновой лист, постройте вспомогательную окружность 8 диаметром 16 мм с центром в точке пересечения горизонтальной оси 2 со вспомогательной окружностью 6;

- произведите угловое копирование (5 копий) окружности 8 относительно центра в точке О;

- постройте вспомогательную окружность 9 (диаметр 90);

- выберите функцию построения вспомогательной окружности с заданным радиусом (, ). В диалоге с системой радиусом 10 мм последовательно постройте вспомогательные окружности 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 и 21, каждая из которых является касательной к окружности 9 и к окружности, определяющей форму контура фланца переходника;

- перейдите на основной лист и элементом  толстой линией и с нулевым заполнением, начиная, например, с точки 22, постройте заготовку 23 фасонной поверхности фланца переходника, как показано на рис. 23. При этом на каждом участке каждой вспомогательной дуги необходимо построить по три точки. При построении контура опорными точками являются точки касания окружностей. Расположенные между ними точки контура, лежащие на дугах, выберите произвольно, привязываясь к соответствующей дуге (**<Alt>+<C>**);

- постройте фасонный контур фланца (на рисунке 22 не показан), скруглив его дугами окружности ().

1. Моделирование резьбы

Получение 3D моделей резьбовых поверхностей позволяет более полно отобразить реальную геометрию детали, рассчитать возможные в эксплуатации напряжения и деформации.

Система ADEM - открытая система, которая позволяет пользователю разработать свое программное обеспечение и дополнить им уже имеющийся стандартный пакет.

Студентами СГАУ А. Губановым и Р. Орловым в среде Delphi 5.0 разработана User - программа, позволяющая моделировать цилиндрическую внутреннюю и наружную резьбу в соответствии с параметрами, установленными ГОСТ 9150-81, ГОСТ 8724-81, ГОСТ 24705-81 при условии установки (путем выполнения булевой операции сложения) получаемых моделей резьбы в предварительно подготовленные (цилиндрические) места на моделях корпусов гаек или стержней.

На рис. 25 представлено меню этой программы.

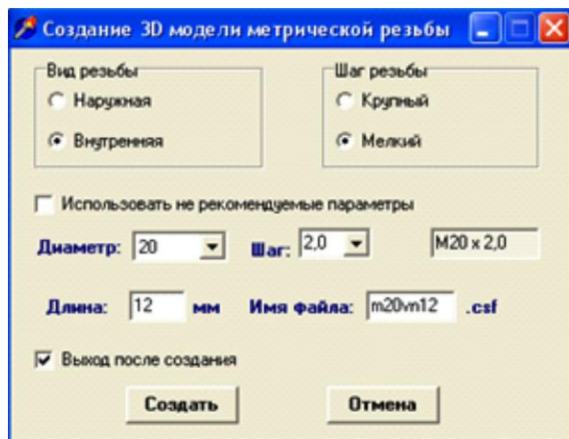


Рис. 25. Меню для моделирования резьбы

Чтобы активизировать меню последовательно в ADEM2D, укажите «User», «Создание метрических резьб»,

«ОК». В соответствии с заданием, введите необходимые параметры резьбы и запишите имя файла во внутреннем формате ADEM 3.0 - .csf. Имя файла, например m20vn12, обозначает: резьба метрическая цилиндрическая правая диаметром 20 мм, внутренняя, длиной 12 мм. Сгенерированный программой файл, содержащий 3D модель резьбы, следует прочесть в модуле ADEM 3D («Файл», «Открыть», тип файла - «Файл в ADEM 3D (*.csf)», диск, например D, папка, в зависимости от настройки - «ADEM3.03», имя файла - вами записанное имя файла). На рис. 26 представлены 3D модели внутренней (слева) и наружной (справа) резьбы.

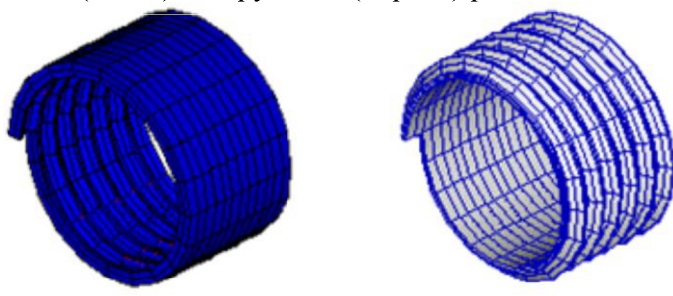


Рис. 26. 3D модели внутренней и наружной резьбы

2. Построение объемных моделей

Урок 4: Объемное моделирование деталей

Цель урока: Объемное моделирование деталей по чертежу. Моделирование резьбы.

В качестве примера решения реальной задачи операцией «Лифт» постройте 3D модель накидной гайки (рис. 27) с внутренней резьбой, чертеж которой

представлен на рис. 28.

В качестве примера выполнения урока можно использовать видеофильм, запустив файл
...\VideoLessons\Media\TSCDmenu\Video\
\Урок_4.avi.

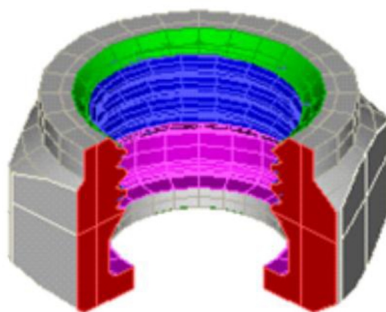


Рис. 27. 3D модель накладной гайки с резьбой

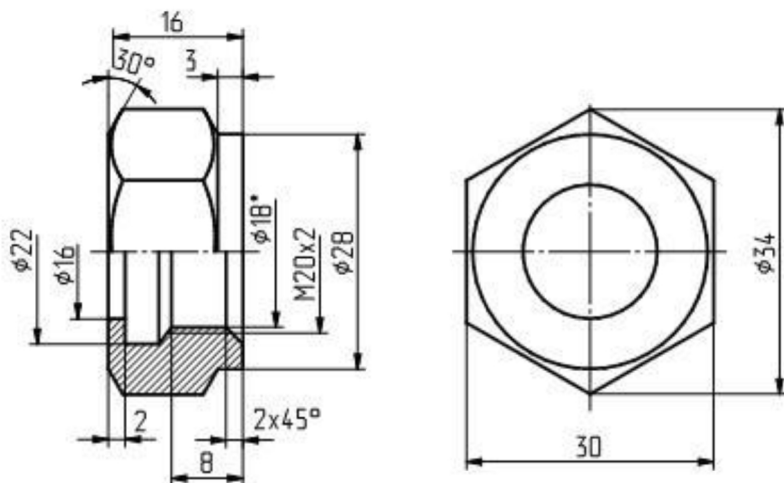


Рис. 28. Чертеж накладной гайки

В практике нарезания резьбы необходимо обеспечить выход режущего инструмента в проточку (см. рис. 27). Размеры проточек должны соответствовать ГОСТ 10549-80.

Для обеспечения навинчивания гайки на резьбовой стержень предусмотрена фаска (см. рис. 28).

Гайка навинчивается по резьбе с помощью рожкового ключа. Для этого она имеет 6 граней. Моделирование граней производится обрезанием (вычитанием) гранью куба модели круглой гайки.

Постройте плоские контуры, как показано на рис. 29:

- окружность 1, в качестве образующей (сечение) круглой гайки;
- корпуса гайки 2, в качестве направляющей (лифт-линии);
- проточки 3 и фаски 4.

Контур корпуса гайки 2 (см. рис. 29 справа), доработайте по сравнению с аналогичным контуром 2 (см. рис. 29 слева), который взят непосредственно из чертежа гайки (см. рис. 28).

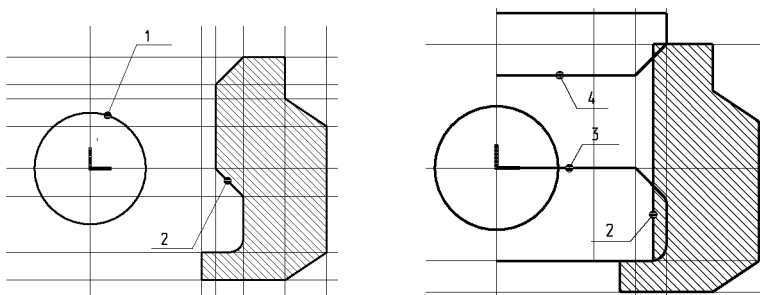


Рис. 29. Плоские контуры для построения модели гайки с резьбой

Такую доработку следует произвести, так как

изображение на чертеже условно (в соответствии с ГОСТом ЕСКД) информирует о расположении внутреннего и наружного диаметра резьбы. При моделировании же следует учесть, что диаметр под резьбу не должен быть меньше наружного диаметра модели резьбы. Поэтому в данном случае контур 2 под резьбу М20х2 должен соответствовать диаметру 20,3 мм.

Сборку 3D модели гайки с резьбой произведите также как на рис. 30.

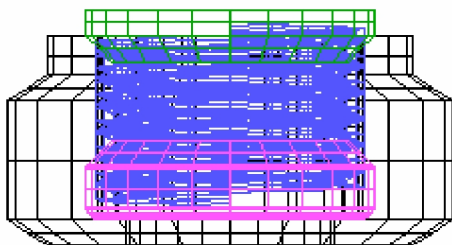


Рис. 30. Схема сборки объемной модели гайки

Корпус гайки (см. рис. 30) объедините (сгруппируйте) с моделью резьбы. Как видно, длина резьбы заведомо больше места под резьбу. Ограничьте резьбу, вычтя из корпуса модели фаски и проточки.

Смоделируйте 6 граней гайки в соответствии со схемой, показанной на рис. 31.

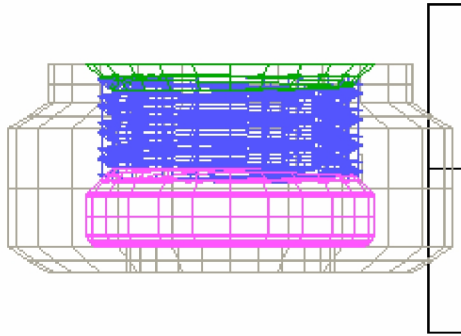


Рис. 31. Схема формирования граней гайки

В ADEM3D постройте куб со сторонами 25 мм и в плоскости XZ расположите его грань (она показана черным цветом) на расстоянии 15 мм правее начала координат (см. рис. 31). В плоскости XY относительно начала координат произведите угловое копирование модели куба (5 копий, 60°), включите полученные копии в группу и вычтите из модели корпуса гайки.

Запишите созданную вами модель гайки в архив.

Задания для упражнений.

Самостоятельно, руководствуясь схемами построения плоских контуров (рис. 32) и сборки объемной модели (рис. 33), постройте объемную модель штуцера с резьбой (рис. 34), чертеж которого представлен на рис. 35.

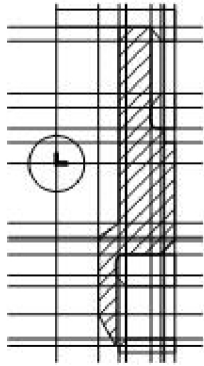


Рис. 32. Плоские контуры

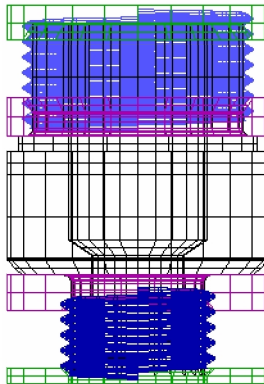


Рис. 33. Схема сборки модели

Последовательность действий при выполнении этой работы аналогична рассмотренной выше (для случая построения 3D модели накладной гайки).

Эта модель в дальнейшем потребуется для моделирования наружной резьбы.

«Наверните» модель гайки на соответствующую резьбу модели штуцера и сделайте четвертной вырез (рис. 36).

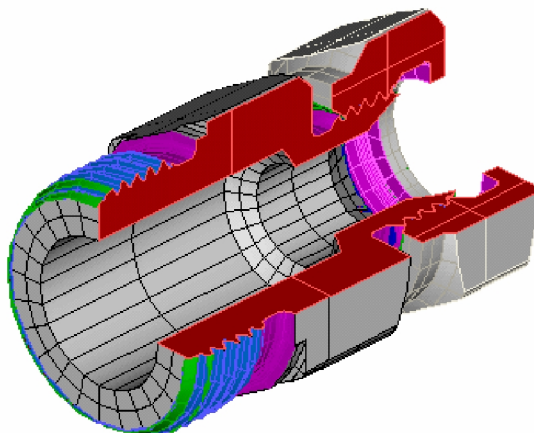


Рис 36. Модели штуцера и гайки в «свинченном» виде

Урок 5: Моделирование корпусных деталей

Цель урока: Моделирование корпусных деталей по чертежу.

Выполните построение 3D модели переходника (рис. 37), чертеж которого представлен в гл. 2 (см. рис. 21).

В качестве примера выполнения урока можно использовать видеофильм, запустив файл
...\VideoLessons\Media\TSCDmenu\Video\
\Урок_5.avi.

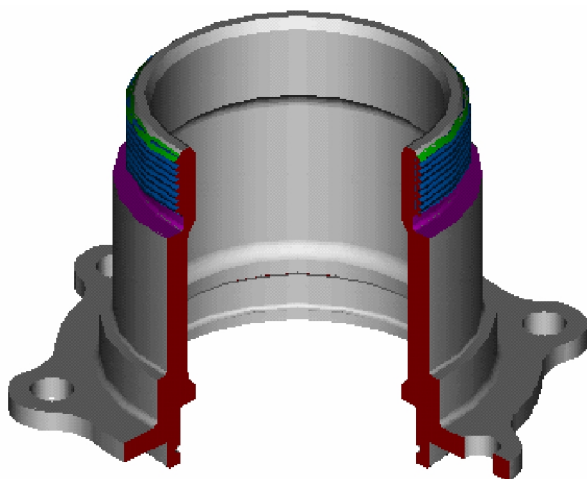


Рис. 37. 3D модель переходника с четвертным вырезом

Как видно из рисунка, переходник представляет собой деталь типа резьбовой втулки со сложно-фасонным фланцем, в котором имеются 6 сквозных цилиндрических отверстий.

Для построения модели переходника нужно объединить модели фланца, втулки и резьбы и вычесть последовательно из них модели фаски, проточки, цилиндра и шести отверстий. В ADEM2D преобразуйте чертеж, расположив контуры, необходимые для формирования 3D моделей составных частей переходника, как показано на рис. 38.

Последовательно постройте модели фланца (по двум сечениям, расположенным на высоте $Z1=0$ и $Z2=4$ мм, точка сжатия в начале координат) (рис. 39), втулки (операцией «Лифт»: образующая - окружность с центром в начале координат, направляющая - заштрихованный контур (см. рис. 39), резьбы M60x1,5 (используя User программу по созданию 3D моделей резьбы и установив модель резьбы в модуле ADEM3D на место) (рис. 41),

фаски и проточки (операцией «Лифт») (рис. 42), отверстия во фланце (по двум сечениям, расположенным на высоте $Z1 = -1$ и $Z2 = 5$ мм, точка сжатия - в центре контура отверстия, производя затем в модуле ADEM3D 5 угловых копий относительно оси переходника) и отверстия во фланце аналогично ($Z1 = -2$ и $Z2 = 5$ мм) (рис. 43).

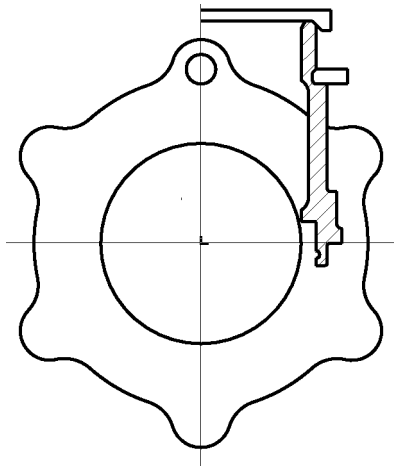


Рис. 38. Плоские контуры для построения 3D модели переходника

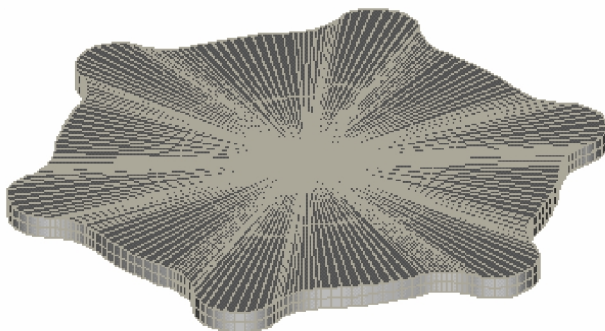


Рис. 39. Модель фланца

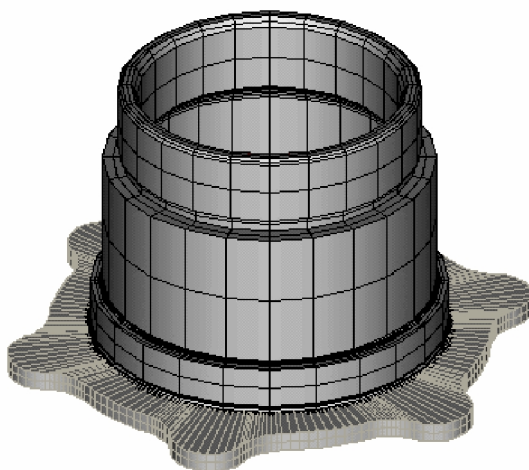


Рис. 40. Модели фланца и втулки

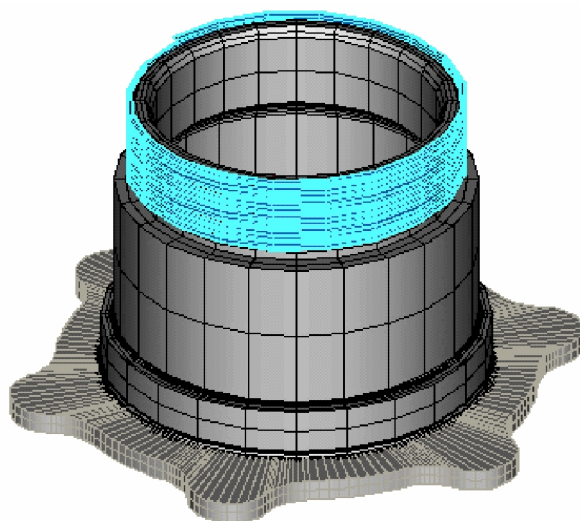


Рис. 41. Модели фланца, втулки и резьбы

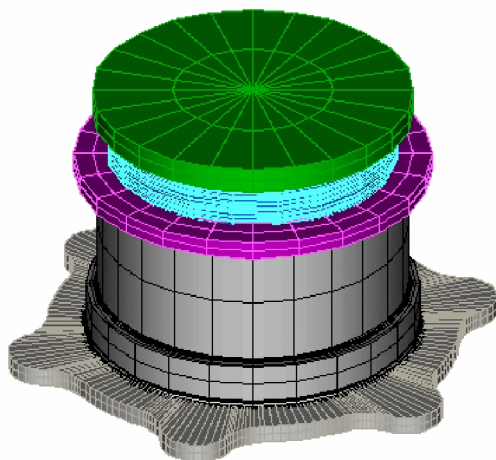


Рис. 42. Модели фланца, втулки, резьбы, фаски и проточки

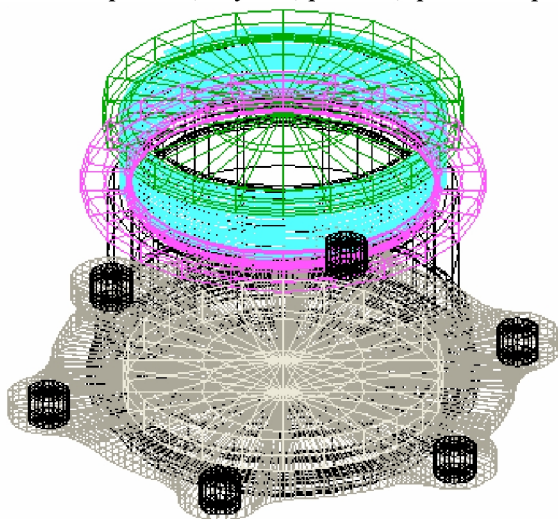


Рис. 43. Модели всех элементов переходника

Теперь произведите необходимые булевы операции и запишите модель переходника в архив.

Вопросы для повторения и самоконтроля

1. Что представляет собой структура и каковы возможности CAD/CAM систем?
2. Какие стандартные форматы передачи данных Вы знаете? Каковы области применения стандартов DXF, IGES, STL и STEP?
3. Как могут быть созданы базовые элементы формы (БЭФ) и объемные элементы (ОЭ)?
4. Что представляет собой комплексное (по схеме 2D - 3D - 2D) моделирование по чертежу? В какой степени достигается экономия времени с использованием комплексного моделирования по сравнению с традиционным? Какие еще преимущества такого подхода Вы можете отметить?
5. Как получить модель метрической резьбы?
6. Каков порядок построения модели детали, содержащей резьбу?
7. Как можно осуществить контроль построения геометрии резьбовых поверхностей сопрягаемых деталей?
8. Каковы особенности построения объемной модели корпусной детали?