

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИ-
ТЕТ)»**

**ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ
ТРЕХМЕРНОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ UNIGRAPHICS
В КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

САМАРА 2011

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ
ТРЕХМЕРНОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ UNIGRAPHICS
В КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве методических указаний*

САМАРА
Издательство СГАУ
2011

УДК 621.771

Составители: ***Б.В. Каргин, Я.А. Ерисов***

Рецензент канд. техн. наук, доц. Е. А. Н о с о в а

Применение системы трехмерного твердотельного моделирования Unigraphics в курсовом проектировании / сост. *Б.В. Каргин, Я.А. Ерисов*. – Самара: СГАУ, 2011. – 52 с.

Приведены задачи курсовой работы по использованию системы трехмерного твердотельного моделирования Unigraphics для построения моделей поковки и штамповой оснастки, предназначенных для анализа процесса горячей объемной штамповки.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальностям 150106 – Обработка металлов давлением и 150201 – Машины и технология обработки металлов давлением при написании курсового проекта по дисциплине «Ковка и объемная штамповка».

УДК 621.771

Содержание

1	Создание трехмерной модели детали	4
1.1	Начало работы в Unigraphics	4
1.2	Создание эскиза детали	6
1.3	Типовой элемент проектирования: вытягивание	14
1.4	Создание кармана	16
1.5	Типовой элемент проектирования: отверстие.....	21
1.6	Построение фасок и скруглений	22
1.7	Создание зеркального тела	24
1.8	Измерение тела.....	26
2	Создание трехмерной модели поковки.....	27
2.1	Удаление и редактирование элементов построения.....	27
2.2	Создание штамповочного уклона.....	29
2.3	Измерение тела.....	31
3	Моделирование штамповой оснастки	33
3.1	Масштабирование поковки.....	33
3.2	Создание эскиза облойной канавки	33
3.3	Создание направляющей.....	37
3.4	Типовой элемент проектирования: заметание	39
3.5	Создание верхней и нижней половин штампа	41
4	Подготовка данных для передачи в DEFORM-3D	43
4.1	Сохранение модели штампа в формате «stl».....	43
4.2	Создание заготовки.....	44
	Библиографический список	46
	Приложения.....	47
	Приложение А. МЦХ шатуна.....	47
	Приложение Б. МЦХ поковки шатуна	48
	Приложение В. Чертеж детали.....	49
	Приложение Г. Чертеж поковки.....	50

1 Создание трехмерной модели детали

1.1 Начало работы в Unigraphics

После запуска системы Unigraphics на экране появляется большое окно, которое называют главным окном. Интерфейс системы имеет стандартные элементы управления, характерные для программ, работающих в операционной системе Windows (рис. 1).

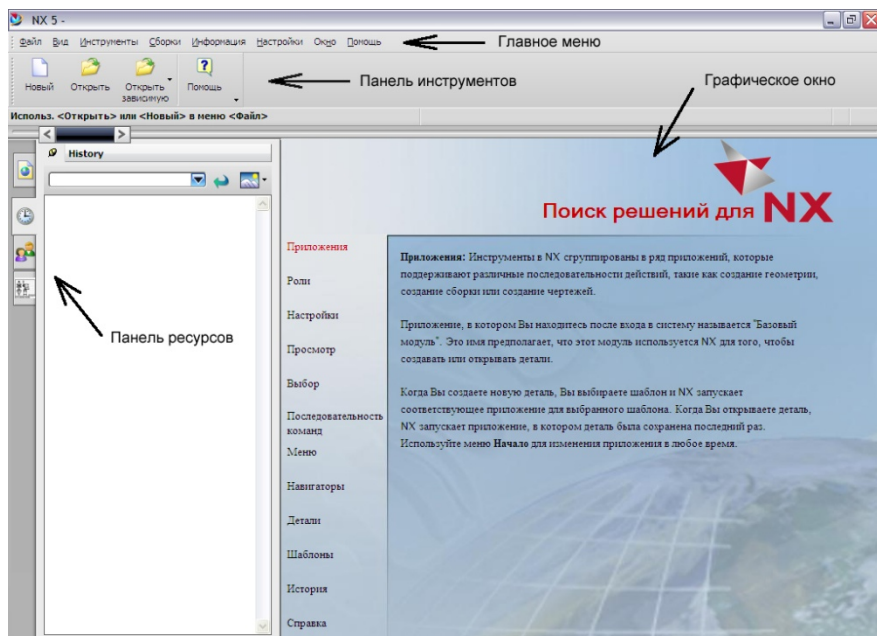



Рис. 1. Главное окно системы

Необходимо отметить наличие строки подсказки и состояния, находящейся под панелью инструментов. В строке подсказки выводится сообщение о том, какое действие необходимо выполнить в данный момент.

При первом сеансе работы необходимо настроить интерфейс системы. Для этого в панели инструментов выбираем закладку «Роли» и устанавливаем роль «Расширенные с полными меню» (рис. 2).

Работу в Unigraphics начинаем с создания нового файла. В главном меню выбираем опцию **Файл** → **Новый** или иконку  из панели инструментов. В окне «Имя» появившегося меню (рис. 3) набираем shatun (использование ки-

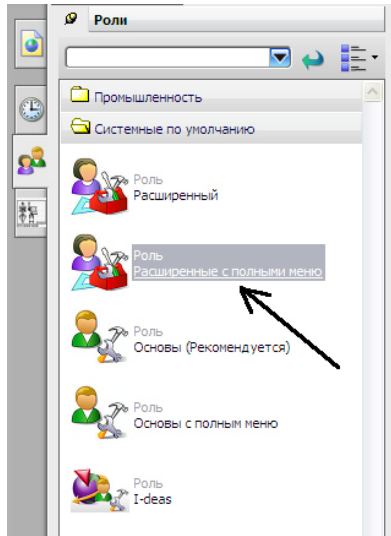


Рис. 2. Выбор роли

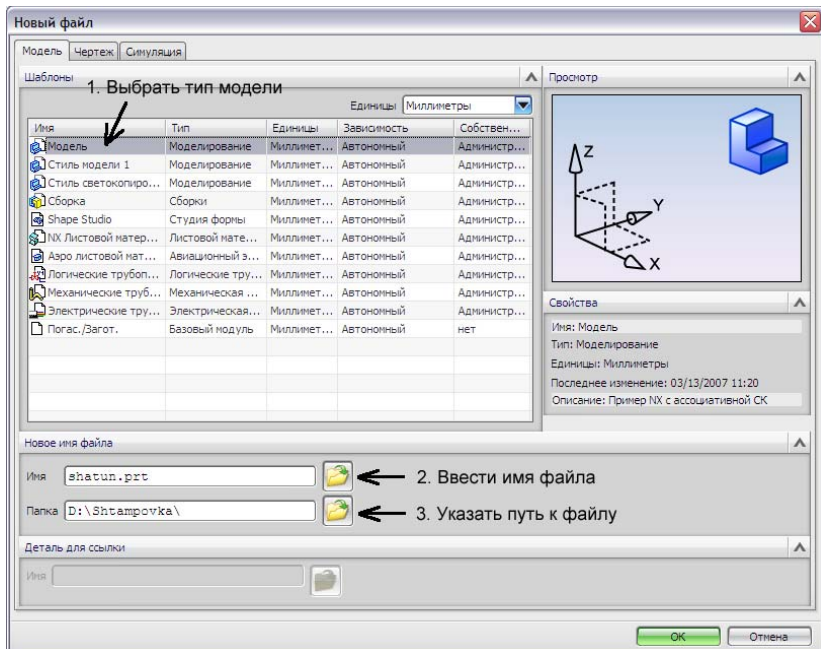


Рис. 3. Меню создания нового файла

риллицы не допускается), а в окне «Папка» указываем путь, куда будет сохраняться файл (папка должна быть предварительно создана). Нажимаем ОК.

После создания нового файла главное окно системы изменяется: в панель инструментов выводятся кнопки быстрого доступа к элементам построения, в панели ресурсов загружается навигатор детали, появляется панель выбора (рис. 4).

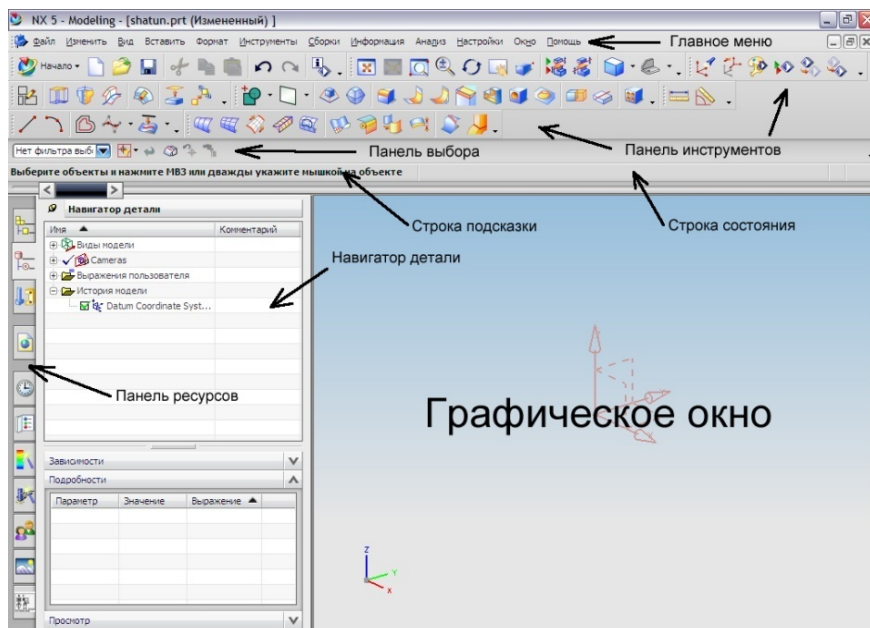



Рис. 4. Главное окно системы

1.2 Создание эскиза детали

В главном меню выбираем **Вставить** → **Эскиз** или иконку  из панели инструментов. Следующим шагом необходимо выбрать плоскость, на которой будет создан эскиз. По умолчанию выбрана плоскость XY, соглашаемся и нажимаем ОК (рис. 5).

Теперь все иконки в панели инструментов изменились – добавились новые и остались только те, использование которых возможно при построении эскиза. Сразу после создания нового эскиза автоматически включается меню «Профиль» (непрерывный ввод объектов – дуг и прямых), в данном случае его необходимо отключить.

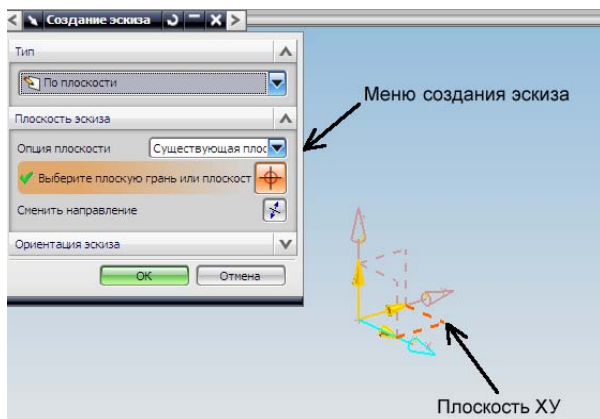



Рис. 5. Создание эскиза

Затем можно приступить к эскизным построениям. В главном меню выбираем **Вставить** → **Окружность** или иконку  на панели инструментов. Создаем 2 произвольные окружности – любого радиуса и расположенные в любом месте чертежа (рис. 6).

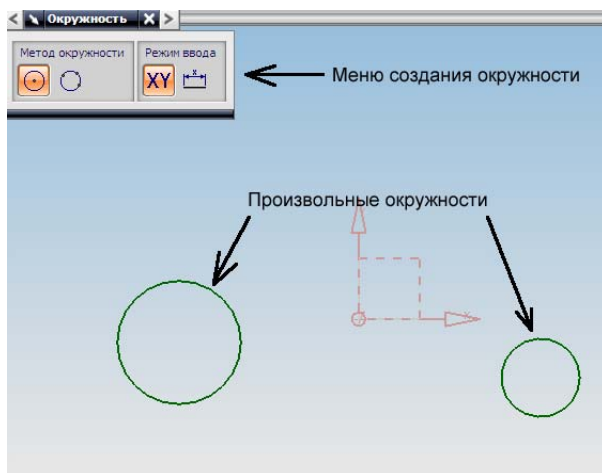



Рис. 6. Создание окружности

Создадим вспомогательную прямую, которая будет являться осью симметрии эскиза. В главном меню выбираем **Вставить** → **Прямая** или иконку  на панели инструментов, появляется меню «Прямая». Для создания

прямой необходимо указать 2 точки – центры окружностей. При подведении курсора к центру окружности она подсвечивается и рядом с курсором появляется значок окружности (рис. 7). Это значит, что привязка по центру окружности стала активной и начальная точка прямой будет находиться по центру окружности. Нажимаем левую кнопку мыши (ЛКМ). Аналогичным образом выбираем положение конечной точки – прямая построена.

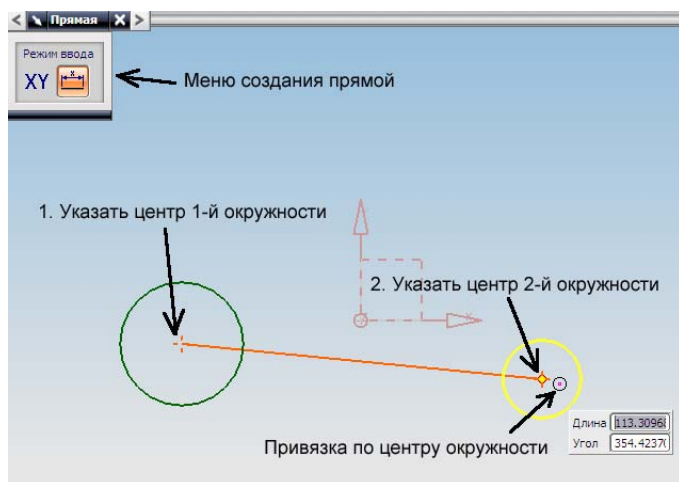





Рис. 7. Создание прямой

Теперь необходимо преобразовать построенную прямую во вспомогательную. Вспомогательная прямая отличается от обычной тем, что она не принимает участия в таких операциях, как вытягивание, заметание, вращение и т.д., а нужна только для удобства построения элементов эскиза.

Выбираем иконку  на панели инструментов, указываем прямую и нажимаем ОК (рис. 8). Отображение кривой сменилось со сплошной линии на штрихпунктирную.

Наложим на вспомогательную прямую ограничение – горизонтальность.

В главном меню выбираем **Вставить** → **Ограничения** или иконку  на панели инструментов, при этом в строке состояния появляется количество ограничений, необходимых для полного определения эскиза (в данном случае эскиз имеет 6 степеней свободы). Выбираем вспомогательную прямую, появляется меню «Ограничения», в котором указываем ограничение «Горизонтальность», иконка  (рис. 9). Прямая становится горизонтальной.

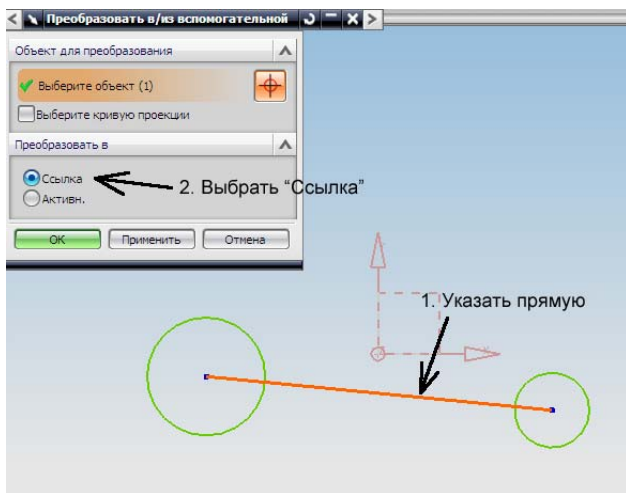


Рис. 8. Преобразование прямой во вспомогательную

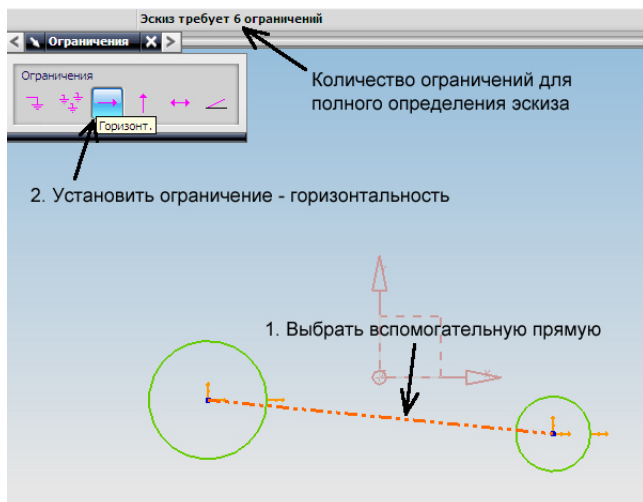


Рис. 9. Наложение ограничения «Горизонтальность»

Зафиксируем эскиз относительно плоскости (поместим центр 1-й окружности в начало координат). Для этого, не выходя из режима наложения ограничений, выберем центр 1-й окружности (как это сделать, смотри выше), а затем начало координат.

Выбор объектов Unigraphics можно осуществлять 2 способами: наведением курсора на объект и щелчком ЛКМ или через меню «Быстрый выбор» (для этого после наведения курсора на желаемый объект необходимо подождать до появления рядом с ним 3 точек, а уже затем нажать ЛКМ). Второй способ желательно использовать, если существует возможность ошибки при выборе объекта (наслоение и пересечение объектов). На рис. 10 показан выбор начала координат через меню быстрого выбора.

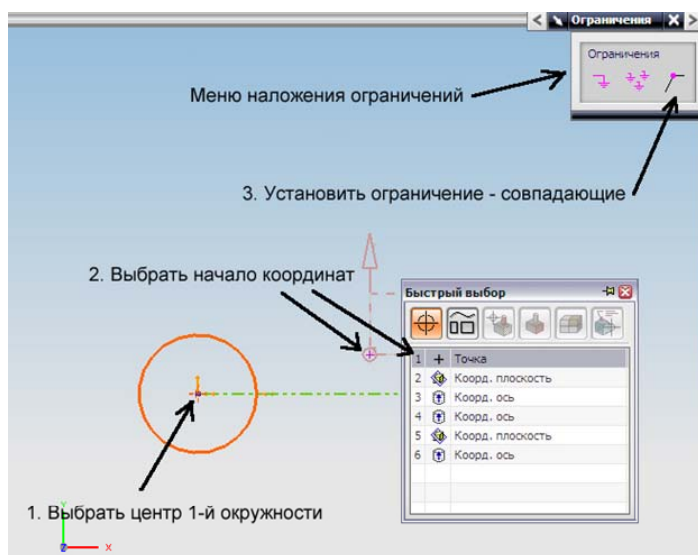





Рис. 10. Меню «Быстрый выбор»

После выбора центра окружности и начала координат в меню «Ограничения» стало доступно ограничение «Совпадающие», выберем его, нажав иконку . Центр 1-й окружности переместился в начало координат (при этом могла измениться длина вспомогательной прямой).

Выйдем из режима наложения ограничений, для этого необходимо нажать клавишу Esc или иконку  на панели инструментов.

Для удобства дальнейшего построения проставим часть размеров: диаметры окружностей и расстояние между их центрами. В главном меню выбираем **Вставить** → **Размеры** → **Контекстный** или иконку  на панели инструментов. Указываем объект, размер которого хотим ввести, например, вспомогательную линию, появляется размерная надпись,

положение которой выбираем, перемещая курсор (рис. 11). Нажимаем ЛКМ, в появившееся меню вводим длину линии – 290 мм и нажимаем клавишу Enter, а затем Esc.

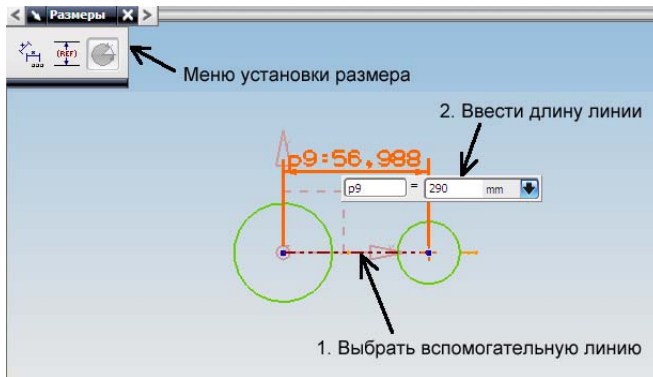


Рис. 11. Простановка размера вспомогательной линии

После нанесения размера часть эскиза оказалась за пределами экрана, для размещения эскиза целиком в графическом окне в главном меню выбираем

Вид → **Операция** → **Оптимизировать** или иконку  на панели инструментов.

Действуя аналогично предыдущему случаю, нанесем размеры окружностей: диаметр левой – 60 мм, правой – 30 мм (рис. 12). После нанесения всех размеров эскиз становится малинового цвета – это значит, что он полностью определен.

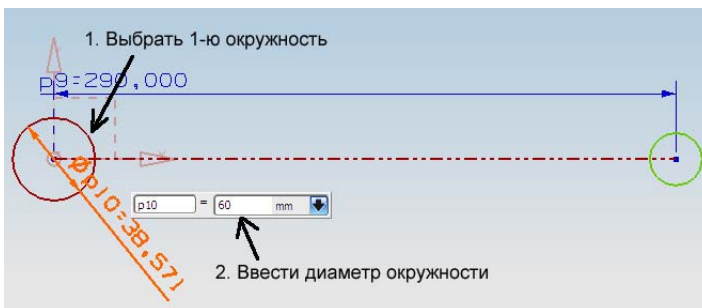




Рис. 12. Простановка размера левой окружности

Продолжим построение эскиза. Создадим произвольную прямую, при этом необходимо избегать любых автопривязок (рис. 13). Теперь необходимо привязать конечные точки данной прямой к окружностям, для этого наложим

ограничение «Точка на кривой». Нажимаем иконку  на панели инструментов, выбираем конечную точку прямой, а затем окружность (окружность желательно выбирать в том месте, откуда предположительно должна начинаться кривая). В меню «Ограничения» нажимаем иконку , прямая смещается (рис. 13). Данную операцию повторяем для другой конечной точки и окружности.

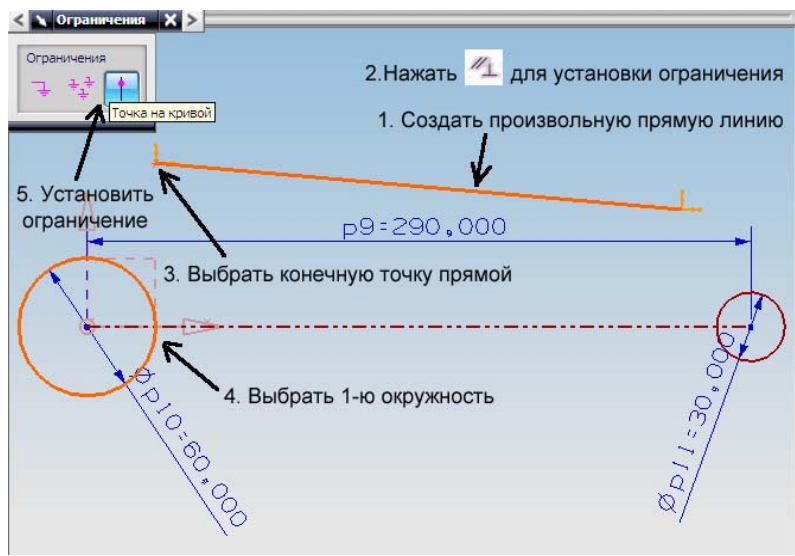





Рис. 13. Привязка прямой к окружностям

Проставим недостающие размеры. В главном меню выбираем **Вставить** → **Размеры** → **Вертикально** или нажимаем на черный треугольник рядом с иконкой  на панели инструментов и в выпадающем меню выбираем иконку . Выбираем конечную точку прямой, а затем вспомогательную прямую; появляется вертикальная размерная надпись (рис. 14). Нажимаем ЛКМ, вводим высоту – 14 мм; жмем клавишу Enter, затем Esc. Аналогичным образом наносим высоту второй шейки – 12 мм.

Создадим зеркальную копию построенной прямой. В главном меню выбираем **Вставить** → **Зеркальная кривая** или иконку  на панели инструментов, появляется меню «Зеркальная кривая» (рис. 15). Выбираем вспомогательную прямую (ось симметрии), затем наклонную прямую и нажимаем ОК.

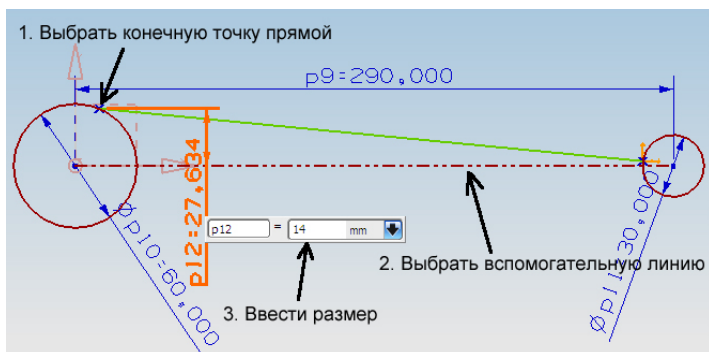


Рис. 14. Простановка вертикального размера

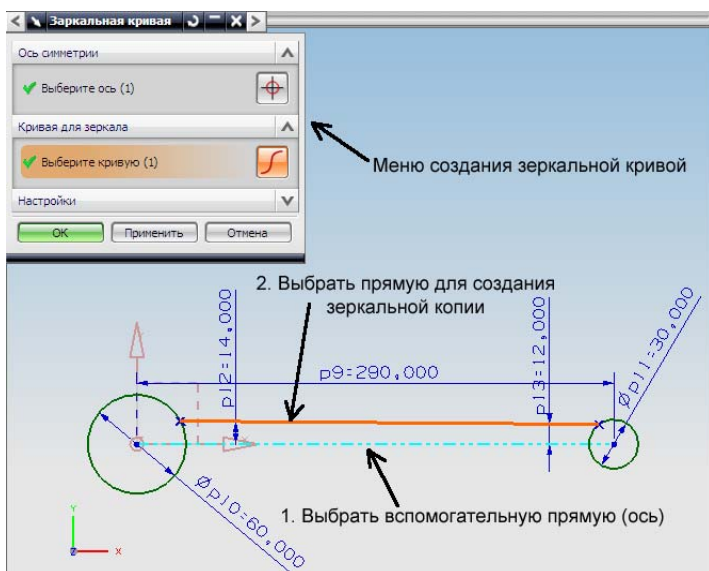




Рис. 15. Создание зеркальной копии

Окончательный вариант эскиза детали типа «шатун» изображен на рис. 16. После окончания построения эскиза необходимо выйти из режима эскиза: в главном меню выбираем *Задача* → *Закончить эскиз* или иконку  *Закончить эскиз* на панели инструментов. Для полного отображения эскиза в трехмерном виде нажмите иконку  на панели инструментов.

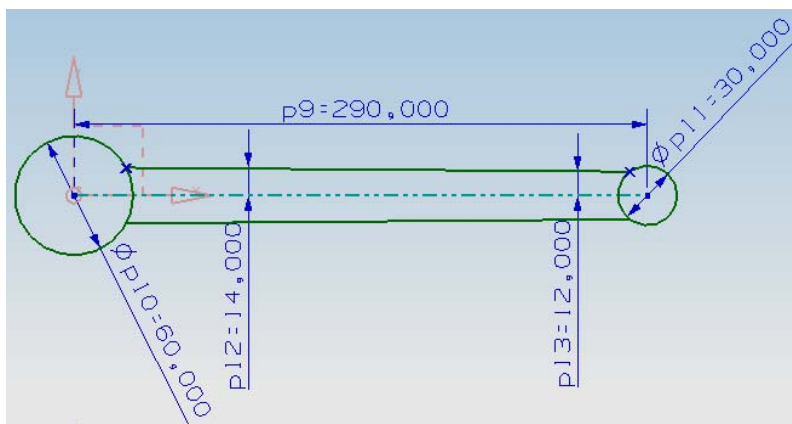






Рис. 16. Эскиз детали

1.3 Типовой элемент проектирования: вытягивание

Построим деталь как тело вытягивания, получаемое вытягиванием построенного эскиза вдоль оси OZ. Ввиду симметрии шатуна относительно плоскости XY построим только половину детали, а 2-ю половину построим зеркальным копированием.

В главном меню выбираем **Вставить** → **Элементы проектирования** →

Вытягивание или иконку  на панели инструментов. В связи с тем, что различные элементы шатуна имеют различную высоту, вытягивать эти элементы будем по отдельности. На панели выбора в меню «Правило кривой», которое задает режим для выбора кривых, выбираем «Единственная кривая» (рис. 17). Указываем окружность диаметром 60 мм для вытягивания, в меню «Вытягивание» во 2-й графе «Расстояние» пункта «Ограничение» вводим половину высоты головки шатуна – 10 мм (рис. 17). Нажимаем ОК.

Теперь создадим тело шатуна. Нажимаем иконку  на панели инструментов. Убеждаемся, что в меню «Правило кривой» стоит «Единственная кривая». На панели выбора выбираем иконку  – «Остановка по пересечению» (рис. 18). Выбираем 2 дуги и 2 прямые, ограничивающие тело шатуна (рис. 18). Действуя аналогично предыдущей операции, вводим расстояние вытягивания – 8 мм. В пункте «Булевы» меню «Вытягивание» активируем операцию « Объединение», это объединит уже созданное тело (головку шатуна) с создаваемым на данном шаге. Нажимаем ОК.

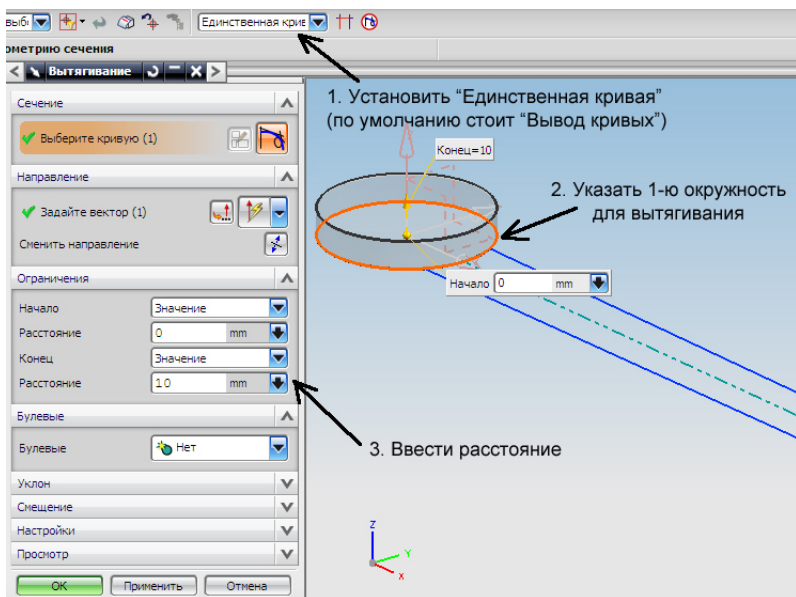


Рис. 17. Создание головки шатуна вытягиванием

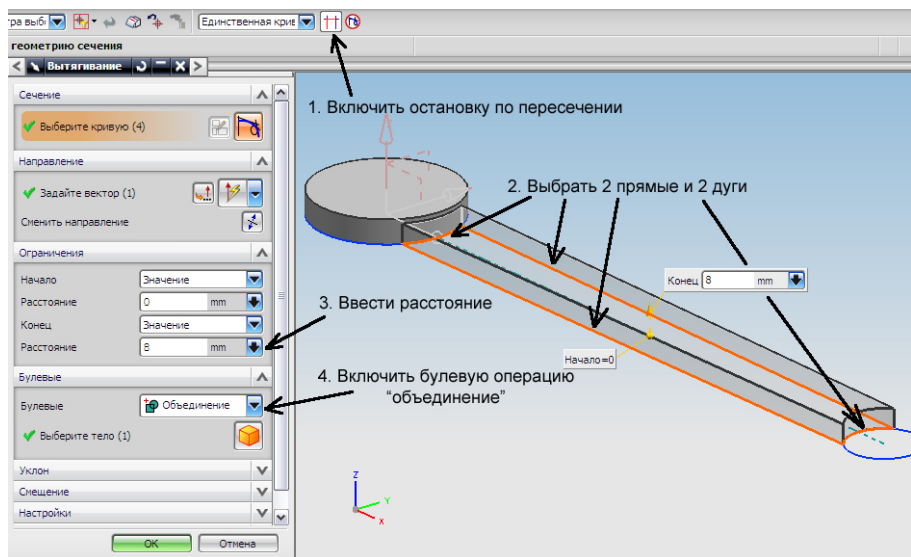




Рис. 18. Создание тела шатуна вытягиванием

Построим последний элемент шатуна – вытянем окружность диаметром 30 мм на 12,25 мм. При этом нужно отключить «Остановку по пересечению», нажав на иконку  на панели выбора, и убедиться, что в пункте «Булевые» включена операция «Объединение». Результат всех операций вытягивания приведен на рис. 19.

1.4 Создание кармана

Нажимаем иконку  на панели инструментов – заходим в режим создания эскиза. В качестве плоскости для размещения эскиза выбираем верхнюю грань тела шатуна (рис. 19). Нажимаем ОК.

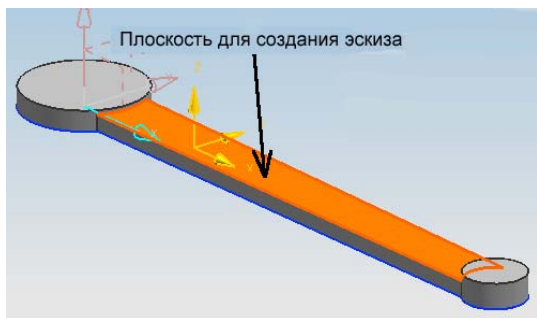






Рис. 19. Создание эскиза кармана

Если меню «Профиль» не включилось автоматически, то в главном меню выбираем **Вставить** → **Профиль** или иконку  на панели инструментов. Построим произвольный *замкнутый* профиль, состоящий из 2 прямых и 2 дуг (рис. 20), при этом необходимо избегать любых автопривязок (кроме привязки «Конечная точка» при построении 2-й дуги, что обеспечит замкнутость профиля). Выбор типа объекта – прямая или дуга – осуществляется соответственно нажатием иконки  или  в меню «Профиль». После построения нажимаем 2 раза клавишу Esc.

Теперь наложим ограничение «Касательно» – прямые должны быть касательны к дугам. Частично это ограничение было наложено автоматически, о чем свидетельствуют синие кружки рядом с точками пересечения дуг и прямых (рис. 21). Заходим в режим наложения ограничений – нажимаем иконку  на панели инструментов, выбираем окружность и прилегающую к ней прямую. В меню «Ограничения»


нажимаем иконку  (рис. 21). Накладываем данное ограничение на остальные точки, рядом с которыми отсутствует синий кружок.



Рис. 20. Создание профиля

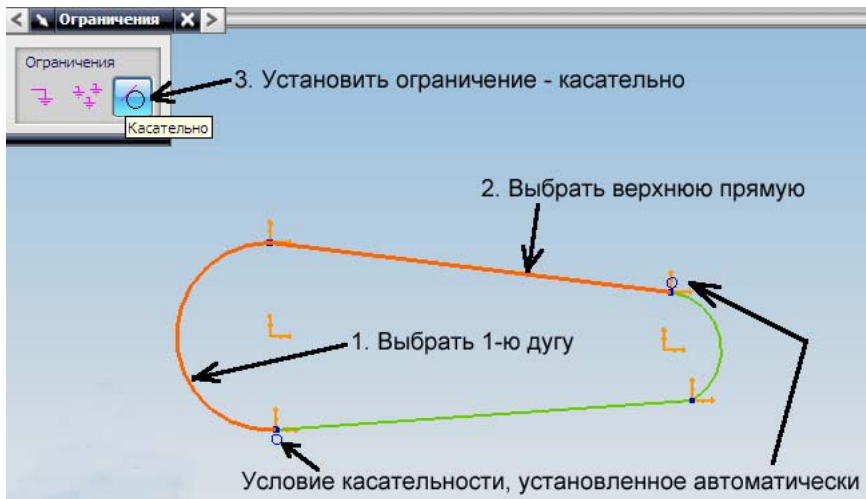






Рис. 21. Наложение ограничения «Касательно»

Для удобства дальнейшего построения отобразим эскиз в трехмерном виде – нажмем иконку  на панели инструментов. Также сменим способ отображения объекта на «Статический каркасный» – нажмем на треугольник рядом с иконкой  на панели инструментов и выберем « Статический каркасный».

Разместим центры окружностей построенного профиля на вспомогательной прямой. Не выходя из режима наложения ограничений, выбираем центр 1-й окружности, а затем вспомогательную прямую (рис. 22).

В меню «Ограничения» нажимаем иконку  – «Точка на кривой». Повторяем операцию с центром 2-й окружности.

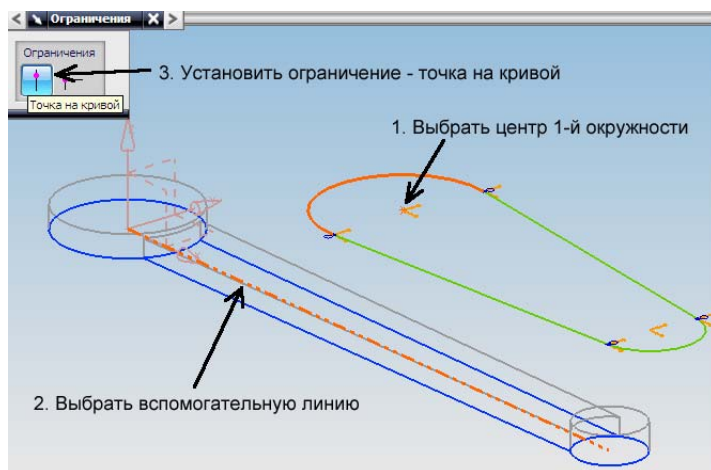




Рис. 22. Наложение ограничения «Точка на кривой»

Наложим на 2 построенные дуги ограничение «Касательно» – выбираем дугу, а затем ребро, которого она должна касаться (рис. 23). В меню «Ограничения» нажимаем иконку . Повторяем операцию со 2-й дугой и противоположным ребром. Выходим из режима наложения ограничений – Esc.

Теперь нанесем размеры – радиусы дуг. В главном меню выбираем

Вставить → **Размеры** → **Радиус** или иконку  на панели инструментов. Выбираем образмериваемую дугу, например, касающуюся меньшей головки, ЛКМ фиксируем размерную надпись (рис. 24). В появившееся меню вводим значение радиуса – 6,5 мм, нажимаем Enter, а затем Esc. Действуя аналогично, наносим размер дуги, касающейся большей головки – 8,5 мм.

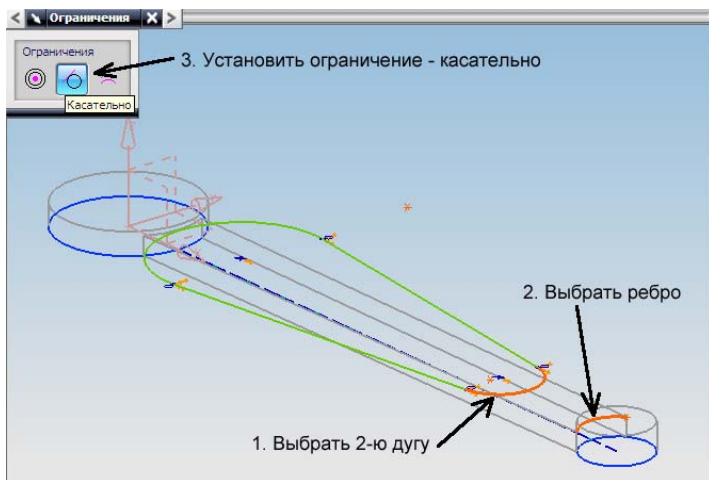


Рис. 23. Наложение ограничения «Касательно»

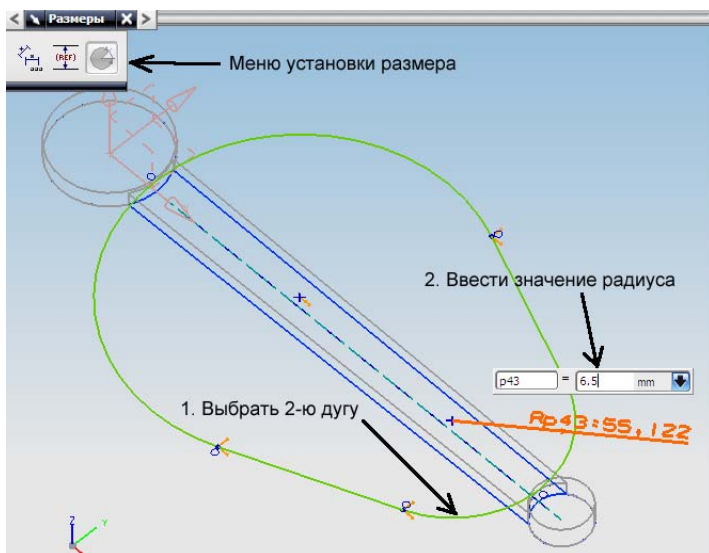




Рис. 24. Нанесение радиуса дуг

Сменим способ отображения объекта на «Закраска с ребрами» – нажмем на иконку  на панели инструментов. Готовый эскиз кармана, полученный после выполнения всех вышеперечисленных операций, изображен на рис. 25.

После окончания построения эскиза необходимо выйти из режима эскиза – выбрать иконку  Закончить эскиз

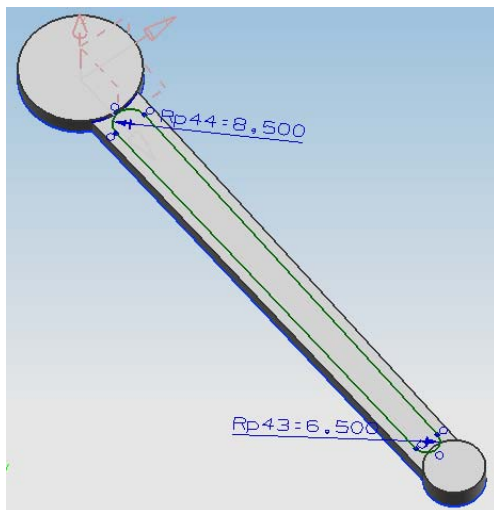


Рис. 25. Эскиз кармана

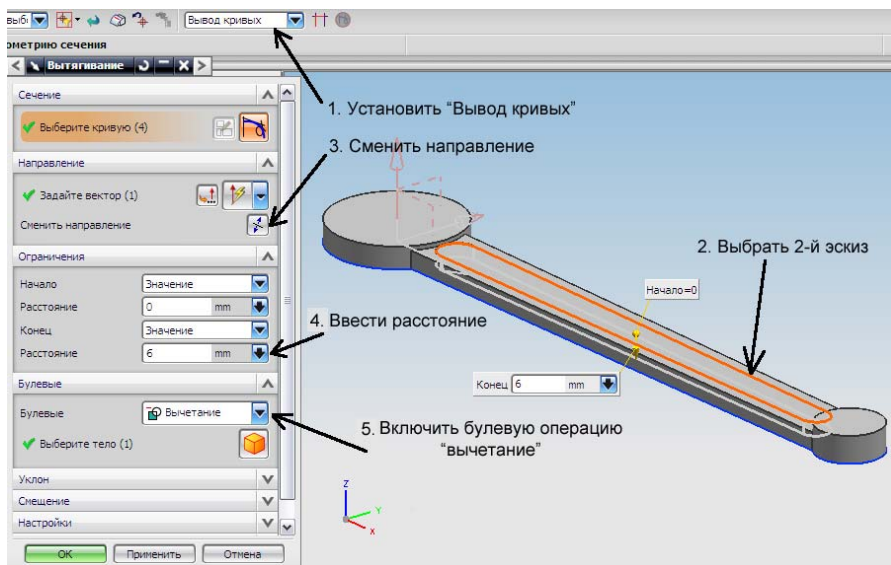






Рис. 26. Создание кармана

После создания эскиза кармана можно перейти к его построению.

Выбираем иконку  на панели инструментов. В меню «Правило кривых» панели выбора устанавливаем «Вывод кривых»; убеждаемся, что «Остановка по пересечению» отключена. Выбираем любую кривую эскиза кармана, весь эскиз подсвечивается (рис. 26). В пункте «Направление» меню «Вытягивание» нажимаем иконку  для смены направления вытягивания. Вводим расстояние вытягивания – 6 мм; устанавливаем булеву операцию « Вычитание».

1.5 Типовой элемент проектирования: отверстие

Построим отверстия в головках шатуна, используя типовой элемент проектирования. В главном меню выбираем **Вставить** → **Элементы проектирования** → **Отверстие** или иконку  на панели инструментов. В появившемся меню «Отверстие» (рис. 27) указываем тип отверстия – простое. Выбираем верхнюю грань большей головки – грань размещения отверстия, а затем противоположную грань – сквозную грань. В графе «Диаметр» меню «Отверстие» вводим величину диаметра отверстия – 32 мм. Нажимаем ОК.

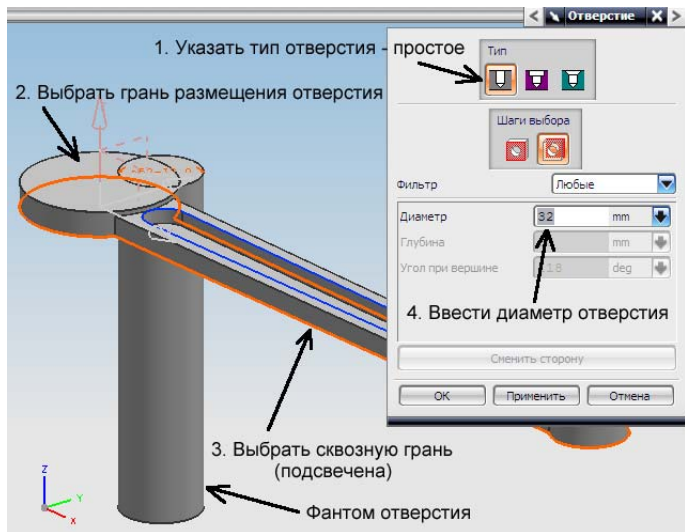


Рис. 27. Создание отверстия

Появляется меню «Позиционирование», в котором выбираем способ позиционирования отверстия «Точка в точку» – нажимаем иконку . Далее выбираем верхнее ребро большей головки (рис. 28) и в появившемся меню «Задать положение окружности» нажимаем «Центр дуги». Отверстие разместится в центре указанного ребра головки.

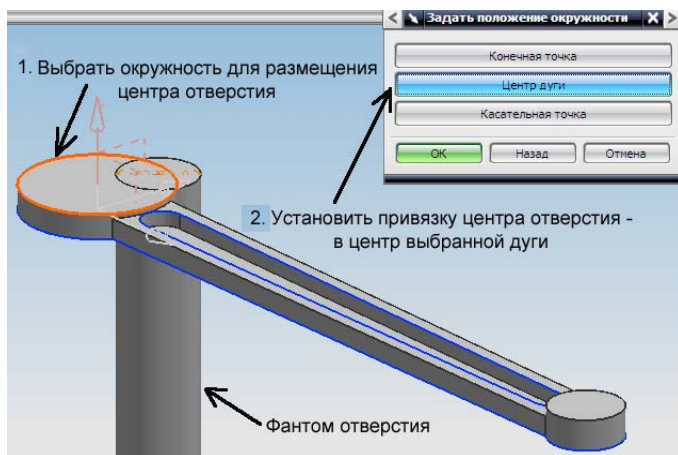


Рис. 28. Позиционирование отверстия

Действуя аналогично, построим отверстие диаметром 8 мм в меньшей головке шатуна. Построенные отверстия изображены на рис. 29.

1.6 Построение фасок и скруглений

Теперь можно перейти к этапу построения фасок и скруглений. В главном меню выбираем **Вставить** → **Конструктивный элемент** → **Фаска**

или иконку на панели инструментов. Выбираем ребра для построения фасок – ребра торцов головок (рис. 29). В графе «Расстояние» меню «Фаска» вводим размер фаски – 0,5 мм. Нажимаем ОК. Действуя аналогично, построим фаску размером 2 мм на ребре отверстия большой головки (рис. 29).

Построим недостающие скругления. В главном меню выбираем **Вставить** → **Конструктивный элемент** → **Скругление ребра** или иконку

на панели инструментов. Скруглим места перехода тела шатуна к большой головке – выбираем ребра в данном месте (рис. 30). В графе «Радиус 1» меню «Скругления ребра» вводим радиус скругления – 15 мм. Нажимаем ОК. Действуя аналогично, скруглим места перехода тела шатуна к меньшей головке радиусом 10 мм (рис. 30).

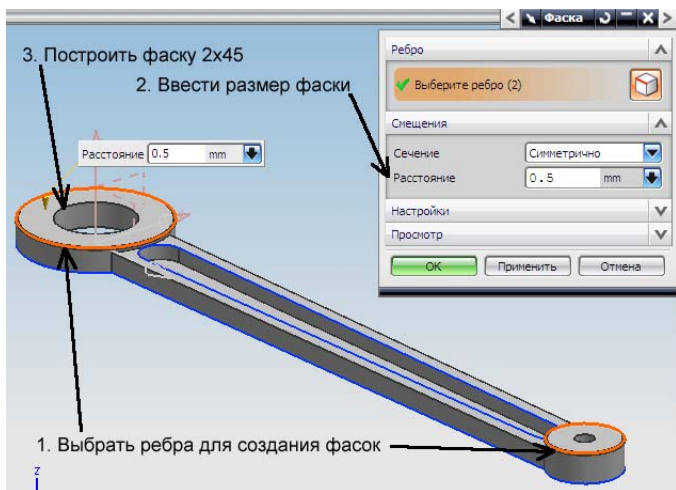


Рис. 29. Построение фасок

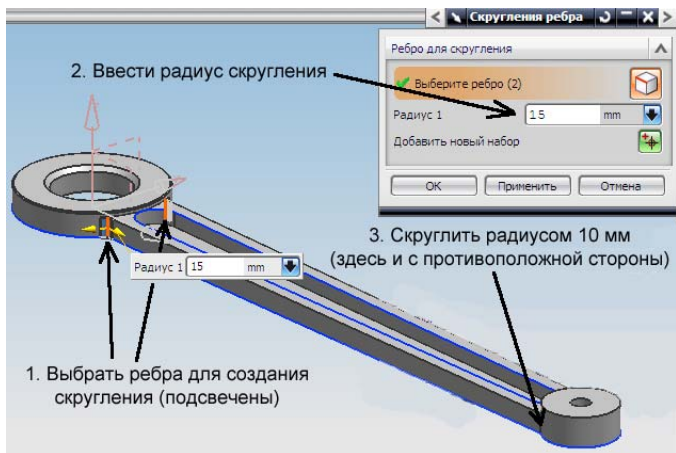


Рис. 30. Скругление ребер

Скруглим ребра дна кармана радиусом 6 мм (рис. 31) и кромки тела шатуна радиусом 2 мм (рис. 32).

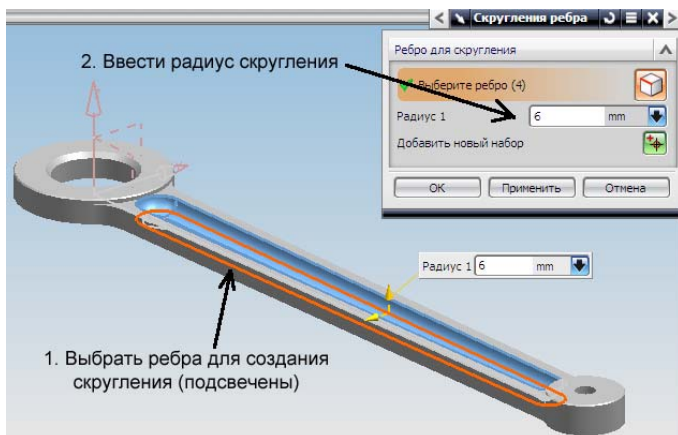


Рис. 31. Скругление дна кармана

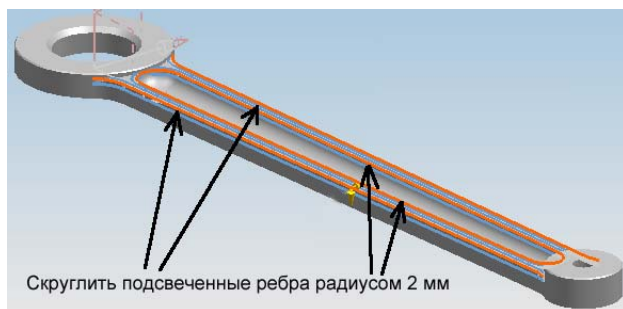




Рис. 32. Скругление кромок тела шатуна

1.7 Создание зеркального тела

Создадим зеркальную копию построенной части шатуна. Сначала сменим способ отображения объекта на «Статический каркасный» – нажимаем на иконку  на панели инструментов. В главном меню выбираем **Вставить** → **Ассоциативная копия** → **Зеркальное тело**, появляется меню «Зеркальное тело». Выбираем построенное тело, а затем указываем плоскость отражения – плоскость XY (рис. 33). Нажимаем ОК.

Теперь необходимо объединить построенную часть шатуна и ее зеркальную копию в единое тело. В главном меню выбираем **Вставить** → **Комбинированные тела** → **Объединение** или иконку  на панели инструментов. Выбираем тело построения (к чему будем присоединять) –

построенную часть шатуна, а затем инструмент (что будем присоединять) – зеркальную копию этой части (рис. 34). Нажимаем ОК.

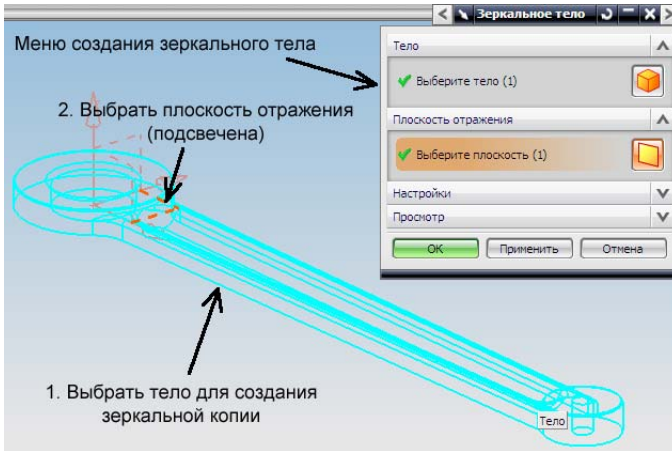


Рис. 33. Создание зеркального тела

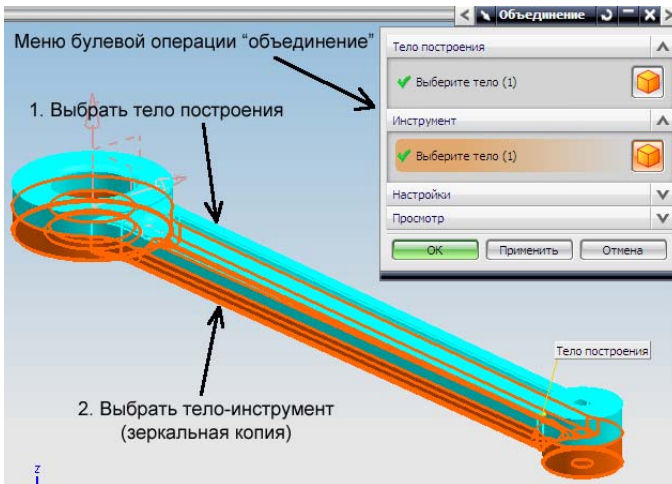


Рис. 34. Использование операции «Объединение»

Окончательный вариант шатуна изображен на рис. 35 (способ отображения объекта – «Закраска»).



Рис. 35. Шатун

1.8 Измерение тела

Определим свойства тела, такие как масса, объем и моменты инерции. В главном меню выбираем *Анализ* → *Измерение тел*. Выбираем построенное тело, в графе «Показать информационное окно» меню «Измерение тел» ставим галочку (рис. 36). Загружается окно «Информация», содержащее подробную информацию о всех свойствах тела (приложение А).

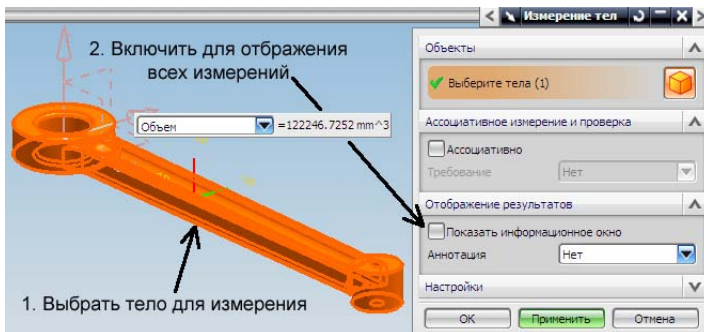



Рис. 36. Измерение тел


По умолчанию в Unigraphics установлено значение плотности материала равное $7830,64 \text{ кг/м}^3$. Для изменения плотности в главном меню выбираем *Настройки* → *Моделирование* и на закладке «Общий» меню «Настройки моделирования» в графе «Плотность» вводим требуемое значение плотности. Нажимаем ОК.

Сохраним построенную деталь. В главном меню выбираем *Файл* → *Сохранить* или иконку  на панели инструментов.

2 Создание трехмерной модели поковки

2.1 Удаление и редактирование элементов построения

После построения детали можно переходить к этапу моделирования

поковки. В главном меню выбираем **Файл** → **Открыть** или иконку  на панели инструментов. В появившемся окне «Открыть файл детали» выбираем файл shatun.prt, нажимаем ОК. Сохраним файл под другим именем – в главном меню выбираем **Файл** → **Сохранить как**. В графе «Имя файла» меню «Сохранить файл детали как» вводим новое имя файла – rokovka. Нажимаем ОК.

Приступим к перестроению детали – удалим элементы детали, отсутствующие на поковке: 2 отверстия и фаски. В навигаторе детали выделим следующие элементы: Simple Hole (7), Simple Hole (8), Chamfer (9), Chamfer (10). Для выделения одновременно нескольких элементов необходимо кликать по ним ЛКМ при нажатой клавише Ctrl (для отмены выделения необходимо нажать клавишу Esc). После выделения нужных элементов нажимаем клавишу Delete (рис. 37).

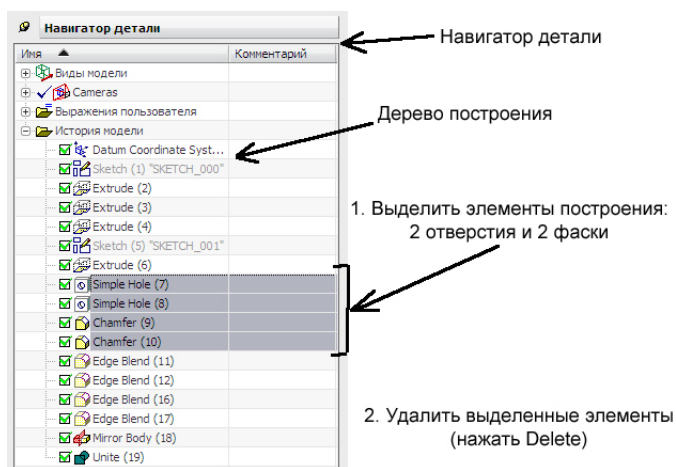


Рис. 37. Удаление элементов построения

Изменим некоторые размеры детали в соответствии с назначенными припусками на механическую обработку. В навигаторе детали двойным щелчком ЛКМ по элементу Sketch (1) “SKETCH_000” загружаем режим эскиза. Изменим размер большей окружности (диаметром 60 мм). Двойным щелчком ЛКМ по редактируемому размеру вызываем меню ввода размера, изменяем размер на 63,5 мм (рис. 38). Нажимаем Enter. Действуя аналогично,

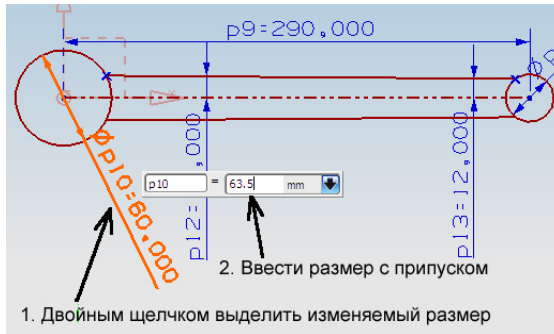



Рис. 38. Редактирование эскиза

изменим диаметр меньшей окружности с 30 мм на 33,5 мм. После окончания редактирования эскиза необходимо выйти из режима эскиза – выбрать иконку  Закончить эскиз на панели инструментов.

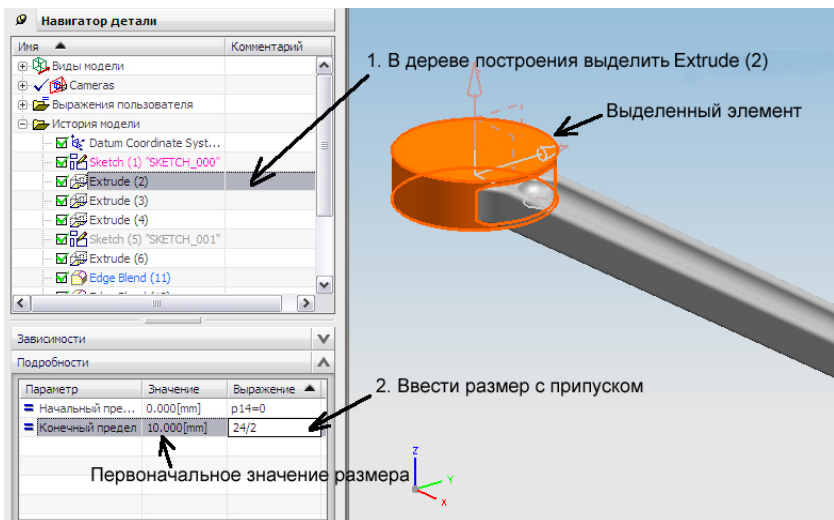


Рис. 39. Редактирование типового элемента проектирования

Отредактируем высоту головок шатуна с учетом припуска на механическую обработку. В навигаторе детали двойным щелчком ЛКМ по элементу Extrude (2) вызываем меню «Вытягивание», в пункте «Ограничения» которого во второй графе «Расстояние» меняем размер с 10 мм на 12 мм (рис. 17), нажимаем ОК. ИЛИ в дереве построения щелчком ЛКМ выделяем элемент Extrude (2), а затем в подменю «Подробности»

навигатора детали ЛКМ 2 раза (не двойным щелчком) нажимаем на « $r15=10$ » и вводим новый размер – 12 мм (рис. 39), нажимаем Enter.

Действуя аналогично, изменим размер меньшей головки (элемент Extrude (4) навигатора детали) с 12,25 мм на 14,25 мм.

2.2 Создание штамповочного уклона

ПКМ щелкаем по элементу Extrude (4) навигатора детали, затем в появившемся меню выбираем «Сделать элемент текущим» (рис. 40). Все элементы построения после Extrude (4) становятся неактивными.

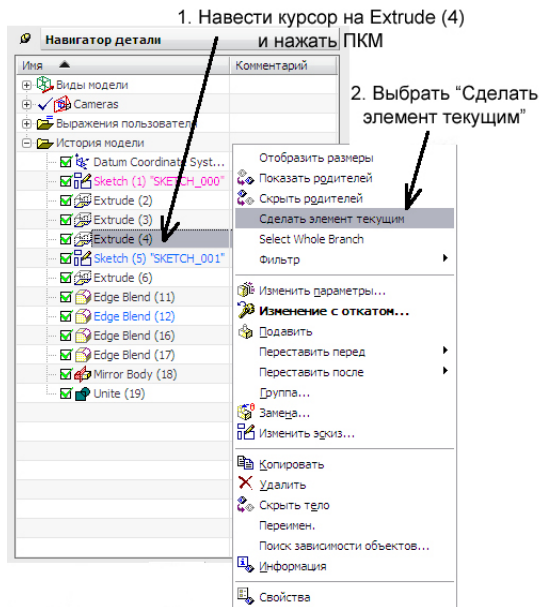



Рис. 40. Операция «Сделать элемент текущим»

Создадим штамповочный уклон на данном шаге построения. В главном меню выбираем **Вставить** → **Конструктивный элемент** → **Уклон** или

иконку  на панели инструментов. Появляется меню «Уклон», в пункте «Тип» которого устанавливаем тип уклона – «От ребер» (рис. 41). Выберем направление уклона – укажем ось OZ. Затем выберем ребра, от которых будет создаваться уклон: ребра головок и кромки тела шатуна (рис. 41). В графу «Уклон 1» вводим величину уклона – 7°. Нажимаем ОК.

Сделаем текущим элемент Edge Blend (11) навигатора детали и построим скругления ребер головок шатуна радиусом 2 мм (рис. 42).

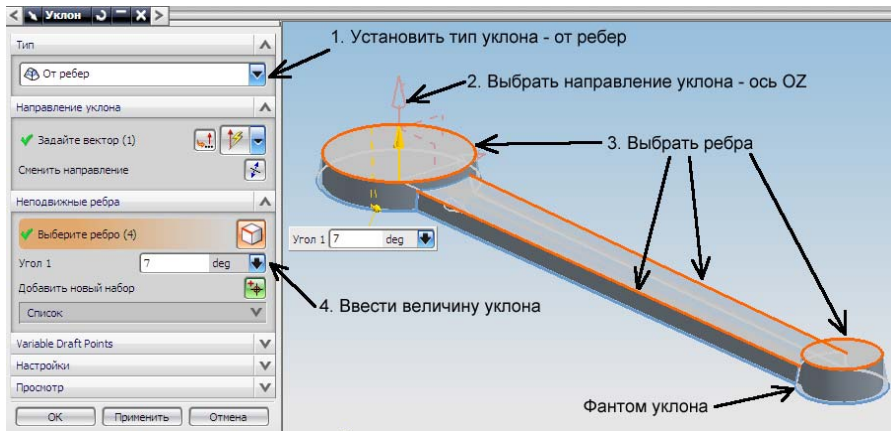


Рис. 41. Создание штамповочного уклона

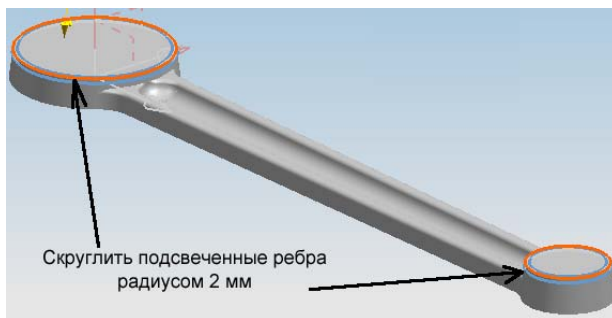


Рис. 42. Скругление ребер поковки

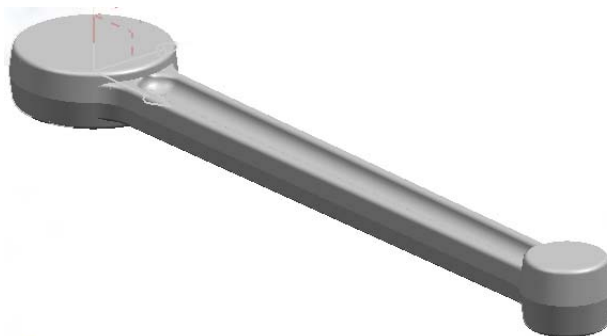



Рис. 43. Поковка шатуна

Сделав текущим последний элемент навигатора детали – Unite (14), получим трехмерную модель поковки шатуна (рис. 43). Сохраним построенную деталь – выбираем иконку  на панели инструментов.

2.3 Измерение тела

Свойства тела, такие как масса, объем и моменты инерции определяются по алгоритму, описанному ранее. Подробная информация о всех свойствах поковки приведена в приложении Б.

Для построения эпюры сечений и диаметров необходимо знать площадь поперечных сечений поковки. Измерим площадь сечения, находящегося на расстоянии 50 мм от начала координат. Сначала построим вспомогательную плоскость – в главном меню выбираем **Вставить** → **База/точка** → **Коорд.**

плоскость или иконку  на панели инструментов. В пункте «Тип» меню «Коорд. плоскость» указываем способ построения плоскости – «На расстоянии», а затем выбираем плоскость ZY в качестве базовой (рис. 44). В графу «Расстояние» пункта «Смещение» вводим величину смещения создаваемой плоскости от базовой – 50 мм. Нажимаем ОК.

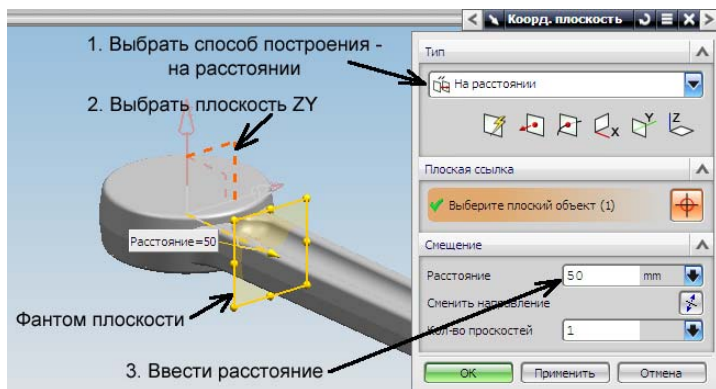



Рис. 44. Создание вспомогательной плоскости

Обрежем тело построенной плоскостью – в главном меню выбираем **Вставить** → **Обрезка** → **Обрезка тела** или иконку  на панели инструментов. Выбираем обрезаемое тело (поковку). Затем необходимо сделать активным пункт «Инструмент» меню «Обрезка тела» – нажимаем «Выберите грань или плоскость (0)». Выбираем построенную вспомогательную плоскость (рис. 45). Нажимаем ОК.

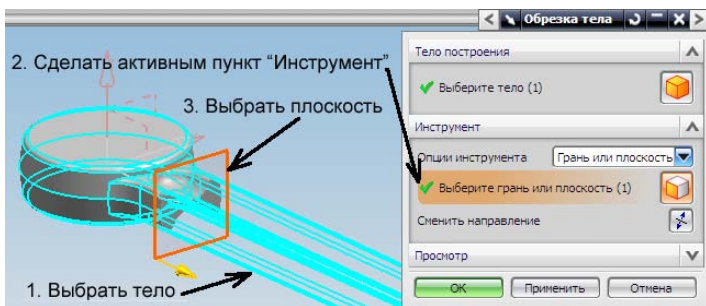


Рис. 45. Обрезка тела

Измерим площадь сечения, образующегося пересечением тела и вспомогательной плоскости. В главном меню выбираем *Анализ* → *Измерение грани*. Выбираем измеряемую грань (рис. 46), появляется площадь грани ($282,267 \text{ мм}^2$), в меню «Измерение граней» ставим галочку напротив «Ассоциативно». Нажимаем ОК.

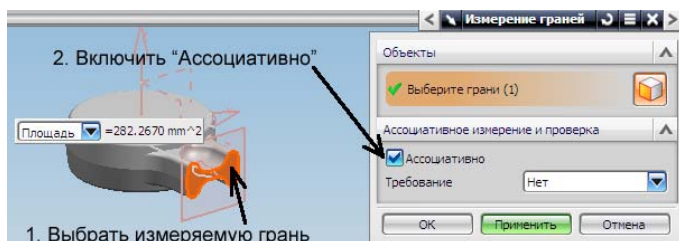


Рис. 46. Измерение грани

При построении эпоры сечений необходимо измерить площадь поперечного сечения поковки в нескольких местах. Для этого ЛКМ выделяем элемент Datum Plane (16) в навигаторе детали (рис. 47). Затем в подменю «Подробности» в столбце «Выражение» вводим новое смещение вспомогательной плоскости (можно вводить отрицательные значения), которое определяет местоположение измеряемого сечения. Нажимаем Enter. После этого ЛКМ выделяем элемент Face Measurement (18) в навигаторе детали (рис. 47) и в подменю «Подробности» в строке «Face.area» смотрим величину площади сечения.

Таким образом, можно определить площадь сечения в различных частях поковки столько раз, сколько требуется для построения эпоры сечений.

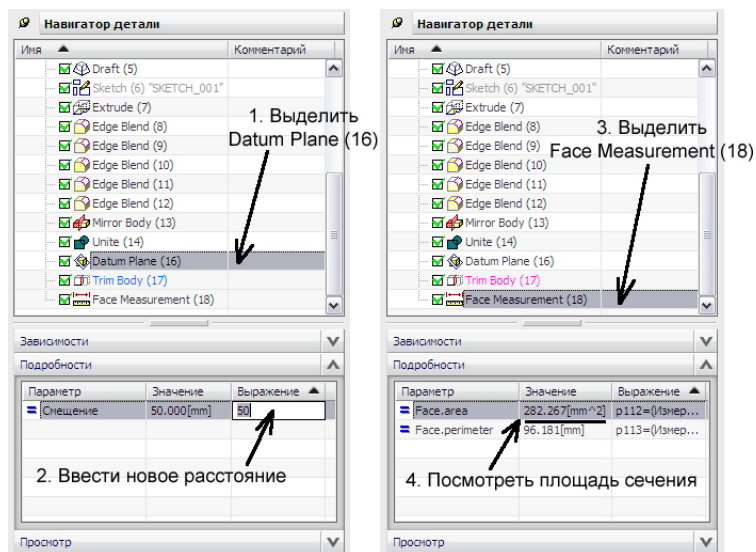


Рис. 47. Определение площади сечений


3 Моделирование штамповой оснастки

3.1 Масштабирование поковки

После построения поковки можно переходить к этапу моделирования штамповой оснастки. Откроем файл rokovka.prt и сохраним его под другим именем – rucheу.

В связи с тем, что после охлаждения штамповка уменьшается в размерах, геометрия штамповочного ручья должна быть несколько больше, т.е. учитывать линейное расширение штампуемой детали. Учтем данный фактор: в главном меню выбираем **Вставить** → **Смещение/масштаб** → **Масштаб**. Появляется меню «Масштаб», в пункте «Масштаб» которого вводим величину увеличения поковки – 1,0156 (коэффициент линейного расширения стали 12ХН3А – $15,6 \cdot 10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$). Выбираем поковку (рис. 48) и нажимаем ОК.

3.2 Создание эскиза облойной канавки

Нажимаем иконку  на панели инструментов – заходим в режим создания эскиза. В качестве плоскости для размещения эскиза выбираем плоскость ZY. Нажимаем ОК.

Построим произвольный *замкнутый* профиль, показанный на рис. 49. При построении следует избегать любых привязок, кроме «горизонтальности», «вертикальности» и «конечной точки».

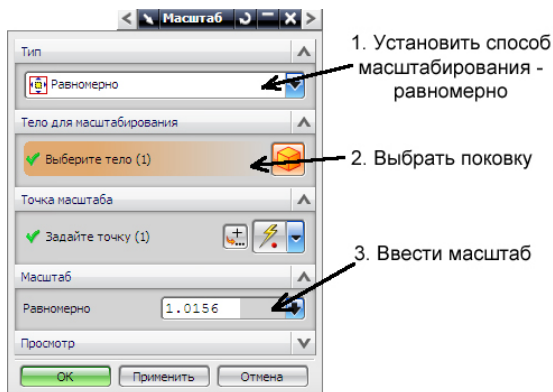


Рис. 48. Масштабирование поковки



Рис. 49. Создание эскиза облойной канавки

Теперь наложим ограничение «Касательно» – прямые должны быть касательны к дугам. Накладываем данное ограничение на точки, рядом с которыми отсутствует синий кружок (рис. 50).

Образмерим построенный профиль облойной канавки, используя функцию «Контекстный». Профиль после простановки всех размеров изображен на рис. 51.

Расположим эскиз облойной канавки относительно поковки. В главном меню выбираем **Вставить** → **Размеры** → **Вертикально**. Выбираем левую конечную точку нижней горизонтальной прямой (рис. 52), а затем начало

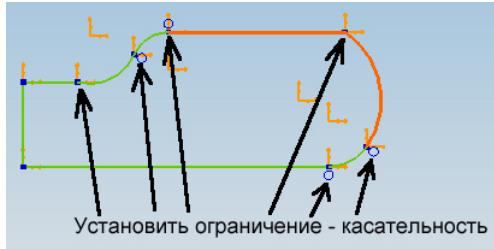


Рис. 50. Наложение ограничения «Касательно»

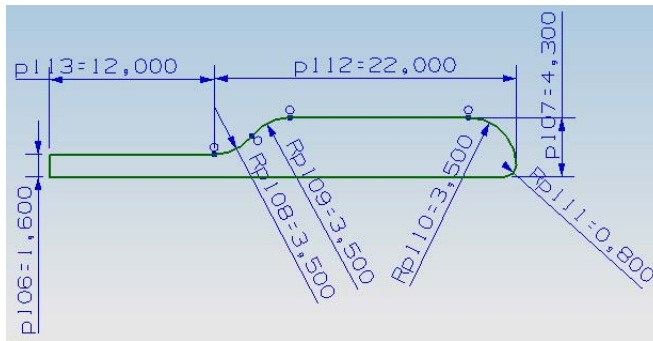


Рис. 51. Профиль облойной канавки

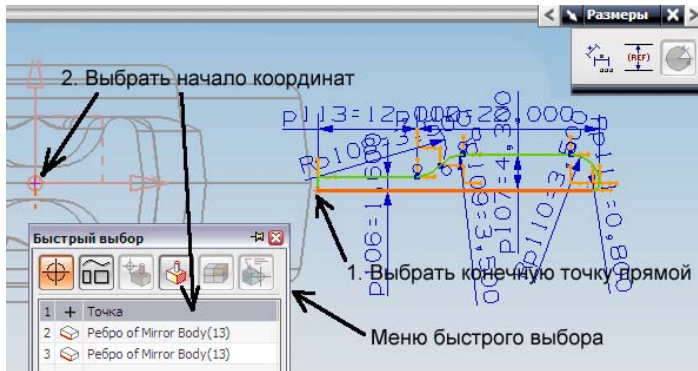


Рис. 52. Позиционирование эскиза по вертикали

координат. Появляется вертикальная размерная надпись, нажимаем ЛКМ, вводим расстояние – 0,8 мм; жмем клавишу Enter, затем Esc.

Для позиционирования эскиза по горизонтали построим вспомогательный объект – точку. В главном меню выбираем **Вставить** →

Точка, появляется меню «Точка». Указываем способ создания точки – в пункте «Тип» выбираем «Точка на кривой/ребре» (рис. 53). Как показано на рис. 53, выбираем кривую, принадлежащую поковке (линия разреза штампа у большой головки шатуна). Нажимаем ОК.

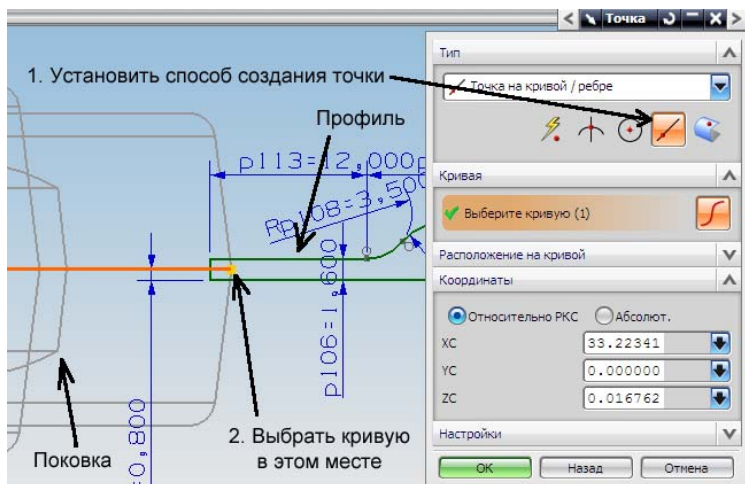


Рис. 53. Создание вспомогательной точки

В главном меню выбираем **Вставить** → **Размеры** → **Горизонтально**. Выбираем точки, как это показано на рис. 54. Появляется горизонтальная размерная надпись, нажимаем ЛКМ, вводим расстояние – 8 мм; жмем клавишу Enter, затем Esc.

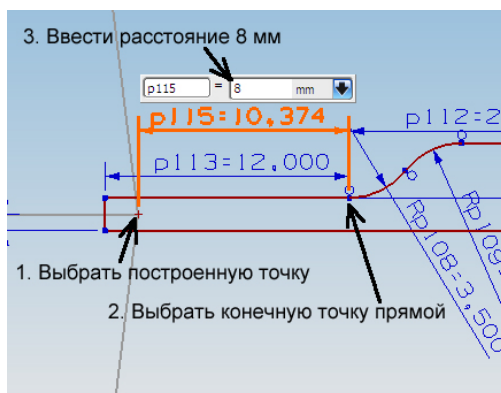
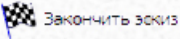





Рис. 54. Позиционирование эскиза по горизонтали

После окончания построения эскиза необходимо выйти из режима эскиза – выбрать иконку .

3.3 Создание направляющей

Для последующей операции необходимо построить еще один вспомогательный объект – направляющую кривую. Нажимаем иконку  на панели инструментов – заходим в режим создания эскиза. В качестве плоскости для размещения эскиза выбираем плоскость XY. Нажимаем ОК. Для удобства дальнейшего построения отобразим эскиз в трехмерном виде – нажмем иконку  на панели инструментов.

Построим эквидистанту линии разреза штампа (кривая, образованная пересечением штамповочных уклонов) – в главном меню выбираем **Вставить** → **Смещение кривой** или иконку  на панели инструментов. В графе «Расстояние» меню «Кривая смещения» вводим величину смещения – 30 мм. Выбираем линию разреза штампа у большой головки поковки шатуна (рис. 55), нажимаем ОК. Действуя аналогичным образом, построим эквидистанты остальных кривых линии разреза штампа (2 прямых и дуга, скругления пропускаем). Окончательный вариант изображен на рис. 56.

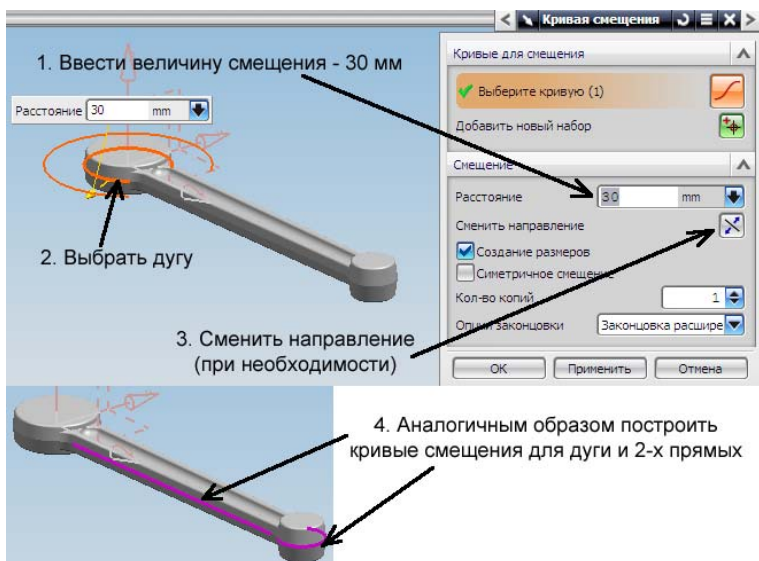


Рис. 55. Построение эквидистанты

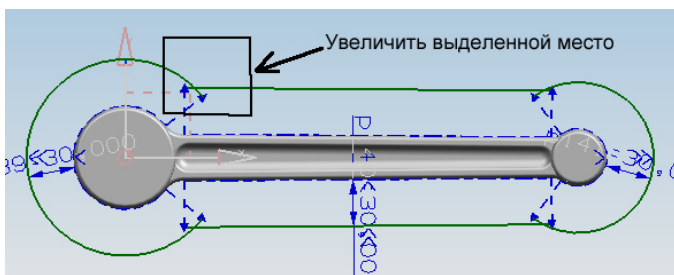




Рис. 56. Эквидистанта линии разбега штампа

Увеличим участок направляющей, выделенный черным прямоугольником на рис. 56 (для ориентации вида по эскизу необходимо нажать иконку  на панели инструментов). Для этого на панели инструментов нажмем иконку , вид курсора сменится на увеличительную лупу. Наводим курсор на объект, который нужно увеличить, и нажимаем ЛКМ. После чего, не отпуская ЛКМ, перемещаем курсор и выделяем черной рамкой объект. Отпускаем ЛКМ. Нажимаем Esc.




Обрежем лишние кривые (рис. 57) – выбираем иконку  на панели инструментов. Наводим курсор на удаляемый участок (становится сиреневым) и нажимаем ЛКМ. После удаления кривых, показанных на рис. 57, нажимаем Esc. Действуя аналогично, удалим лишние кривые в остальных местах пересечения прямых с дугами (для отображения эскиза полностью необходимо нажать  на панели инструментов).



Рис. 57. Быстрая обрезка кривых

Построим скругления – в главном меню выбираем **Вставить** → **Скругление** или иконку  на панели инструментов. Как показано на рис. 58, выбираем сначала большую дугу, а затем прямую. В появившееся меню

вводим радиус – 15 мм, нажимаем Enter. Действуя аналогично, скруглим остальные места пресечения дуг и прямых радиусами 10 мм и 15 мм (рис. 58).

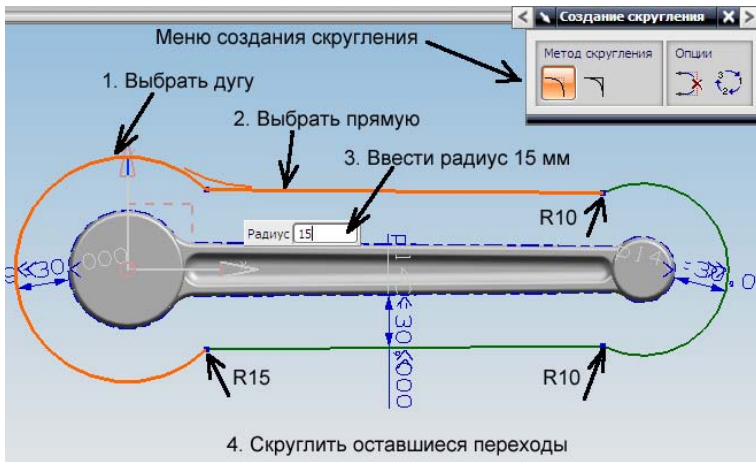



Рис. 58. Скругление в эскизе


После окончания построения эскиза необходимо выйти из режима эскиза

– выбрать иконку  **Закончить эскиз**

3.4 Типовой элемент проектирования: заметание

После построения эскиза канавки и направляющей кривой можно перейти к созданию облойной канавки. В главном меню выбираем **Вставить** → **Заметание** → **Заметаемая поверхность** или иконку  на панели инструментов.

На панели выбора в окне «Правило кривой» необходимо установить «Вывод кривых» (по умолчанию стоит «Касательные кривые»). Выбираем эскиз облойной канавки (рис. 59), а затем необходимо сделать активным пункт «Направляющие» меню «Заметание» – нажимаем «Выберите кривую (0)». Убеждаемся, что в окне «Правило кривой» установлен «Вывод кривых», и выбираем эскиз направляющей. Нажимаем ОК.

Теперь необходимо объединить построенную облойную канавку и поковку в единое тело (ручей). Выбираем иконку  на панели инструментов. Выбираем тело построения – поковку, а затем инструмент – облойную канавку. Нажимаем ОК.

Скруглим место перехода поковки в облойную канавку (рис. 60) радиусом 1,5 мм.

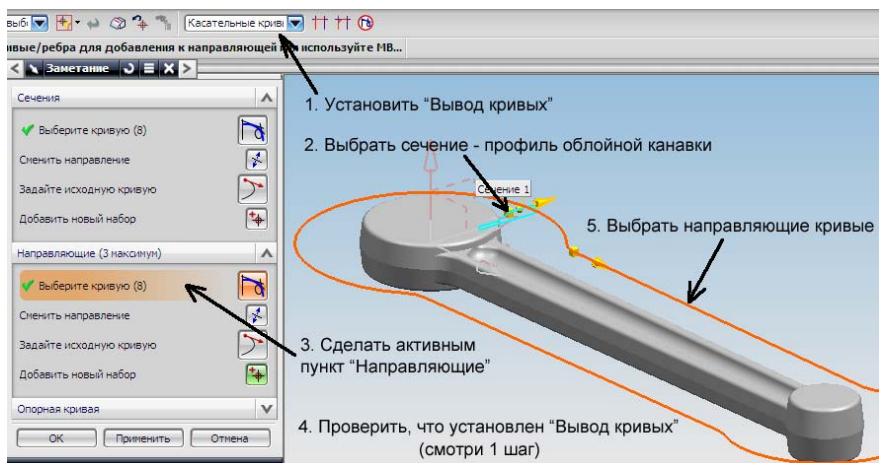


Рис. 59. Создание облойной канавки заметанием



Рис. 60. Скругление ребер

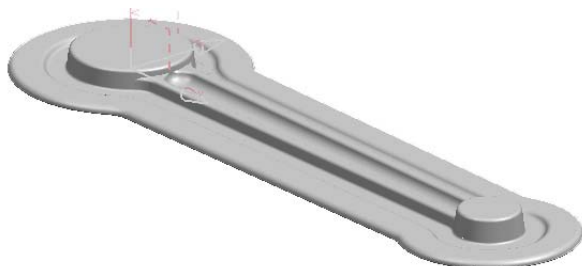


Рис. 61. Чистовой ручей

Трехмерная модель чистового ручья изображена на рис. 61. Сохраним построенную деталь – выбираем иконку  на панели инструментов.

3.5 Создание верхней и нижней половин штампа

Сначала построим нижнюю половину штампа. Откроем файл gushey.prt и сохраним его под другим именем – shtamp-niz.

Для моделирования кубика штампа необходимо создать вспомогательную точку – вершину кубика. В главном меню выбираем **Вставить** → **База/точка** → **Точка**. Появляется меню «Точка» (рис. 62), в пункте «Координаты» которого вводим следующие значения: $x = -100$ мм, $y = -100$ мм, $z = -100$ мм. Нажимаем ОК.

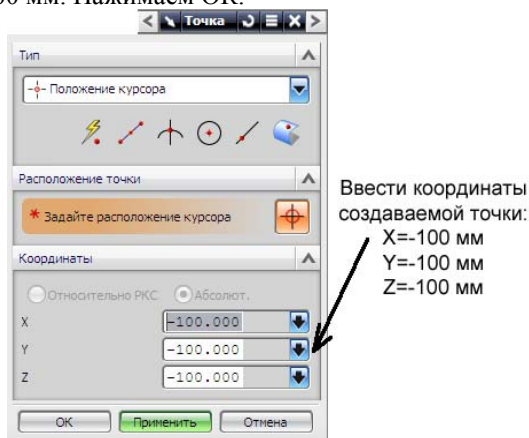


Рис. 62. Создание вспомогательной точки

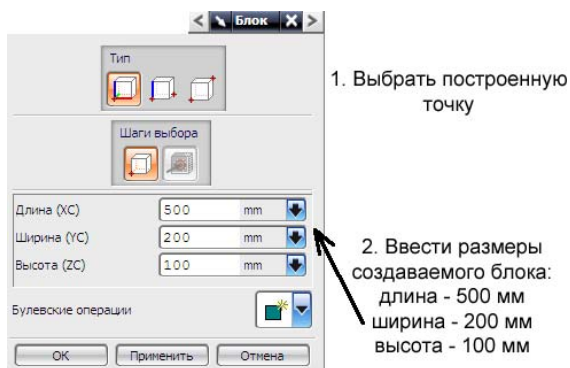



Рис. 63. Создание блока

Теперь построим кубик – в главном меню выбираем **Вставить** → **Элементы проектирования** → **Блок**. Выбираем ранее построенную точку и в соответствующие графы меню «Блок» вводим длину – 500 мм, ширину – 200 мм, высоту – 100 мм (рис. 63). Нажимаем ОК.

На последнем шаге построения вычтем из созданного блока чистовой ручей. В главном меню выбираем **Вставить** → **Комбинированные тела** →

Вычитание или иконку  на панели инструментов. Выбираем тело построения (из чего будем вычитать) – блок, а затем инструмент (что будем вычитать) – чистовой ручей (рис. 64). Нажимаем ОК.

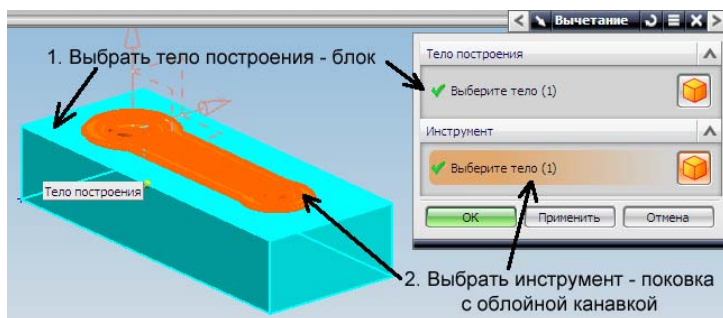



Рис. 64. Использование операции «Вычитание»

Сохраним построенную деталь – выбираем иконку  на панели инструментов.

Действуя аналогично, построим нижнюю половину штампа. Откроем файл `rushey.prt` и сохраним его под другим именем – `shtamp-verx`. Затем построим точку со следующими координатами: $x = -100$ мм, $y = -100$ мм, $z = 0$ мм. После создадим блок длиной – 500 мм, шириной – 200 мм, высотой – 100 мм. Вычтем из построенного блока чистовой ручей. Сохраним деталь.

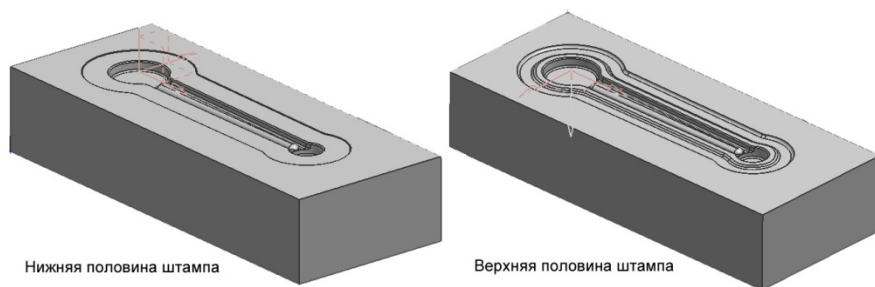



Рис. 65. Нижняя и верхняя половины штампа

Трехмерные модели нижней и верхней половин штампов изображены на рис. 65.

4 Подготовка данных для передачи в DEFORM-3D

4.1 Сохранение модели штампа в формате «stl»

Для моделирования процесса горячей объемной штамповки в специализированном программном комплексе DEFORM-3D необходимо сохранить геометрию штамповой оснастки в файле формата «STL». Кроме того, т.к. деталь шатун обладает симметрией относительно своей оси, конечно-элементное моделирование процесса штамповки целесообразно проводить только для половины детали.

Откроем файл shtamp-niz.prt. Т.к. было решено проводить расчет только для половины заготовки, необходимо обрезать штамп. В главном меню выбираем **Вставить** → **Обрезка** → **Обрезка тела** или иконку  на панели инструментов. Выбираем обрезаемое тело (штамп). Затем необходимо сделать активным пункт «Инструмент» меню «Обрезка тела» – нажимаем «Выберите грань или плоскость (0)». Выбираем плоскость ZX (рис. 66). Нажимаем ОК.

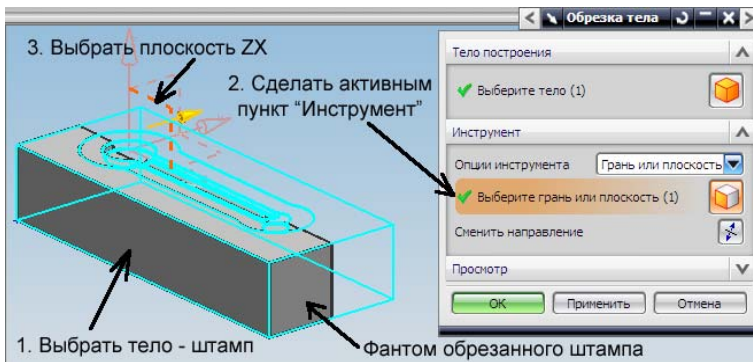



Рис. 66. Обрезка нижней половины штампа

Теперь сохраним полученную геометрию в формате «STL» – в главном меню выбираем **Файл** → **Экспорт** → **STL**. Появляется меню «Быстрое макетирование», ничего не изменяя, нажимаем ОК. В окне «Экспорт быстрого прототипирования» в строке «Имя файла» вводим имя файла – shtamp-niz. Следующее меню позволяет ввести информацию в заголовок файла (только латинский алфавит); ничего не вводя нажимаем ОК. Появляется меню «Выбор по классу», выбираем обрезанный штамп и нажимаем ОК. Появляется меню «Отображение ошибок», нажимаем ОК. Появляется еще одно меню «Сообщения об ошибках», нажимаем ОК.

Действуя аналогично, подготовим верхнюю половину штампа для передачи в DEFORM-3D. Откроем файл shtamp-verx.prt. Обрежем штамп по плоскости симметрии и сохраним в формате STL под именем shtamp-verx.

4.2 Создание заготовки

Для моделирования процесса штамповки в DEFORM-3D также необходима модель заготовки, ее тоже построим в Unigraphics. Создадим новый файл – выбираем иконку  из панели инструментов. Вводим имя нового файла – zagotovka, нажимаем ОК.

Заготовкой является пруток, поэтому в главном меню выбираем **Вставить** → **Элементы проектирования** → **Цилиндр**. В качестве оси цилиндра выбираем ось OX, а в соответствующие графы меню «Цилиндр» вводим диаметр – 30 мм, высоту – 335 мм (рис. 67).

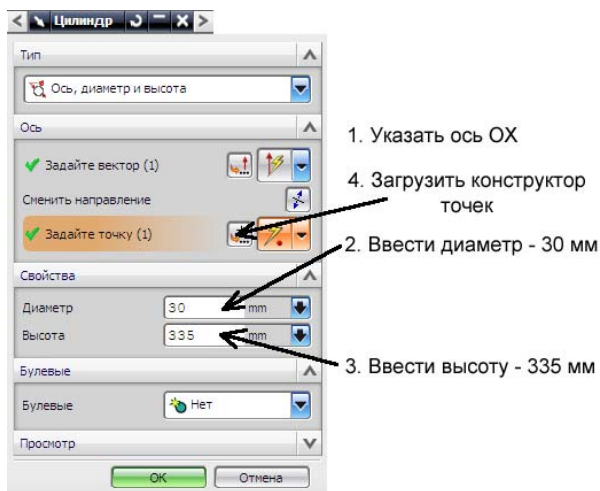



Рис. 67. Создание цилиндра

Для построения точки основания цилиндра перейдем в режим конструктора точек – нажмем иконку  в пункте «Ось» меню «Цилиндр». Появляется меню «Точка», в пункт «Координаты» которого вводим координату XC – -30 мм (рис. 68). Нажимаем ОК. Нажимаем ОК еще раз.

Действуя по ранее рассмотренному алгоритму, обрежем заготовку по плоскости симметрии – плоскости ZX и сохраним в формате STL под именем zagotovka.

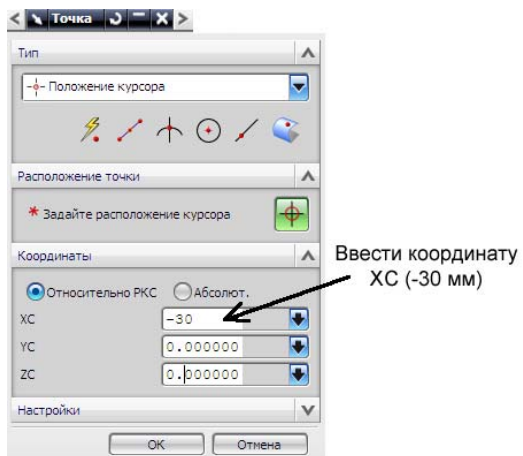


Рис. 68. Создание точки центра основания цилиндра

Библиографический список

1. Краснов, М. Unigraphics для профессионалов [Текст] / М. Краснов, Ю. Чигишев. – М.: ЛОРИ, 2004. – 323 с.
2. Practical application of Unigraphics [Текст]: student manual. – EDS Inc., 2002. – 744 p.
3. Practical application of Unigraphics [Текст]: workbook. – EDS Inc., 2002. – 102 с.

Приложения

Приложение А. МЦХ шатуна

Измерение характеристик массы

Отображение значения массовых характеристик	
Объем	= 122246.725227 mm ³
Площадь	= 35739.156373 mm ²
Масса	= 0.957269 kg
Вес	= 9.387615 N
Радиус инерции	= 110.448341 mm
Центроид	= 120.002157, -0.000000, -0.000000 mm

Точные характеристики массы

Анализ использует расчетную точность	0.999000		
Единицы информации	kg - mm		
Плотность	= 0.000008		
Объем	= 122246.725227		
Площадь	= 35739.156373		
Масса	= 0.957270		
Первые моменты			
Mx, My, Mz	= 114.874477,	-0.000000,	-0.000000
Центр масс			
Xcbar, Ycbar, Zcbar	= 120.002157,	-0.000000,	-0.000000
Моменты инерции (PCK)			
Ix, Iy, Iz	= 164.116011,	25323.000349,	25438.415757
Момент инерции (центроид)			
Ixc, Iyc, Izc	= 164.116011,	11537.815301,	11653.230709
Момент инерции (сферический)			
I	= 11677.581010		
Центробежные моменты инерции (PCK)			
Iyz, Ixz, Ixy	= -0.000005,	-0.000000,	-0.000000
Смешанный момент инерции (центроид)			
Iyzc, Ixzc, Ixyc	= -0.000005,	0.000000,	-0.000000
Радиус вращения (PCK)			
Rx, Ry, Rz	= 13.093575,	162.644857,	163.015081
Радиус инерции (центроид)			
Rxc, Ryc, Rzc	= 13.093575,	109.785389,	110.333127
Радиус инерции (сферический)			
R	= 110.448341		
Принципиальные оси (вектора направлений относительно PCK)			
Xp(X), Xp(Y), Xp(Z)	= 0.000000,	0.000000,	1.000000
Yp(X), Yp(Y), Yp(Z)	= 0.000000,	1.000000,	0.000000
Zp(X), Zp(Y), Zp(Z)	= -1.000000,	0.000000,	0.000000
Главные моменты			
I1, I2, I3	= 11653.230709,	11537.815301,	164.116011

Оценки ошибки

Объем	= 3.962781
Площадь	= 0.069886
Масса	= 0.000031

Приложение Б. МЦХ поковки шатуна

Измерение характеристик массы

Отображение значения массовых характеристик			
Объем	=	175526.665012	mm ³
Площадь	=	37617.044951	mm ²
Масса	=	1.374485	kg
Вес	=	13.479108	N
Радиус инерции	=	116.275857	mm
Центроид	=	104.743536, 0.000001, 0.000000	mm

Точные характеристики массы

Анализ использует расчетную точность	0.999000		
Единицы информации	kg - mm		
Плотность	=	0.000008	
Объем	=	175526.665012	
Площадь	=	37617.044951	
Масса	=	1.374486	
Первые моменты			
Mx, My, Mz	=	143.968536, 0.000001, 0.000000	
Центр масс			
Xcbar, Ycbar, Zcbar	=	104.743536, 0.000001, 0.000000	
Моменты инерции (PCK)			
Ix, Iy, Iz	=	277.230240, 33436.548449, 33612.078856	
Момент инерции (центроид)			
Ixc, Iyc, Izc	=	277.230240, 18356.774957, 18532.305364	
Момент инерции (сферический)			
I	=	18583.155281	
Центробежные моменты инерции (PCK)			
Iyz, Ixz, Ixy	=	0.000002, -0.000000, 0.000031	
Смешанный момент инерции (центроид)			
Iyzc, Ixzc, Ixyc	=	0.000002, -0.000000, -0.000047	
Радиус вращения (PCK)			
Rx, Ry, Rz	=	14.202020, 155.969809, 156.378667	
Радиус инерции (центроид)			
Rxc, Ryc, Rzc	=	14.202020, 115.565449, 116.116662	
Радиус инерции (сферический)			
R	=	116.275857	
Принципиальные оси (вектора направлений относительно PCK)			
Xp(X), Xp(Y), Xp(Z)	=	0.000000, 0.000000, 1.000000	
Yp(X), Yp(Y), Yp(Z)	=	0.000000, 1.000000, 0.000000	
Zp(X), Zp(Y), Zp(Z)	=	-1.000000, 0.000000, 0.000000	
Главные моменты			
I1, I2, I3	=	18532.305364, 18356.774957, 277.230240	

Оценки ошибки

Объем	=	2.226784	
Площадь	=	0.091422	
Масса	=	0.000017	
Момент инерции (сферический)	=	0.004213	
Центр масс	=	0.007617, 0.005791, 0.005791	

Учебное издание

**ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ
ТРЕХМЕРНОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ UNIGRAPHICS
В КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

Методические указания

Составители: *Каргин Борис Владимирович,
Ерисов Ярослав Александрович*

Редактор Ю.Н. Литвинова
Доверстка А.В. Ярославцева

Подписано в печать 8.08.2011. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 3,25.
Тираж 100 экз. Заказ . Арт. С - М2/2011.

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

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

