

3D модель сборочного узла с резьбовыми соединениями

После завершения работы над сборочным чертежом и рабочими чертежами резьбовых изделий, выполненных в ортогональных проекциях, построим пространственную модель сборочного узла.

Модель сборочного узла без отверстий и резьбовых изделий

Выполнение фланца с крышкой.

Толщина крышки зависит от варианта, поэтому рекомендуем ее выполнить как часть фланца, а затем, при выполнении соединения винтами, отрезать от фланца крышку необходимой толщины.

Модель фланца создаем в следующей последовательности.

- Открываем новый файл, используя прототип acadiso или proto. Если используем прототип acadiso, то переходим в пространство «листа» и делим экран на три видовых окна: вид сверху, вид спереди и изометрию.
- В видовом окне вид «сверху» вычерчиваем плоский контур фланца (рис. 33) по размерам, показанным на рис. 1 и командой **ОБЛАСТЬ (_Region)** объединяем контур в единое целое. Скопируем на свободное место экрана созданный контур, он понадобится для выполнения корпуса.
- В центре контура помещаем окружность диаметром 75мм.
- Командой **ВЫДАВИТЬ (_Extrude)** выдавливаем плоский контур на величину 20мм, а окружность – на 60мм.
- Полученные «solid» объединяем командой **ОБЪЕДИНЕНИЕ (_Union)**, (рис. 34).

Выполнение корпуса. Для выполнения модели корпуса осуществляем следующие операции.

- В скопированном (см. рис. 33) контуре фланца вместо окружности $\varnothing 75$ рисуем две окружности 1 и 2 $\varnothing 50$ мм и соединяем их касательными отрезками (рис. 35, а).
- Применим команду редактирования **ОБРЕЗАТЬ (_Trim)** для получения контура 3, показанного на (рис. 35, б) и преобразуем его в область.

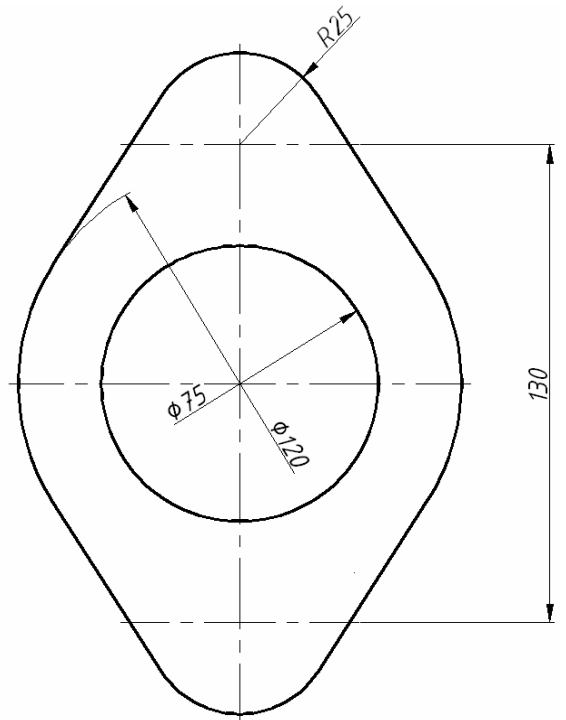


Рис. 33

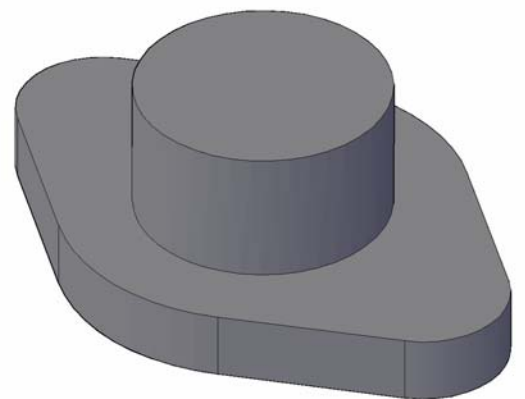


Рис. 34

- В центре контура снова создадим окружность 4 с диаметром 50мм (рис. 35, в).
- Командой **выдавить (_extrude)** выдавливаем внешний плоский контур на величину 22мм, контур 3 (см. рис. 3, б) на 50мм и окружность 4 на 55мм (рис. 36).

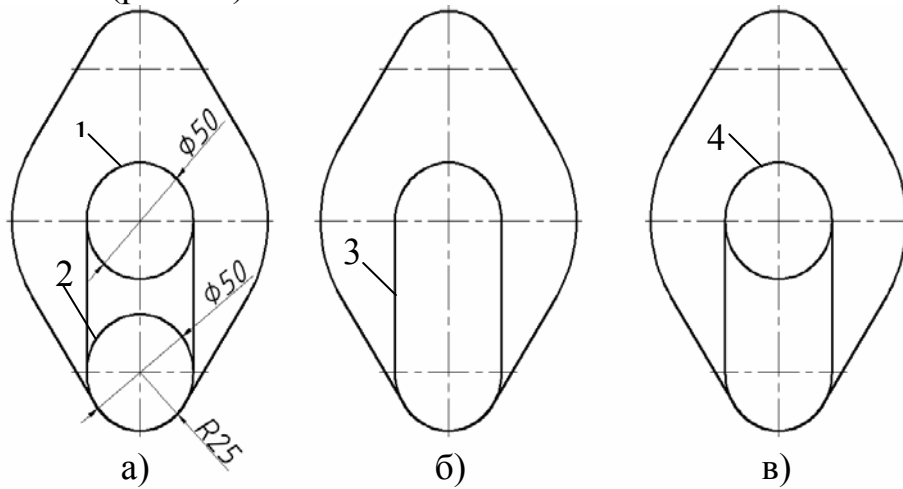


Рис. 35

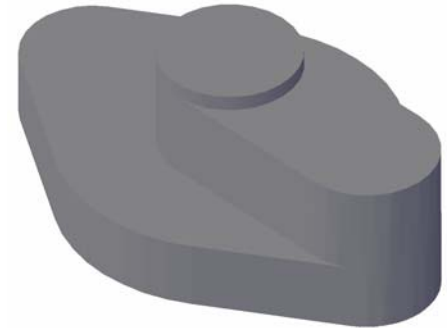


Рис. 36

Таким образом, solid-модели фланца с крышкой и корпуса, пока без отверстий, у нас готовы.

Сборка фланца с корпусом.

Для соединения деталей применим команду **3D Выравнивание (_3Dalign)**: Редактирование \ 3D операции \ 3D Выравнивание.

Выберем модель корпуса и укажем по порядку, используя объектную привязку, точки 1, 2, 3 (рис. 37, б), а затем, также по порядку, точки 1, 2, 3 на модели фланца (рис. 37, а). В результате получим модель собранного узла без отверстий и крепежных деталей (рис. 38).

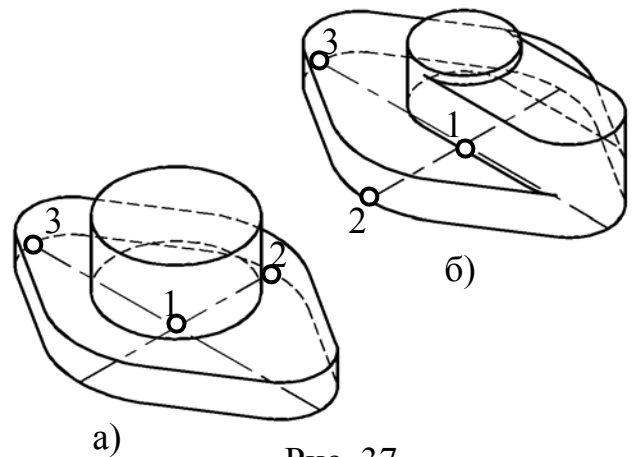


Рис. 37

3D-модели крепежных изделий

Модели шайб. Согласно исходным данным нам необходимы шайбы 1-го и 2-го исполнений для болта и шпильки с номинальными диаметрами 16мм. Обращаемся к **таблице 6** ГОСТ 11371-78, из которой берем размеры шайб: наружные диаметры - 30мм, диаметры

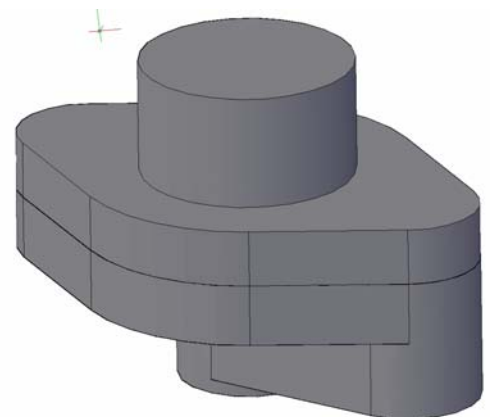


Рис. 38

отверстий – 17мм, толщины шайб – 3мм.

Для создания моделей шайб достаточно нарисовать две концентрические окружности диаметрами 30 и 17мм, а затем выдавить их на 3 и 4мм соответственно. Затем командой **вычитание (_subtract)** вычесть из первого цилиндра второй (рис. 39). Шайбу второго исполнения получаем из шайбы первого исполнения путем выполнения

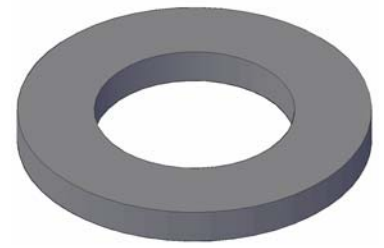


Рис. 39

фасок, для внутреннего отверстия – $1,6 \times 45^\circ$, наружной кромки – $1 \times 45^\circ$ (рис. 40). Цилиндры, исполняющие роль сквозных отверстий, для гарантии рекомендуется выполнять несколько большей высоты, чем требуется.

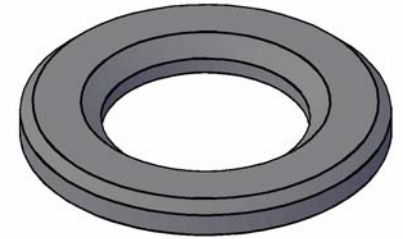


Рис. 40

Модели шайб, в виду их простоты, можно создавать непосредственно во время сборки резьбового соединения.

Условные обозначения наших шайб, согласно исходным данным, будут следующие:

Шайба 16. 04. 0512 ГОСТ 11371-78

Шайба 2.16. 04 ГОСТ 11371-78

Расшифровки данных записей следующие:

исполнение 2 (исполнение 1 не указывается), 16 – номинальный диаметр резьбы болта, 04 – условное обозначение марки материала (таблица), 05 – вид покрытия (таблица), 12 – толщина покрытия.

Данные условные обозначения шайб мы применим при заполнении спецификации к сборочному чертежу.

Модели контуров головки болта и гаек. Контур головки болта и гаек представляют собой правильные шестиугольники с закругленными вершинами. Вычертим данный контур по размерам, взятым из **таблицы 4** (или скопируем, если уже выполнены плоские чертежи):

- **многоугольник (_polygon)** \ количество сторон – 6 \ указываем центр многоугольника \ описанный вокруг окружности \ радиус окружности – 12 (размер под ключ, взятый из таблицы);
- **круг (_circle)** \ указываем центр многоугольника \ диаметр окружности – 26.5 (диаметр описанной окружности, взятый из таблицы 4);
- **область (_region)** \ выбираем обе фигуры \ образуются две области;
- **пересечение (_intersect)** \ указываем обе фигуры \ в результате получаем шестиугольник с закругленными вершинами в виде области, показанный на рис. 41 \ копируем данный контур, так как он еще понадобится для модели головки болта.
- **круг (_circle)** \ указываем центр многоугольника \ диаметр окружности – 22.8 (диаметр фаски, вычисляемой из соотношения $S \times 0,95$);

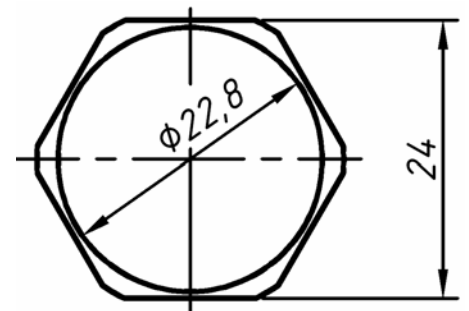


Рис. 41

- **копировать(_copy)** \ скопируем изображение, так как оно понадобится для гаек и головки болта. Следующий шаг – создание solid-моделей головки болта и гаек.

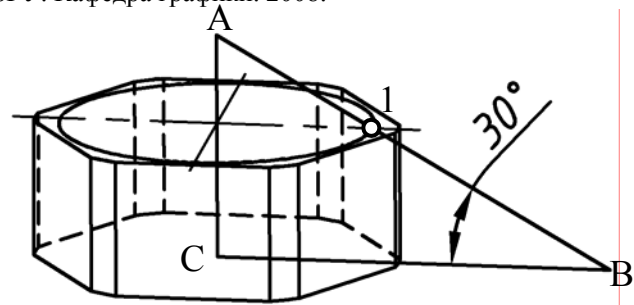


Рис. 42

- Выдавим командой **выдавить (_extrude)** полученный и скопированный контуры на высоту 10 и 13мм – это табличные значения высот головки болта и гаек.

Выполним наружные фаски.

Для головки болта и гайки второго исполнения фаски построим следующим образом:

- Вычертим треугольник ABC (рис. 42), таким образом, чтобы его гипотенуза AB пересекала окружность фаски (точка 1) и была наклонена под углом 30° к плоскости оснований призмы;

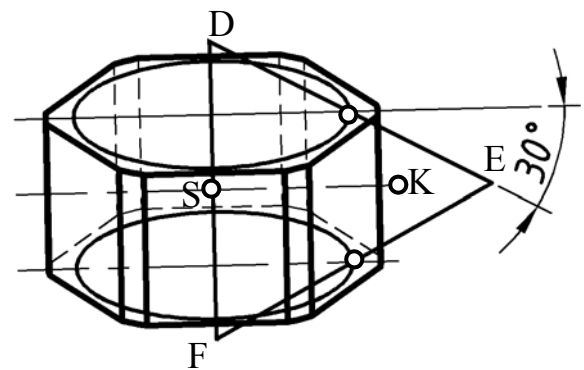


Рис. 43

- **область (_region)** \ преобразуем треугольник в область;
- **вращать (_revolve)** \ создадим solid-конус;
- **пересечение (_intersect)** \ выполним операцию пересечения конуса и призмы.

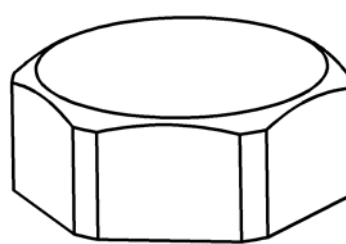


Рис. 44

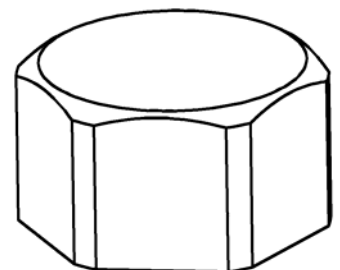


Рис. 45

Выполнив дважды указанные выше операции, получим головку болта и заготовку для гайки второго исполнения, соответственно показанных на рис. 44 и 45.

Фаски для гайки первого исполнения строим следующим образом:

- создаем равносторонний треугольник DEF (рис. 43), таким образом, чтобы боковые стороны пересекали окружности фасок;
- используя, как и в предыдущем случае, команды вращения и пересечения, получим заготовку для гайки первого исполнения (рис. 46).

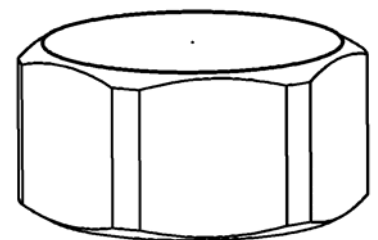


Рис. 46

Моделирование резьбы

Резьбу на чертежах в предыдущем разделе мы изображали условно, так как при классическом плоском проекционном вычерчивании достоверное изображение резьбы процесс весьма трудоемкий. Имея на руках такой совершен-

ный инструмент как компьютер, постараемся наиболее достоверно смоделировать резьбу на стержне и в отверстии. Для получения информации о параметрах резьбы, обратимся к ГОСТам 9150 – 81, 8724 -81, 24705 -81 или к книге В.И. Анурьев «Справочник Конструктора-Машиностроителя», Том 1.

Согласно стандартам, вычертим профиль метрической резьбы и установим его размеры для номинального диаметра 16мм и шага 2мм (рис. 47, а).

Резьбу будем создавать, имитируя токарную обработку резцом. На основе профиля метрической резьбы (рис. 47, а), вычертим профили резцов для резьбы на стержне (рис. 47, б) и для резьбы в отверстии (рис. 47, в).

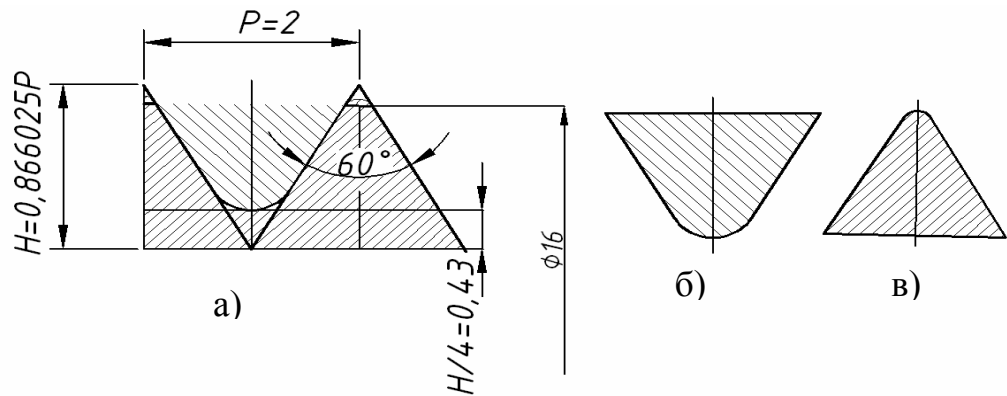


Рис. 47

Винтовой выступ

Построим винтовой выступ на цилиндрической нарезной части болта.

Траектория. Вначале изобразим траекторию движения резца по заготовке (рис. 48).

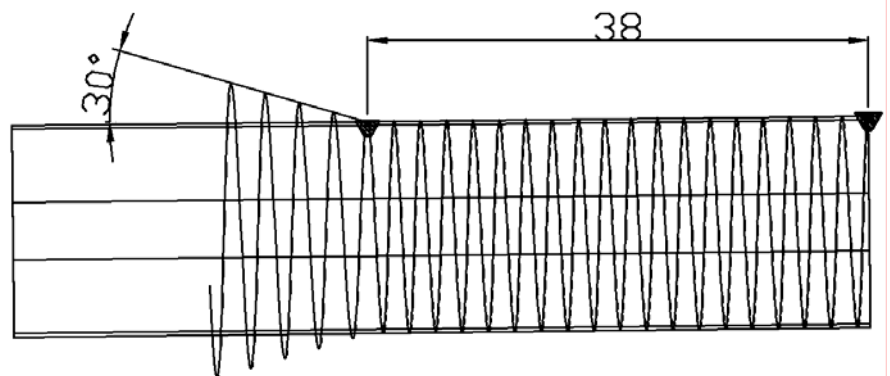


Рис. 48

- Выполним цилиндрическую часть болта **Цилиндр (_Cylinder)** \ радиус основания – 8, высота – 65.
- **Спираль (_Helix)** \ в качестве центра основания спирали укажем центр торца цилиндра \ радиусы нижнего и верхнего основания – 8мм \ высота витка (шаг резьбы) – 2мм \ длина спирали – 38мм (участок полного профиля резьбы).

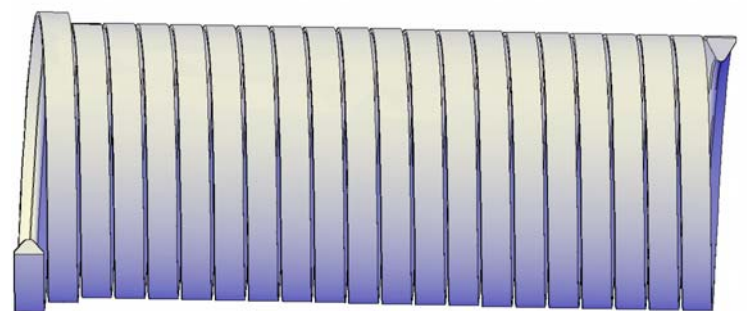


Рис. 49

Сбег резьбы смоделируем путем задания траектории движения резца по конической винтовой линии с углом конуса - 60°.

- **Спираль (_Helix)** \ укажем центр спирали на оси цилиндра на расстоянии 38мм от прежнего центра.
- Выполним вначале спираль с радиусами оснований 8мм, и количеством витков – 3 ... 4, а затем, пользуясь «ручками», радиально растянем ее до конуса с углом 60°.
- Повернем спираль так, чтобы концы обеих спиралей совпали.

Выдавливание винтового выступа. Профиль винтового выступа, показанный на рис. 47, б, преобразуем в область и помещаем в начальную точку спирали.

Самая нижняя точка дуги профиля должна находиться на линии внутреннего диаметра резьбы болта по дну впадины ($d_3 = 13,5463$).

- **Сдвиг (_Sweep)** \ указываем профиль выступа \ задаем базовую точку (конечную точку спирали) \ выбираем опцию не выравнивать \ указываем на спираль.
- Аналогично поступаем с участком сбег резьбы, предварительно установив профиль в конечную точку конической спирали.
- **Объединение (_Union)** \ объединим оба полученных solid (рис. 49).

Винтовая впадина

Для создания винтовой впадины используем профиль резца, показанный на рис. 47, в. Профиль устанавливаем так, чтобы его верхнее скругление выходило за наружный диаметр резьбы не более чем на $H/8 = 0,216506$ мм.

Остальные операции аналогичны предыдущим. Винтовая впадина показана на рис. 50.

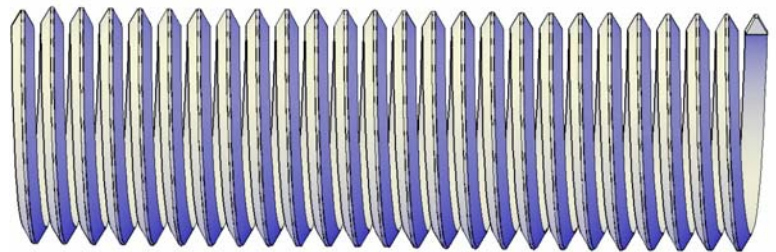


Рис. 50

3D-модель болта

Все компоненты, составляющие модель болта у нас есть, остается их собрать или вычесть.

Копируем на один экран (если они в разных файлах) все части болта, т.е. головку и цилиндрическую часть с винтовым выступом.

- Предварительно, на конце цилиндрической части болта создаем фаску $2 \times 45^\circ$.
- Соединяем головку с цилиндрической частью, при этом удобно пользоваться командой **Выровнять (_Align)**, указывая две точки оси симметрии головки и цилиндрической части.

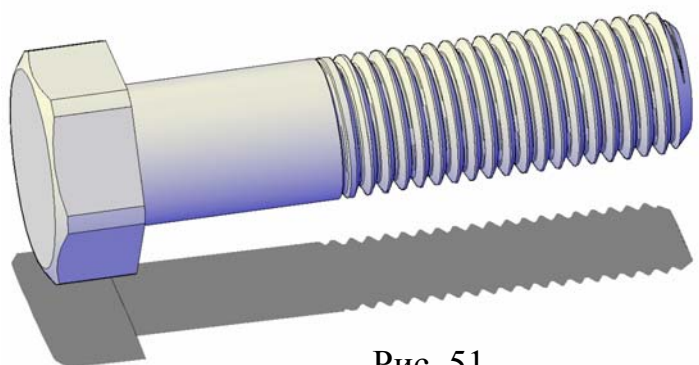


Рис. 51

- Объединяем головку с цилиндром, строим сопряжение между головкой и цилиндром радиусом 0.6мм.
- **Вычитание (_Subtract)** \ вычитаем винтовой выступ из цилиндра, получая solid-модель болта (рис. 51), перед данной операцией не забудьте скопировать винтовой выступ, так как он еще понадобится.

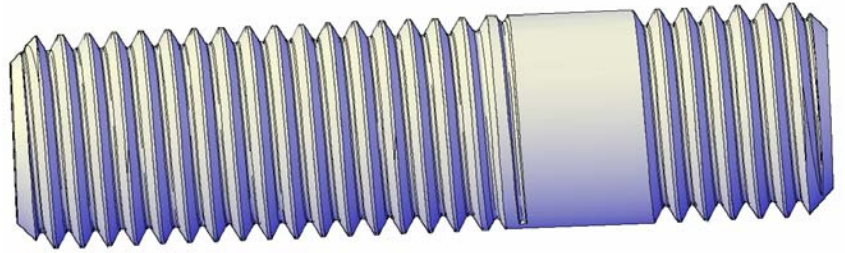


Рис. 52

3D-модель шпильки

Построим модель шпильки в следующем порядке (рис. 52):

- создаем цилиндр с размерами 61×16;
- выполняем командой **Фаска (_Chamfer)** две фаски $2 \times 45^\circ$ на концах цилиндра;
- используя две копии винтового выступа, а также команды: **Переместить (_Move)**, **Повернуть (_Rotate)**, **Выровнять (_Align)**, «надеваем» винтовой выступ, вперед сбегом, на цилиндр.

При этом необходимо помнить, что в ввинчиваемый конец шпильки (у нас он равен 16мм) входит сбег резьбы, а в гаечный конец (37мм) входит резьба полного профиля.

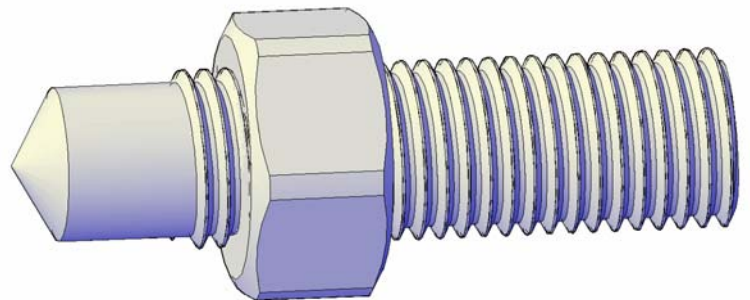


Рис. 53

- Последний этап – вычитаем винтовой выступ из цилиндра.

3D-модель гайки

Модели гаек без отверстий мы уже построили (см. рис. 45, 46). Осталось выполнить в них резьбовые отверстия.

«Инструмент» для нарезания резьбовых отверстий

Предварительно создадим инструмент для нарезания резьбовых отверстий.

Вставим в винтовую впадину (см. рис. 50) цилиндр, диаметром, равным внутреннему диаметру резьбы в отверстии. Для формирования в резьбовом гнезде недоре-

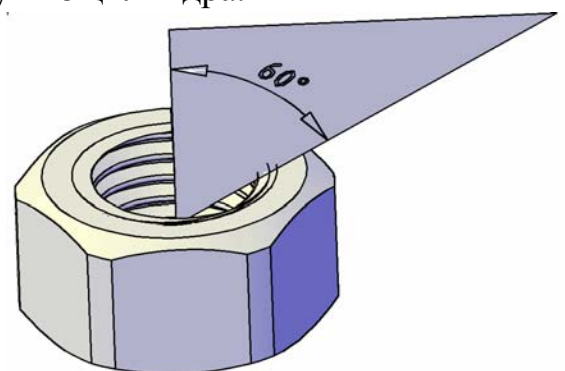


Рис. 54

за, предусмотрим в вставленном цилиндре конический торец и гладкую без резьбы часть, размером соответствующим шагу резьбы (в нашем случае -11 мм). Объединим цилиндр и винтовую впадину. Данный инструмент, вставленный в гайку, показан на рис. 53.

Вставляя наш инструмент в заготовки гаек, и вычитая его из них, получим в гайках резьбовые отверстия. Естественно, что необходимо иметь достаточное количество копий данного «инструмента».

Выполнение фаски резьбового отверстия

Фаску создадим путем вычитания конуса из гайки. Для построения конуса вначале вычерчиваем прямоугольный треугольник с гипотенузой, пересекающей окружность фаски (данная окружность приводится в таблице стандартных параметров гайки) и наклоненной к оси гайки под 60° (рис. 54). Преобразовав треугольник в область и, вращая его вокруг оси гайки, получим искомый конус. Готовая модель гайки представлена на рис. 55.

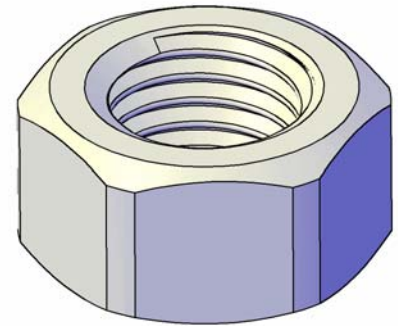


Рис. 55

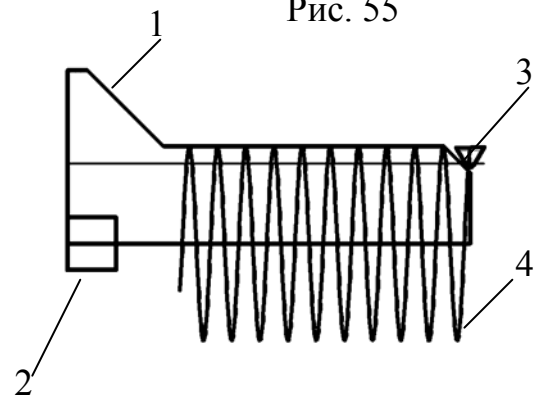


Рис. 56

3D-модель винта

Выполнение модели винта начнем с вычерчивания его внешнего контура 1 и контура шлица под отвертку 2 (рис. 56). Все размеры винта нами были уже установлены в предыдущем разделе. Затем, руководствуясь уже упомянутыми стандартами, создаем в виде области профиль винтового выступа 3 для шага резьбы 1,75мм и номинального диаметра 12мм.

Формируем спираль 4 с радиусом 6мм, шагом 1,75мм и длиной до головки винта.

Далее вращаем контур винта вокруг его оси, вытягиваем шлиц, командой Сдвиг (Sweep) создаем винтовой выступ. После вычитания шлица и винтового выступа, получаем 3-d модель винта, показанную на рис. 57.

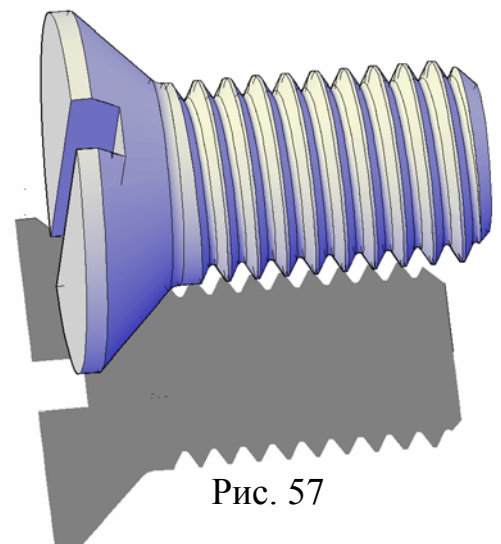


Рис. 57

Сборка узла с резьбовыми соединениями

Сборку узла производим в файле, содержащем модели корпуса и фланца в следующей последовательности.

- Предварительно в корпусе и фланце выполняем проходные отверстия под соответствующие крепежные изделия.
- Командой **Разрез (_Slice)** отрезаем от фланца крышку и в ней создаем проходные отверстия с зенковкой для винтов с потайной головкой.
- Через буфер обмена копируем в файл модели крепежных изделий, согласовывая их оси симметрии с осями проходных отверстий на корпусе и фланце.
- Вставляем болт в проходное отверстие, совмещая центр основания головки с центром окружности на корпусе проходного отверстия.
- Также последовательно, используя объектные привязки, устанавливаем шайбу и гайку.

Для соединения шпилькой необходимо вначале выполнить резьбовое гнездо. Резьбовое гнездо создаем с помощью «инструмента», ранее использованного нами при создании резьбового отверстия в гайках (см. рис. 53). Устанавливаем данное приспособление в корпус таким образом, чтобы глубина резьбы соответствовала ввинчиваемому концу шпильки и стандартному запасу резьбы (рис. 58, а). После вычитания «инструмента» вставляем в образовавшееся гнездо шпильку, а затем шайбу и гайку (рис. 58, б). Собранный узел показан на рис. 58, в.

Резьбовые гнезда для винтов смоделируем в следующем порядке.

- Создаем сверленное отверстие по табличным данным и расчетам, проведенным в предыдущем разделе.
- Отрезаем от винта резьбовую часть длиной, равной глубине резьбовой части отверстия.
- Вставляем данный кусок винта в отверстие во фланце, а затем вычитаем.
- В образованное резьбовое гнездо вставляем винт.

Так как необходимо выполнить три винтовых соединений, то во время указанных выше операций используем круговой массив. Элементы, входящие в соединение трубной резьбой, выполним непосредственно «на месте».

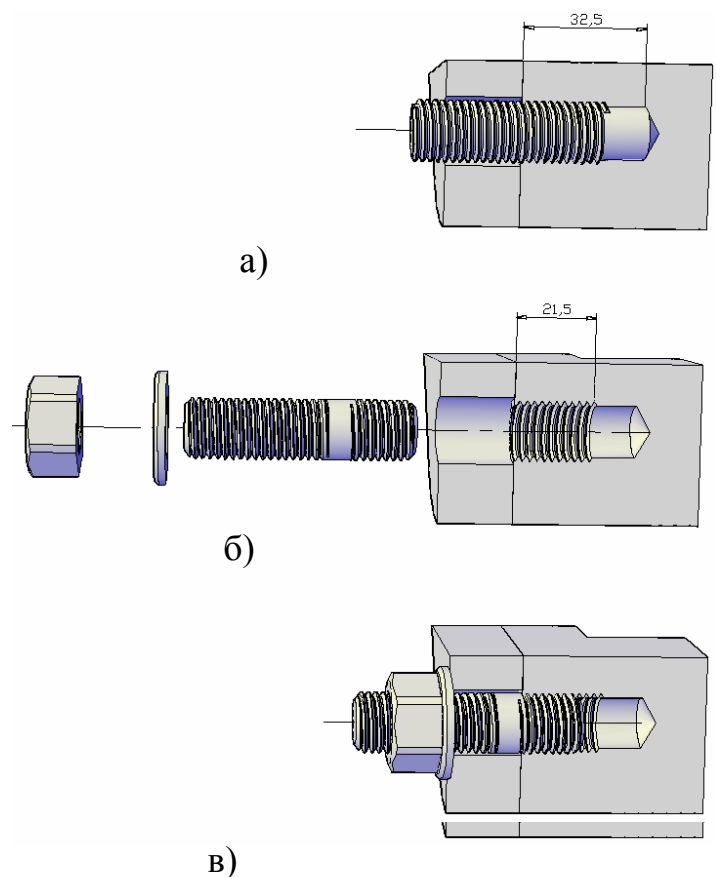


Рис. 58

- Моделируем трубу из двух цилиндров.
- По справочным данным для трубных резьб вычерчиваем профили винтовых выступов и впадин.
- По методике, упомянутой выше, создаем винтовые выступ и впадину, а затем резьбу в отверстие и на трубе.
- Вставляем ввинчиваемой частью трубу в отверстие.

Вид и разрез 3d-модели сборочного узла показан на рис. 59 и 60.

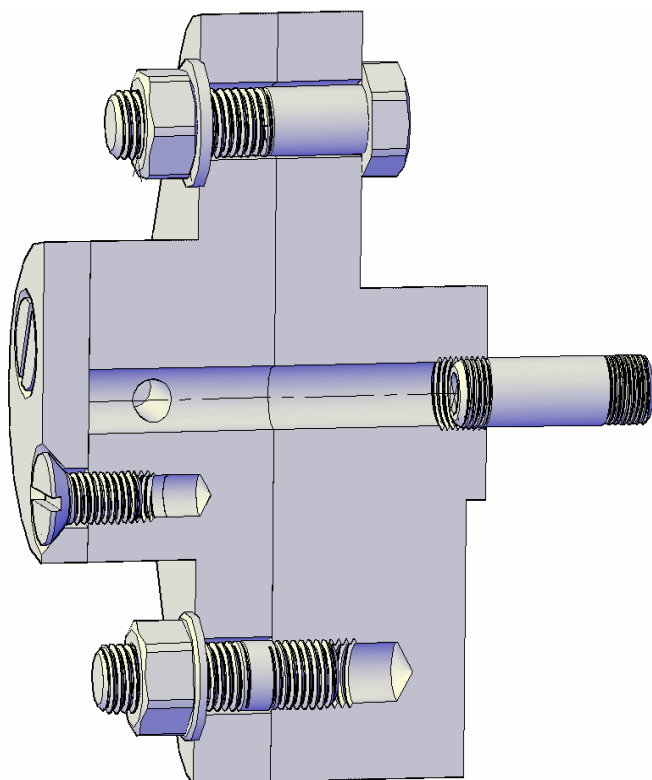


Рис. 59

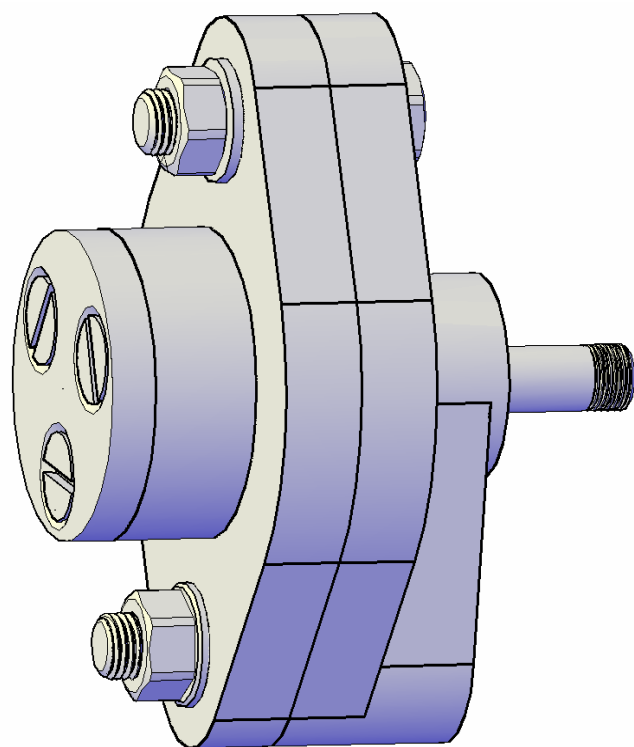


Рис. 60