



УДК 621.98(075.8)

ББК 30.2-5-05я73

Рецензент:

д-р техн. наук, профессор Поволжского государственного  
университета сервиса *Б.М. Горшков.*

Почекуев, Е.Н. Проектирование в Siemens NX технологических процессов изготовления деталей листовой штамповкой : электронное учеб.-метод. пособие / Е.Н. Почекуев, П.А. Путеев, П.Н. Шенбергер. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 1 электрон. опт. диск.

Приведена методика автоматизированного проектирования технологических процессов деталей крупной и средней листовой штамповки с помощью мастер-процесса Die Engineering системы автоматизированного проектирования Siemens NX.

Предназначено для студентов направления подготовки бакалавров 150700.62 «Машиностроение» профиля «Машины и технология обработки металлов давлением» и магистров по программе «САПР в машиностроении», а также направления подготовки 150200 «Машиностроительные технологии и оборудование» специальности 150201.65 «Машины и технология обработки металлов давлением» очной и заочной форм обучения.

Текстовое электронное издание

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер; Windows XP/Vista/7/8; ПIII 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; Adobe Reader.

Номер государственной регистрации электронного издания

© ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», 2014



Редактор *Г.В. Данилова*  
Технический редактор *З.М. Малявина*  
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*  
Художественное оформление,  
компьютерное проектирование: *Г.В. Карасева, И.И. Шишкина*

Дата подписания к использованию 11.02.2014.  
Объем издания 64 Мб.  
Комплектация издания: CD-диск, первичная упаковка.  
Заказ № 1-39-13.

Издательство Тольяттинского государственного университета  
445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,  
тел.: 8 (8482) 53 91 47, [www.tltsu.ru](http://www.tltsu.ru)



## ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для магистрантов и студентов, специализирующихся в области разработки технологии листовой штамповки с помощью современных методов автоматизированного проектирования электронных моделей штампованных листовых деталей, процессов их деформации и технологической документации.

Для эффективного освоения материала предполагается предварительная подготовка пользователей в области технологии листовой штамповки, а также получение знаний и навыков работы в приложениях NX: моделирование, сборка, черчение.

Студенты должны изучить:

- методы проверки качества электронных моделей листовых деталей и способы оценки их технологичности на основе функционала **DFM NX 8.0** и одношагового анализа формруемости;
- методы проектирования и назначения линий прессов для листовой штамповки в 3D;
- визуализацию положения электронных моделей изделия в межштамповом пространстве прессы по операциям штамповки, углов обрезки по операциям и др.;
- приемы построения электронных моделей поверхности прижима в контексте сборки технологического процесса;
- автоматизированную методику построения припуска и электронной модели изделия для вытяжной операции;
- разработку разделительных операций в приложении разработки техпроцессов листовой штамповки;
- разработку формообразующих операций в приложении разработки техпроцессов листовой штамповки;
- методы компенсации пружинения электронных моделей изделия в конструкции штамповой оснастки;
- моделирование электронного макета технологического процесса штамповки.

Пособие будет полезно инженерам, конструкторам и технологам, которые разрабатывают и внедряют процессы листовой штамповки на производстве.



# 1. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ И ПОДГОТОВКИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

## 1.1. Построение листовых тел методами NX

Получение 3D-геометрии листовых деталей сложной пространственной формы предполагает использование функционала NX, предназначенного для осуществления поверхностного моделирования.

Рассмотрим подробнее практическое использование инструментов NX для работы с поверхностями.

Если геометрия создания поверхности свободной формы содержит точки, которые будут использованы в качестве основы для формирования поверхности, то возможно использование таких команд:

- **Через точки,**
- **По полюсам,**
- **По облаку точек** и т. д.

Рассмотрим более подробно применение данных опций.

Для создания поверхности по заданному множеству точек, которые определяют набор сечений, вызывается следующая последовательность опций: **Вставить** – **Поверхность** – **Через точки** (рис. 1.1).

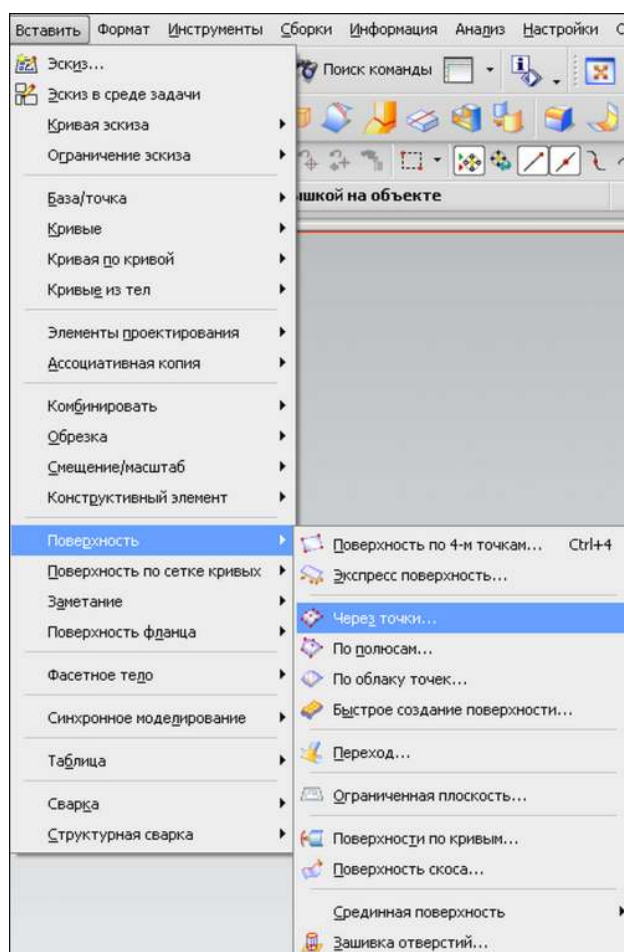


Рис. 1.1. Меню **Вставить**, активация подменю **Поверхность**, вызов опции **Через точки**



Активация команды **Через точки** приводит к открытию одноименного окна диалога (рис. 1.2).

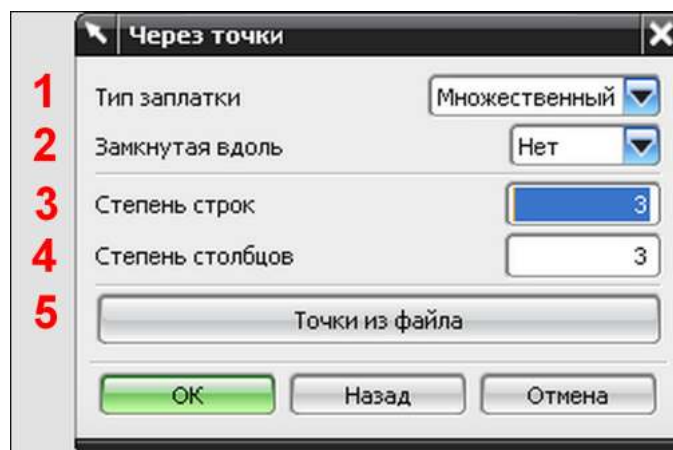


Рис. 1.2. Интерфейс окна диалога **Через точки**

Интерфейс окна диалога **Через точки** представлен следующей группой опций:

1 – списком **Тип заплаты**, который содержит две опции:

- **Множественный**,
  - **Одиночный**;
- 2 – списком **Замкнутая вдоль**, который включает четыре команды:
- **Нет** (создается незамкнутая поверхность);
  - **Строки** (выполняется замыкание поверхности с использованием строк, образуемых массивом точек);
  - **Столбцы** (выполняется замыкание поверхности с использованием столбцов, образуемых массивом точек);
  - **Оба** (будет выполнено замыкание поверхности по столбцам и строкам);
- 3 – полем ввода **Степень строк** (задает величину степени поверхности по строкам);
- 4 – полем ввода **Степень столбцов** (определяет величину степени поверхности по столбцам);
- 5 – кнопкой **Точки из файла** (открывает стандартное окно для указания файла, содержащего координаты точек).

После указания всех необходимых параметров в окне диалога **Через точки** выполняется нажатие клавиши **ОК**, активация которой приводит к обновлению интерфейса окна диалога (рис. 1.3).

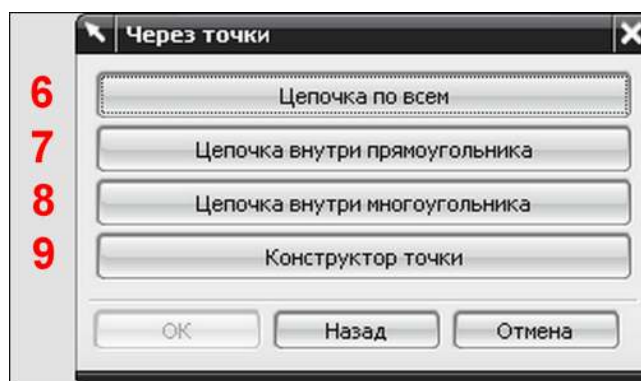


Рис. 1.3. Обновленный интерфейс окна диалога **Через точки**, опции выбора точек



Обновленный интерфейс окна диалога **Через точки** представлен кнопками выбора:  
6 – **Цепочка по всем** (позволяет указать начальную и конечную точки для выделения программой точек, расположенных между ними);

7 – **Цепочка внутри прямоугольника** (курсором указываются диаметрально противоположные точки прямоугольника-ловушки, что позволяет программе выбрать точки, которые попадают в его область);

8 – **Цепочка внутри многоугольника** (курсором устанавливаются вершины многоугольника-ловушки, что позволяет программе выбрать точки, которые попадают в его зону);

9 – **Конструктор точки** (открывает стандартное окно диалога **Точка** для создания или выбора точек).

После указания точек, достаточных для построения поверхности, интерфейс окна диалога **Через точки** обновляется (рис. 1.4), что приводит к появлению опций, которые позволяют пользователю выполнить построение поверхности по ранее указанным точкам либо продолжить их выбор.

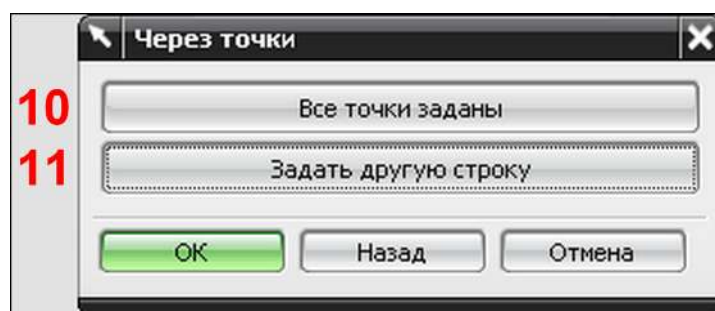


Рис. 1.4. Обновленный интерфейс окна диалога **Через точки**, опции выбора точек

Обновленный интерфейс окна диалога **Через точки** содержит следующие кнопки:

10 – **Все точки заданы**, активация которой приводит к построению поверхности;

11 – **Задать другую строку**, нажатие которой позволяет продолжать выбор точек.

*Алгоритм создания поверхности свободной формы по точкам* соответствует следующей последовательности действий:

- вызываются опции **Вставить – Поверхность – Через точки**;
- в окне диалога **Через точки** в списке **Тип заплатки** указывается опция **Множественный**;
- в списке **Замкнутая вдоль** выбирается строка **Нет** для формирования незамкнутой поверхности;
- в полях ввода **Степень строк** и **Степень столбцов** вносятся значения, равные 3;
- нажимается клавиша **ОК**;
- в обновленном окне диалога **Через точки** активируется кнопка **Цепочка по всем**;
- курсором указывается начальная и конечная точки первой цепочки (рис. 1.5);
- аналогичным образом выделяются точки оставшихся цепочек;
- после выбора количества точек, достаточного для построения поверхности, в обновленном окне диалога **Через точки** активируется опция **Все точки заданы** (если были указаны все точки) либо вызывается команда **Задать другую строку** (если необходимо продолжить выбор точек);
- после активации опции **Все точки заданы** в графическом окне создается поверхность свободной формы (рис. 1.6).



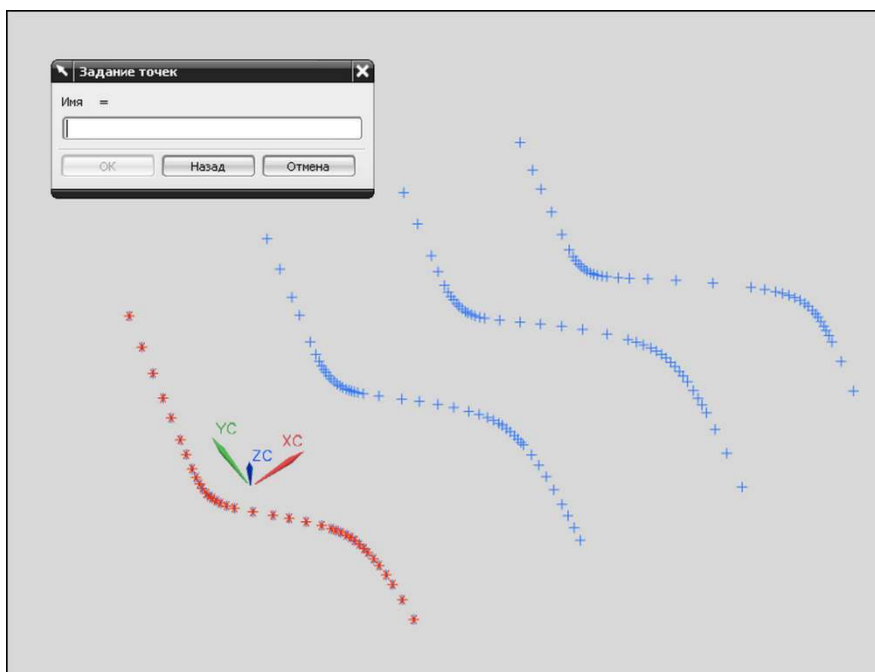


Рис. 1.5. Выбор начальной и конечной точек первой цепочки (опция **Цепочка по всем**)

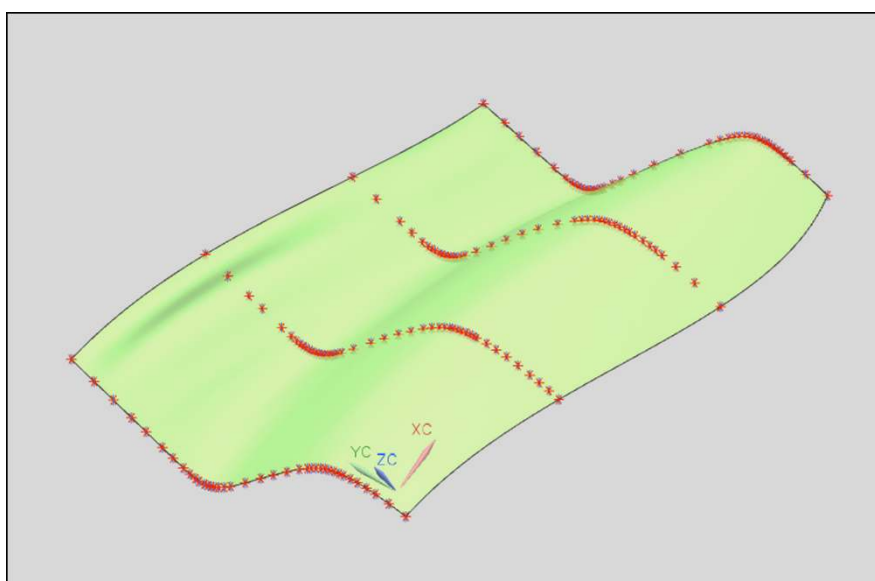


Рис. 1.6. Поверхность свободной формы, созданная с помощью опции **По точкам**

Для создания поверхности по заданному набору вершин (полюсов) характеристического многоугольника вызывается следующая последовательность опций: **Вставить – Поверхность – По полюсам** (рис. 1.7).

Активация команды **По полюсам** приводит к открытию одноименного окна диалога (рис. 1.8).

Интерфейс окна диалога **По полюсам** аналогичен группе опций окна диалога **По точкам**, назначение которых было рассмотрено ранее.

После указания всех необходимых параметров в окне диалога **По полюсам** выполняется нажатие клавиши **ОК**, активация которой приводит к открытию стандартного окна диалога **Точка**. С помощью опций окна диалога **Точка** выполняется задание либо указание точек, которые являются полюсами поверхности.



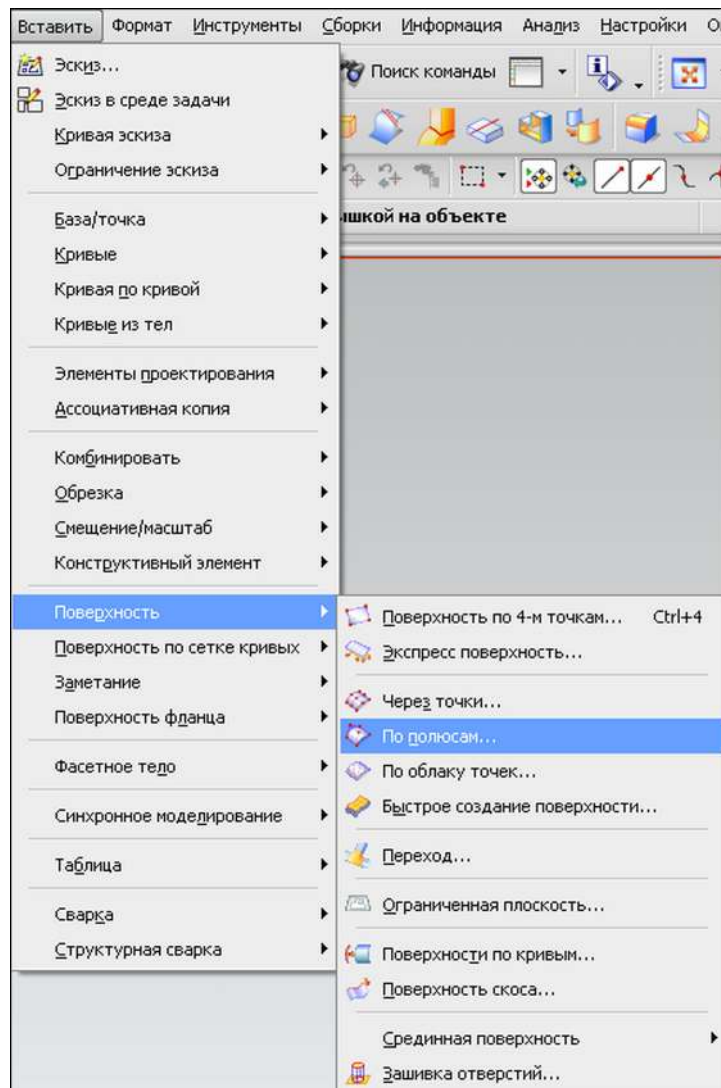


Рис. 1.7. Меню **Вставить**, активация подменю **Поверхность**, вызов опции **По полюсам**

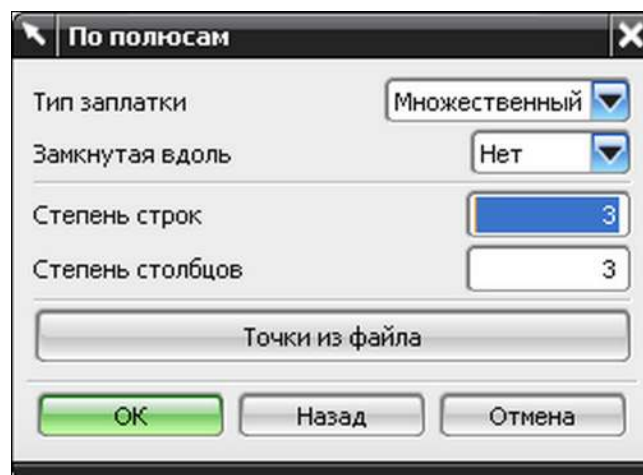


Рис. 1.8. Интерфейс окна диалога **По полюсам**

Пользователем последовательно указываются (или задаются) точки, относящиеся к одной из цепочек, после чего в окне диалога **Точка** нажимается клавиша **ОК**. Далее аналогичным образом выделяются (или устанавливаются) точки второй цепочки полюсов и т. д.



После указания точек, достаточных для построения поверхности, открывается окно диалога **Задание точек** (рис. 1.9), что приводит к появлению опций, которые позволяют пользователю либо выполнить построение поверхности с использованием указанных полюсов, либо продолжить их выбор.

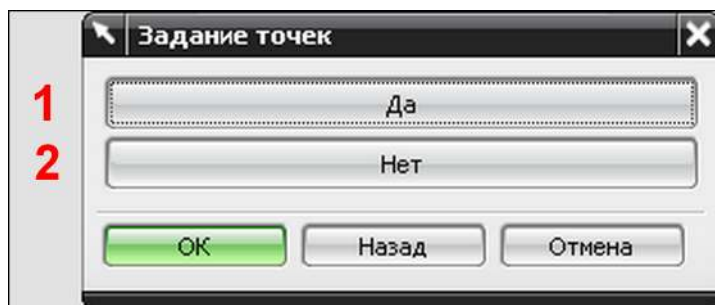


Рис. 1.9. Интерфейс окна диалога **Задание точек**

Окно диалога **Задание точек** содержит следующие кнопки:

- 1 – **Да**, нажатие которой позволяет продолжать выбор точек;
- 2 – **Нет**, активация которой приводит к построению поверхности.

Алгоритм создания поверхности свободной формы по полюсам соответствует следующей последовательности действий:

- вызываются опции **Вставить – Поверхность – По полюсам**;
- в окне диалога **По полюсам** в списке **Тип заплата** указывается опция **Множественный**;
- в списке **Замкнутая вдоль** выбирается строка **Нет** для формирования незамкнутой поверхности;
- в полях ввода **Степень строк** и **Степень столбцов** вносятся значения, равные 3;
- нажимается клавиша **ОК**;
- в открывшемся окне диалога **Точка** курсором указываются точки (полюса) первой цепочки (рис. 1.10);

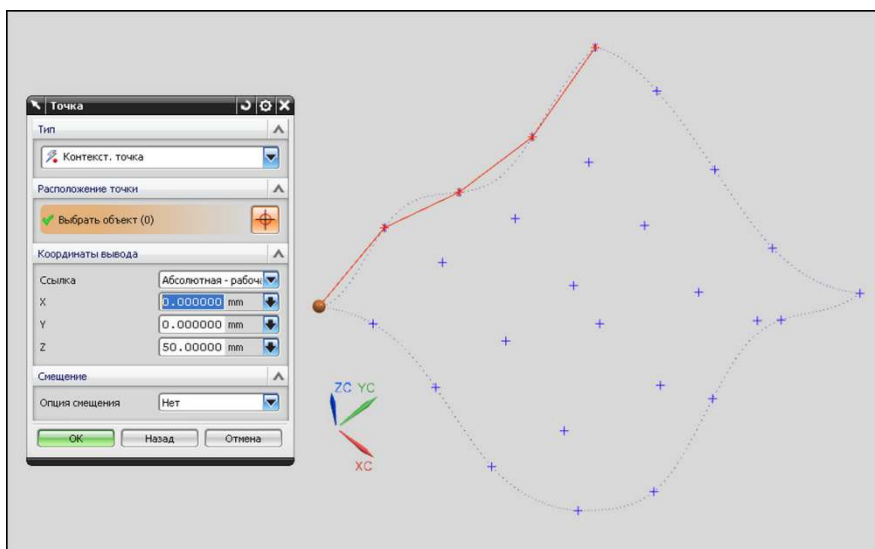


Рис. 1.10. Выбор точек первой цепочки (опция **По полюсам**)



- нажимается клавиша **ОК**;
- в открывшемся окне **Задание точек** активируется опция **Да** (если необходимо продолжить формирование цепочек поверхностей) либо нажимается кнопка **Нет** (если задание цепочек закончено);
- после активации опции **Нет** в графическом окне создается поверхность свободной формы (рис. 1.11).

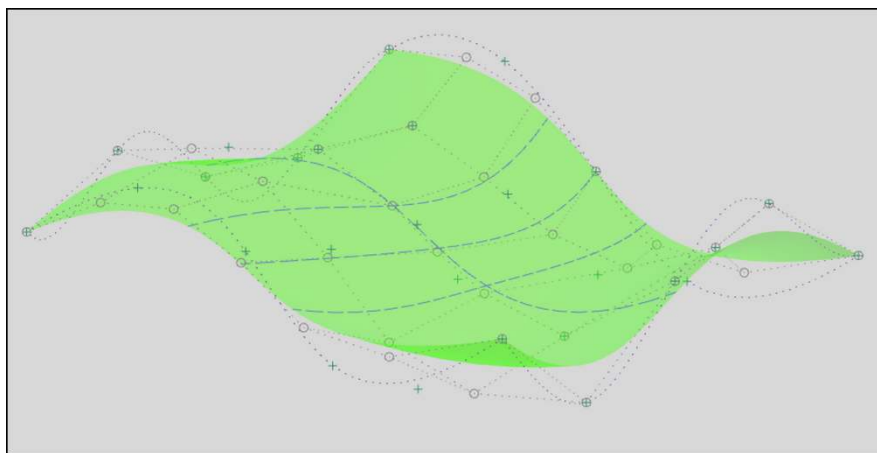


Рис. 1.11. Поверхность свободной формы, созданная с помощью опции **По полюсам**

Для моделирования поверхности, которая аппроксимирует значительное количество точек, вызывается следующая последовательность опций: **Вставить – Поверхность – По облаку точек** (рис. 1.12).

Активация команды **По облаку точек** приводит к открытию одноименного окна диалога (рис. 1.13).

Интерфейс окна диалога **По облаку точек** представлен следующей группой опций:

1 – кнопкой **Облако точек** (активация опции позволяет пользователю выделять точки аппроксимации);

2 – кнопкой **Точки из файла** (открывает стандартное окно для указания файла, содержащего координаты точек),

а также полями ввода:

3 – **Степень U** (задает степень кривизны поверхности в продольном направлении);

4 – **Степень V** (определяет степень кривизны поверхности в поперечном направлении);

5 – **U сегменты** (указывает число сегментов в продольном направлении);

6 – **V сегменты** (задает количество сегментов в поперечном направлении).

*Алгоритм создания поверхности свободной формы по облаку точек* соответствует следующей последовательности действий:

- вызываются опции **Вставить – Поверхность – По облаку точек**;
- в окне диалога **По облаку точек** нажимается кнопка с одноименным названием;
- курсором выделяются точки;
- после нажатия клавиши **ОК** в графическом окне создается поверхность свободной формы (рис. 1.14).



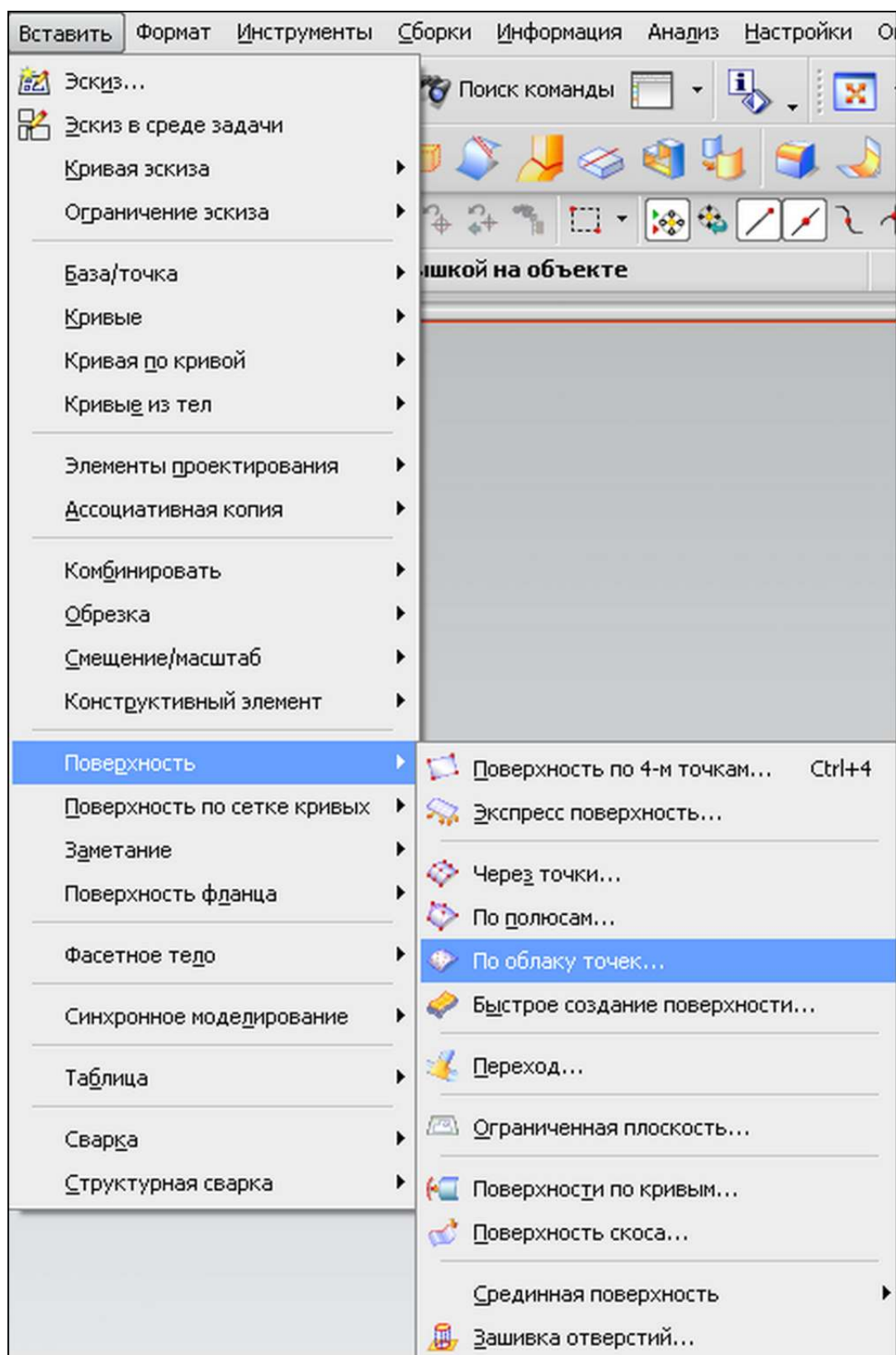


Рис. 1.12. Меню **Вставить**, активация подменю **Поверхность**, / вызов опции **По облаку точек**



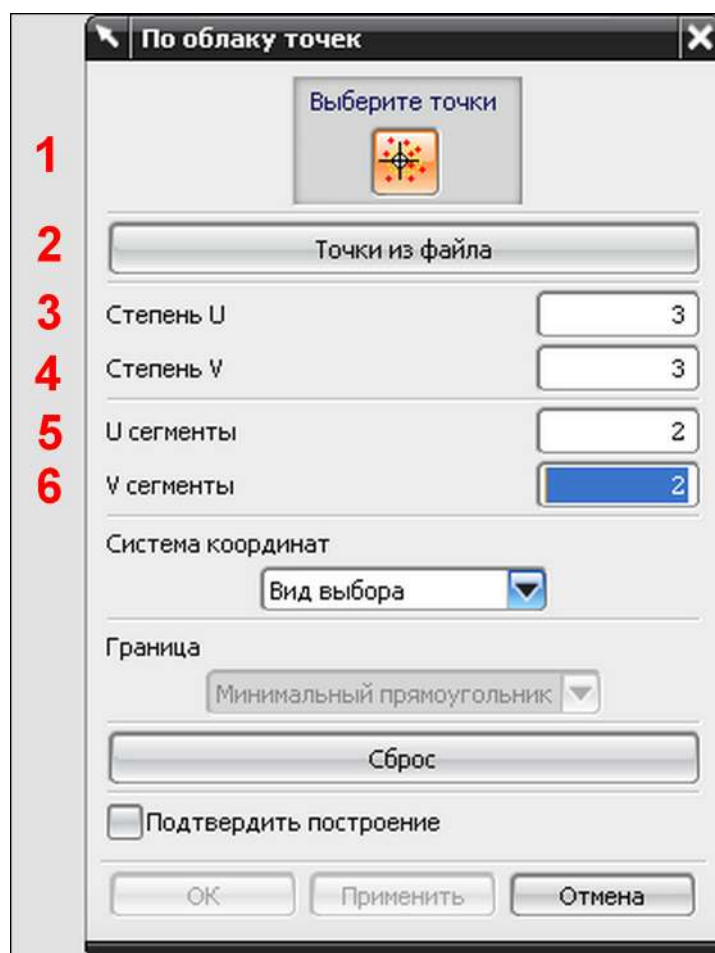


Рис. 1.13. Интерфейс окна диалога **По облаку точек**

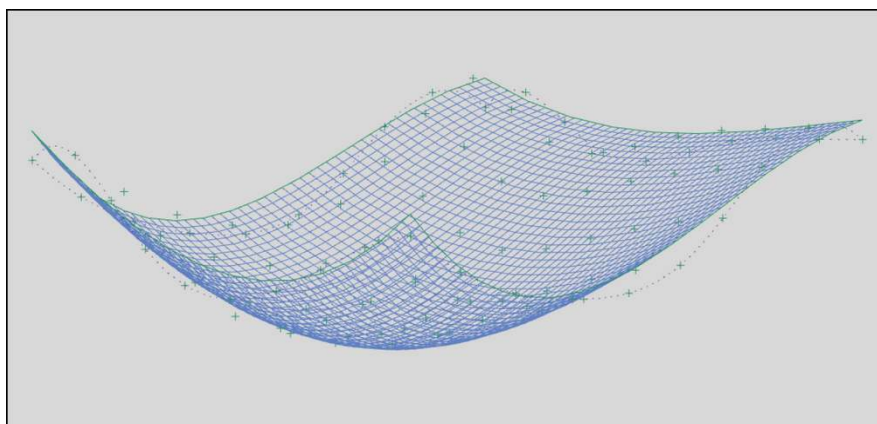


Рис. 1.14. Поверхность свободной формы, созданная с помощью опции **По облаку точек**

Если геометрия создания поверхности свободной формы содержит сечения, состоящие из кривых, граней и ребер, то возможно использование нижеперечисленных команд:

- **Линейчатая поверхность;**
- **По сечениям;**
- **По сетке кривых;**
- **Заметаемая поверхность** и т. д.

Рассмотрим более подробно применение данных опций.



Для создания поверхности или твердого тела по двум заданным сечениям вызываются следующие опции: **Вставить** – **Поверхность по сетке кривых** – **Линейчатая поверхность** (рис. 1.15).

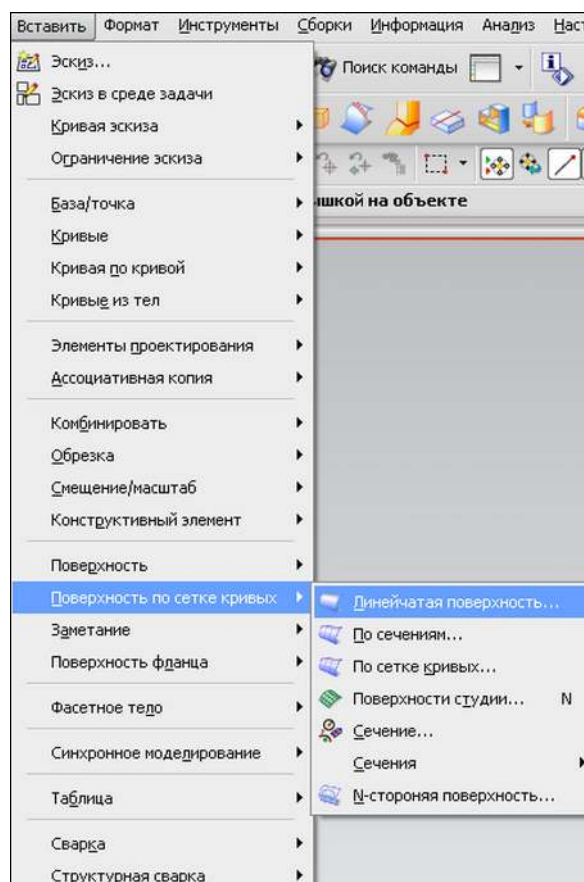


Рис. 1.15. Меню **Вставить**, активация подменю **Поверхность по сетке кривых**, вызов опции **Линейчатая поверхность**

Активация команды **Линейчатая поверхность** приводит к открытию одноименного окна диалога (рис. 1.16).

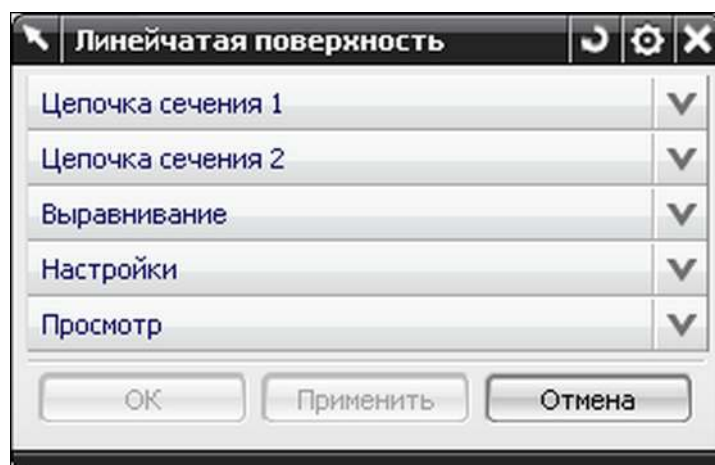


Рис. 1.16. Интерфейс окна диалога **Линейчатая поверхность**



Интерфейс окна диалога **Линейчатая поверхность** содержит пять разделов (рис. 1.16):

- **Цепочка сечения 1** (предназначен для выбора первой кривой или точки);
- **Цепочка сечения 2** (необходим для выбора второй кривой);
- **Выравнивание** (служит для выравнивания изопараметрических кривых);
- **Настройки** (используется для указания типа создаваемого объекта (поверхность или твердое тело);
- **Просмотр** (предназначен для включения предварительного просмотра результата построения).

Рассмотрим основные команды из некоторых разделов окна диалога **Линейчатая поверхность** (рис. 1.17).

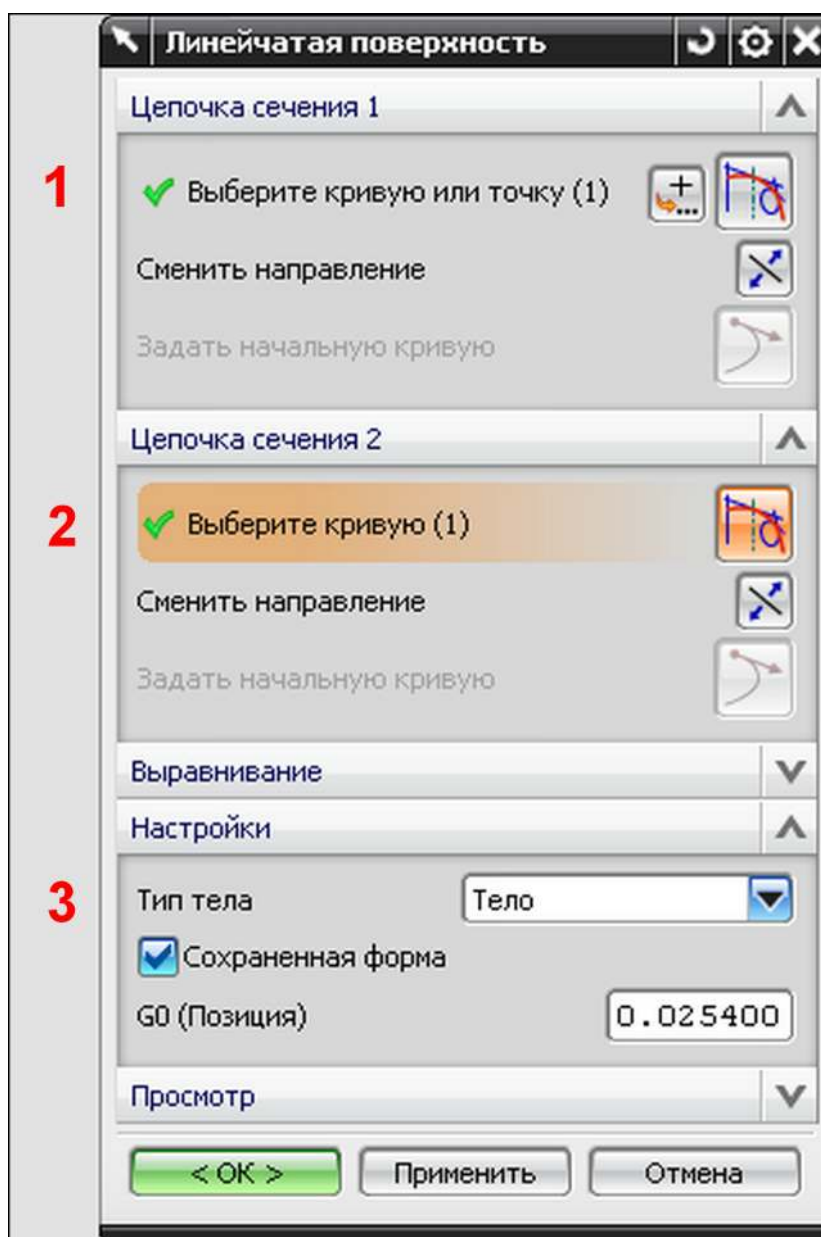


Рис. 1.17. Интерфейс окна диалога **Линейчатая поверхность**, содержание разделов **Цепочка сечения 1**, **Цепочка сечения 2**, **Настройки**



Раздел **Цепочка сечения 1** представлен

1 – кнопкой **Выберите кривую или точку**, активация которой позволяет выделить первое сечение.

Раздел **Цепочка сечения 2** содержит

2 – кнопку **Выберите кривую**, нажатие которой позволяет выделить второе сечение.

В разделе **Настройки** находится

3 – список **Тип тела**, который включает две команды:

**Тело** (создается твердое тело);

**Поверхность** (формируется поверхность).

*Алгоритм создания линейчатой поверхности* соответствует следующей последовательности действий:

- вызываются опции **Вставить – Поверхность по сетке кривых – Линейчатая поверхность**;
- в окне диалога **Линейчатая поверхность** в разделе **Цепочка сечения 1** нажимается кнопка **Выберите кривую или точку**;
- курсором выделяется первая кривая (рис. 1.18);
- в разделе **Цепочка сечения 2** активируется кнопка **Выберите кривую**;
- курсором выделяется вторая кривая (рис. 1.18);
- в разделе **Настройки** в списке **Тип тела** выбирается опция **Поверхность**;
- после нажатия клавиши **ОК** в графическом окне создается линейчатая поверхность (рис. 1.18).

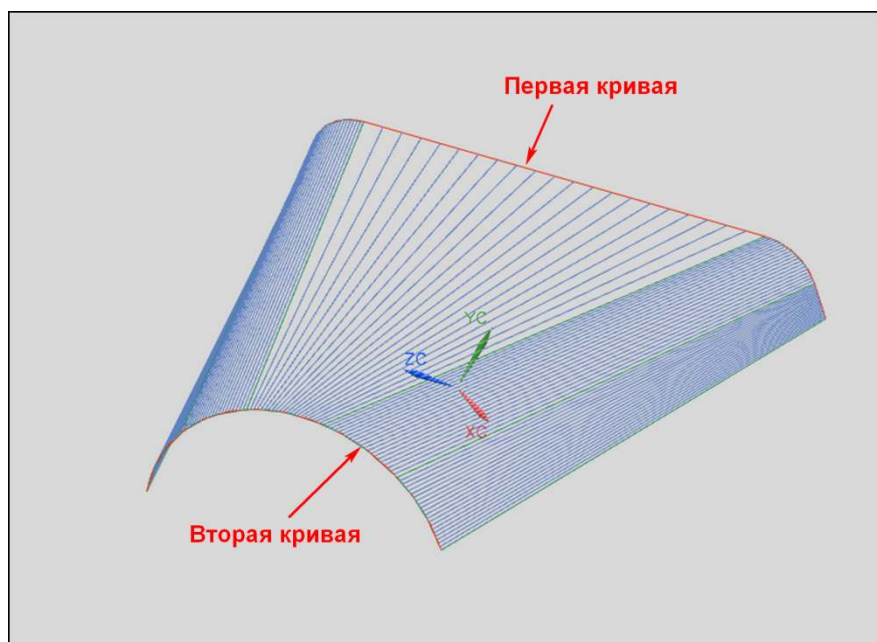


Рис. 1.18. Поверхность свободной формы, созданная с помощью опции **Линейчатая поверхность**

Для создания поверхности по нескольким заданным сечениям вызываются опции **Вставить – Поверхность по сетке кривых – По сечениям** (рис. 1.19).



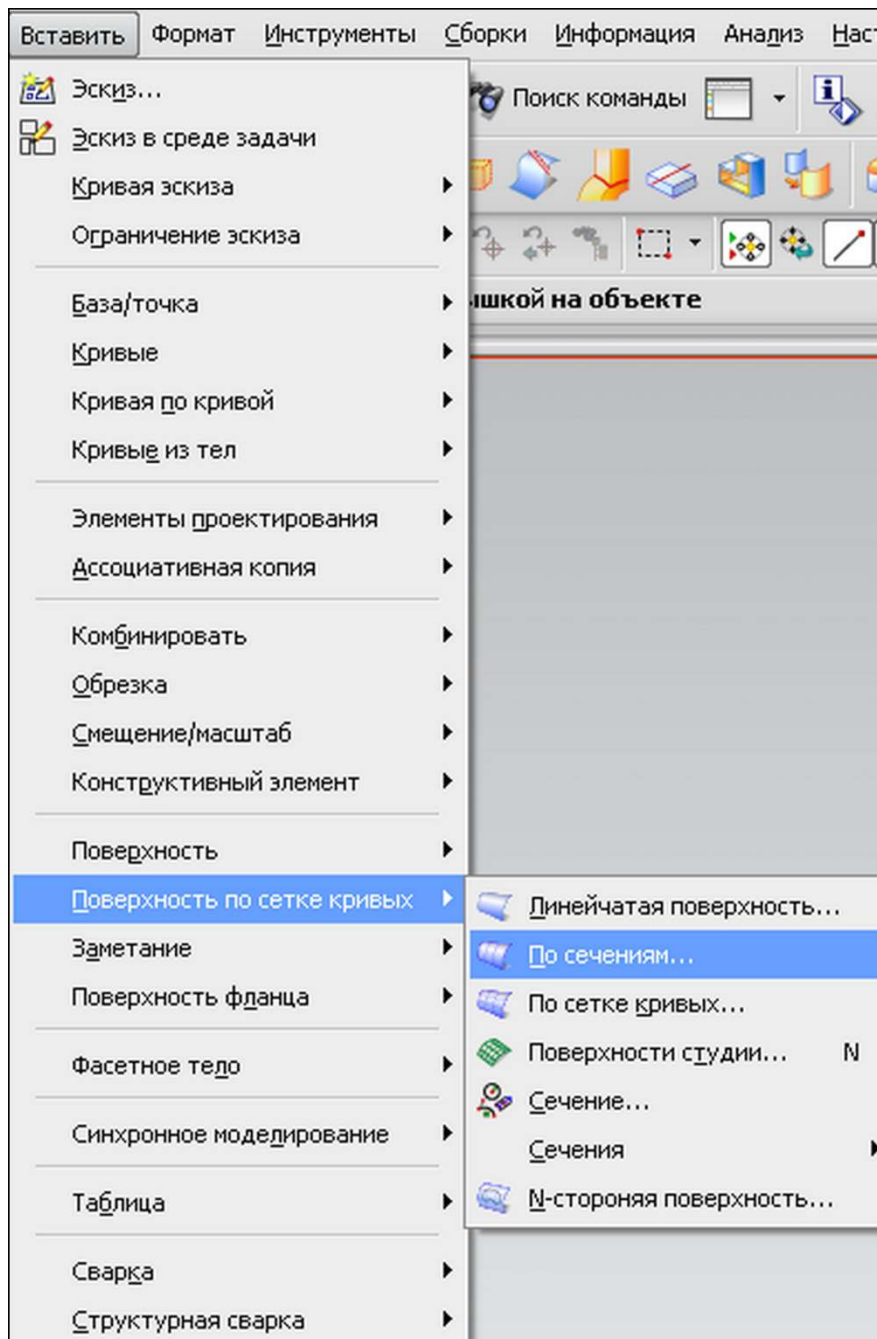


Рис. 1.19. Меню **Вставить**, активация подменю **Поверхность по сетке кривых**, вызов опции **По сечениям**

Активация команды **По сечениям** приводит к открытию окна диалога **По кривым** (рис. 1.20).

Интерфейс окна диалога **По кривым** содержит раздел **Сечения**, в котором представлены следующие опции:

1 – кнопка **Выберите кривую**, активация которой разрешает выделить первое и последующие сечения;

2 – кнопка **Добавить новый набор** (позволяет прибавить выбранную кривую к группе сечений, по которым будет построена поверхность).

В разделе **Сечения** отражен также подраздел **Список**, который содержит

3 – наборы сечений, указанные пользователем.



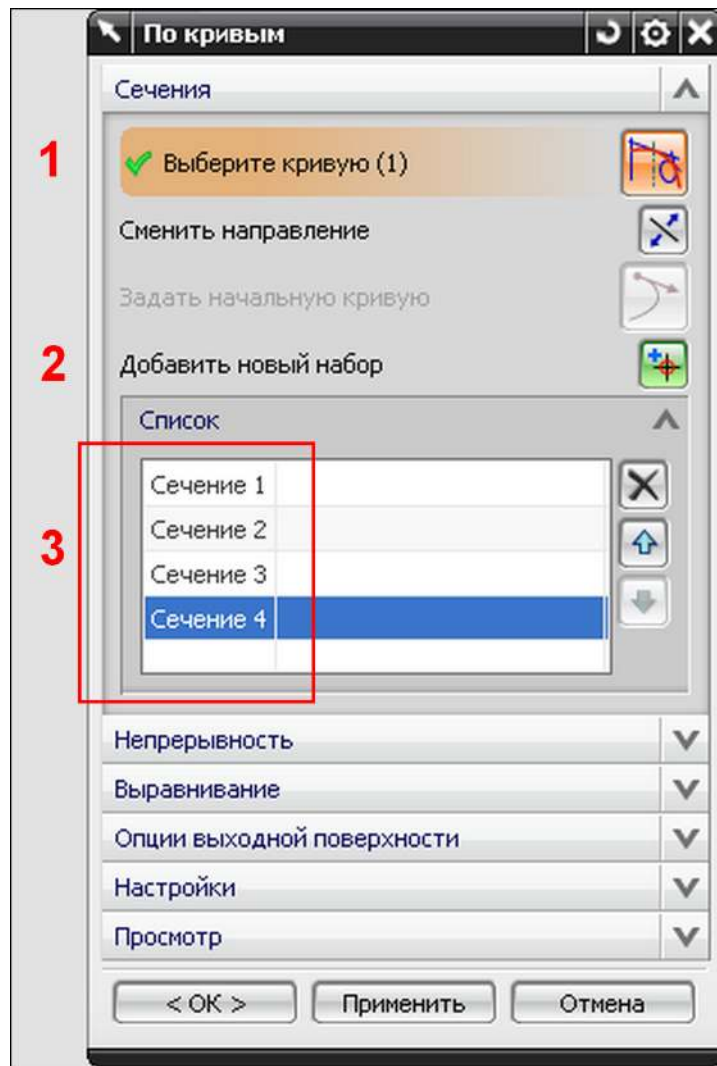


Рис. 1.20. Интерфейс окна диалога **По кривым**

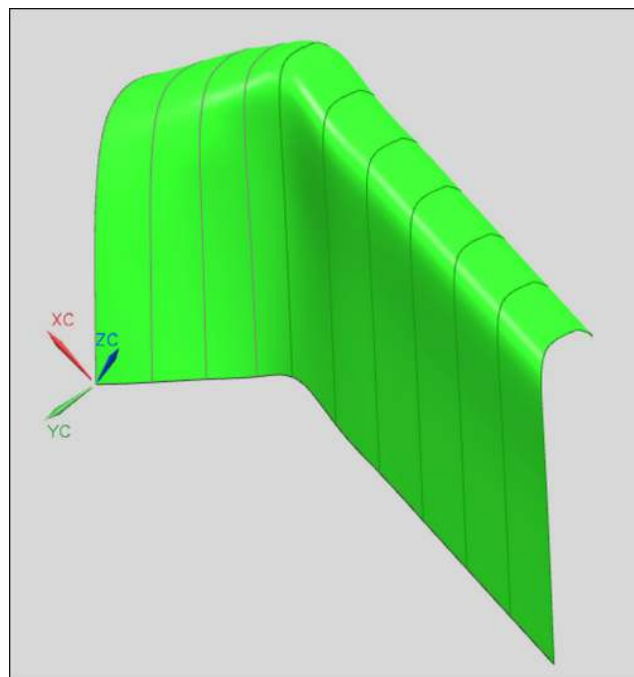


Рис. 1.21. Поверхность свободной формы, созданная с помощью опции **По сечениям**



*Алгоритм создания поверхности по сечениям следующий:*

- вызываются опции **Вставить** – **Поверхность по сетке кривых** – **По сечениям**;
- в открывшемся окне диалога **По кривым** в разделе **Сечения** активируется кнопка **Выберите кривую**;
- курсором выделяется первая кривая;
- нажимается кнопка **Добавить новый набор**;
- в подразделе **Список** в наборах кривых должна появиться новая строка с названием «Сечение 1»;
- выполняются аналогичные действия по добавлению остальных кривых в набор сечений;
- после нажатия клавиши **ОК** в графическом окне создается поверхность по сечениям (рис. 1.21).

Для создания поверхности в одном направлении по сечениям, а в другом – по направляющим кривым вызывается следующая последовательность опций: **Вставить** – **Поверхность по сетке кривых** – **По сетке кривых** (рис. 1.22).

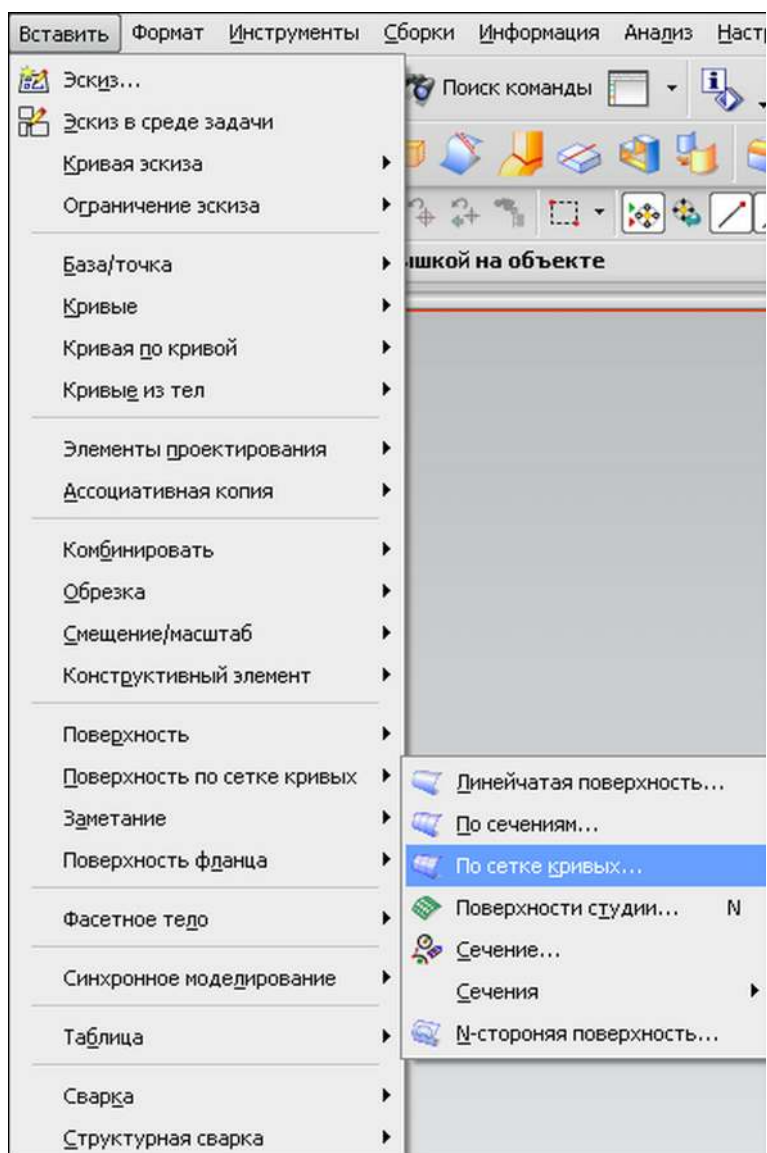


Рис. 1.22. Меню **Вставить**, активация подменю **Поверхность по сетке кривых**, вызов опции **По сетке кривых**



Активация команды **По сетке кривых** приводит к открытию одноименного окна диалога (рис. 1.23).

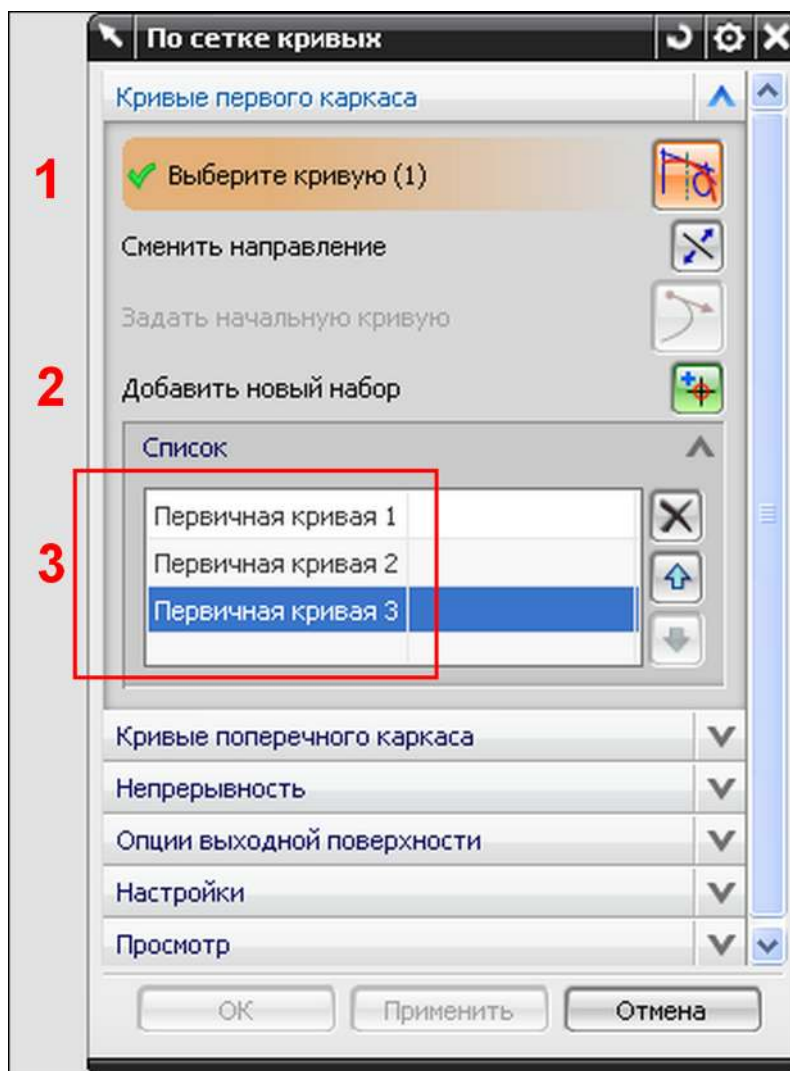


Рис. 1.23. Интерфейс окна диалога **По сетке кривых**, содержание раздела **Кривые первого каркаса**

Интерфейс окна диалога **По сетке кривых** включает два основных раздела: **Кривые первого каркаса** и **Кривые поперечного каркаса**.

В разделе **Кривые первого каркаса** (рис. 1.23) содержатся опции:

1 – кнопка **Выберите кривую**, активация которой разрешает выделить первое и последующие сечения поверхности;

2 – кнопка **Добавить новый набор** (позволяет прибавить выбранную кривую к группе сечений, по которым будет построена поверхность).

В разделе **Кривые первого каркаса** отражен также подраздел **Список**, который представлен

3 – набором сечений, указанных пользователем.

В разделе **Кривые поперечного каркаса** (рис. 1.24) содержатся опции, предназначенные для выбора поперечных кривых поверхности, функциональное назначение которых аналогично командам из раздела **Кривые первого каркаса**.



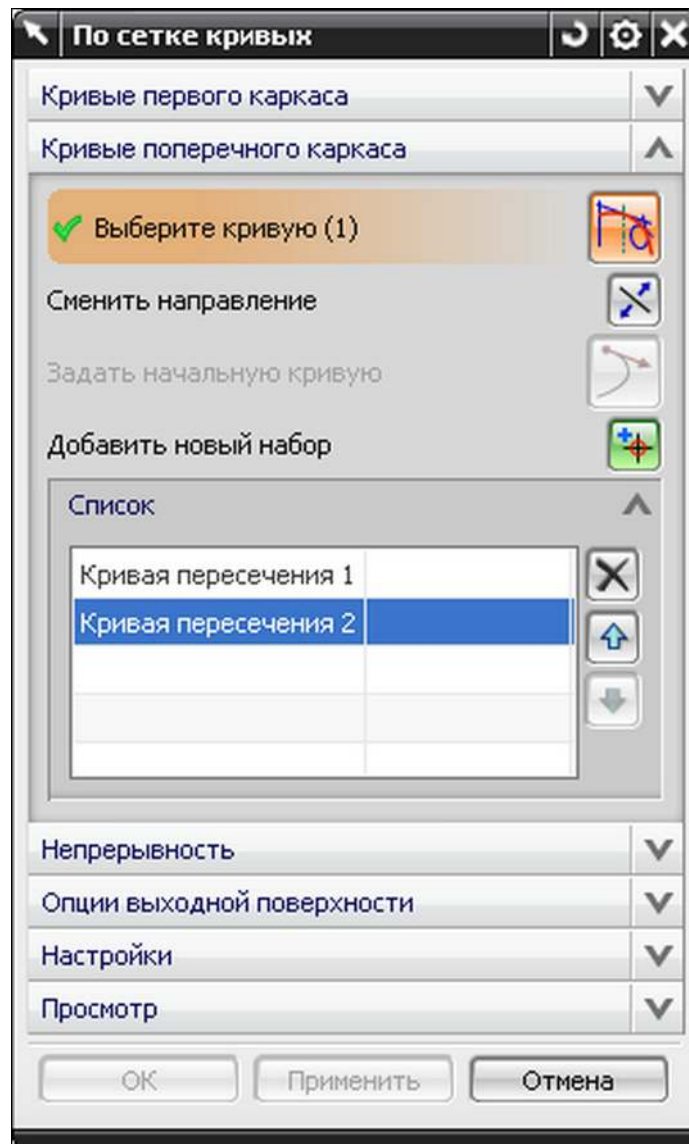


Рис. 1.24. Интерфейс окна диалога **По сетке кривых**, содержание раздела **Кривые поперечного каркаса**

*Алгоритм создания поверхности по сетке кривых* соответствует следующей последовательности действий:

- вызываются опции **Вставить – Поверхность по сетке кривых – По сетке кривых**;
- в открывшемся окне диалога **По сетке кривых** в разделе **Кривые первого каркаса** активируется кнопка **Выберите кривую**;
- курсором выделяется первая кривая (рис. 1.25);
- нажимается кнопка **Добавить новый набор**;
- в подразделе **Список** в наборах кривых должна появиться новая строка с названием «Первичная кривая 1»;
- выполняются аналогичные действия по добавлению в набор сечений остальных кривых, расположенных в этом направлении;
- в разделе **Кривые поперечного каркаса** активируется кнопка **Выберите кривую**;
- курсором выделяется первая поперечная кривая (рис. 1.25);
- нажимается кнопка **Добавить новый набор**;



- в подразделе **Список** в наборах кривых должна появиться новая строка с названием «Кривая пересечения 1»;
- выполняются аналогичные действия по добавлению в набор сечений остальных поперечных кривых;
- после нажатия клавиши **ОК** в графическом окне создается поверхность по сетке кривых (рис. 1.25).

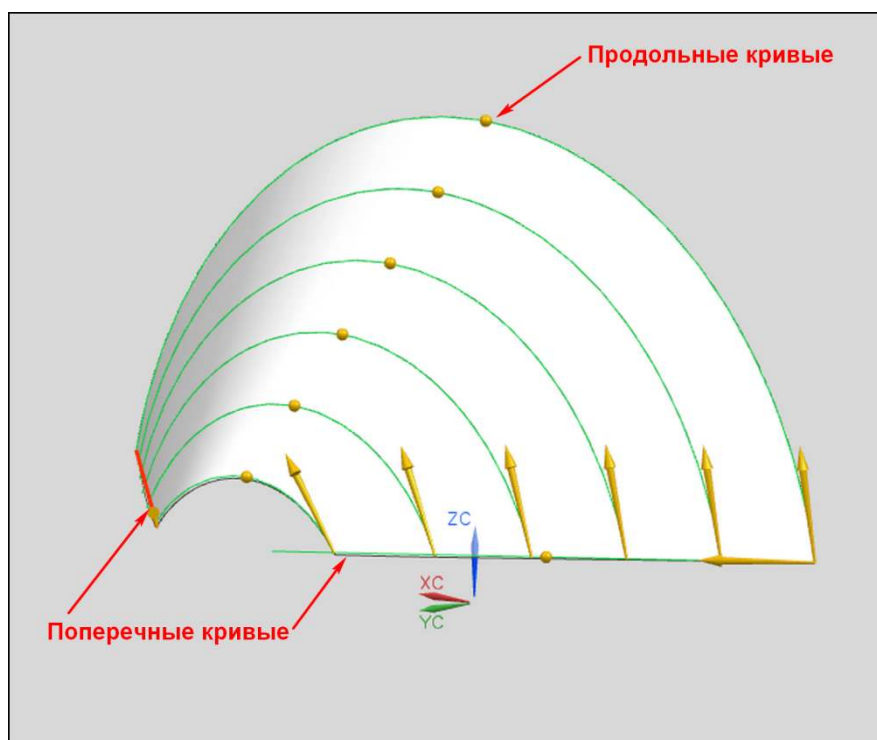


Рис. 1.25. Поверхность свободной формы, созданная с помощью опции **По сетке кривых**

Для создания поверхности заметанием сечения по одной или нескольким направляющим вызываются следующие опции: **Вставить – Заметание – Заметаемая поверхность** (рис. 1.26).

Активация команды **Заметаемая поверхность** приводит к открытию окна диалога **Заметание** (рис. 1.27).

Интерфейс окна диалога **Заметание** включает два основных раздела: **Сечения** и **Направляющие**.

В разделе **Сечения** (рис. 1.27) содержатся опции:

1 – кнопка **Выберите кривую**, активация которой разрешает выделить первое и последующие сечения, между которыми будет создана поверхность;

2 – кнопка **Добавить новый набор** (позволяет прибавить выбранную кривую к группе сечений, между которыми будет построена поверхность).

В разделе **Сечения** представлен также подраздел **Список**, который содержит

3 – наборы сечений, указанные пользователем.



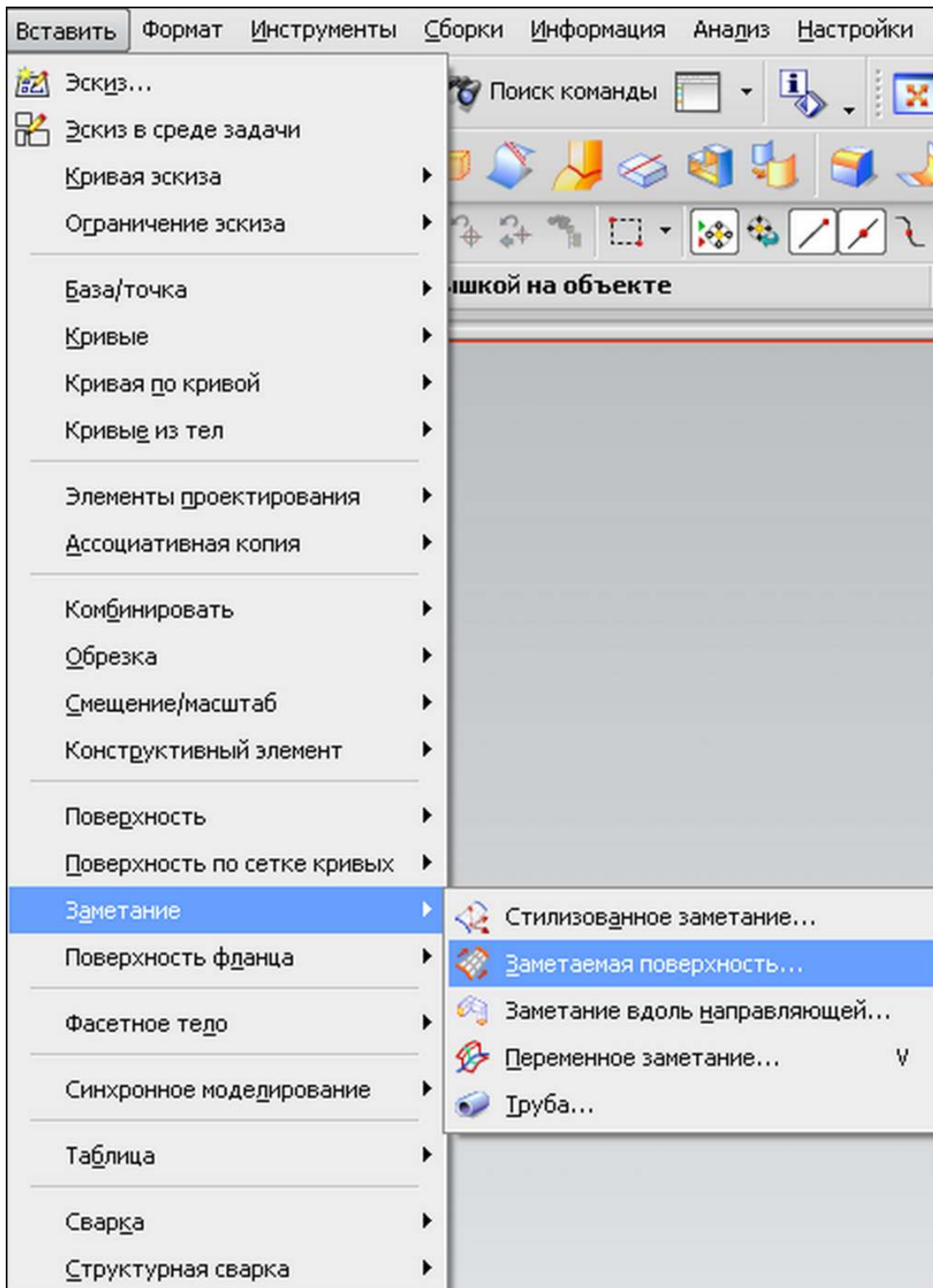


Рис. 1.26. Меню **Вставить**, активация подменю **Заметание**, вызов опции **Заметаемая поверхность**



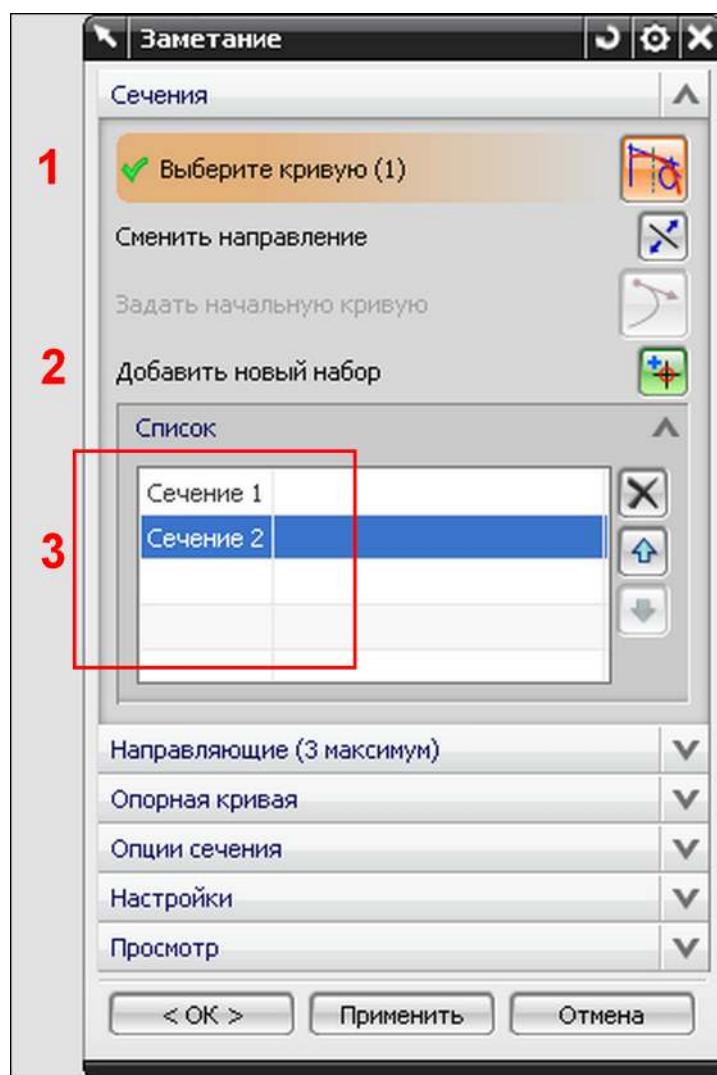


Рис. 1.27. Интерфейс окна диалога **Заметание**

В разделе **Направляющие** (рис. 1.28) представлены опции, предназначенные для выбора направляющих кривых поверхности, функциональное назначение которых аналогично командам из раздела **Сечения**.

*Алгоритм создания заметаемой поверхности соответствует следующей последовательности действий:*

- вызываются опции **Вставить – Заметание – Заметаемая поверхность**;
- в открывшемся окне диалога **Заметание** в разделе **Сечения** активируется кнопка **Выберите кривую**;
- курсором выделяется первое сечение (кривая) (рис. 1.29);
- нажимается кнопка **Добавить новый набор**;
- в подразделе **Список** в наборах кривых должна появиться новая строка с названием «Сечение 1»;
- выполняются аналогичные действия по добавлению в набор сечений остальных кривых;
- в разделе **Направляющие** активируется кнопка **Выберите кривую**;
- курсором выделяется первая направляющая кривая (рис. 1.29);
- нажимается кнопка **Добавить новый набор**;
- в подразделе **Список** в наборах кривых должна появиться новая строка с названием «Направляющие 1»;



- выполняются аналогичные действия по добавлению в набор остальных направляющих кривых, которых должно быть не более трех;
- после нажатия клавиши **ОК** в графическом окне создается заметаемая поверхность (рис. 1.29).

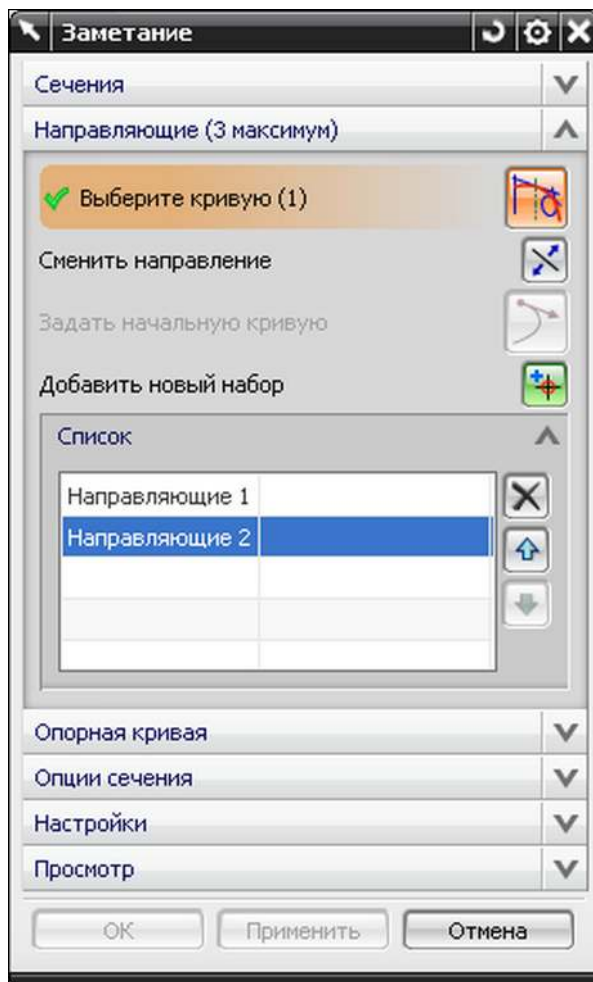


Рис. 1.28. Интерфейс окна диалога **Заметание**, содержание раздела **Направляющие**

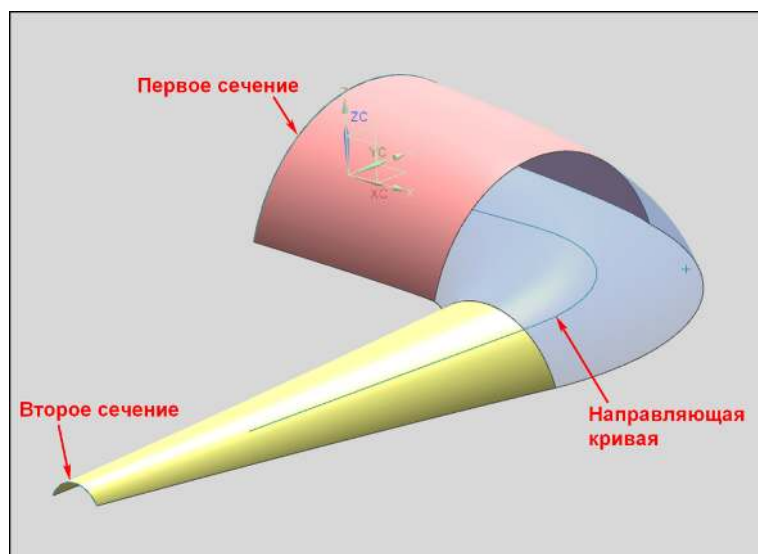


Рис. 1.29. Поверхность свободной формы, созданная с помощью опции **Заметаемая поверхность**



Если геометрия создания поверхности свободной формы содержит грани твердого или листового тела, то возможно использование таких команд, как:

- **Смещение поверхности;**
- **Переменное смещение;**
- **Поверхность продолжения** и т. д.

Рассмотрим более подробно применение данных опций.

Для создания поверхности, эквидистантной одной или нескольким граням, вызывается следующая последовательность опций: **Вставить** – **Смещение/Масштаб** – **Смещение поверхности** (рис. 1.30).

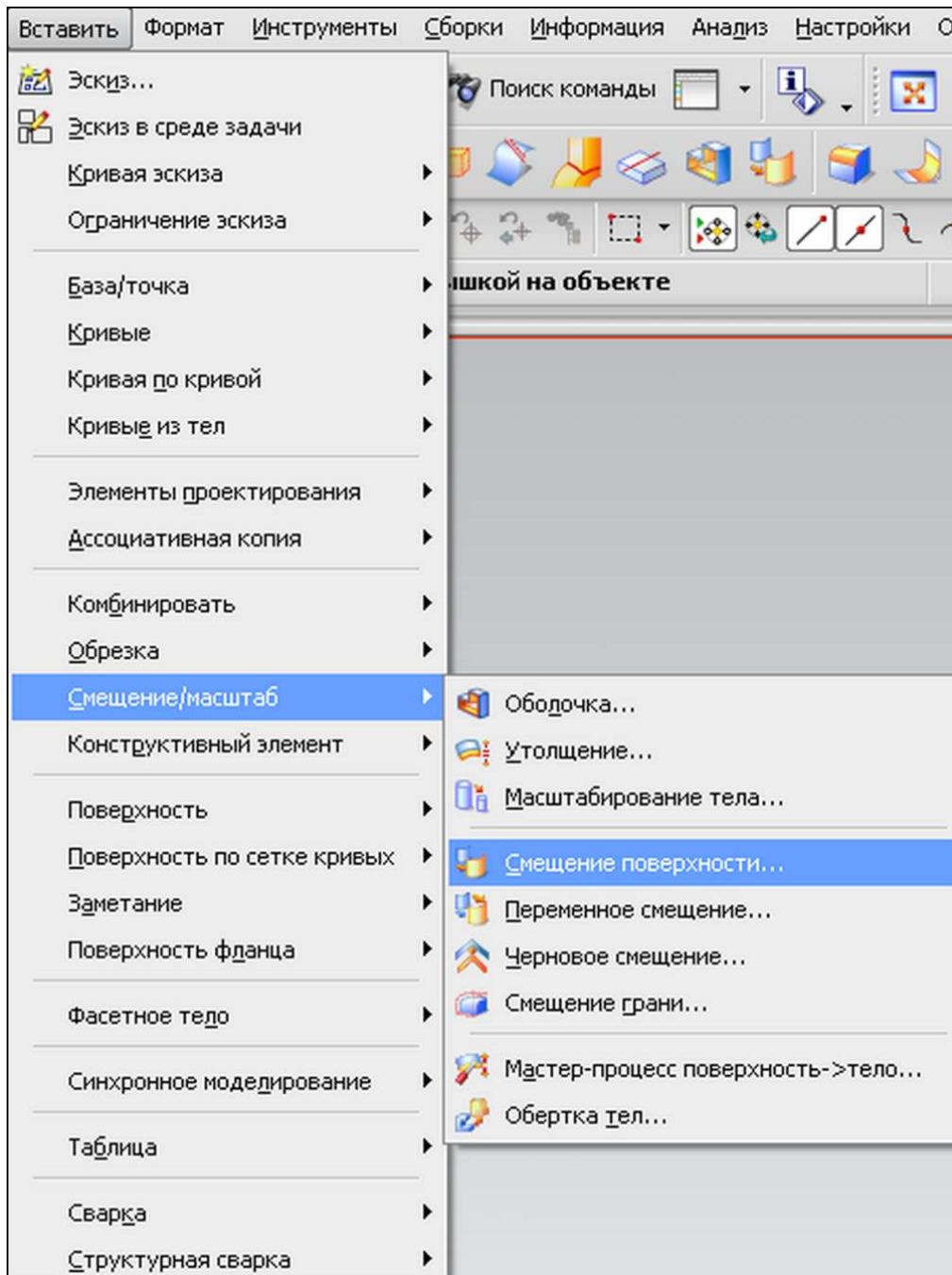


Рис. 1.30. Меню **Вставить**, активация подменю **Смещение/Масштаб**, вызов опции **Смещение поверхности**



Активация команды **Смещение поверхности** приводит к открытию одноименного окна диалога (рис. 1.31).

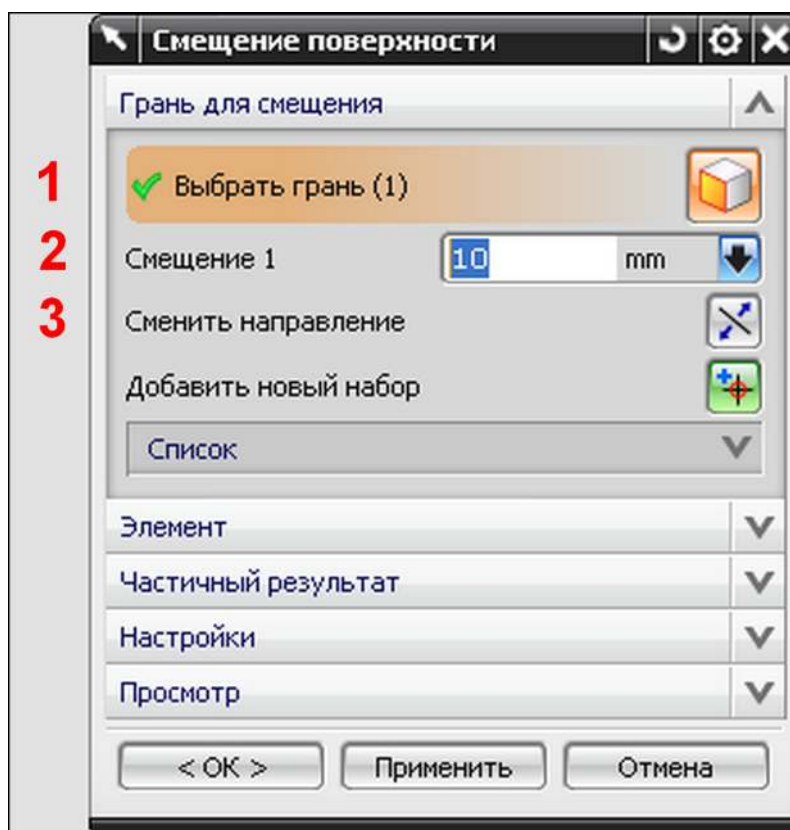


Рис. 1.31. Интерфейс окна диалога **Смещение поверхности**

Интерфейс окна диалога **Смещение поверхности** содержит следующие опции:

- 1 – кнопку **Выбрать грань**, активация которой позволяет выделить грань для смещения;
- 2 – поле ввода **Смещение 1** (задает величину смещения грани);
- 3 – кнопку **Сменить направление** (позволяет заменить направление приращения поверхности на противоположное).

*Алгоритм создания смещенной поверхности* соответствует следующей последовательности действий:

- вызываются опции **Вставить – Смещение/Масштаб – Смещение поверхности**;
- в открывшемся окне диалога **Смещение поверхности** активируется кнопка **Выбрать грань**;
- курсором выделяется грань (рис. 1.32);
- в поле ввода **Смещение 1** указывается значение величины приращения поверхности;
- при необходимости изменения направления смещения активируется команда **Сменить направление**;
- после нажатия клавиши **ОК** в графическом окне создается смещенная поверхность (рис. 1.32).

Для создания поверхности, переменной эквидистанты от целой грани, вызываются опции: **Вставить – Смещение/Масштаб – Переменное смещение** (рис. 1.33).

Активация команды **Переменное смещение** приводит к открытию одноименного окна диалога (рис. 1.34).



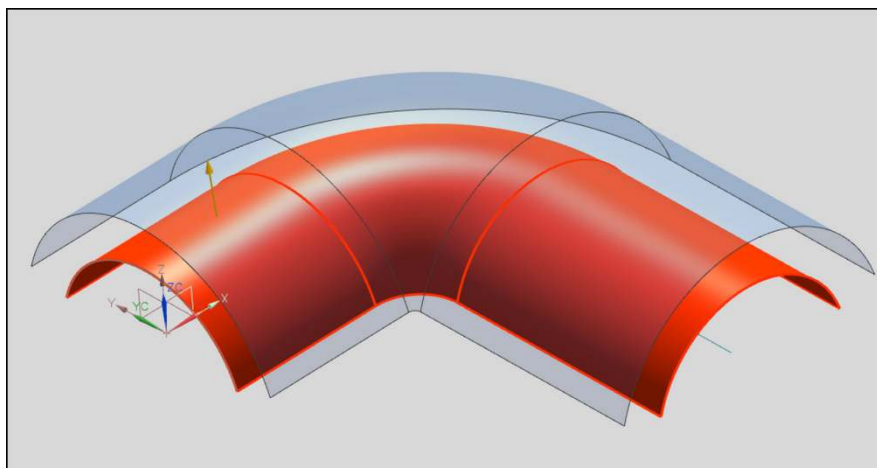


Рис. 1.32. Поверхность свободной формы, созданная с помощью опции **Смещение поверхности**

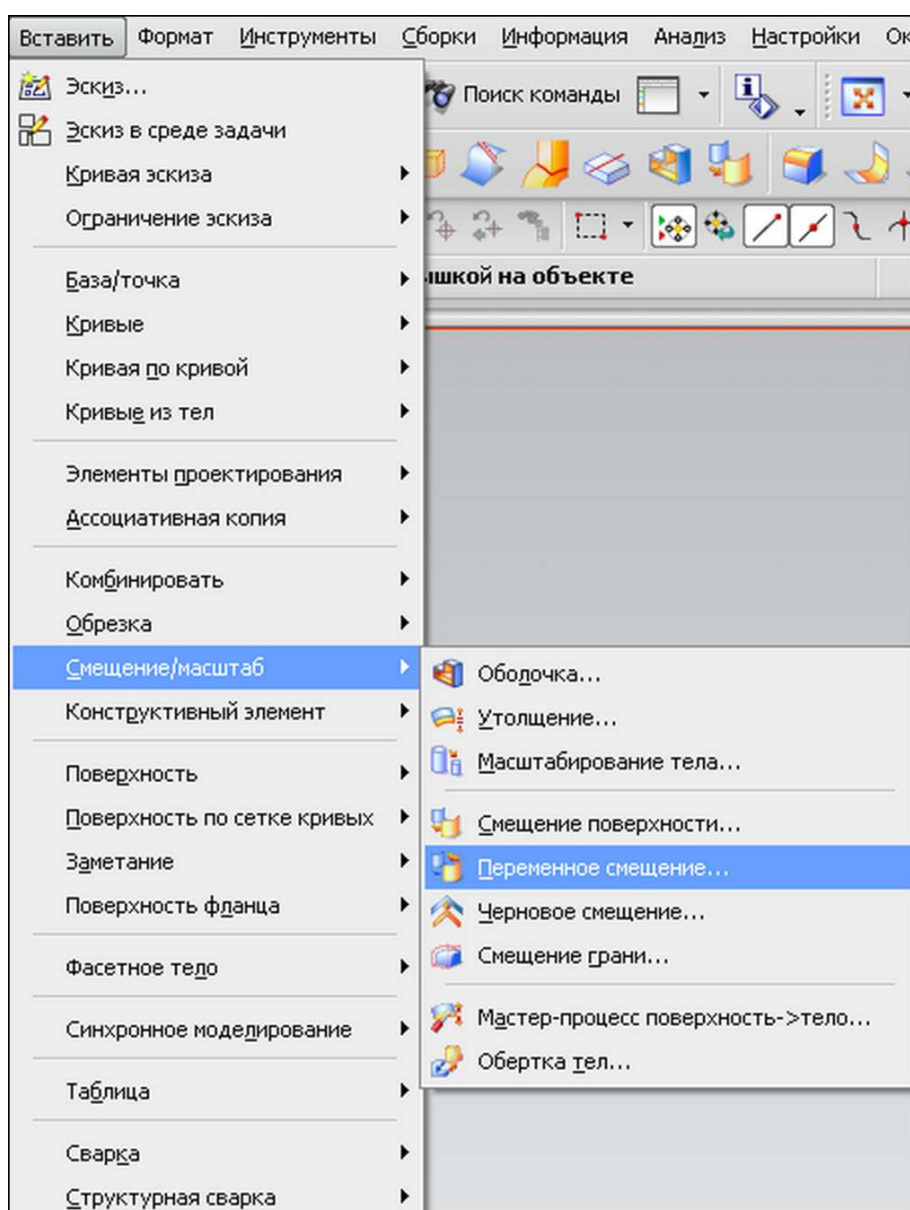


Рис. 1.33. Меню **Вставить**, активация подменю **Смещение/Масштаб**, вызов опции **Переменное смещение**



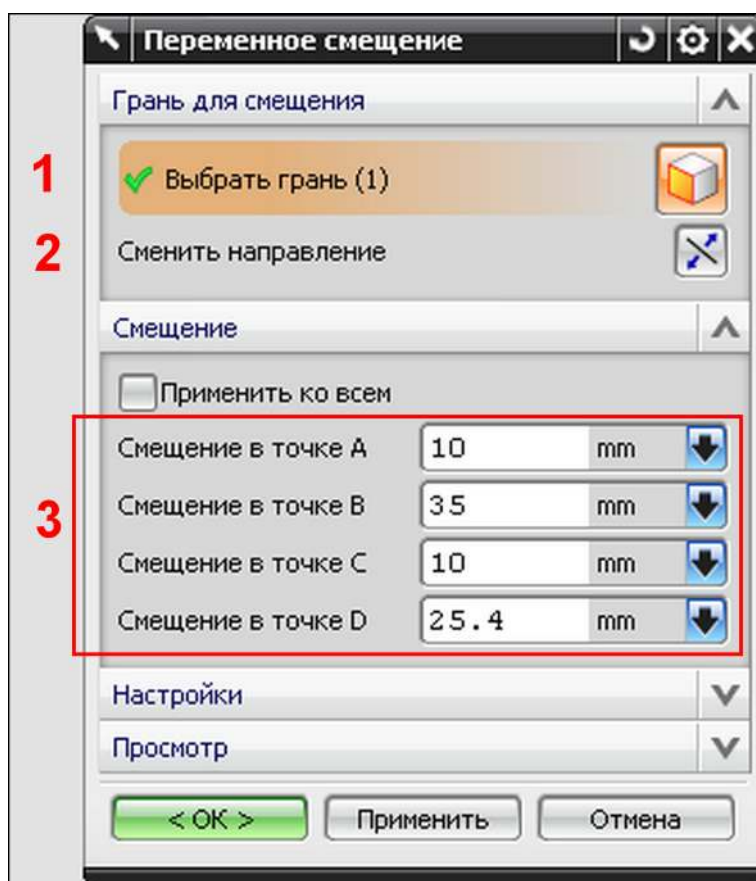


Рис. 1.34. Интерфейс окна диалога **Переменное смещение**

Интерфейс окна диалога **Переменное смещение** содержит опции:

1 – кнопку **Выбрать грань**, активация которой разрешает выделить грань для смещения;

2 – кнопку **Сменить направление** (позволяет заменить направление приращения поверхности на противоположное);

3 – поля ввода (**Смещение в точке А**, **Смещение в точке В**, **Смещение в точке С**, **Смещение в точке D**), в которых задается величина смещения для четырех точек грани.

*Алгоритм создания переменного смещенной поверхности соответствует следующей последовательности действий:*

- вызываются опции **Вставить – Смещение/Масштаб – Переменное смещение**;
- в открывшемся окне диалога **Переменное смещение** активируется кнопка **Выбрать грань**;
- курсором выделяется грань (рис. 1.35);
- при необходимости изменения направления смещения активируется команда **Сменить направление**;
- в полях ввода **Смещение в точке А**, **Смещение в точке В**, **Смещение в точке С**, **Смещение в точке D** указываются значения величины приращения поверхности в четырех точках;
- после нажатия клавиши **ОК** в графическом окне создается поверхность, переменного смещенная от грани (рис. 1.35).

Для создания поверхности, которая является касательной к существующей поверхности, вызывается следующая последовательность опций: **Вставить – Поверхность фланца – Поверхность продолжения** (рис. 1.36).



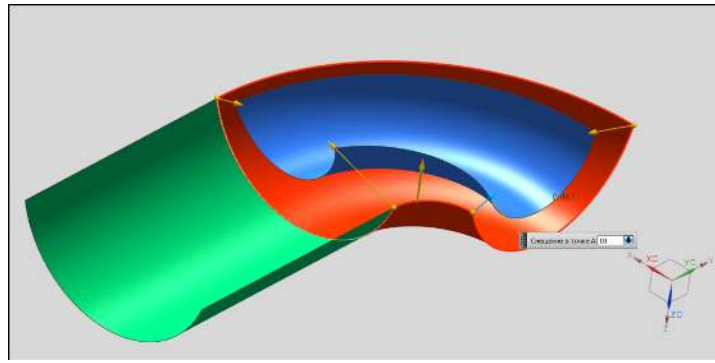


Рис. 1.35. Поверхность свободной формы, созданная с помощью опции **Переменное смещение**

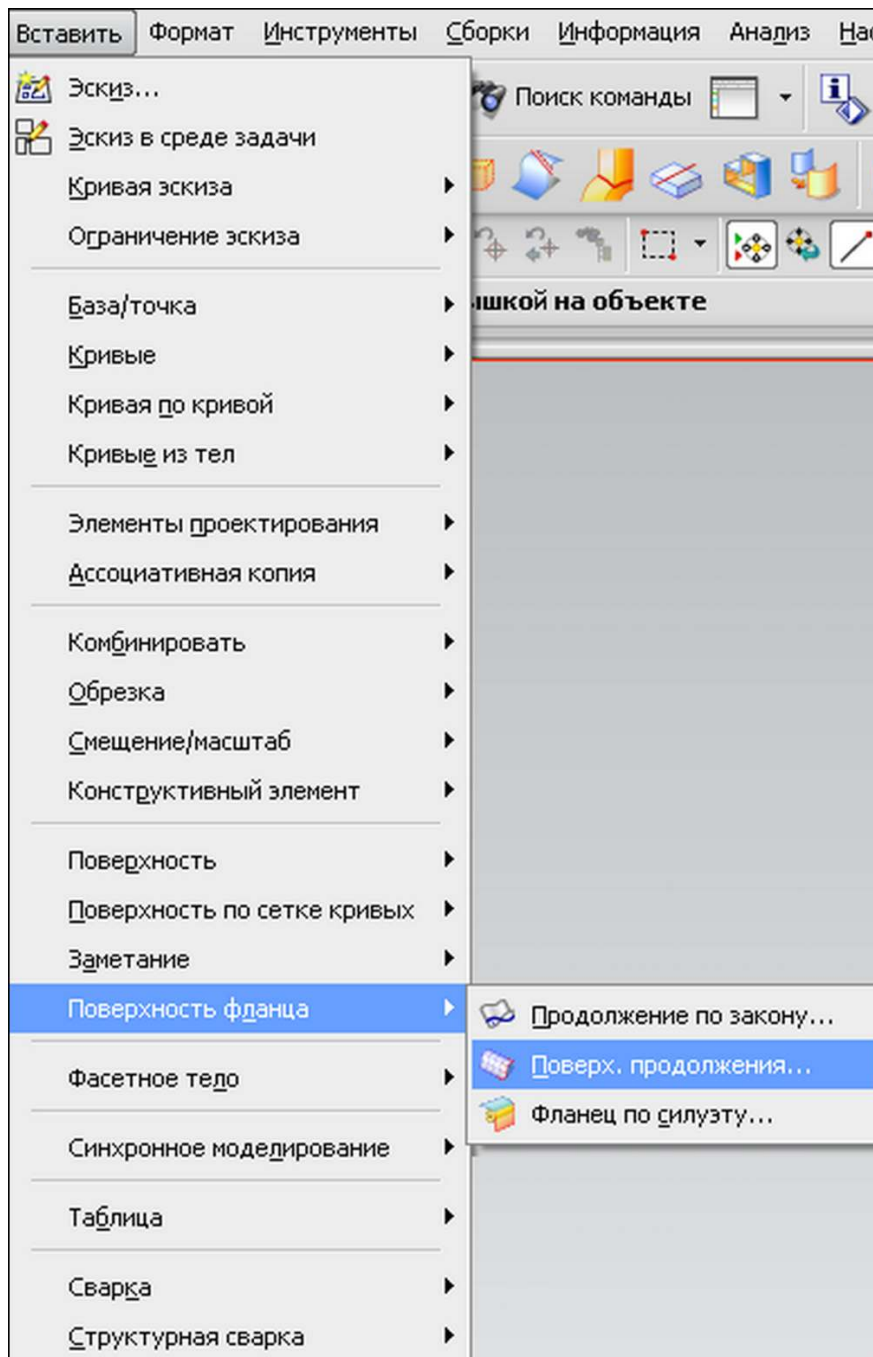


Рис. 1.36. Меню **Вставить**, активация подменю **Поверхность фланца**, вызов опции **Поверхность продолжения**



Активация команды **Поверхность продолжения** приводит к открытию окна диалога **Расширение поверхности** (рис. 1.37).

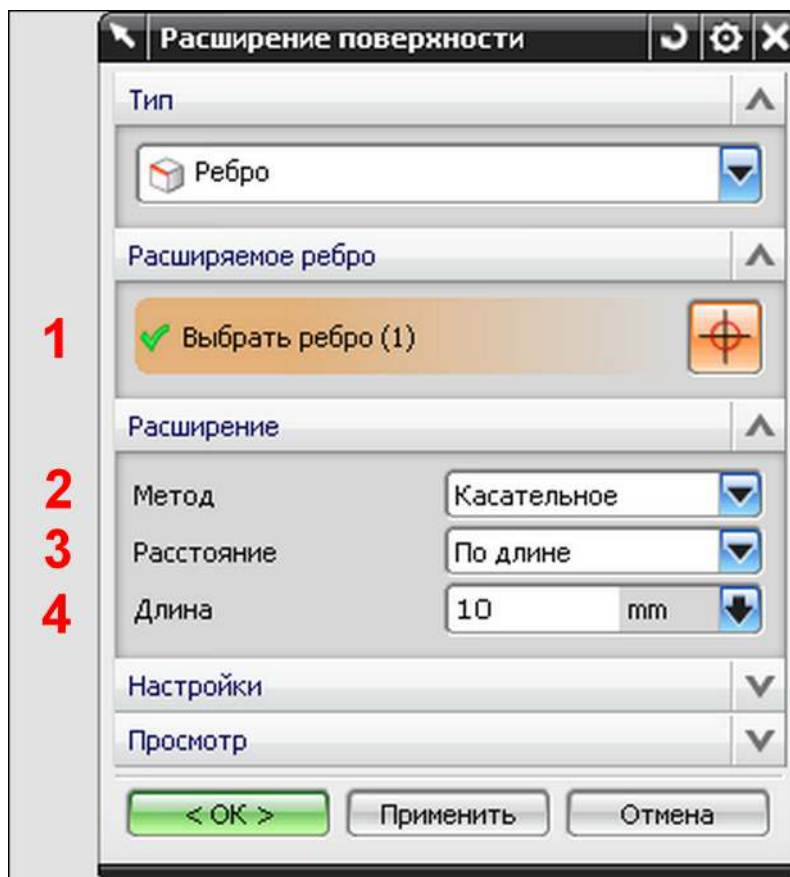


Рис. 1.37. Интерфейс окна диалога **Расширение поверхности**

Интерфейс окна диалога **Расширение поверхности** содержит следующие команды:  
1 – кнопку **Выбрать ребро**, активация которой разрешает выделить ребро для расширения;

2 – список **Метод**, представленный двумя командами:

- **Касательное** (расширяет поверхность по касательной к продлеваемой грани);
- **Окружность** (продолжает поверхность по радиусу скругления продлеваемой грани);

3 – список **Расстояние**, который включает две опции:

- **По длине** (выполняет продление поверхности на величину, указанную в единицах длины);
- **По проценту** (осуществляет продление поверхности на величину, указанную в процентах);

4 – поле ввода **Длина (% Длина)**, в котором указывается величина продления поверхности.

*Алгоритм создания расширенной поверхности* соответствует следующей последовательности действий:

- вызываются опции **Вставить – Поверхность фланца – Поверхность продолжения**;
- в открывшемся окне диалога **Расширение поверхности** активируется кнопка **Выбрать ребро**;
- курсором выделяется ребро (рис. 1.38);



- в списке **Метод** указывается одна из предлагаемых опций;
- в списке **Расстояние** выбирается одна из команд, отвечающая за единицы измерения величины продления поверхности;
- в поле ввода **Длина (% Длина)** указывается значение величины продления поверхности;
- после нажатия клавиши **ОК** в графическом окне создается расширенная поверхность (рис. 1.38).

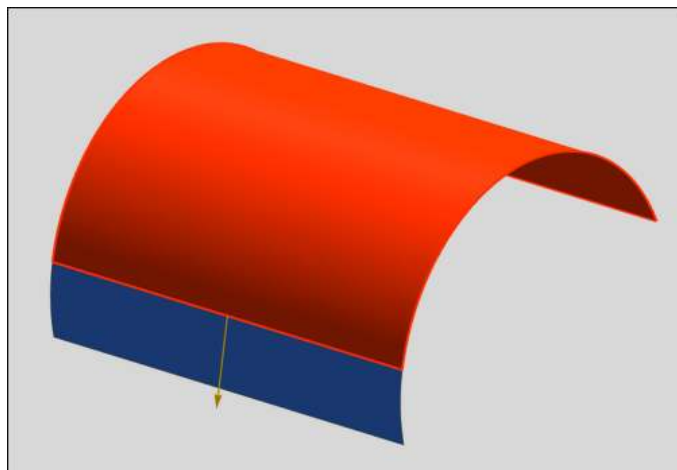


Рис. 1.38. Поверхность свободной формы, созданная с помощью опции **Расширение поверхности**

## 1.2. Визуализация геометрических моделей листовых тел

### *Ориентация вида*

При построении объектов иногда необходимо задать положение экрана перпендикулярным к основным плоскостям или задать изометрический вид. Для удобства моделирования и создания изображений в **NX** реализованы стандартные виды, а также представлена возможность создания собственных. Стандартные виды представлены на рис. 1.39:

- 1 – **Трехмерный**;
- 2 – **Вид сверху**;
- 3 – **Изометрия**;
- 4 – **Слева**;
- 5 – **Справа**;
- 6 – **Сзади**;
- 7 – **Снизу**;
- 8 – **Спереди**.

Для вызова данной панели можно воспользоваться следующими методами:

- 1) на панели **Вид** нажмите соответствующую кнопку;
- 2) щелкните правой кнопкой мыши по рабочему окну для вызова контекстного меню и выберите строку **Ориентация вида**.



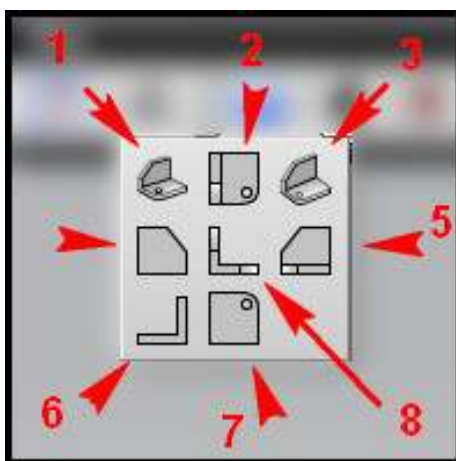


Рис. 1.39. Стандартные виды

Если пользователю необходимо создать собственный вид, то для этого используется операция **Ориентация**. Выберите **Вид – Операция – Ориентация**. Открывается окно диалога **СК** для создания системы координат (рис. 1.40).

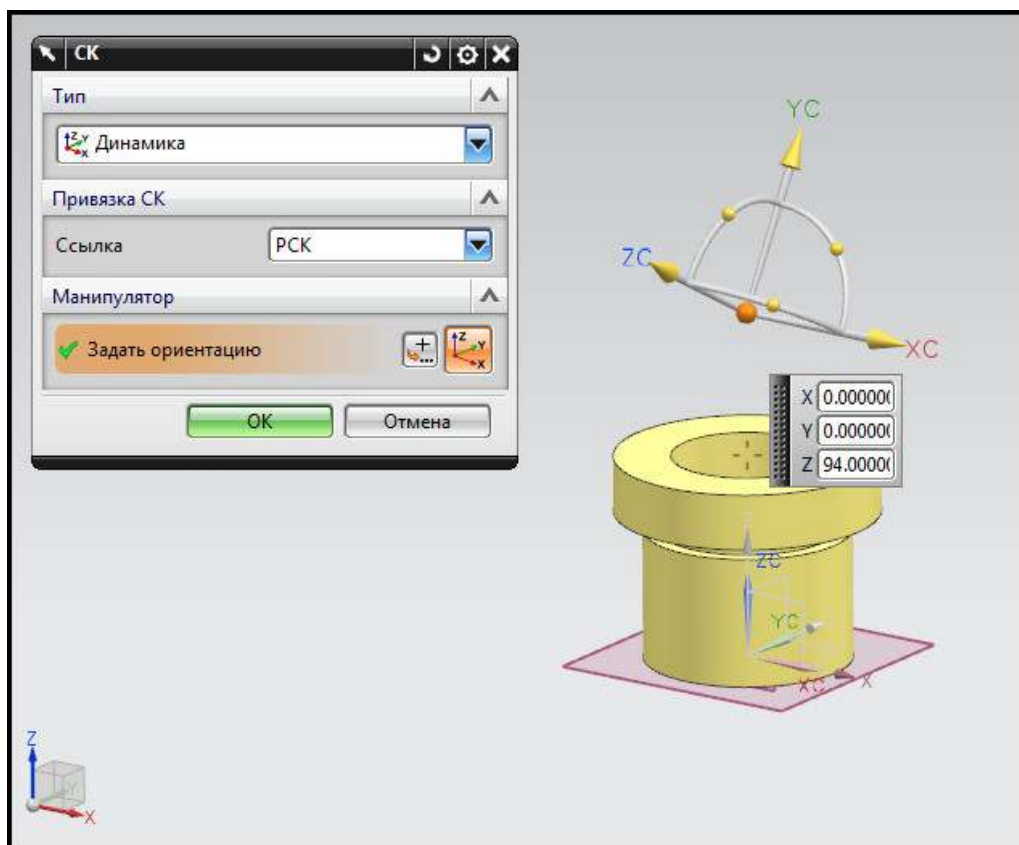


Рис. 1.40. Ориентация

Пользователь устанавливает систему координат необходимым образом. При создании системы координат рабочий вид автоматически устанавливается перпендикулярным **оси Z** динамической **СК**.

Для сохранения активного вида для использования его в дальнейшем используется операция **Сохранить вид**. Для ее вызова нажмите **Вид – Операция – Сохранить как**. В открывшемся окне диалога задайте новое имя, используя латинские буквы, нажмите **ОК**.



Чтобы воспользоваться сохраненными видами, необходимо применить второй метод вызова панели ориентаций видов (вызов контекстного меню) и нажать строку **Настроенные виды**. Выберите из списка созданных видов необходимый и нажмите **ОК**.

### **Настройка фона**

Для редактирования цветов фона можно воспользоваться операцией **Изменить фон**. Для вызова одноименного окна укажите **Настройки – Фон**. Окно диалога **Изменить фон** представлено на рис. 1.41:

1 – стили отображения **Закрашенный** и **Каркасный**, указывают, какой фон будет применен для разных типов стилия отображения;

2 – переключатели **Сплошной** и **Градуированный**, указывают тип фона, сплошной фон окрашивается равномерно одним цветом, градуированный представляет собой градиент двух цветов;

3 – кнопка **Сверху**, указывает цвет верхней части рабочего окна для градуированного способа закраски;

4 – кнопка **Снизу**, указывает цвет нижней части рабочего окна для градуированного способа закраски;

5 – кнопка **Простой цвет**, позволяет указывать цвет фона для сплошного типа закраски;

6 – кнопка **Градуировка цветов по умолчанию**, позволяет сбросить настройки цветов.

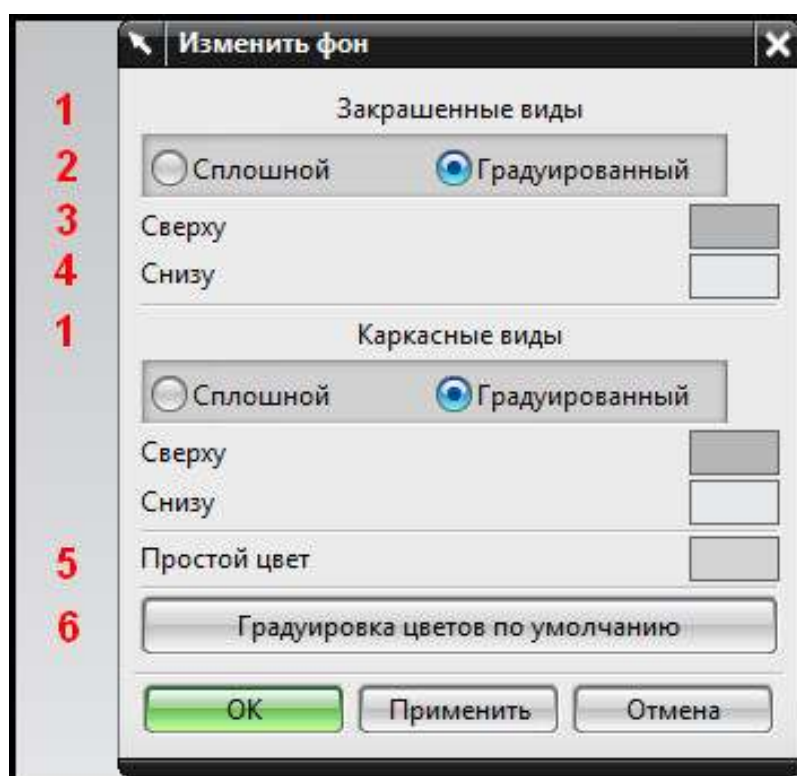


Рис. 1.41. Окно диалога **Изменить фон**

Существуют еще способы задания фона объекта. На панели **Вид** нажмите кнопку, указанную на рис. 1.42.

При использовании данной кнопки настроенные пользователем цвета фона сбрасываются по умолчанию.



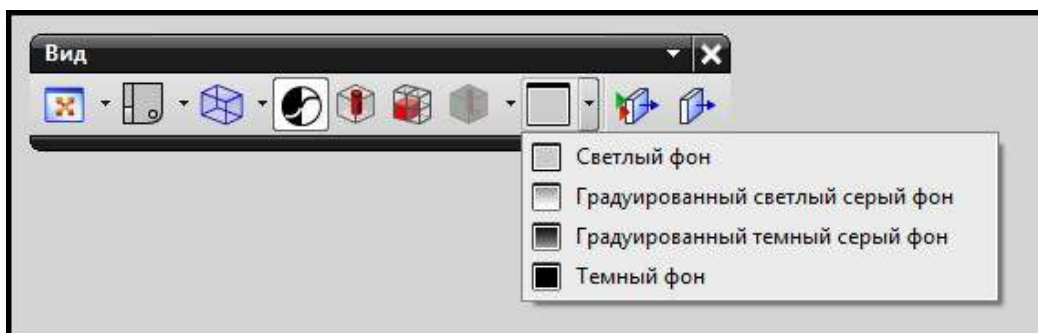


Рис. 1.42. Задание цвета фона

### ***Настройка визуализации рабочего окна***

Пользователь может задать такие параметры, как цвет выбранного объекта, шрифт текста в рабочем экране, его стиль. Для вызова окна изменения визуализации объектов рабочего окна выберите в главном меню **Настройки – Визуализация**. Окно диалога представлено на рис. 1.43:

- 1 – раздел **Геометрия**, позволяет указать цвета моделей;
- 2 – кнопки **цвета**, указывают цвета для действий над объектами в рабочем окне;
- 3 – раздел **Отменить выделение**, задает цвет отмены выделенного объекта;
- 4 – кнопка **Случайный цвет**, при активации сбрасывает цвета моделей и назначает случайный;
- 5 – переключатели **Грани** и **Тела**, при выборе соответствующего переключателя окрашивает в случайные цвета указанный тип геометрии;
- 6 – кнопка **Перестановка**, задает новый случайный цвет объектам;
- 7 – кнопка **Монохромное отображение**, при активации позволяет задать цвета выбора для модуля **Черчение**;
- 8 – кнопки **цвета**, указывают цвет действия над объектами чертежа;
- 9 – раздел **Настройки сессии**, позволяет задать тип шрифта, его стиль и размер.

### ***Настройка визуализации геометрии***

Кроме указанных типов отображения объектов, пользователь может настроить дополнительные опции отображения, например, сменить цвет детали, толщину линии границы, задать параметры каркасного отображения и т. д. Для вызова функций редактирования визуализации объектов нажмите **Изменить – Отображаемый объект**. Интерфейс окна содержит следующие разделы (рис. 1.44):

- 1 – **Общие свойства**, позволяет задать цвет и тип линий объекта;
- 2 – **Закрашенное отображение**, задает параметры закрашенного стиля закраски;
- 3 – **Каркасное отображение**, задает параметры каркасного стиля закраски;
- 4 – **Фасетное тело**, задает параметр отображения фасетных (триангулированных) тел;
- 5 – **Настройки**, задает при необходимости параметры отображения одной грани ко всем остальным граням тела;
- 6 – кнопка **Наследуемый**, при нажатии позволяет наследовать параметры отображения объекта от другого;
- 7 – кнопка **Подсветить объекты**, указывает объекты, для которых производится редактирование;
- 8 – кнопка **Выберите новые объекты**, служит для смены активного объекта.



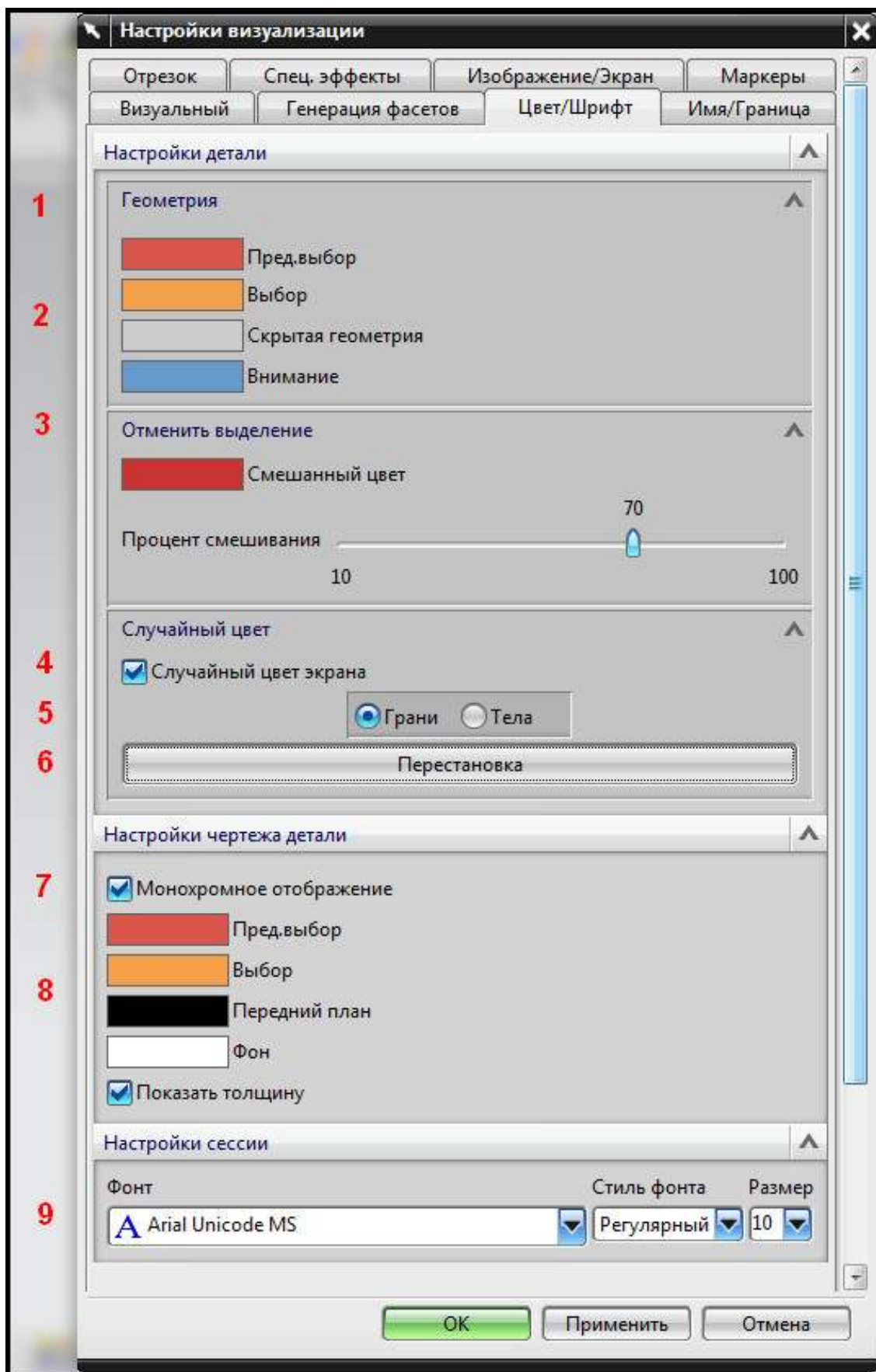


Рис. 1.43. Настройки визуализации



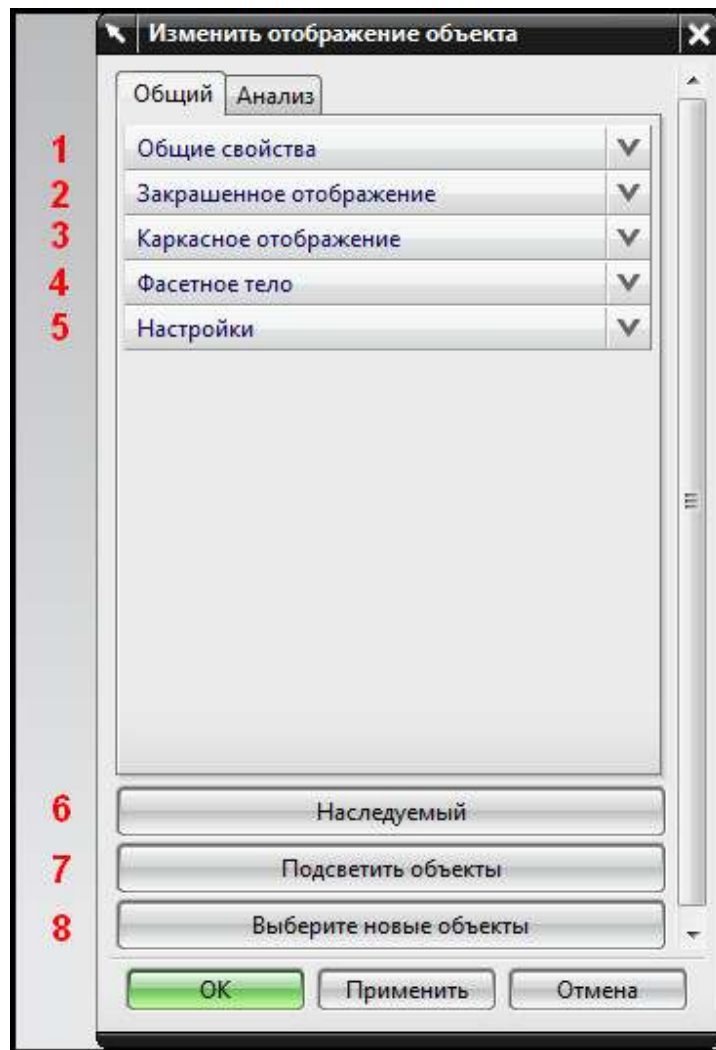


Рис. 1.44. Окно **Изменить отображение объекта**

Раздел **Общие свойства** содержит нижеследующие элементы (рис. 1.45):

- 1 – строка ввода **Слой**;
- 2 – кнопка **Цвет**, задает цвет выделенных объектов;
- 3 – строка выбора **Тип линий**, указывает тип контуров и кривых, ограничивающих поверхности или тела;
- 4 – строка выбора **Ширина**, указывает ширину линий.

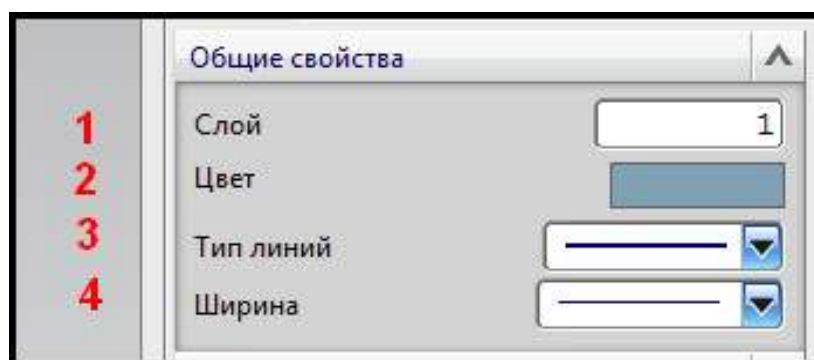


Рис. 1.45. **Общие свойства**



Раздел **Закрашенное отображение** представлен следующими элементами (рис. 1.46):

- 1 – ползунок **Прозрачность**, настраивает процент прозрачности объекта;
- 2 – кнопка **Частичная закраска**;
- 3 – кнопка **Анализ граней**, при нажатии позволяет вывести отображения анализа граней, если анализ был проведен.

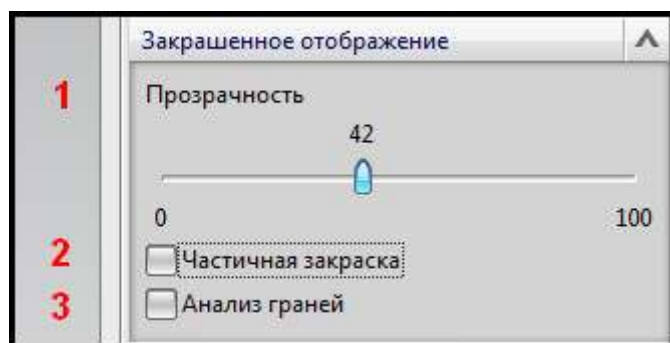


Рис. 1.46. Закрашенное изображение

Раздел **Каркасное отображение** состоит из элементов интерфейса (рис. 1.47):

- 1 – кнопка **Показать полюса**, отображает полюса кривых (сплайнов), образующих границы поверхностей;
- 2 – кнопка **Показать узлы**, отображает узлы сплайнов;
- 3 – строка ввода **U**, отображает число u-сечений;
- 4 – строка ввода **V**, отображает число v-сечений.

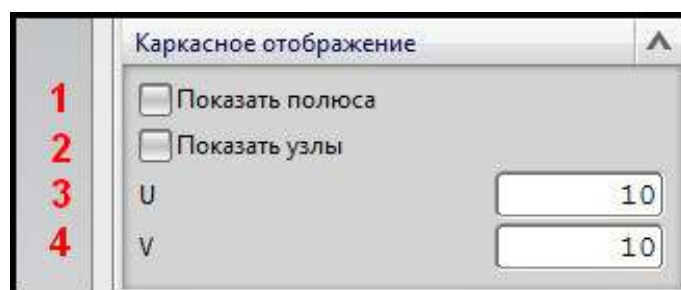


Рис. 1.47. Каркасное отображение

Примеры **UV-координат** на поверхности представлены на рис. 1.48.

В **NX 8.0** возможно отображение объекта в перспективе. Перспективой называется изображение пространственного объекта на плоскости или поверхности с учетом кажущихся сокращений размеров и форм. Для задания перспективного вида на панели **Вид** откройте список дополнительных функций у кнопки **Оптимизация** (рис. 1.49).

Разница отображений детали в перспективном и параллельном видах показана на рис. 1.50.

Параметры перспективы можно настроить, выбрав одноименное окно в том же списке выбора. Пользователь с помощью ползунка указывает расстояние до цели (рис. 1.51).



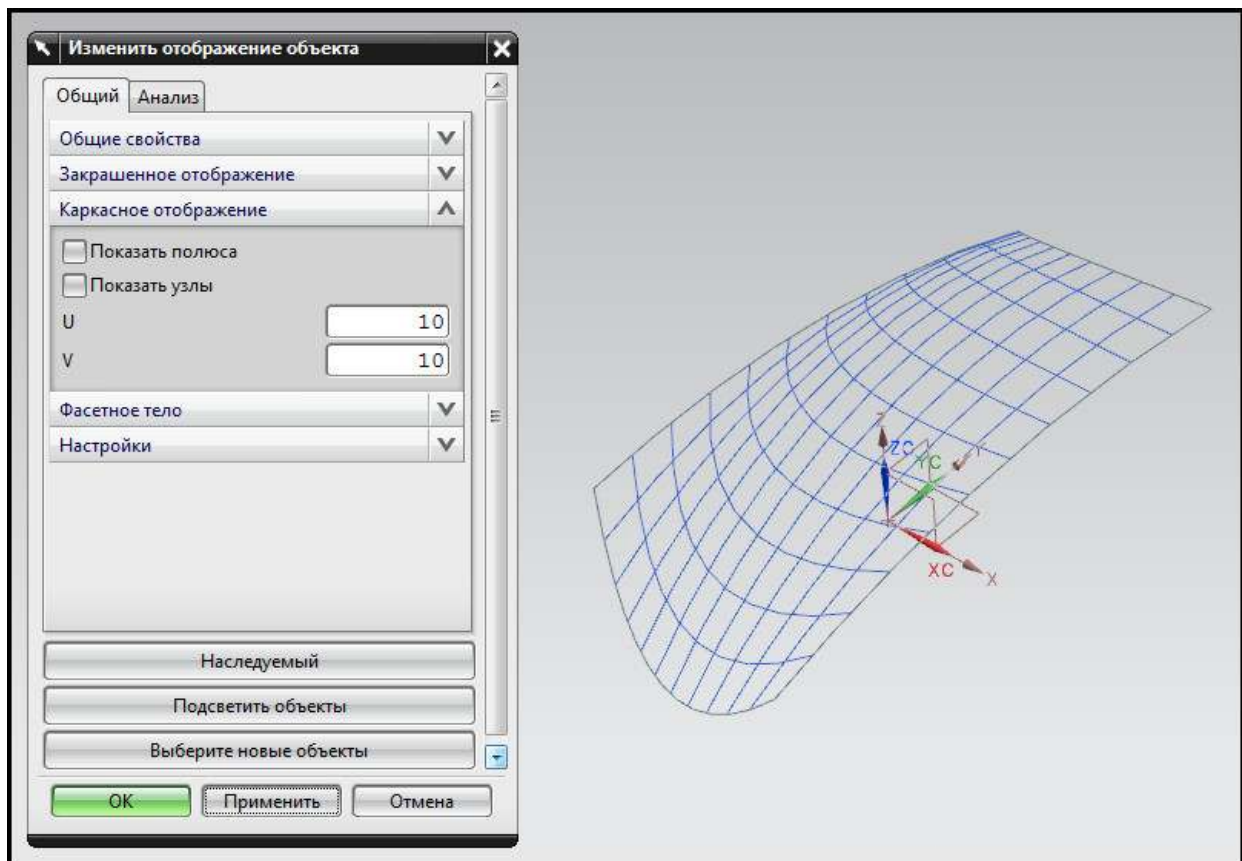


Рис. 1.48. Каркасное отображение поверхности с UV-сеткой

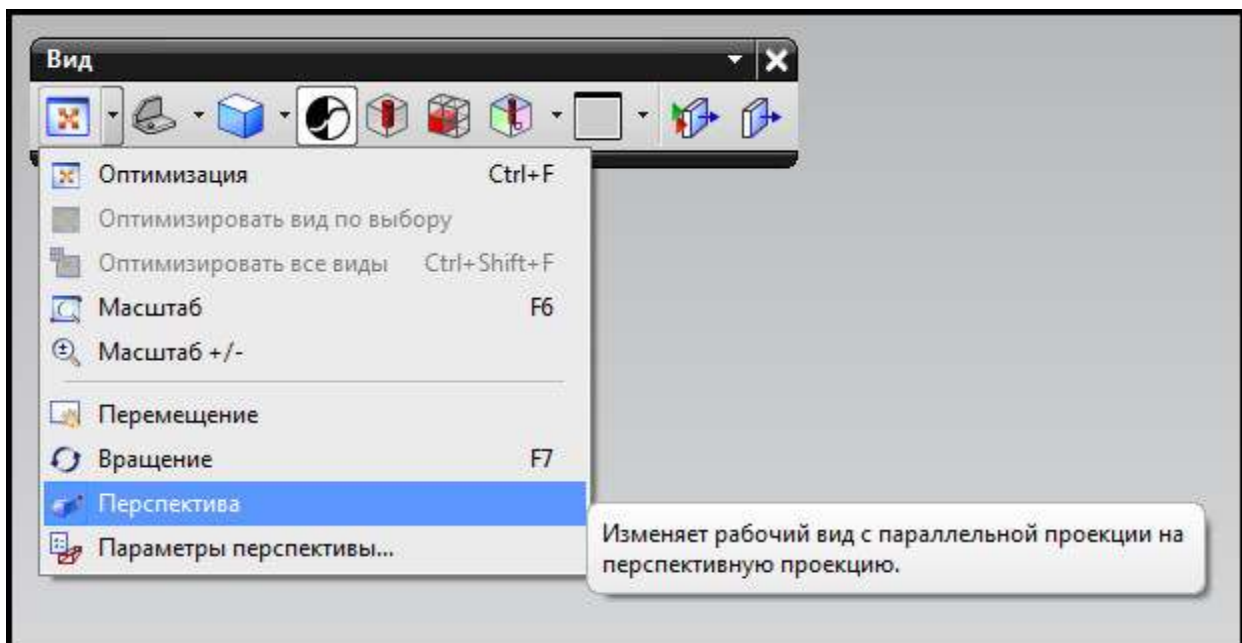


Рис. 1.49. Отображение перспективы



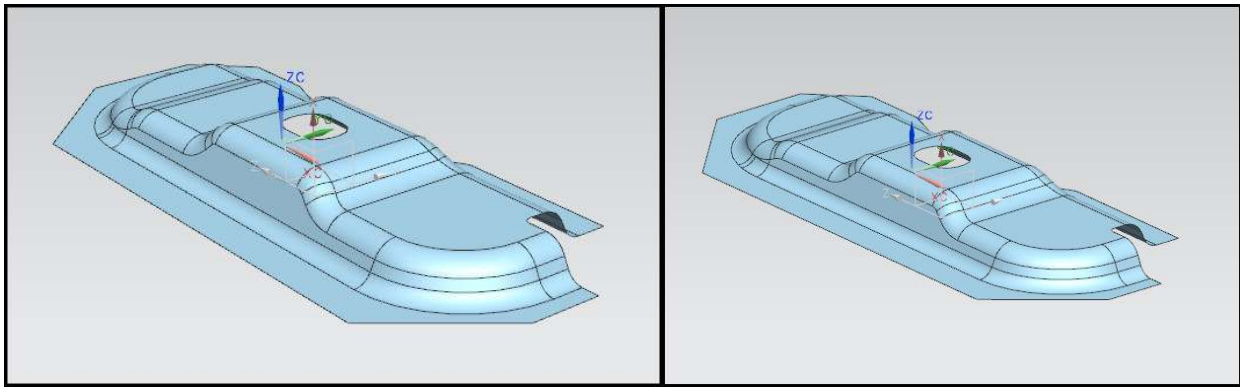


Рис. 1.50. Сравнение перспективного и параллельного видов

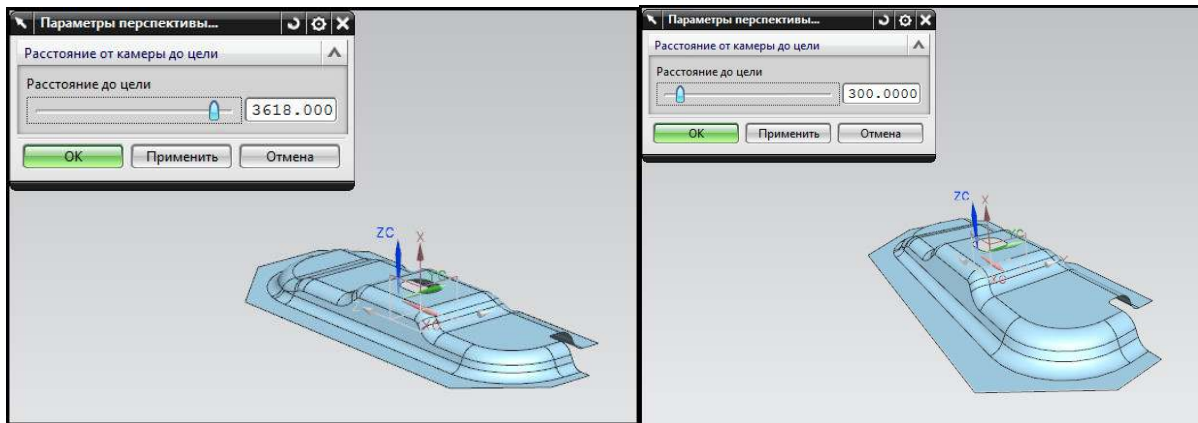


Рис. 1.51. Различное расстояние до объекта

Для отключения перспективного отображения нажмите еще раз на кнопку **Перспектива**.

### *Стили закраски*

В **NX 8.0** представлены различные варианты визуализации поверхностей и твердых тел. Для выбора отображения закраски можно следовать нижеперечисленным алгоритмам.

1. Выбрать необходимую клавишу на панели **Вид** (рис. 1.52).

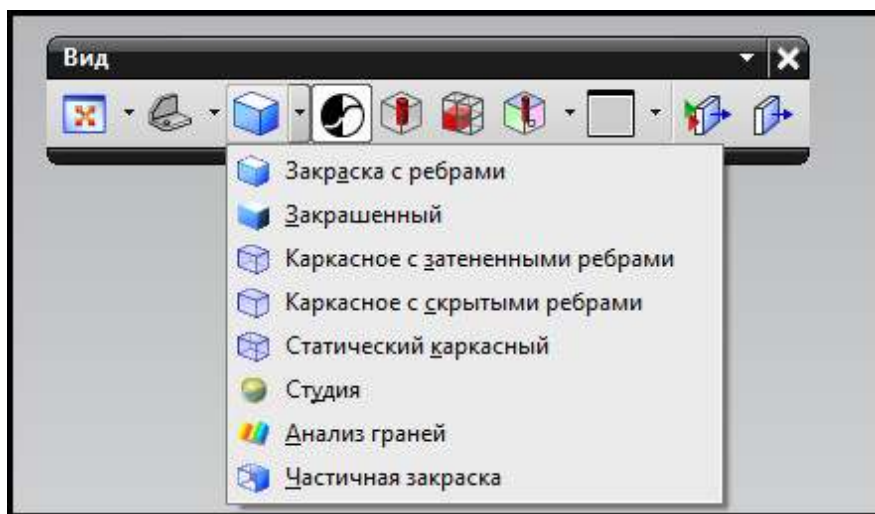


Рис. 1.52. Панель Вид



2. Воспользоваться контекстным меню в главном окне (рис. 1.53).

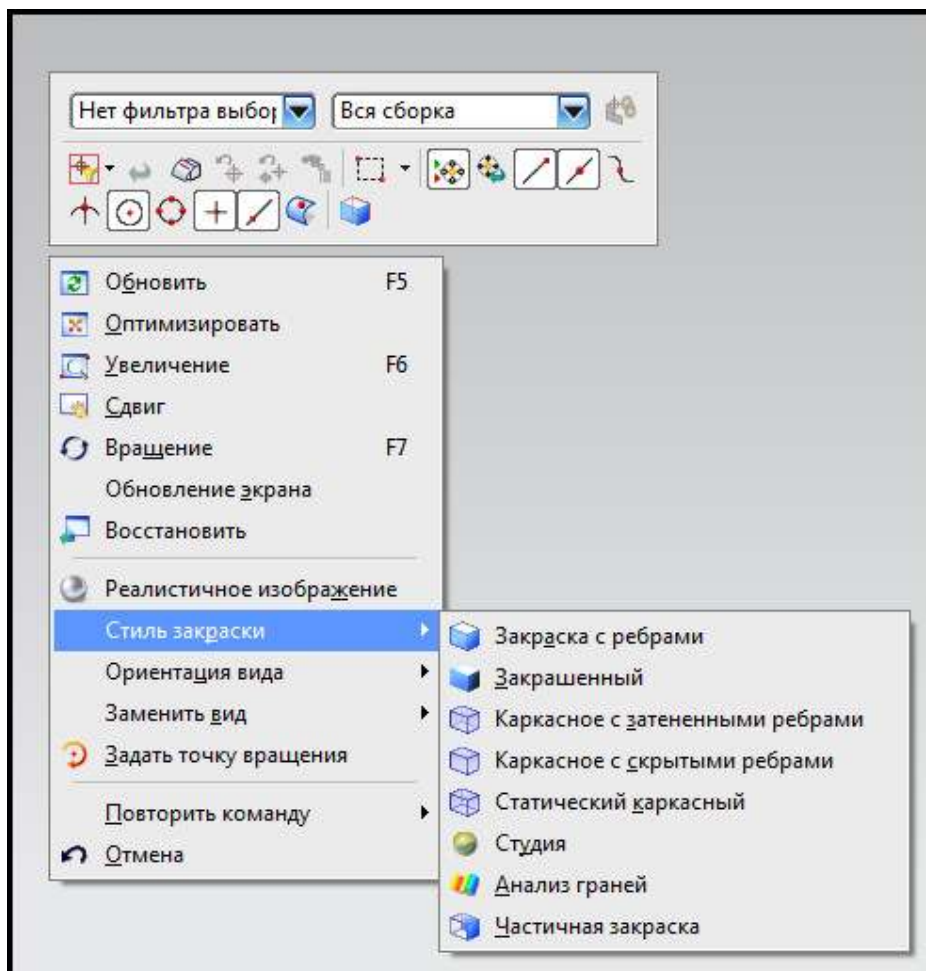


Рис. 1.53. Контекстное меню отображения геометрии

3. Вызвать радиальную панель (рис. 1.54):

- для вызова панели **Вид** щелкните правой кнопкой мыши на панели инструментов и поставьте галочку напротив названия **Вид**;
- для вызова контекстного меню щелкните правой кнопкой мыши по рабочему экрану (не по элементу геометрии);
- для вызова радиальной панели нажмите и удерживайте правую кнопку мыши в рабочем окне.



Рис. 1.54. Радиальная панель



При использовании каркасного отображения объектов цвет каркаса будет совпадать с цветом модели. Близкий цвет модели и фона может помешать моделированию (рис. 1.55).

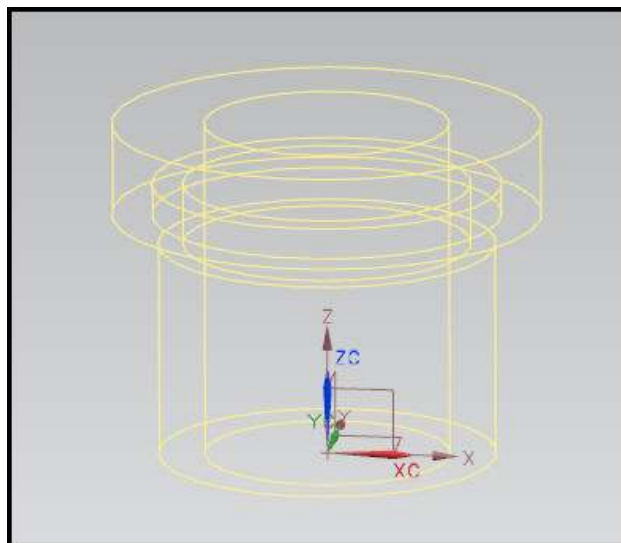


Рис. 1.55. Цвет каркасного отображения детали сливается с фоном

Пользователь может изменить цвет модели либо нажать кнопку **Контраст каркасного отображения**. При нажатии деталь будет обозначена контрастно по отношению к фону (рис. 1.56).

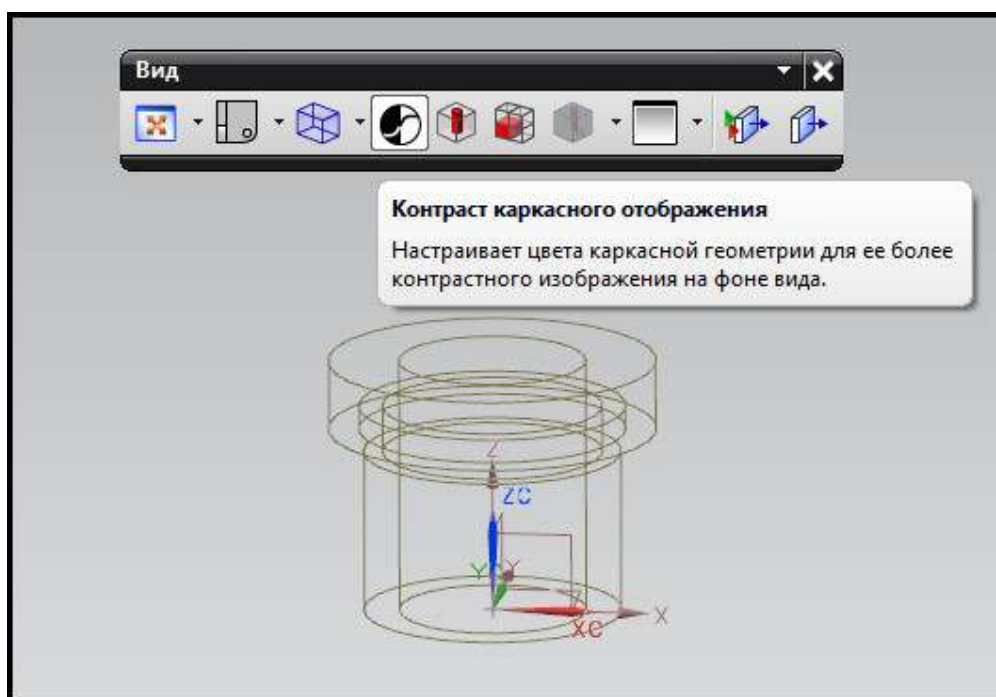


Рис. 1.56. Контраст каркасного отображения

### ***Реалистичное отображение***

Кроме стилей закраски существует возможность вывода изображения, близкого к реалистичному. При моделировании с использованием данного стиля закраски объектам геометрии присваивается текстура, отображаются источники света, освещающие



модель, применяются тени, настраивается уровень отражения и преломления лучей на модели, появляется перспектива, настраивается отображение пола.

Реалистичная закраска не является статичной, она позволяет моделировать объекты с указанными выше визуальными особенностями, однако затрачивает достаточное количество ресурсов компьютера. Используйте данную закраску, если уверены в мощности своего компьютера.

Команды реалистичной закраски находятся на панели **Реалистичное изображение**. Для ее вызова можно щелкнуть правой кнопкой мыши по инструментальной панели и вызвать панель, если она скрыта. Если панель закрыта, но необходимо войти в режим реалистичного изображения, нажмите правой кнопкой мыши по рабочему окну и нажмите одноименную кнопку (рис. 1.57).

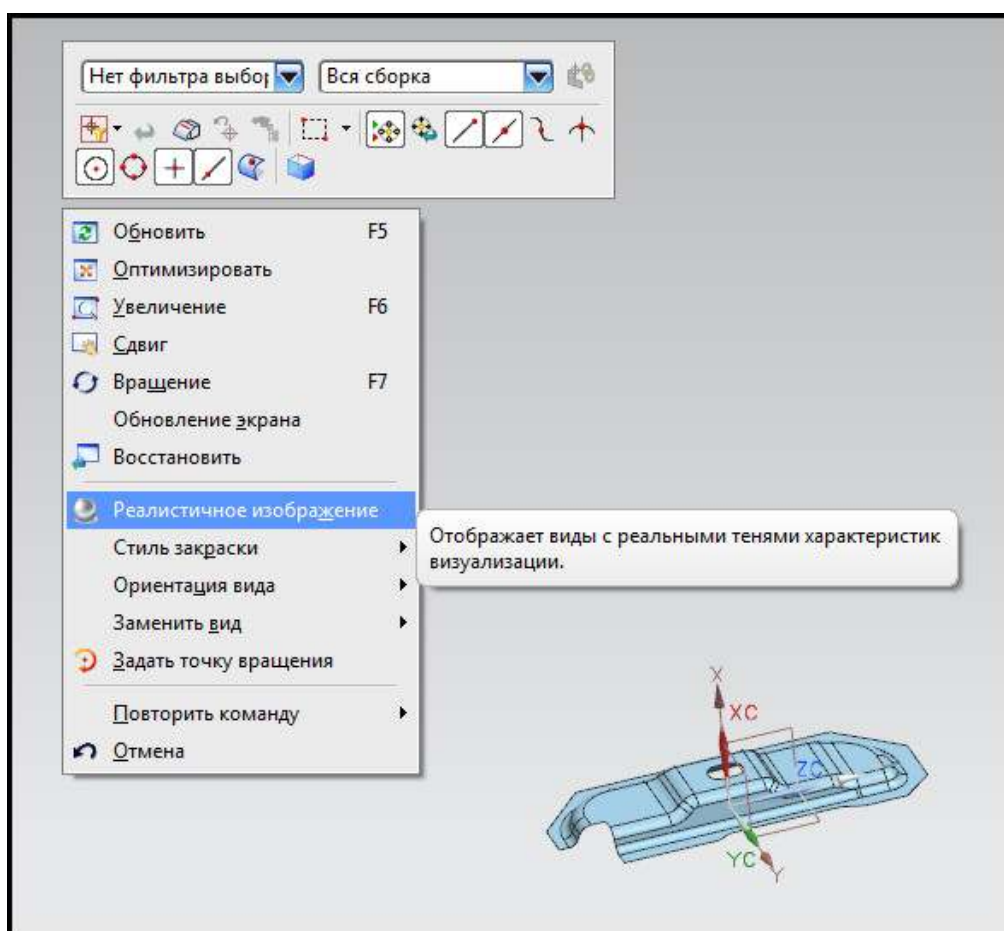


Рис. 1.57. Включение режима реалистичного отображения

Панель имеет следующие кнопки (рис. 1.58):

- 1 – **Реалистичное изображение**, при нажатии включает данный стиль закраски и позволяет редактировать параметры стиля;
- 2 – **Общие материалы**, задает цвет и его оптические параметры в соответствии с моделью материала, предложенной из библиотеки стандартных цветов материалов;
- 3 – **Материал**, зависящий от объекта, задает текстуру детали или ее отдельной грани, зависит от выбранного материала на предыдущем пункте;
- 4 – **Общее отражение**, задает параметры отражения света от модели;
- 5 – **Фон**, задает цвет или текстуру заднего плана;



- 6 – **Показать тени**, при активации выводит тени на поверхности детали и пол;
- 7 – **Показать отражение пола**, задает нижнюю горизонтальную плоскость, касательную к детали, зеркальной;
- 8 – **Показать сетку пола**, при активации наносит на нижнюю касательную горизонтальную плоскость сетку;
- 9 – **Ориентация детали**, указывает, как расположена деталь в пространстве относительно поверхности пола, от данного параметра зависит тень объекта на пол;
- 10 – **Источники света**, задает тип освещения одним или несколькими источниками света;
- 11 – **Ребра грани**, задает отображение ребер граней поверхностей и тел включенными или нет, позволяет задать видимость скрытых ребер;
- 12 – **Редактор реалистичного изображения**, открывает окно диалога, где прописаны подробнее указанные выше кнопки.



Рис. 1.58. Панель **Реалистичное изображение**

Обратите внимание: при выборе реалистичного отображения стиль закраски изменяется на **Студия** и включается перспективное отображение.

### **Фотореалистика**

Окно редактора истинной закраски можно вызвать, указав в главном меню **Вид – Визуализация – Редактор истинной закраски**. Данная функция позволяет создать изображение, близкое к фотографическому.

Для создания статичного изображения детали с учетом текстуры, света, настройки теней, отражения, задания сцены следует воспользоваться встроенными средствами рендеринга. Рендеринг – процесс создания изображения на основе модели, в качестве модели в **NX** используется электронная модель геометрических элементов. В **NX** пред-



ставлена возможность создания реалистичного отображения. Для создания рендера в главном меню выберите **Вид – Визуализация – Высококачественное изображение** или нажмите кнопку **Высококачественное изображение** на панели **Визуализация формы**.

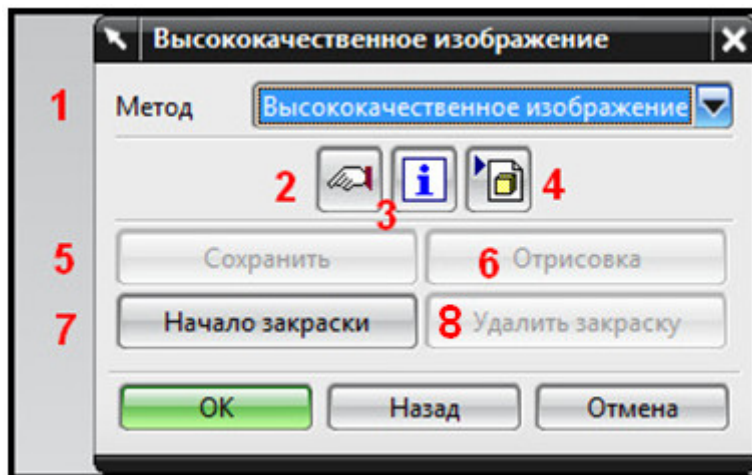


Рис. 1.59. Высококачественное изображение

Окно диалога содержит кнопки (рис. 1.59):

1 – Список выбора **Метод**, задает метод рендеринга из предложенных в NX;

2 – **Настройка изображения**, задает параметры выводимого изображения;

3 – **Информация**, выдает информационное окно выводимого изображения;

4 – **Импорт из файла LWK**, позволяет загрузить настройки рендеринга из файла;

5 – **Сохранить**, сохраняет выводимое изображение в указанную папку в формате .tif;

6 – **Отрисовка**, позволяет распечатать выводимое изображение;

7 – **Начало закраски**, при нажатии запускает процесс рендеринга;

8 – **Удалить закраску**, удаляет выведенное на экран изображение.

#### ***Краткий алгоритм создания изображения путем рендеринга***

1. Задайте параметры сцены – материал изделия, свет, фон, текстуру стен, потолка и прочие настройки.

2. Вызовите окно диалога **Высококачественное изображение**.

3. Укажите метод рендеринга.

4. Нажмите кнопку **Начало закраски**.

5. После создания изображения в рабочем окне:

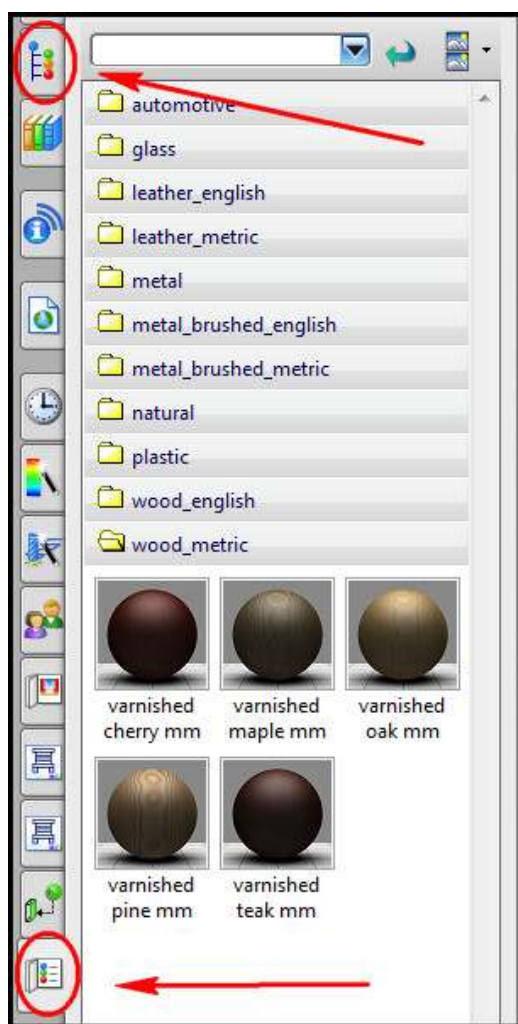


Рис. 1.60. Панели задания текстуры материалов



- сохраните изображение, нажав кнопку **Сохранить**;
- удалите изображение, нажав соответствующую **кнопку** либо просто проведя манипуляцию над объектом (например, поверните объект в рабочем окне).

Прежде чем создавать изображение, обычно геометрии и фону задают параметры отображения, например, материал и текстуру. Для задания материала используются боковые панели **Системные материалы** и **Библиотека материалов** (рис. 1.60).

Обратите внимание: задание текстуры материалов не является заданием материалов для анализа. Текстура не несет информации о плотности и других реальных параметрах материала.

*Краткий алгоритм задания текстуры к геометрическому изображению (рис. 1.61):*

- 1) откройте боковую панель **Библиотека материалов**;
- 2) в библиотеке материалов найдите необходимый материал;
- 3) в рабочем окне выберите деталь или поверхность;
- 4) щелкните правой кнопкой мыши по строке материала и выберите пункт **Примените к выбранному**.

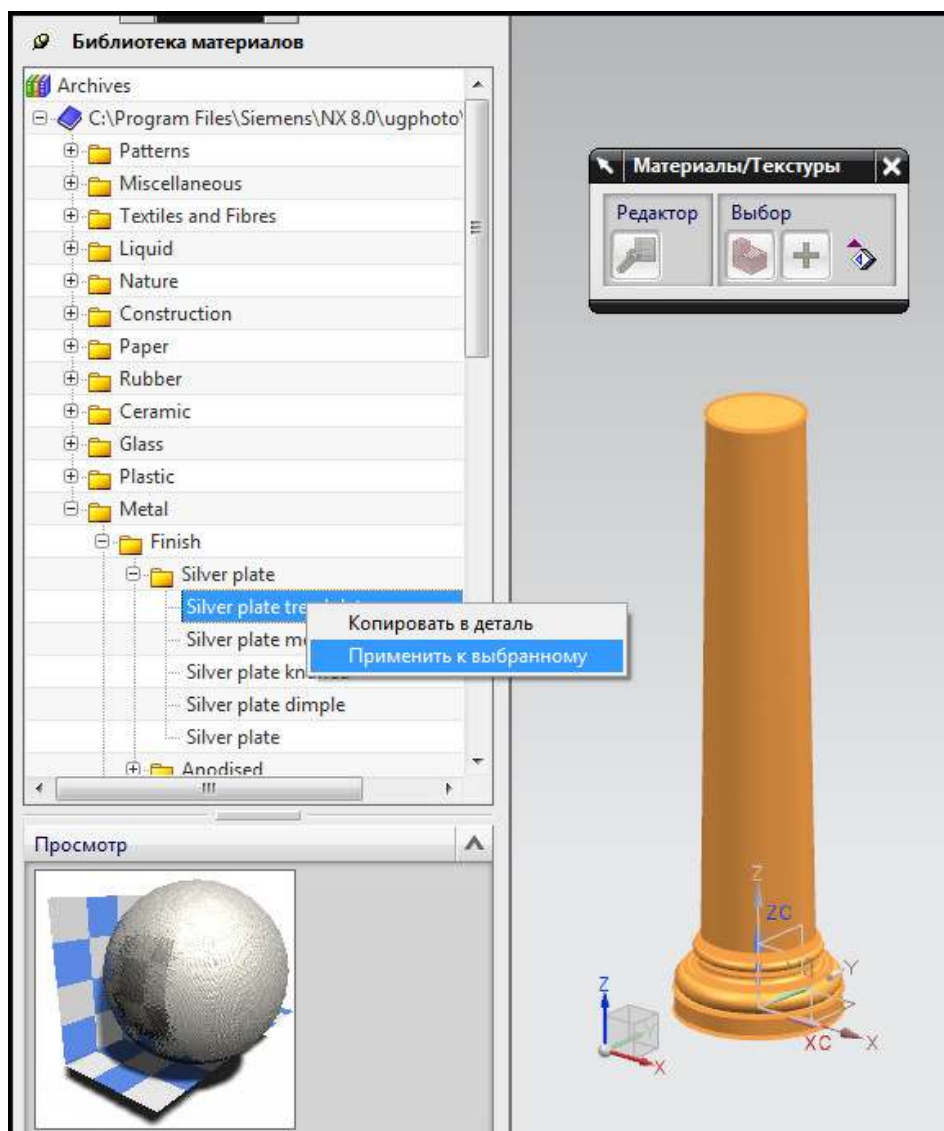


Рис. 1.61. Задание текстуры материала



В NX реализовано несколько стандартных окружений модели или сцен. Сцена представляет собой куб, заранее заданный фон, источники света, наличие или отсутствие тени и иные параметры. Чтобы перейти к заданию стандартных сцен, необходимо выбрать панель Системные сцены (рис. 1.62).

Чтобы задать окружение модели, необходимо щелкнуть на любую из предложенных сцен.

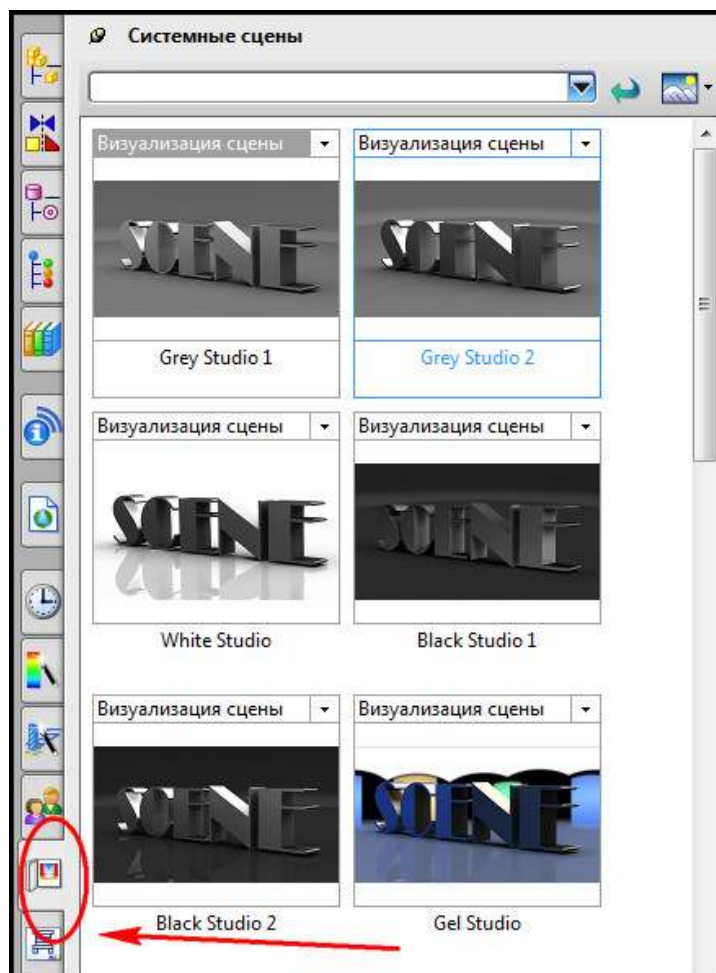


Рис. 1.62. Панель Системные сцены

### 1.3. Проверка корректности построения электронных моделей средствами HD3D

Проектирование листовой штамповки в NX 8.0 начинается с подготовки электронной модели изделия (ЭМ). ЭМ изделия определяет проблемы и задачи, которые могут возникнуть как в течение проектирования, так и в процессе изготовления детали.

Технолог, отвечающий за разработку технологического процесса штамповки, принимает решения, связанные с технологичностью изготовления изделия последовательной штамповкой, согласовывает с конструктором изменения геометрии детали, проверяет качество геометрии ЭМ, конвертирует формат ЭМ, выявляет элементы изделия, которые соответствуют параметрам листового тела, проводит проверку штампуемости детали.

Типы и качество ЭМ изделий, получаемых листовой штамповкой, напрямую связаны с методами организации технической подготовки производства на предприятиях.



Например, в автомобильной промышленности можно встретить ЭМ изделий следующих типов:

- тела с объемом, имеющие толщину: твердые тела (**Solid**) и листовой металл NX;
- поверхности тела с нулевой толщиной: листовые тела (**Sheet Metal**) и грани (**Surface**).

В технические службы производителя обычно приходят ЭМ деталей без параметризации. Иногда ЭМ изделий не удовлетворяют требованиям, которые предъявляет МШПД для исходных файлов деталей.

**Мастер – проектирования штампов** работает только с листовыми телами. Поэтому если ЭМ детали поступила в виде листового металла NX или в виде твердого тела, ее надо преобразовать в ЭМ листового тела.

Для исключения дефектов ЭМ изделия рекомендуется произвести проверку качества ЭМ.

Процедуру проверки качества целесообразно проводить в два этапа. На первом этапе необходимо проверить и выявить все дефекты геометрии исходной модели изделия. На втором этапе установить соответствие ЭМ детали требованиям, предъявляемым к листовым телам NX, которые можно изготовить последовательной штамповкой.

**На первом этапе** выявляется качество геометрии ЭМ, которые поступили от заказчиков. Это могут быть файлы ЭМ «твердых», листовых тел и поверхностей.

Для проверки качества исходной геометрии используйте меню **Анализ – Помощник анализа – Установить тесты**. Проверку геометрии модели можно провести с помощью стандартов **VDA 4955**, принятых в автомобильной промышленности Германии. Для этого в появившемся окне диалога откройте закладку **Проверка** и переместите курсор в нижнее положение, щелкните левой кнопкой мыши по узлу **VDA 4955**, укажите на строку **Проверка соответствия VDA 4955** и нажмите на кнопку с зеленой стрелкой, которая находится справа от окна **Категории**. В результате в нижнем окне **Выбранные проверки** появится надпись **Проверка соответствия VDA 4955** (рис. 1.63). Далее нажмите на кнопку **Выполнить проверку** (рис. 1.63).

Результаты проверки можно сформировать и увидеть с помощью **Панели ресурсов** в закладке **Инструмент HD3D**, которая служит для создания отчетов (рис. 1.64).

Более тщательная проверка геометрии ЭМ может быть осуществлена для выявления дефектов линий и поверхностей при

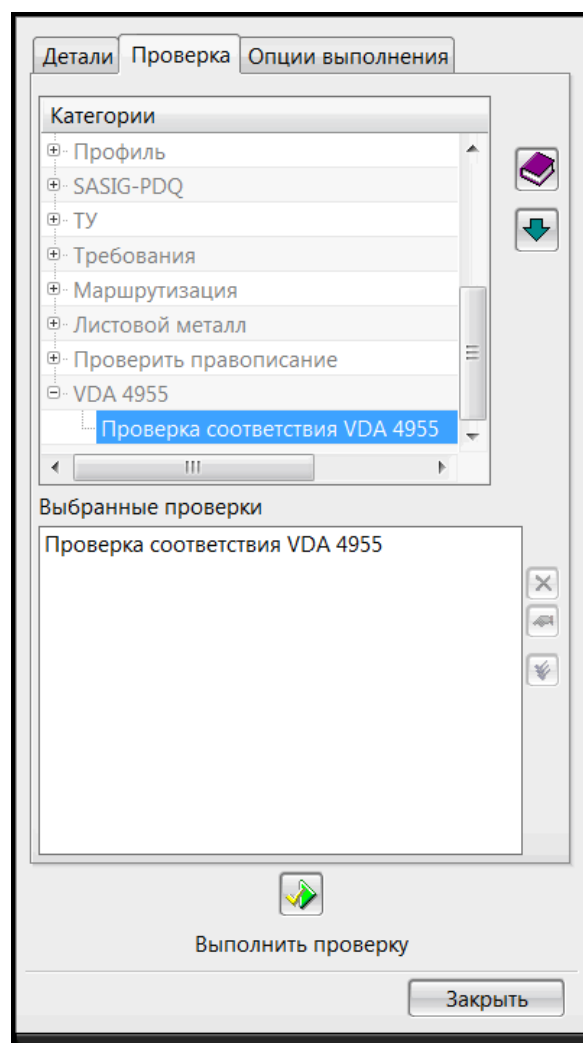


Рис. 1.63. Проверка геометрии с помощью стандартов VDA 4955



помощи функционала **SASIG – PDQ** или меню **Анализ – Проверка геометрии**. Обычно такие проверки выполняются, если не удастся на основе исходной модели в виде поверхности создать листовое тело. Как показывает практика, для «твердых» и листовых тел обычно достаточно анализа геометрии с помощью **VDA 4955**.

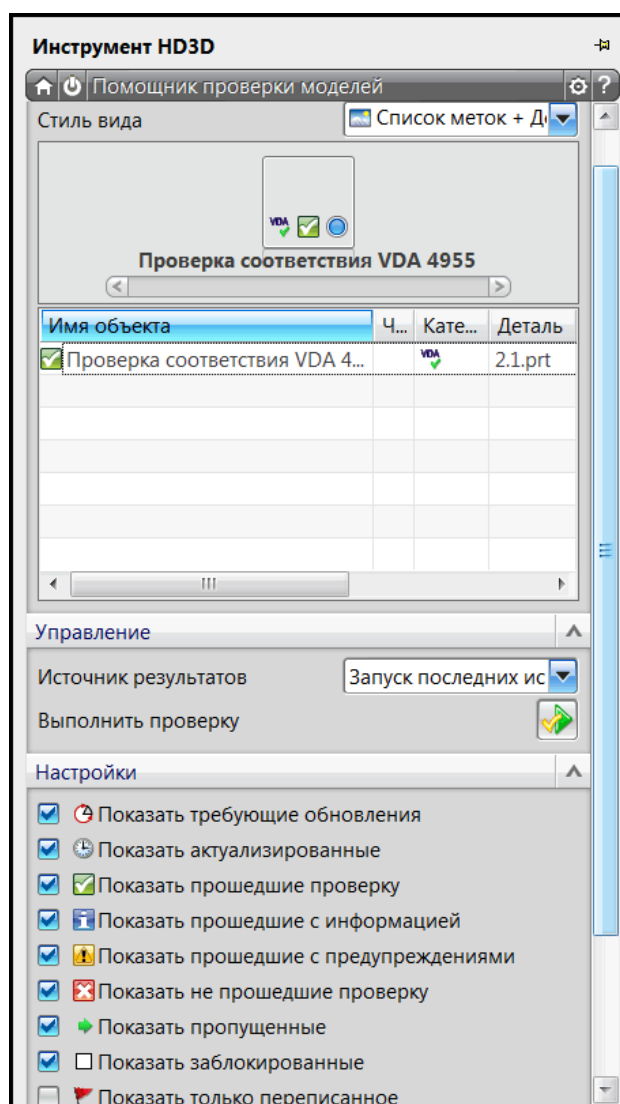


Рис. 1.64. Отчет HD3D о проверке геометрии

Результатом первого этапа контроля качества ЭМ будет модель листового тела без дефектов геометрии: нарушения топологии, пересечения поверхностей граней, разрывов и др.

**На втором этапе** анализируется возможность безошибочного преобразования в листовые тела NX моделей, геометрия которых проверена на первом этапе. Обычно это модели из других систем CAD. Такие модели не содержат дерева построения, параметризация ЭМ отсутствует. Создание ЭМ этих изделий происходит при настройках, отличающихся от настроек NX для приложения **Листовой металл NX**. Проблемы с конвертированием в листовое тело NX встречаются и у моделей, созданных в приложении **Моделирование**. В этих случаях полезно использовать функционал **Утилита очистки**, который находится в меню **Инструменты** при запущенном приложении **Листовой металл NX** (рис. 1.65).



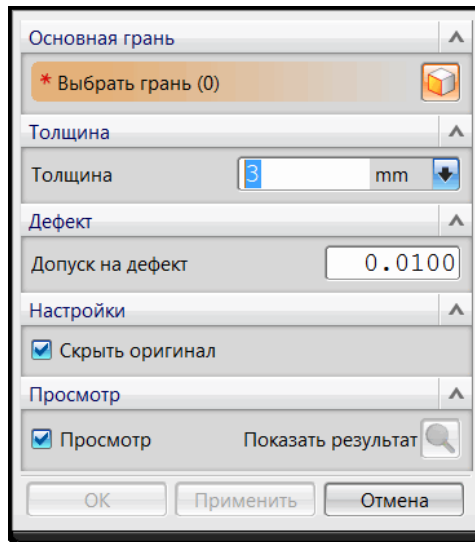


Рис. 1.65. Окно диалога **Утилита очистки**

**Утилита очистки**, совместно с функционалом **Преобразовать в листовой металл**, предназначена для исключения таких дефектов моделей, которые не должны появляться при создании ЭМ в приложении **Листовой металл NX**.

К таким дефектам относятся:

- неравномерная толщина листового тела (рис. 1.66);
- неконцентрические грани сгибов (рис. 1.67);
- заусенцы и выступы на детали (рис. 1.68);
- нарушение гладкости между плоской гранью и гранью сгиба (рис. 1.69);
- нулевое значение внутреннего радиуса изгиба (рис. 1.70).

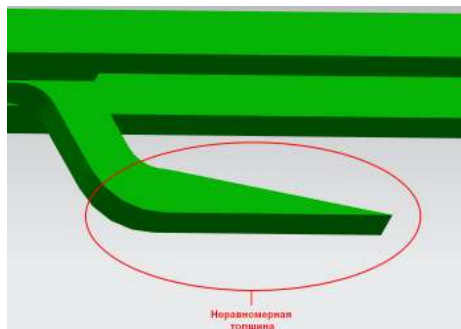


Рис. 1.66. Неравномерная толщина листового тела

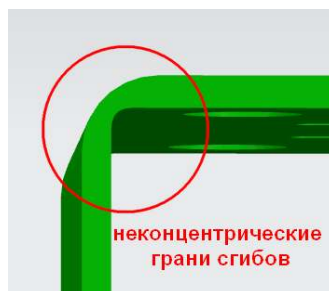


Рис. 1.67. Неконцентрические грани сгибов



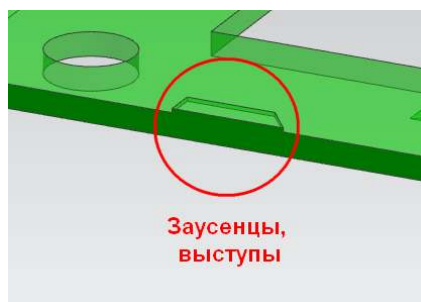


Рис. 1.68. Заусенцы и выступы на поверхности листового тела

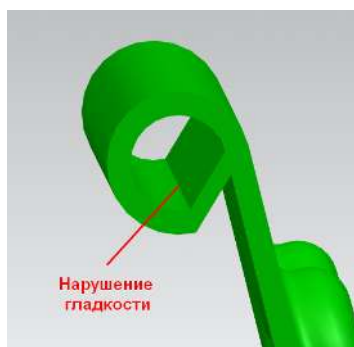


Рис. 1.69. Нарушение гладкости между гранью сгиба и плоской гранью



Рис. 1.70. Нулевой радиус сгиба

Примените **Утилиту очистки** для исправления геометрии листового тела, которое содержит ошибки, указанные выше. Для этого:

- сделайте запуск приложения **Листовой металл NX**;
- войдите в окно диалога **Утилиты очистки**: Меню **Инструменты** – **Утилита очистки** (рис. 1.65);
- выберите грань **листового металла NX**. Назначьте толщину материала и величину **Допуска на дефект 0,1 мм**. Установите флажки **Скрыть оригинал** и **Просмотр**;
- нажмите **ОК**.

Результат очистки листового тела представлен на рис. 1.71.

Элементы изделия (заусенцы, выступы, грани, нарушающие гладкость), которые не удовлетворяют требованиям листового материала, скрыты. Значения внешних радиусов сгибов установлены равными толщине материала, внутренние радиусы приняты равными нулю.



Для дальнейших изменений модели тела следует провести конвертирование этого тела в листовое с помощью функционала **Преобразовать в листовое материал** и тогда модель тела можно преобразовывать опциями приложения **Листовой металл NX**. После можно изменить внутренний радиус сгиба на величину, равную или большую, чем значение минимального радиуса гибки, и выполнить другие изменения.

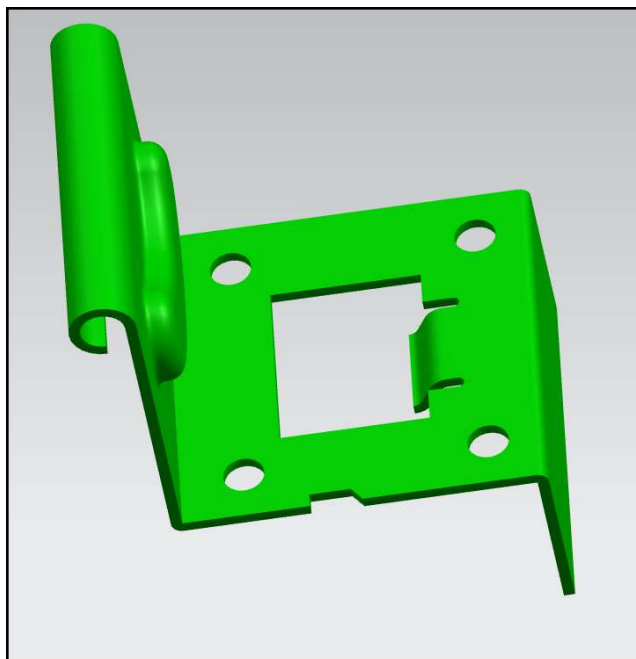


Рис. 1.71. Результат работы **Утилиты очистки**



## 2. ПОДГОТОВКА ПРОЕКТА РАЗРАБОТКИ ТЕХПРОЦЕССА ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Дерево разработки технологии штамповки листовых изделий формируется по мере выполнения проекта.

### 2.1. Распознавание электронных моделей геометрии изделия

Начало работы связано с подготовкой геометрии изделия к работе в пакете **Проектирование штампов**.

Приложение **Проектирование штампов** использует для своей работы листовые тела. Поэтому электронные модели «твердых» тел и тел **Листовой металл NX** должны быть преобразованы к типу листовое тело.

Наиболее эффективным является способ выделения листового тела из электронной модели трехмерного тела, к таким моделям относятся тела типа «solid» и «sheet metal NX».

При разработке технологических процессов листовой штамповки к важным признакам листового тела относят вид поверхности: внутренняя (по пуансону), внешняя (по матрице).

Для распознавания вида поверхности листового тела на ряде предприятий принято показывать контуры сечения деформируемого тела (рис. 2.1), которые определяют для листовых тел направление толщины тела.

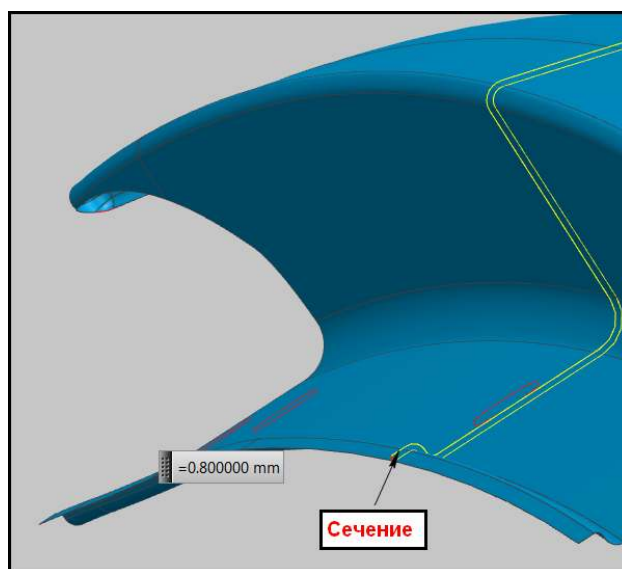


Рис. 2.1. Сечение для листового тела, которое определяет толщину

Однако вывод о том, каким инструментом оформлена представленная поверхность листового тела, остается за технологом, так как зачастую способ и последовательность операций получения формы изделия определяют тип поверхности (по пуансону или матрице).

Последовательность получения трехмерной электронной модели листового тела рассмотрим на примере детали Support, для деформирования которой используется операция двухугловой гибки с формовкой ребра жесткости:



- откройте окно, используя меню **Вставить – Ассоциативная копия – Выделить тело** (рис. 2.2);

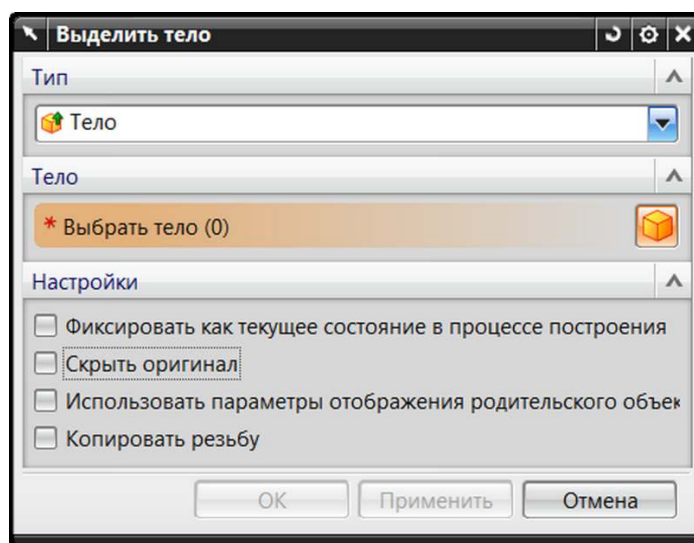


Рис. 2.2. Окно **Выделить тело**

- установите в разделе **Тип – Грани области**;
- выберите центральную грань, определите **Опции области**, активируя кнопки **Обход внутренних ребер** и **Использовать угол касательного ребра**. Введите значение **Угловой допуск 45°**;
- поставьте галочку в **Настройках** в поле кнопки **Скрыть оригинал** (рис. 2.3);

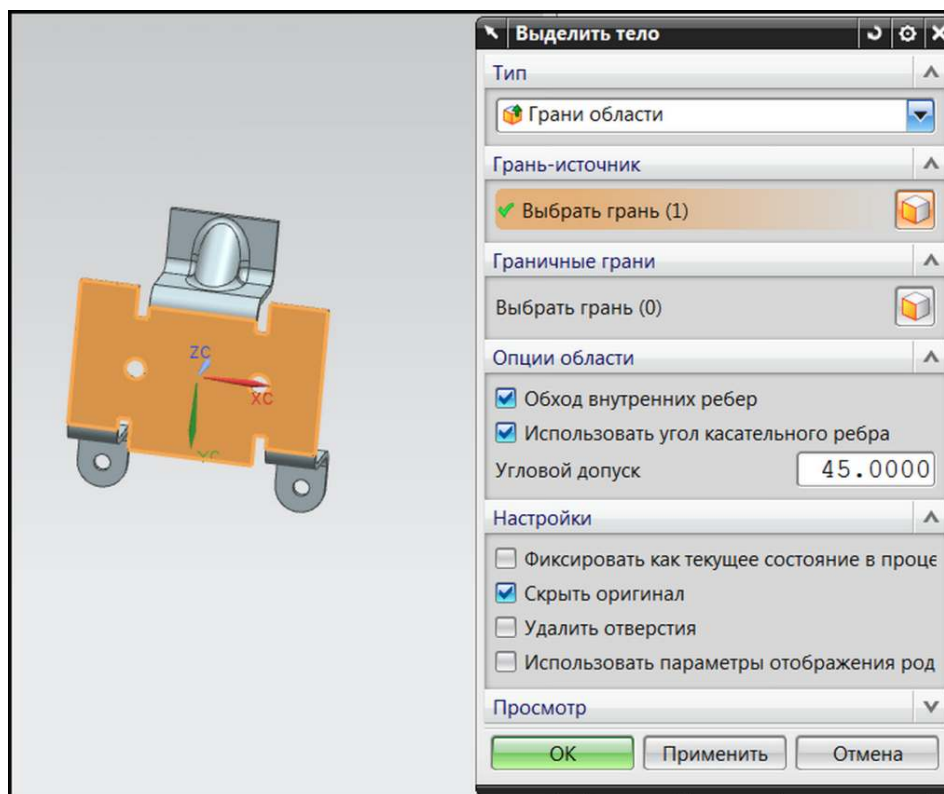


Рис. 2.3. Выделение наружной поверхности (по матрице)

- Нажмите **ОК**.



На рис. 2.4 показана наружная поверхность – листовое тело, которое является поверхностью, повторяющей форму матрицы.

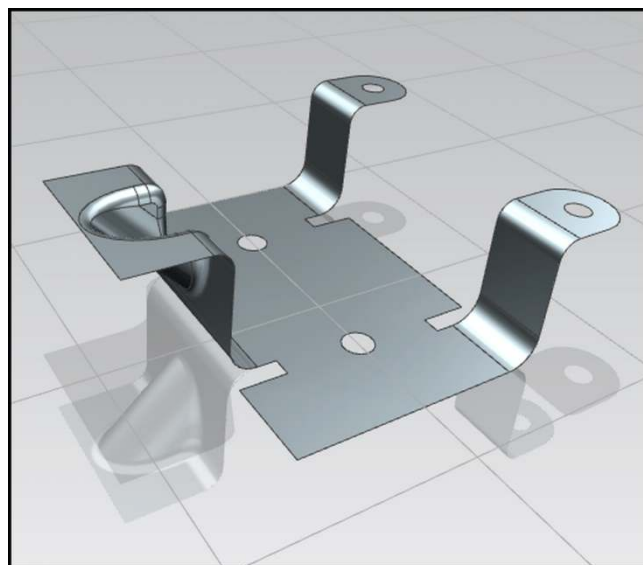


Рис. 2.4. Листовое тело – наружная поверхность (по матрице) детали Support

## 2.2. Описание дерева проекта в Навигаторе модели

Для управления процессом проектирования технологии листовой штамповки в приложении **Проектирование штампов NX** используется **Навигатор модели**.

Состав дерева навигатора моделей зависит от электронной модели изделия и порядка разработки техпроцесса в приложении **Проектирование штампов**.

Рассмотрим структуру и состав дерева проекта в **Навигаторе модели** на примере штамповки внешней панели капота легкового автомобиля (рис. 2.5).

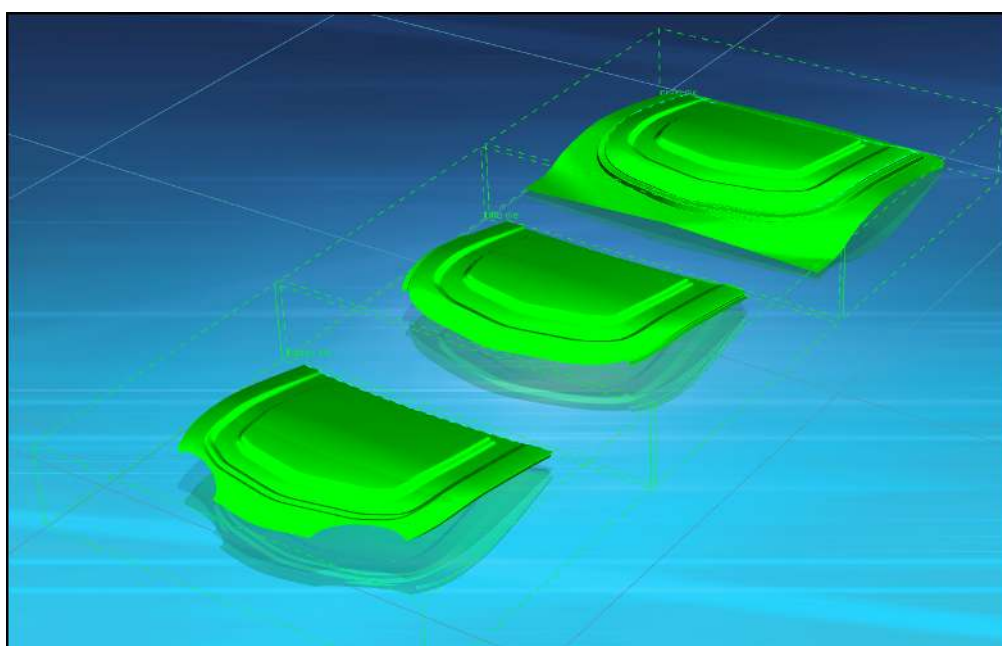


Рис. 2.5. Техпроцесс изготовления внешней панели капота



На рис. 2.5 показаны три электронные модели операций листовой штамповки в штампах вытяжки, обрезки и штампах обрезки и фланцовки. Электронная модель изделия скрыта, хотя и она могла бы быть представлена на рис 2.5. Тем не менее информация о способах создания модели показана в дереве проекта **Навигатора модели**.

Структуру раздела **История модели** дерева проекта условно можно разделить на две части. Первая часть описывает построение модели изделия, а вторая характеризует методы разработки технологического процесса ее изготовления в приложении **Проектирование штампов** (рис. 2.6).

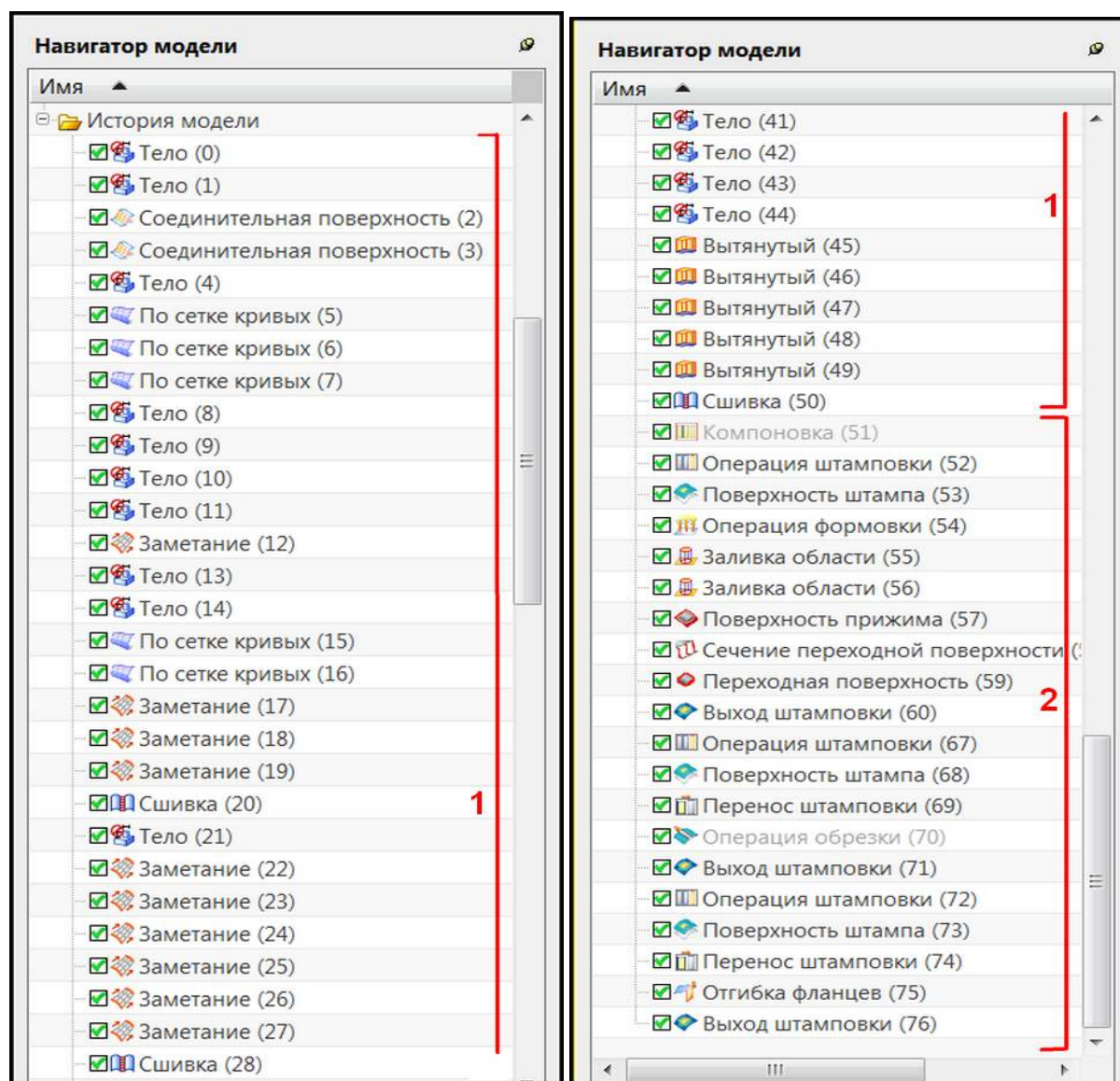


Рис. 2.6. Дерево построений **Навигатора модели**

Разработка технологии в Навигаторе модели обычно начинается с создания элемента **Компоновка**, хотя работа в приложении **Проектирование штампов** может наступать и после выполнения действий, связанных с **Компенсацией черновой поверхности** (рис. 2.7).

Работа с элементами дерева построения **Навигатора модели** для разработки технологического процесса в части 2 производится с помощью тех же контекстных меню, как и в обычном варианте.



В целях лучшей ориентации в порядке выполнения действий в приложении **Проектирование штампов** рекомендуется, используя переименование, придать операциям штамповки названия в соответствии с технологическим процессом (рис. 2.7).

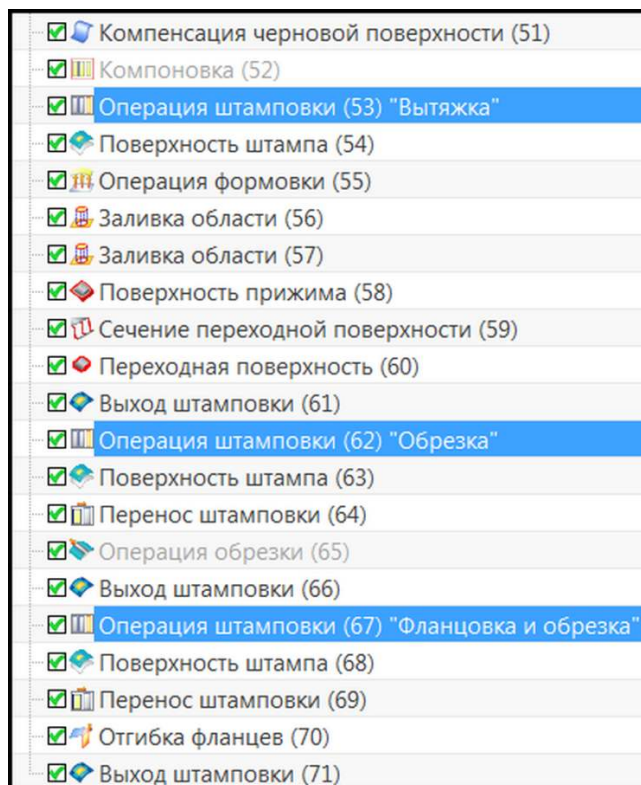


Рис. 2.7. Переименование операций штамповки

### 2.3. Разработка структуры слоев проекта

Возможности пользователя в структурировании информации проекта при разработке технологических процессов листовой штамповки реализуются путем распределения ее по слоям.

В приложении **Проектирование штампов** предусмотрены слои с фиксированной нумерацией и названиями категорий для хранения конкретных геометрических объектов электронных моделей.

В табл. 2.1 представлены сведения о наименовании категорий, номерах слоев и типах геометрических объектов, которые они содержат.

Таблица 2.1

Номер слоя	Наименование категории слоя	Объекты геометрии
1	<b>PRODUCT PART</b>	Тела, Листовые тела
2	<b>FILL</b>	Тела, Листовые тела
4-9	<b>FLANGE</b>	Тела, Листовые тела
10	<b>ALL</b>	Компоновка, Тела, Листовые тела, Система координат, Сплаины
11	<b>ALL</b>	Тела, Листовые тела, Сплаины



Номер слоя	Наименование категории слоя	Объекты геометрии
12	ALL	Тела, Листовые тела, Сплаины
13	ALL	Тела, Листовые тела, Сплаины
14	ALL	Тела, Листовые тела, Сплаины
20	BINDER WRAP	Сплаины
21	ADDENDUM	Тела, Листовые тела, Точки, Сплаины
25	DATUM PLANES	Координатная плоскость
26	TRIM_CARRYOVER	Тела, Листовые тела, Точки, Сплаины
50	FORM_TASK	Сплаины
51	TRIM_CURVE	Сплаины
100	ALL	Системы координат

Структурирование информации производится, как в начале работы с помощью окна Помощник DOL (рис. 2.8) (меню Инструменты – Автоматизация производства автомобиля – Проектирование штампов – DOL помощник – Свойства объекта).

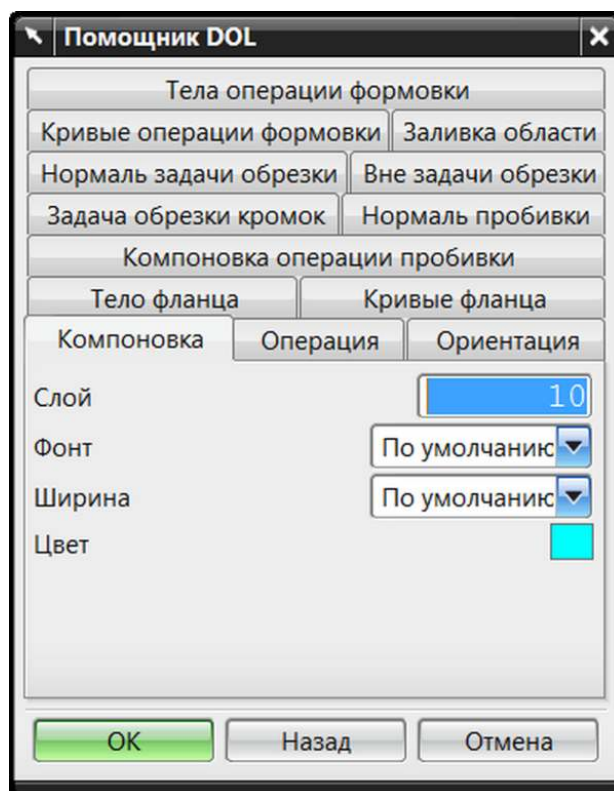


Рис. 2.8. Помощник DOL

Геометрические объекты исходной детали классифицируются, структурируются и распределяются по слоям с выбором типа, ширины и цвета линий. Подобные действия выполняются и в других окнах разработки технологических операций штамповки (рис. 2.9).

После окончания работы полученную информацию также сортируют по слоям и по внешнему виду. Такой сбор информации реализуется для меню и значков **Поверхность прижима**, **Разработка линии обрезки**, **Выходные кривые штампа**, **Прижимное коль-**



цо, Профиль ребра резки, Поверхность штампа. Эти сведения наделяются вышеперечисленными признаками в типовом подменю (рис. 2.9) для каждого меню и окна.

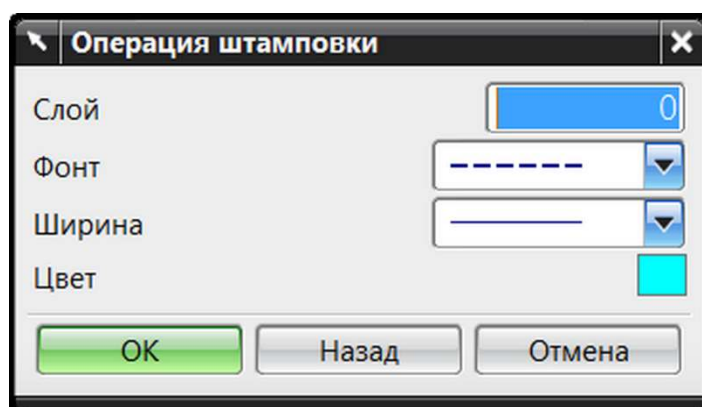


Рис. 2.9. Свойства объекта

## 2.4. Назначение вида и свойств материала

Изделия, которые получают листовой штамповкой, отличается не только разнообразная форма, но и широкая номенклатура материалов, из которых они производятся.

В процессе оценки технологичности изготовления детали с помощью листовой штамповки величины механических свойств металла играют важную роль. Выбор материала изделия и назначение его свойств производят дважды: на этапе оценки технологичности изделия и при инициализации проекта. Эти действия осуществляют в разных функционалах и поэтому используют разные базы данных. В этом разделе приведена методика создания базы данных материалов пользователя, которая необходима для проверки изделия на технологичность и расчета размеров заготовки в приложении **Одношаговый анализ формуемости**.

Библиотека материалов NX, которая представлена в разделе **Список материалов** окна диалога **Одношаговый анализ формуемости** (рис. 2.10), не содержит сведений о металлах, применяемых на большинстве предприятий России, поэтому пользователю придется самостоятельно создавать свою базу данных материалов.

Для того чтобы создать новый материал и получить доступ к редактированию библиотеки материалов NX, надо в меню **Файл** выбрать **Утилиты – Настройки по умолчанию – Базовый модуль – Материал/масса** и в закладке **Местоположения** установить флажки в разделе **Библиотека материалов NX** (рис. 2.11).

Далее выберите в меню **Инструменты** опцию **Материалы – Управление материалами (Создать)**. Установите в строке **Список материалов – Локальные материалы**. Задайте в строке **Тип** нового материала и нажмите на кнопку **Создать**. Появится окно диалога (рис. 2.12), в котором необходимо определить параметры нового материала.

Данные о новом локальном материале будут сохранены только в открытом файле, что неудобно для дальнейшего использования этих сведений о новом материале.

Более практичным является способ создания собственной библиотеки материалов пользователя. Она даст возможность пользователю применять свойства новых материалов для их назначения моделям изделий.



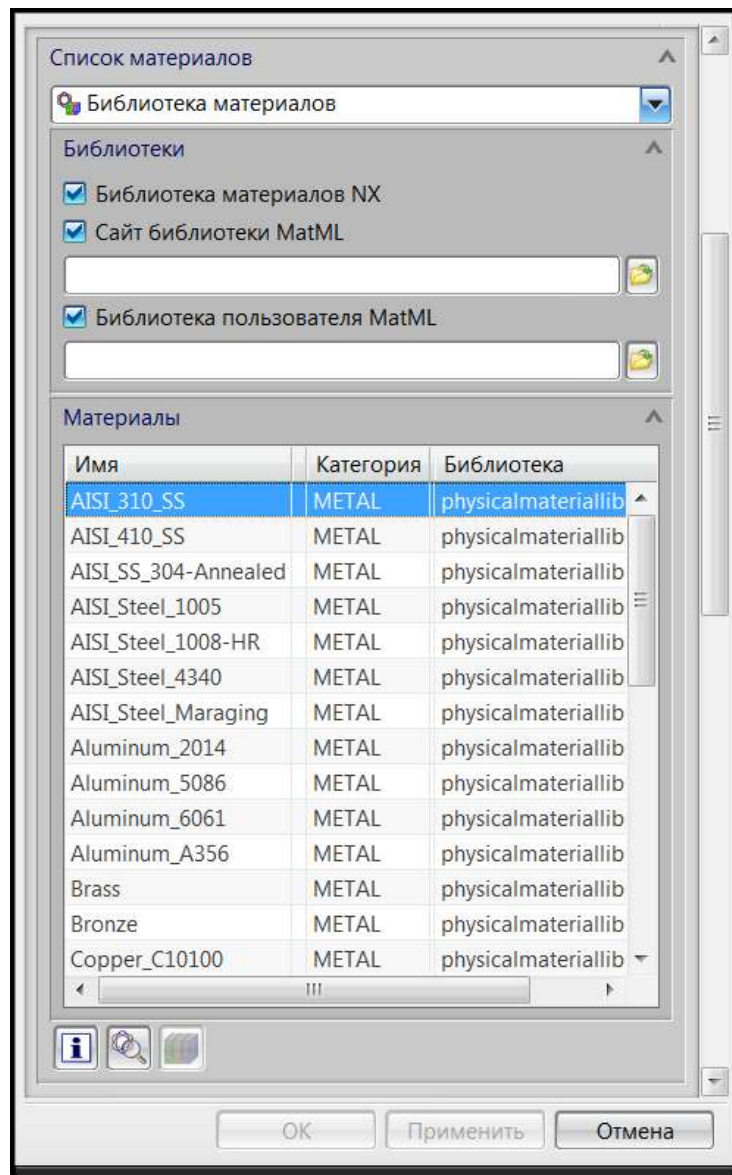


Рис. 2.10. Раздел **Список материалов** окна диалога **Одношаговый анализ формуемости**

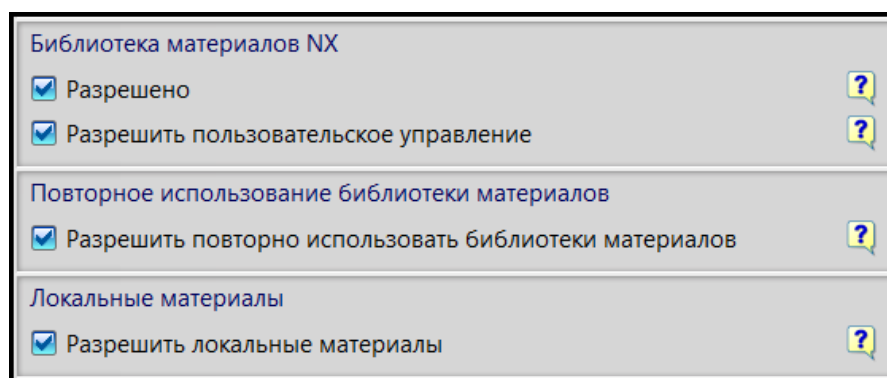


Рис. 2.11. Настройки по умолчанию **Базовый модуль – Материал /масса**



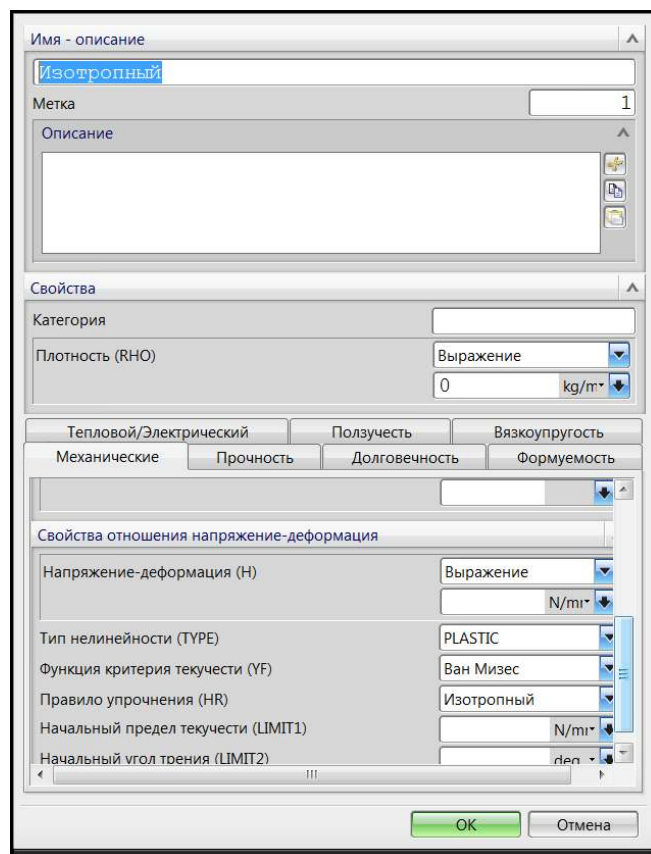


Рис. 2.12. Определение параметров локального материала

Библиотека материалов **NX 8.0** разработана на основе \*.xml файла. Сведения о структуре этого файла можно узнать на сайте [www.matml.org](http://www.matml.org). Эти файлы текстовые и их можно редактировать и создавать .xml файлы своей библиотеки материалов.

Однако мы рекомендуем воспользоваться возможностями **NX 8.0** для генерирования файлов библиотеки пользователя.

Способ создания файла материала пользователя основан на применении прототипа. Таким прототипом для металлов на основе стали будет материал **Steel**, который существует в библиотеке **NX 8.0**.

Первым действием будет экспорт материала **Steel** в папку библиотеки материалов пользователя (рис. 2.13):

- откройте опцию **Инструменты – Материалы – Управление библиотекой материалов**;
- выберите в окне диалога в строке **Тип** опцию **Экспорт материала в библиотеку**;
- установите в первой строке раздела **Целевая библиотека материала** опцию **Один файл MatML**;
- введите во второй строке раздела **Целевая библиотека материала** путь к файлу, в котором будет храниться информация о материале;
- перейдите в раздел **Список исходных материалов**;
- выберите в первой строке **Библиотека материалов**;
- поставьте флажок в окошко **Библиотека материалов NX**;
- произведите поиск, используя фильтры (**Имя – Steel, Категория – Металл, Тип – Все**);
- выделите строку с материалом **Steel**;
- нажмите **ОК**.



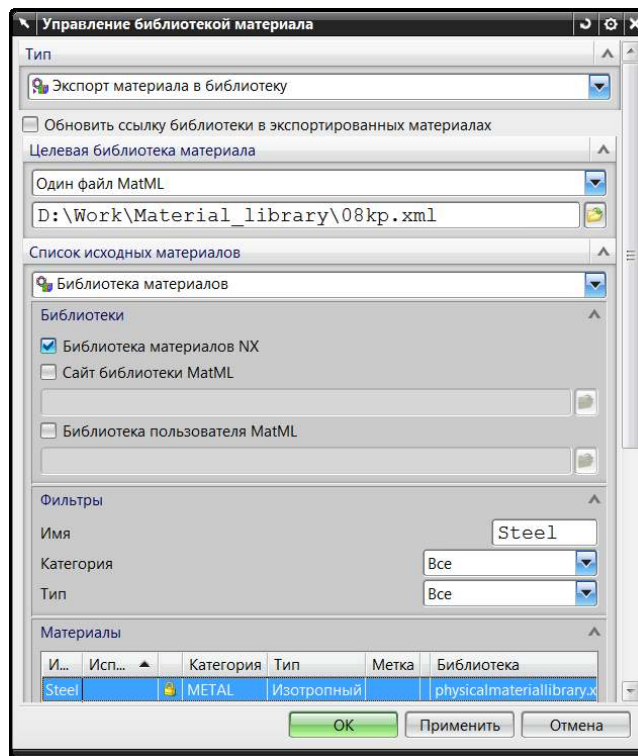


Рис. 2.13. Окно диалога **Материалы – Экспорт материала**

В результате в папке **Work\Material\_Library** на диске **D:\** появится файл **08kp.xml**. Этот файл будет содержать данные свойств для материала **Steel**.

Следующий шаг – изменение тех параметров, которые будут отличаться для материала стали **08кп** от данных **Steel**:

- откройте опцию **Инструменты – Материалы – Управление библиотекой материалов**;
- выберите в окне диалога в строке **Тип** опцию **Изменить библиотеку материалов** (рис. 2.14);
- поставьте флажок в окошко **Библиотека пользователя MatML**;
- укажите маршрут к файлу материала, который подлежит изменению;
- выделите файл в списке **Материалы**;
- нажмите **ОК** (рис. 2.14);

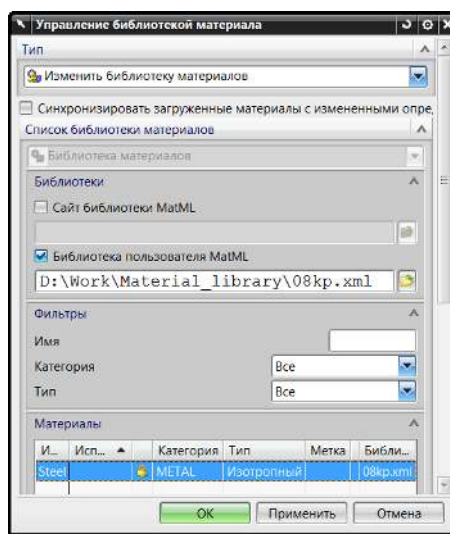


Рис. 2.14. Окно диалога **Материалы – Изменить библиотеку материала**



- запишите в строку **Имя** название материала;
- внесите параметры изменения в окно **Описание** (рис. 2.15);
- запишите новые значения параметров в закладках **Механические**, **Прочность** и **Формуемость** (рис. 2.15);
- проверьте внесенные изменения **Инструменты – Материалы – Назначить материал** внизу окна диалога: кнопка **Проверить свойства материала** или кнопка **Отобразить свойства** выбранного материала.

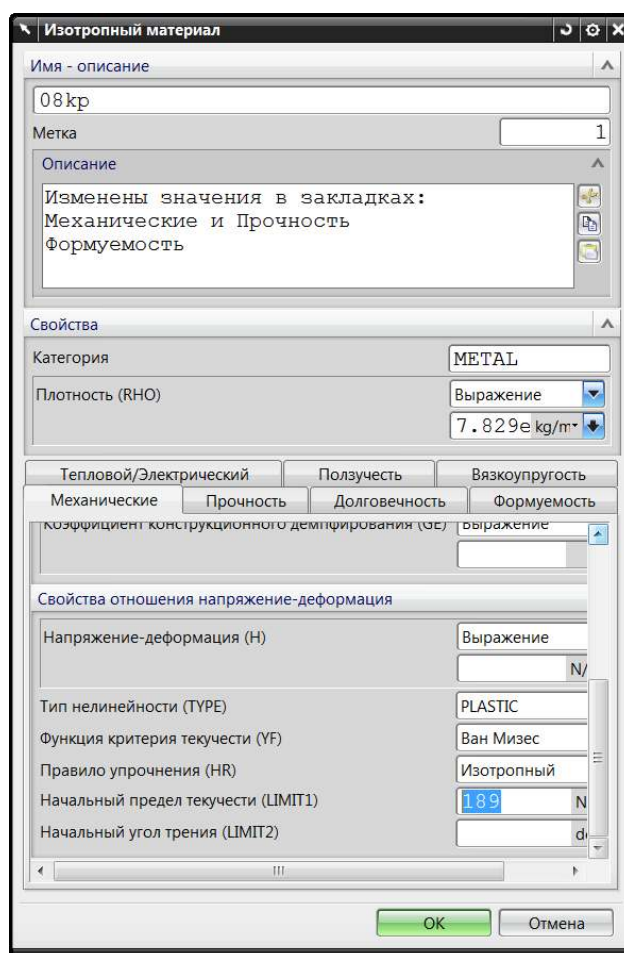


Рис. 2.15. Изменение параметров материала

При внесении изменений рекомендуем выполнять их в соответствии с системой единиц величин, которая принята в исходном файле \*.xml.



## 3. СОЗДАНИЕ ПРОЕКТА ТЕХПРОЦЕССА ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

### 3.1. Компоновка: назначение, опции, замена изделия, редактирование компоновки

Для идентификации модели штампуемого изделия, которое будет служить в качестве основы для работы в приложении **Проектирование штампов**, активируется команда **Компоновка**. Вызов опции **Компоновка** на панели инструментов **ПШ** приводит к появлению окна диалога, интерфейс которого представлен на рис. 3.1.

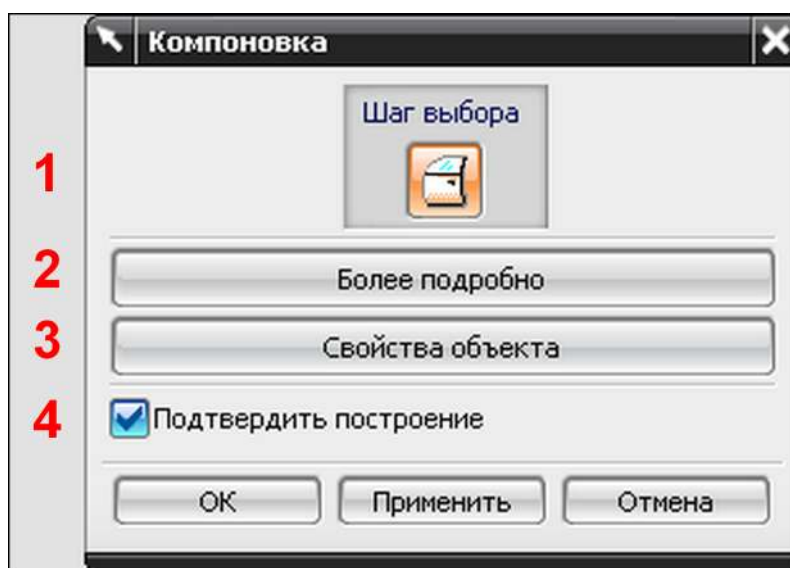


Рис. 3.1. Интерфейс окна диалога **Компоновка**

Окно диалога **Компоновка** содержит следующие опции:

- 1 – кнопку **Шаг выбора**, активация которой позволяет пользователю указать 3D-модель штампуемого изделия;
- 2 – кнопку **Более подробно**, предназначенную для ввода информации в текстовом поле;
- 3 – кнопку **Свойства объекта** (задает номер слоя и визуальные характеристики компоновки);
- 4 – кнопку **Подтвердить построение** (служит для доступа к опциям проверки геометрии штампуемого изделия).

Вызов команды **Более подробно** приводит к обновлению интерфейса окна диалога **Компоновка** (рис. 3.2) и появлению

5 – текстового поля, предназначенного для ввода необходимой информации, касающейся проектируемой компоновки.

После нажатия клавиши **ОК** указанные в текстовом поле данные автоматически включаются в **отчет DOL**.



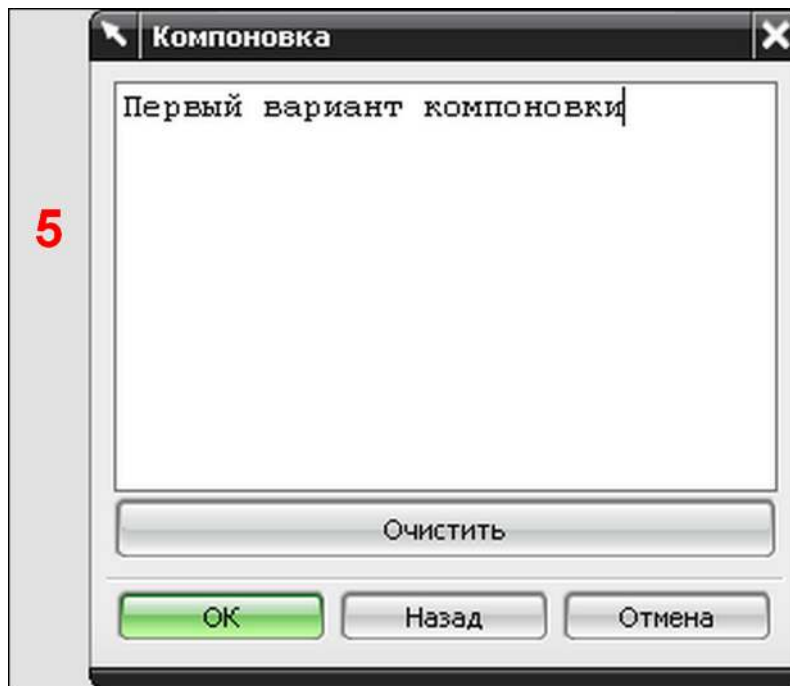


Рис. 3.2. Интерфейс окна диалога **Компоновка**, активация кнопки **Более подробно**

Активация опции **Свойства объекта** приводит к обновлению окна диалога **Компоновка** (рис. 3.3) и появлению следующих команд:

- 6 – поля ввода **Слой** (задает номер слоя, на котором будет находиться компоновка);
- 7 – списка **Фонт** (устанавливает тип линии, которая используется для обозначения контура компоновки);
- 8 – списка **Ширина** (обозначает величину ширины линии контура компоновки);
- 9 – кнопки **Цвет**, предназначенной для вызова цветовой палитры (задает цвет контура компоновки).

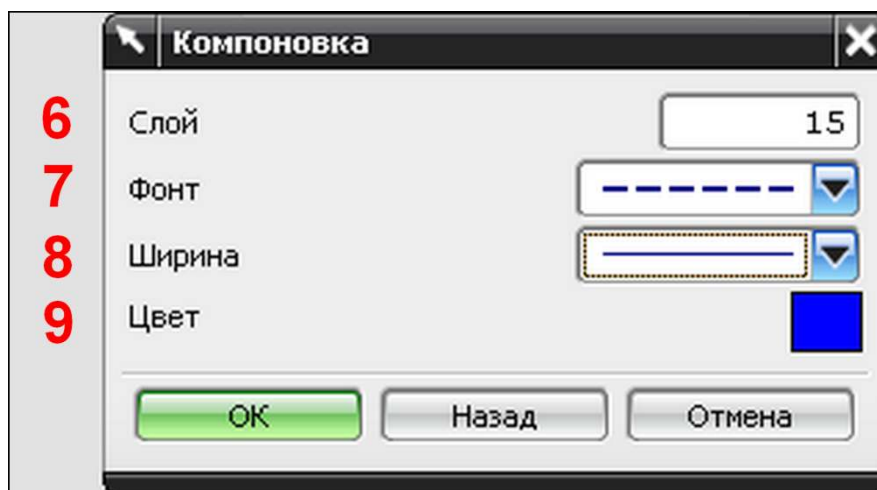


Рис. 3.3. Интерфейс окна диалога **Компоновка**, активация кнопки **Свойства объекта**

Установка галочки напротив команды **Подтвердить построение**, а также дальнейшее нажатие клавиши **Применить** приводит к появлению одноименного окна диалога (рис. 3.4), опции которого отражают три этапа проверки геометрии штампуемого изделия. Трём этапам проверки геометрии соответствуют три опции окна диалога **Подтвердить построение**:



- 10 – кнопка **Интерференция** (проводит проверку возможного пересечения тел);
- 11 – кнопка **Проверить геометрию** (выполняет анализ выбранных объектов по указанным параметрам и критериям);
- 12 – кнопка **Отклонение** (проводит проверку отклонений кривых, точек, граней).

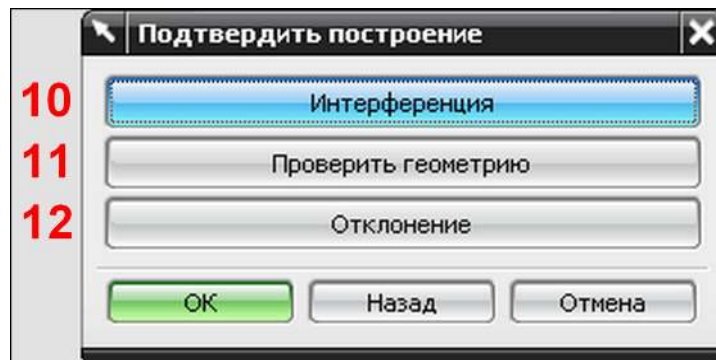


Рис. 3.4. Интерфейс окна диалога **Подтвердить построение**

На первом этапе проверки геометрии осуществляется вызов опции **Интерференция**, который приводит к открытию окна диалога **Простое пересечение** (рис. 3.5).

Интерфейс окна диалога **Простое пересечение** состоит из трех разделов: **Первое тело**, **Второе тело**, **Результаты проверки пересечений**.

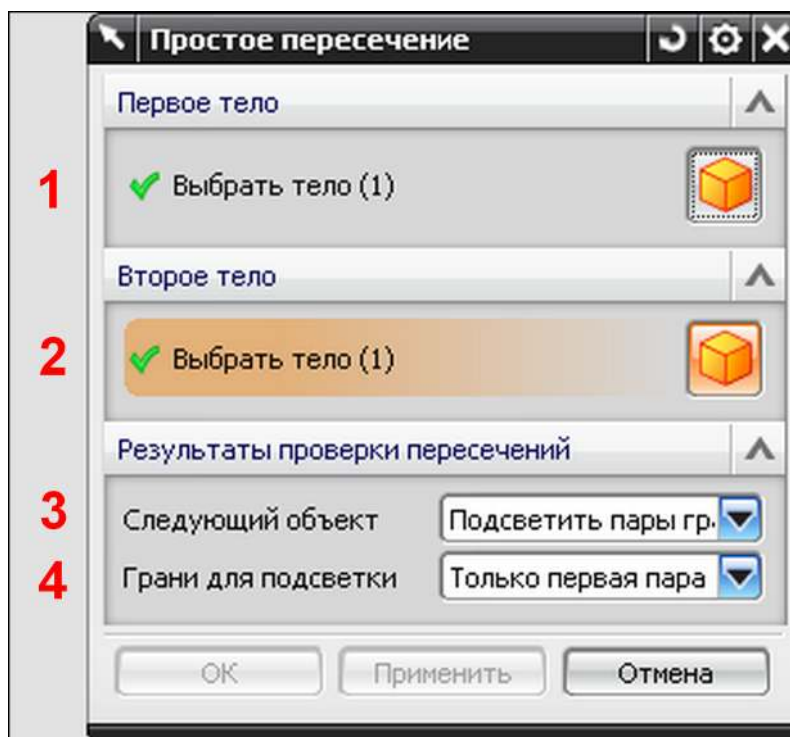


Рис. 3.5. Интерфейс окна диалога **Простое пересечение**

В разделе **Первое тело** представлена

1 – кнопка **Выбрать тело**, активация которой позволяет указать курсором первое тело для проверки.



Раздел **Второе тело** содержит

2 – кнопку **Выбрать тело**, активация которой позволяет пользователю указать второе тело для проверки пересечений.

Для визуализации отчета проверки используются опции раздела **Результаты проверки пересечений**:

3 – список **Следующий объект**, который включает строки:

- **Подсветить пары граней** (выделяет цветом пары пересекающихся граней (рис. 3.6);
- **Тело пересечения** (выделяет цветом второе выбранное тело, если имеется пересечение объектов (рис. 3.7)).

Если в списке **Следующий объект** выбрана строка **Подсветить пары граней**, то в окне диалога **Простое пересечение** появляется

4 – список **Грани для подсветки** для цветового выделения пересекающихся объектов. Список **Грани для подсветки** содержит две строки:

- **Только первая пара** (выделяет цветом первую пару пересекающихся граней),
- **Цикл по всем парам**.

Выбор строки **Цикл по всем парам** приводит к обновлению интерфейса окна диалога **Простое пересечение** (рис. 3.8) и появлению

5 – кнопки **Показать следующую пару**, нажатие которой позволяет последовательно подсвечивать обнаруженные программой пары пересекающихся граней объектов.

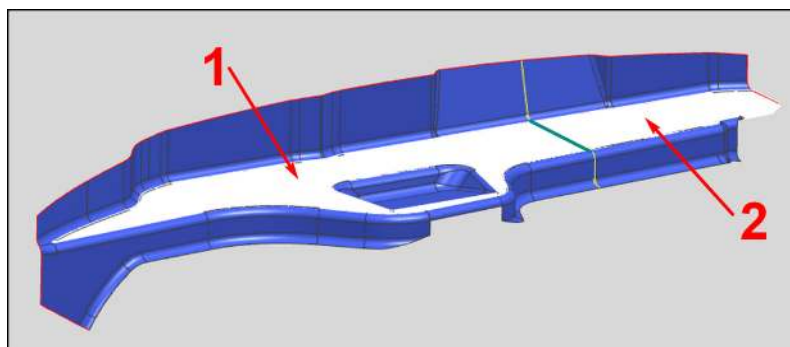


Рис. 3.6. Проверка пересечений объектов, представление результата с помощью опции **Подсветить пары граней**

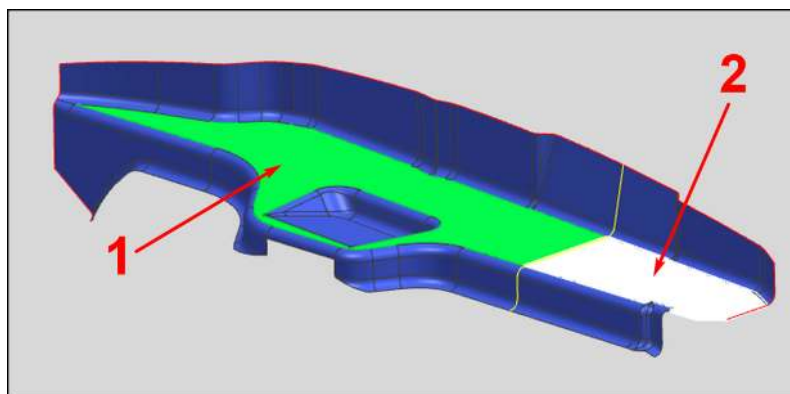


Рис. 3.7. Проверка пересечений объектов, представление результата с помощью опции **Тело пересечения**



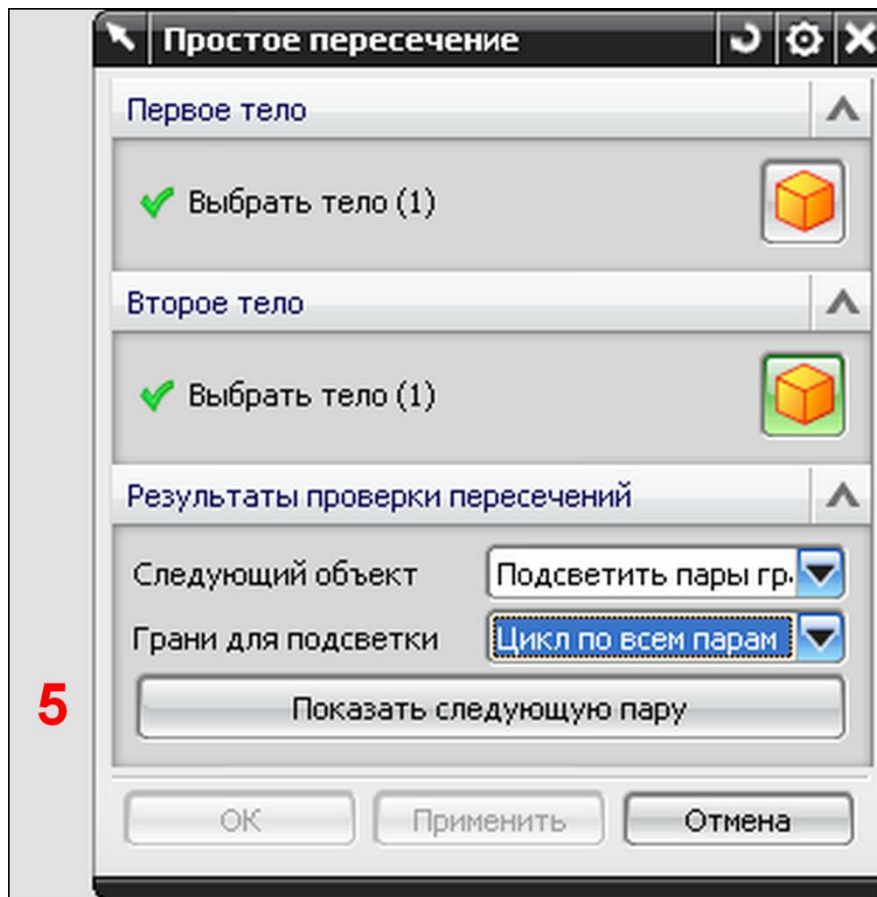


Рис. 3.8. Интерфейс окна диалога **Простое пересечение**, выбор строки **Цикл по всем парам** в списке **Грани для подсветки**

На втором этапе проверки геометрии в окне диалога **Подтвердить построение** (рис. 3.4) осуществляется вызов опции **Проверить геометрию**, который приводит к открытию одноименного окна диалога.

Обновленный интерфейс окна диалога **Проверить геометрию** (рис. 3.9) состоит из четырех разделов: **Объекты для проверки**, **Проверка выполнения/результатов подсветки**, **Критерий проверки**, **Действия**.

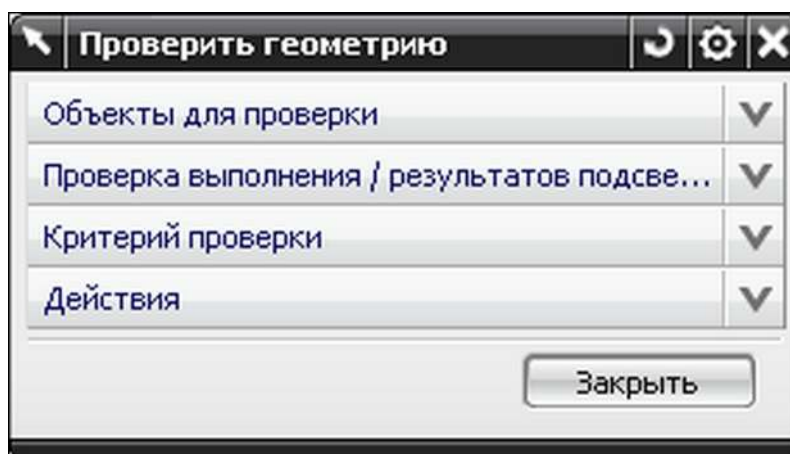


Рис. 3.9. Интерфейс окна диалога **Проверить геометрию**



Раздел **Объекты для проверки** (рис. 3.10) содержит

1 – кнопку **Выбрать объект**, которая позволяет указать курсором объект для проверки (тело, грани, ребра).

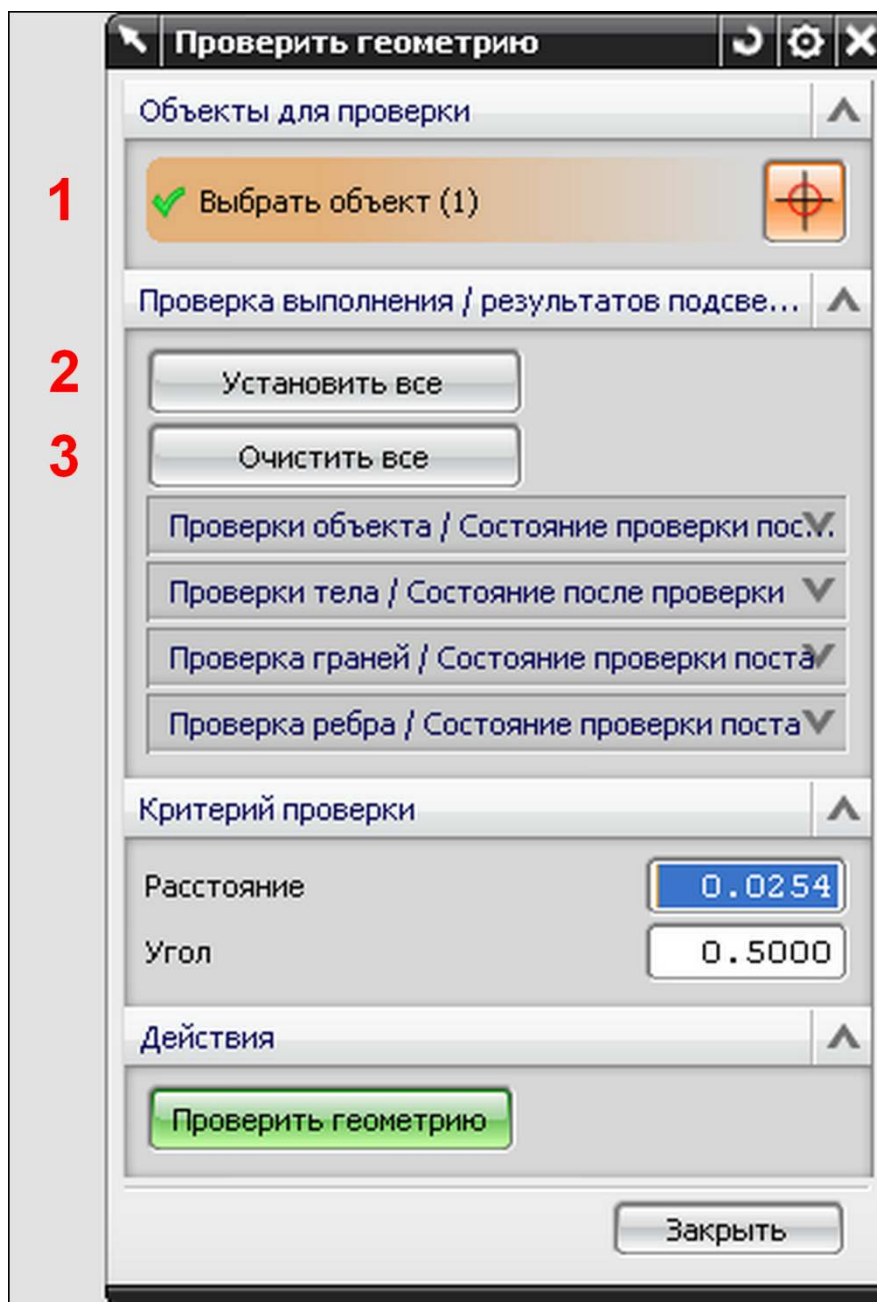


Рис. 3.10. Интерфейс окна диалога **Проверить геометрию**, содержание разделов **Объекты для проверки** и **Проверка выполнения/результатов подсветки**

В раздел **Проверка выполнения/результатов подсветки** (рис. 3.10) включены следующие опции:

2 – кнопка **Установить все**, которая активирует все опции проверки из подразделов;

3 – кнопка **Очистить все**, которая выключает все опции проверки из подразделов.

Раздел **Проверка выполнения/результатов подсветки** состоит также из четырех подразделов: **Проверки объекта**, **Проверки тела**, **Проверка граней**, **Проверка ребра**, представленных критериями, по которым осуществляется проверка.



Подраздел **Проверки объекта** (рис. 3.11) содержит две опции:

4 – кнопку **Крошечный** (находит небольшие поверхности, которые могли появиться в процессе создания 3D-модели листовой детали);

5 – кнопку **Не выровнены** (проверяет геометрию на наличие граней, соединение которых не выровнено).

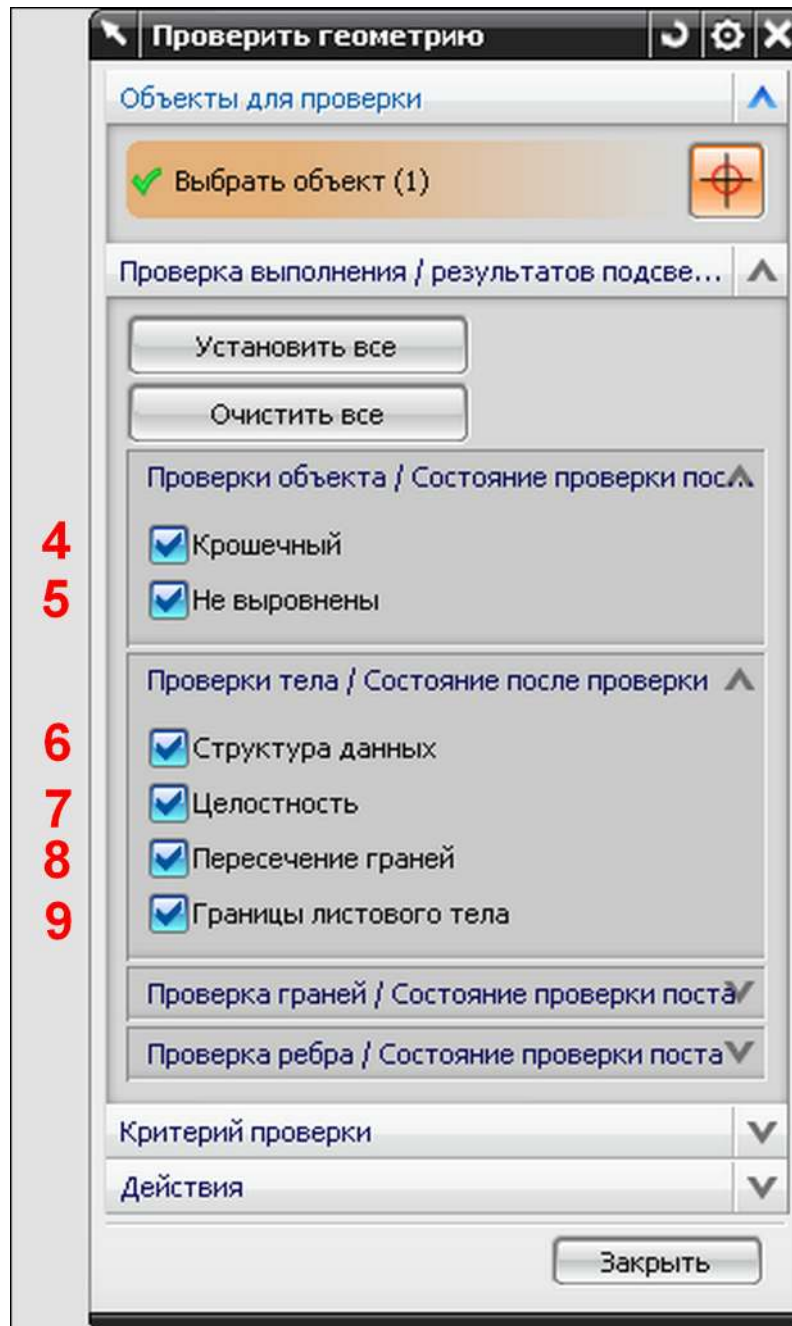


Рис. 3.11. Интерфейс окна диалога **Проверить геометрию**, содержание подразделов **Проверки объекта** и **Проверки тела**

Подраздел **Проверки тела** (рис. 3.11) представлен четырьмя параметрами проверки с соответствующими кнопками:

6 – **Структура данных** (проверяет ассоциативные связи между элементами построения в модели);

7 – **Целостность** (устанавливает целостность 3D-модели детали);



- 8 – **Пересечение граней** (выполняет проверку пересечения граней объекта);
- 9 – **Границы листового тела** (проверяет листовую модель на наличие разрывов (свободных границ) внутри объекта).

Подраздел **Проверка граней** (рис. 3.12) содержит три опции проверки граней, которые представлены кнопками:

- 10 – **Гладкость** (находит грани, нарушающие гладкость листовой модели);
- 11 – **Самопересечение** (определяет грани с самопересечением);
- 12 – **Пики/Вырезы** (находит грани, геометрия которых содержит пики и вырезы).

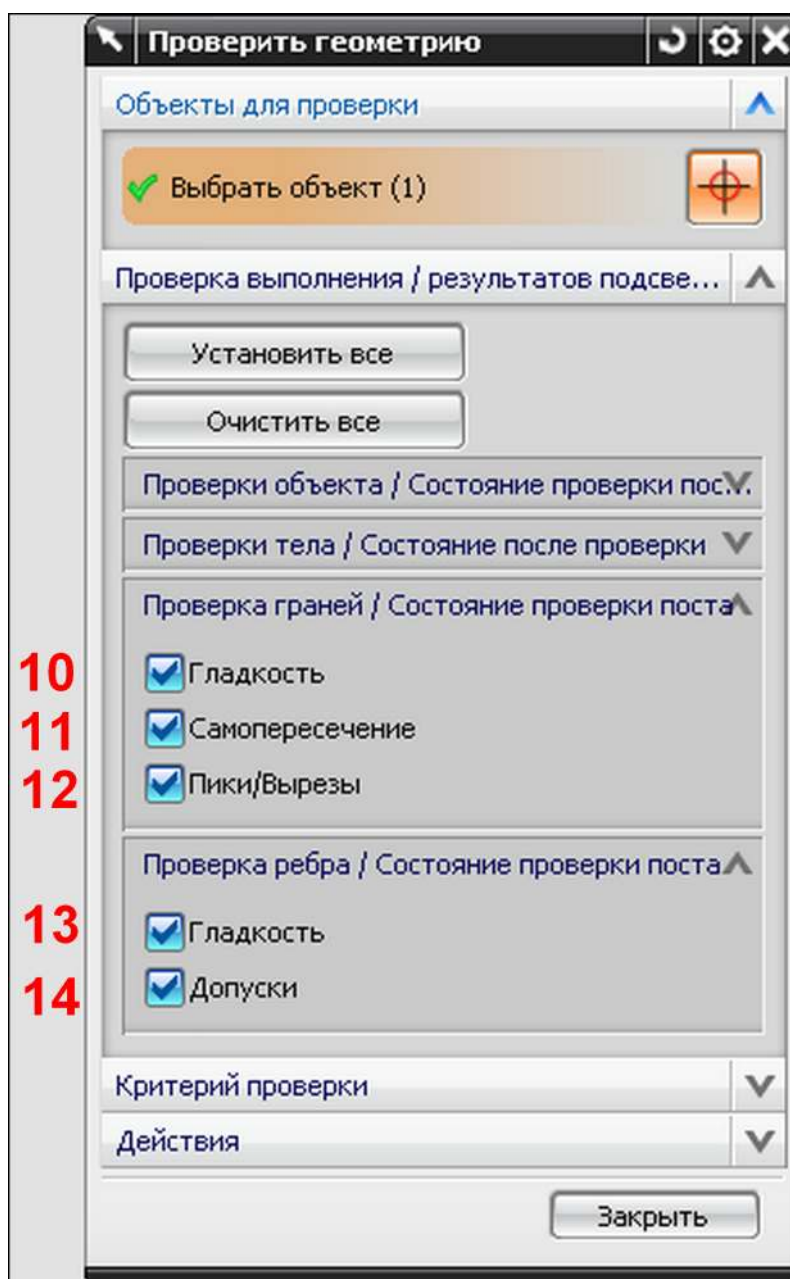


Рис. 3.12. Интерфейс окна диалога **Проверить геометрию**, содержание подразделов **Проверка граней** и **Проверка ребра**



В подраздел **Проверка ребра** (рис. 3.12) включены две опции проверки ребер, представленные кнопками:

13 – **Гладкость** (устанавливает ребра с нарушенной гладкостью);

14 – **Допуски** (проверяет зазор между ребрами с учетом величины точности анализа).

Раздел **Критерий проверки** (рис. 3.13) содержит следующие опции:

15 – поле ввода **Расстояние** (задает величину точности проверки);

16 – поле ввода **Угол** (устанавливает величину угловой точности проверки).

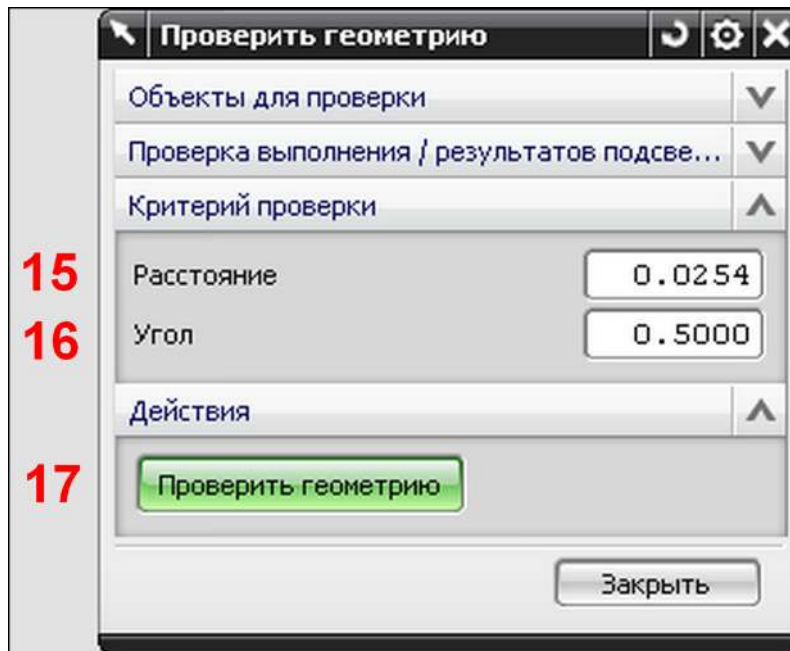


Рис. 3.13. Интерфейс окна диалога **Проверить геометрию**, содержание разделов **Критерий проверки** и **Действия**

Раздел **Действия** представлен одной опцией

17 – кнопкой **Проверить геометрию**, вызов которой запускает процесс проверки выбранных объектов по указанным параметрам и критериям анализа.

Пример возможного результата выполненной проверки объектов изображен на рис. 3.14.

Нажатие клавиши **Заккрыть** в окне диалога **Проверить геометрию** возвращает пользователя к интерфейсу окна диалога **Подтвердить построение** (рис. 3.4).

На третьем этапе проверки геометрии осуществляется вызов опции **Отклонение** из окна диалога **Подтвердить построение** (рис. 3.4). Вызов опции **Отклонение** приводит к открытию окна диалога, интерфейс которого представлен на рис. 3.15.

Интерфейс окна диалога для третьего этапа проверки содержит следующие команды-кнопки:

1 – **Кривая от кривой** (выполняется анализ двух кривых);

2 – **Кривая от грани** (проводится анализ кривой и грани);

3 – **Ребро к грани** (осуществляется проверка ребер, граней);

4 – **Грань от грани** (выполняется анализ двух граней);

5 – **Ребро к ребру** (проводится проверка ребер двух граней).



Вызов опции **Кривая от кривой** приводит к открытию окна диалога (рис. 3.16), позволяющего курсором указать анализируемые кривые.

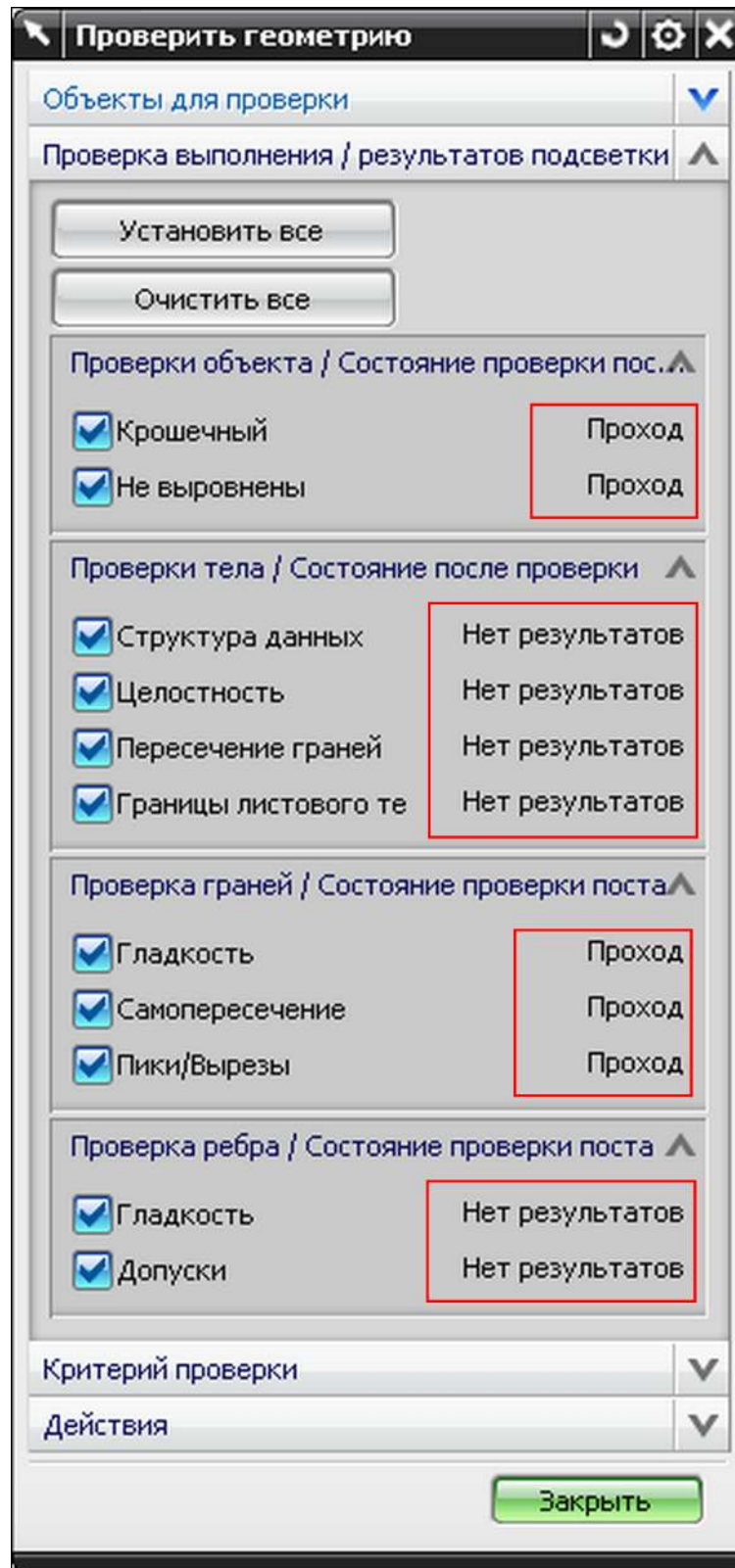


Рис. 3.14. Интерфейс окна диалога **Проверить геометрию**, результат анализа



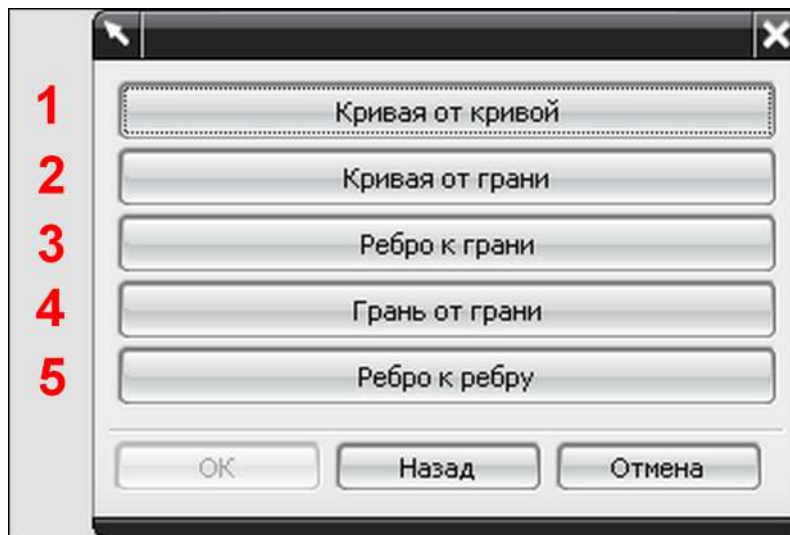


Рис. 3.15. Интерфейс окна диалога **Подтвердить построение**, активация опции **Отклонение**

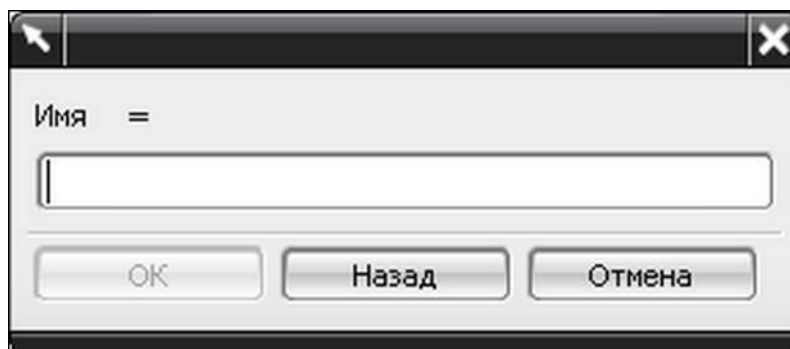


Рис. 3.16. Интерфейс окна диалога для выбора проверяемых кривых

Последовательный выбор двух кривых приводит к появлению окна диалога (рис. 3.17), интерфейс которого содержит три поля ввода:

- 6 – **Контрольные точки** (задает число точек кривых для проверки);
- 7 – **Линейный допуск** (указывает величину линейного допуска при проведении проверки);
- 8 – **Угловой допуск** (устанавливает величину углового допуска при выполнении анализа).

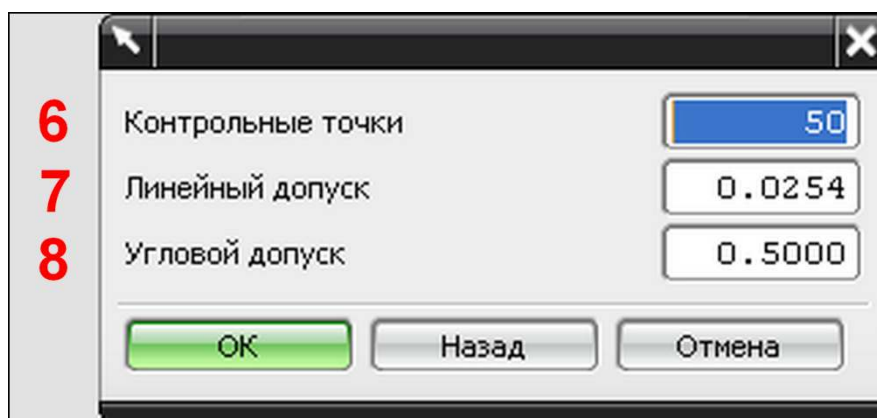


Рис. 3.17. Интерфейс окна диалога для ввода параметров проверки



Нажатие клавиши **ОК** приводит к появлению окна диалога **Отчет** (рис. 3.18), включающего:

1 – поле ввода **Расстояние** (дублирует опцию **Линейный допуск** для возможности корректировки его значения);

2 – поле ввода **Угловая разность** (дублирует опцию **Угловой допуск** для возможности изменения его величины);

3 – переключатель **Число отклонений** между опциями:

- **Нет отклонения** (программа определяет глобальные данные, такие как минимальная и максимальная ошибки расстояния между анализируемыми объектами, средняя ошибка расстояния, максимальная и минимальная угловые ошибки, средняя ошибка по углу и т. д.);
- **Все отклонения** (записываются данные для каждой контрольной точки, такие как координаты, ошибки расстояния и угла);
- **Максимальное расстояние** (определяется максимальное расстояние между контрольными точками проверяемых объектов);
- **Минимальное расстояние** (устанавливается минимальное расстояние между контрольными точками анализируемых объектов);
- **Максимальный угол** (определяется максимальный угол между проверяемыми кривыми);
- **Минимальный угол** (устанавливается минимальный угол между анализируемыми кривыми).

Положение переключателя **Число отклонений** устанавливает параметры анализа, результаты по которым будут помещены в отчет.

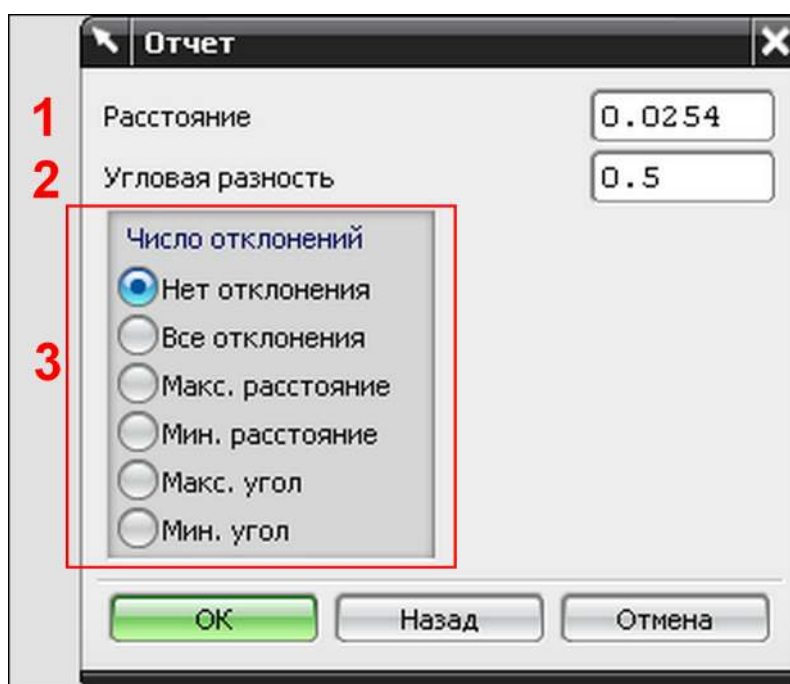


Рис. 3.18. Интерфейс окна диалога **Отчет**

Итоговые результаты проведенной проверки выводятся в текстовом формате в отдельном информационном окне (рис. 3.19) после нажатия клавиши **ОК** в окне диалога **Отчет**.



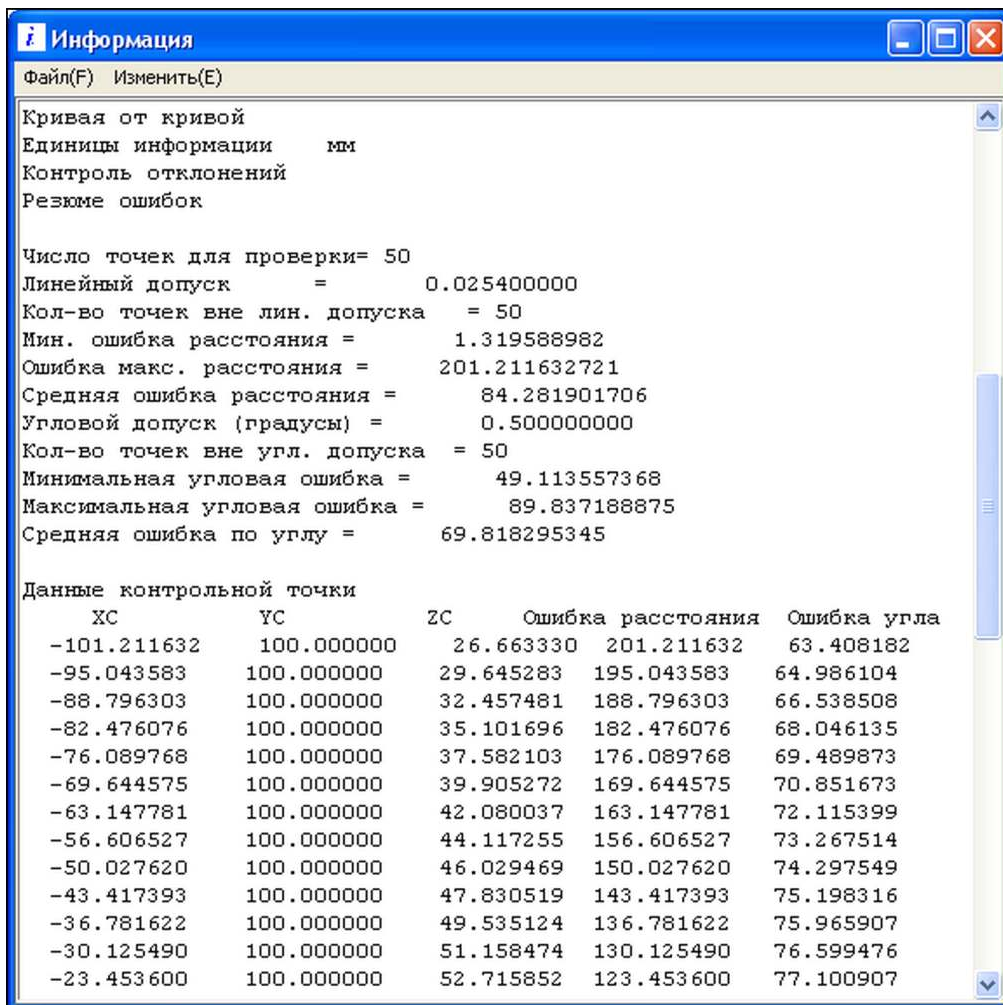


Рис. 3.19. Результаты проверки, выполненной с помощью опции **Кривая от кривой**

Работа с командой **Кривая от грани** происходит по такому же алгоритму, что и с опцией **Кривая от кривой**, за исключением этапа выбора сравниваемых объектов. Отличие состоит в том, что после выбора кривой открывается окно диалога **Контроль отклонения** (рис. 3.20), функции которого позволяют выделить курсором проверяемую грань.

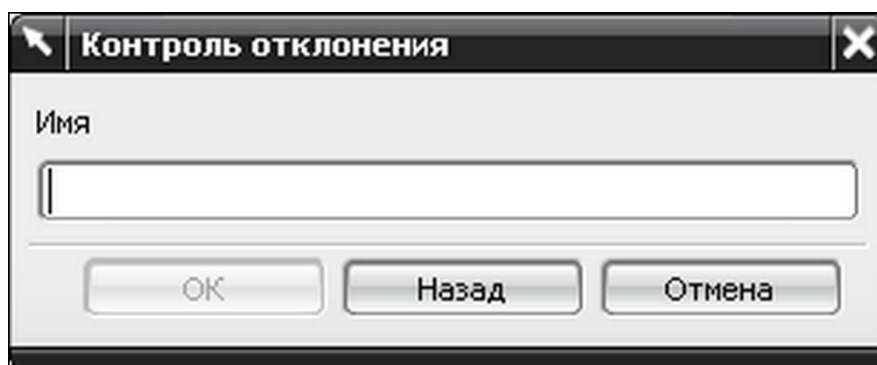


Рис. 3.20. Интерфейс окна диалога для выбора анализируемой грани

Отличие при работе с опцией **Ребро к грани** от алгоритма использования команды **Кривая от кривой** заключается в последовательном выборе двух граней и дальнейшем анализе ребра первой из выбранных граней относительно второй указанной грани.



При работе с командой **Грань от грани** последовательно указываются курсором мыши две грани, после чего интерфейс окна диалога для ввода параметров проверки (рис. 3.21) дополняется двумя опциями:

1 – полем ввода **Контрольные точки по U** (в процесс проверки вводятся дополнительные контрольные точки вдоль поверхностей граней);

2 – полем ввода **Контрольные точки по V** (в процесс проверки вводятся дополнительные контрольные точки поперек поверхностей граней).

Отличие при работе с опцией **Ребро к ребру** от алгоритма использования команды **Кривая от кривой** заключается в последовательном выборе двух граней и дальнейшем анализе ребер первой из выбранных граней относительно ребер второй указанной грани.

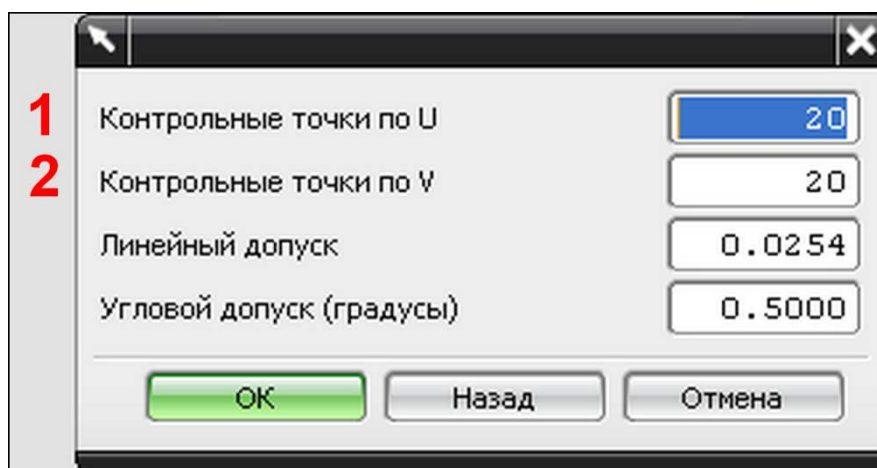


Рис. 3.21. Интерфейс окна диалога для ввода параметров проверки при работе с опцией **Грань от грани**

В результате идентификации изделия создается графический элемент – **Компоновка** (рис. 3.22), представляющий собой прямоугольное листовое тело, предназначенное для моделирования площади основания штампа.

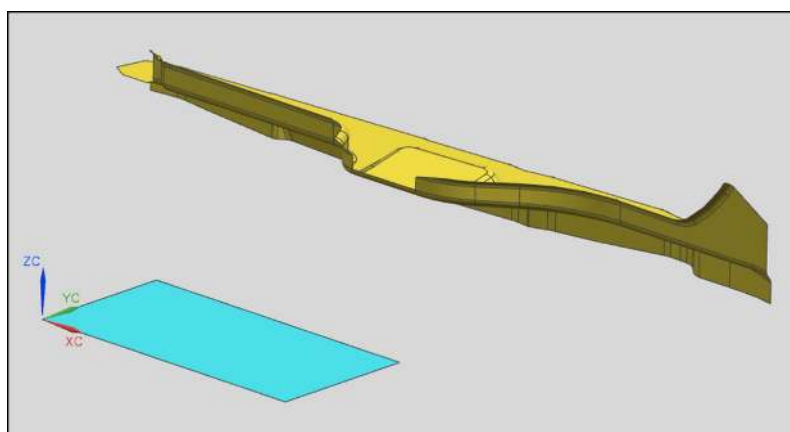


Рис. 3.22. Результат формирования элемента – **Компоновка**

Листовое тело позиционируется программой в плоскости XY таким образом, чтобы нижний правый угол совпадал с началом координат. Габариты прямоугольника задаются программой ориентировочно с возможностью их дальнейшего редактиро-



вания. Наибольшая из сторон прямоугольника располагается вдоль положительного направления оси X.

Отметим, что ориентация оси (+X) рабочей системы координат предварительно выбирается программой в качестве направления подачи материала. По умолчанию программой вдоль оси (-Z) задается направление штамповки.

Алгоритм создания компоновки соответствует следующей последовательности действий:

- на панели ПШ вызовите команду **Компоновка**;
- после открытия окна диалога **Компоновка** выберите курсором листовое изделие;
- вызовите опцию **Более подробно** для внесения текстовой информации о компоновке;
- нажмите кнопку **Свойства объекта**, в открывшемся окне задайте номер слоя, на котором будет лежать компоновка, а также укажите параметры ее визуального представления;
- активируйте опцию **Подтвердить построение**;
- нажмите клавишу **Применить**;
- в открывшемся окне диалога **Подтвердить построение** проведите проверку листовой модели с использованием опций **Интерференция**, **Проверить геометрию**, **Отклонение**;
- нажмите клавишу **ОК**.

В NX предусмотрена возможность замены изделия в компоновке операций. Опция **Замена изделия** вызывается на панели ПШ, что приводит к появлению одноименного окна диалога (рис. 3.23).

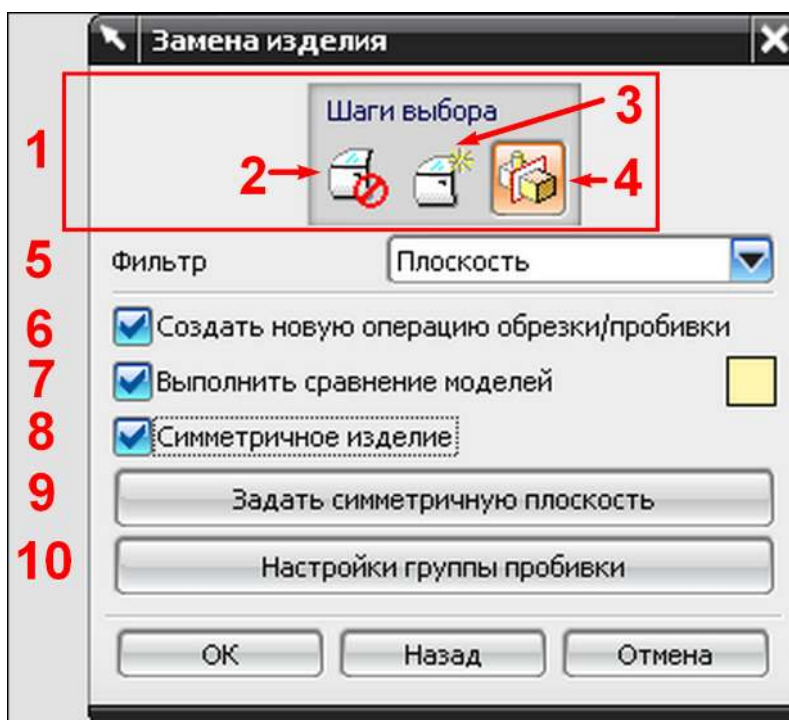


Рис. 3.23. Интерфейс окна диалога **Замена изделия**

Окно диалога **Замена изделия** содержит следующие опции:

- 1 – группу кнопок **Шаги выбора**, которая представлена кнопками:
- 2 – **Старое изделие** (активация кнопки позволяет пользователю указать заменяемую деталь);



3 – **Новое изделие** (включение опции дает возможность для выбора заменяющей детали);

4 – **Плоскость симметрии** (позволяет выбрать плоскость, относительно которой заменяющее изделие будет симметричным);

5 – список **Фильтр**, который позволяет выборочно указывать необходимую плоскость симметрии в соответствии с названием содержащих его строк:

- **Любые** (пользователем может быть выделена как обыкновенная, так и координатная плоскости);
- **Плоскость** (позволяет выбирать только обыкновенные плоскости);
- **Координатная плоскость** (разрешает указывать координатные плоскости);

6 – **Создать новую операцию обрезки/пробивки** (задает условие для дальнейшего создания операций обрезки или пробивки);

7 – **Выполнить сравнение моделей** (программа выполняет сравнение участвующих в замене моделей и определяет идентичные области (рис. 3.24));

8 – **Симметричное изделие** (указывает, что заменяющая модель будет симметричной);

9 – **Задать симметричную плоскость** (опция становится активной после вызова команды **Плоскость симметрии** из группы кнопок **Шаги выбора**, нажатие на кнопку **Задать симметричную плоскость** вызывает стандартное меню **NX** для создания плоскости);

10 – **Настройки группы пробивки** (позволяет задать угол обрезки и выполняет проверку этой величины).

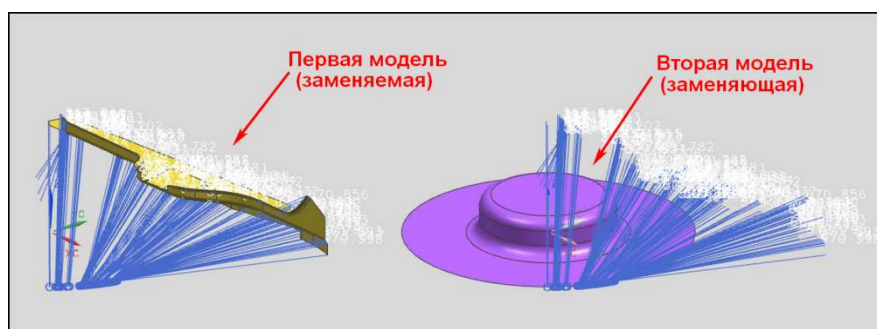


Рис. 3.24. Сравнение участвующих в замене моделей

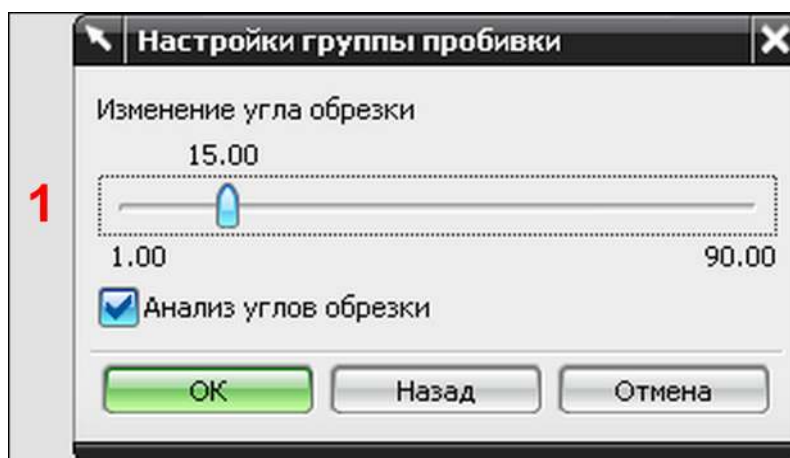


Рис. 3.25. Интерфейс окна диалога **Настройки группы пробивки**

Активация кнопки **Настройки группы пробивки** приводит к появлению одноименного окна диалога (рис. 3.25).



Для задания величины угла обрезки в окне диалога **Настройки группы пробивки** представлен

1 – ползунок **Изменение угла обрезки**, положение которого определяет значение угла в интервале от 1.00 до 90.00 градусов.

Двойное нажатие клавиши **ОК** в окне диалога **Замена изделия** приводит к обновлению его интерфейса (рис. 3.26). Опции обновленного интерфейса окна диалога **Замена изделия** позволяют проверить и изменить все операции компоновки в процессе замены изделия, что аналогично процедурам, рассмотренным в разделе 5.

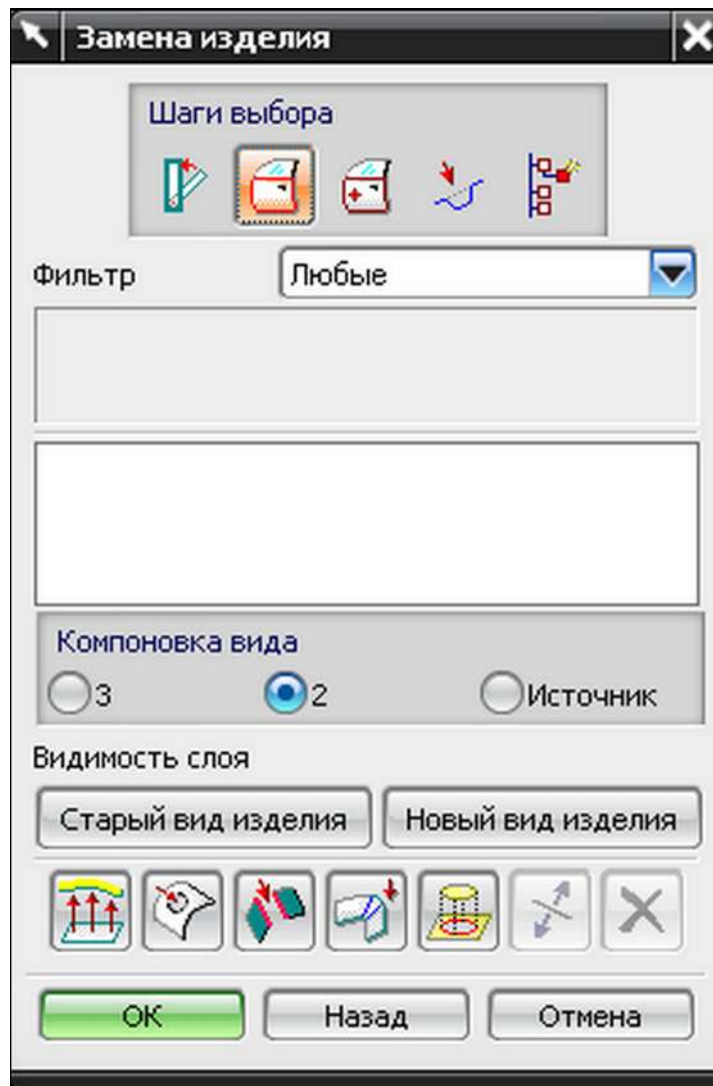


Рис. 3.26. Обновленный интерфейс окна диалога **Замена изделия**

После формирования компоновки может возникнуть необходимость ее редактирования. Для осуществления правки созданной компоновки в **Навигаторе модели** для строки **Компоновка** вызывается контекстное меню (рис. 3.27).

В списке контекстного меню активируется опция **Редактор компоновки**, что приводит к открытию одноименного окна диалога (рис. 3.28).

Опции окна диалога **Редактор компоновки** позволяют проверить и изменить операции компоновки, что аналогично процедурам, рассмотренным в разделе 5.



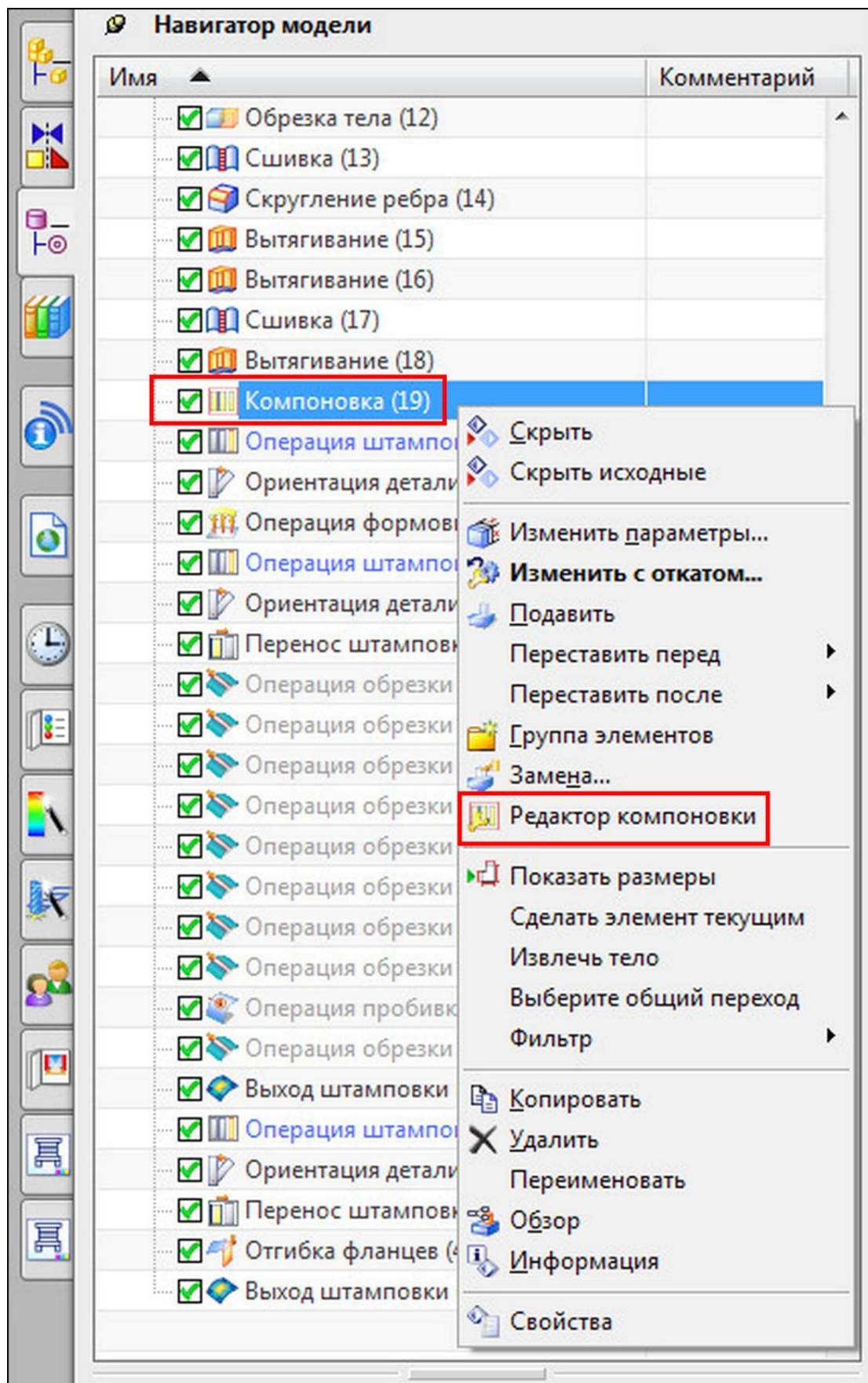


Рис. 3.27. Контекстное меню для строки **Компоновка** в Навигаторе модели, активация опции **Редактор компоновки**



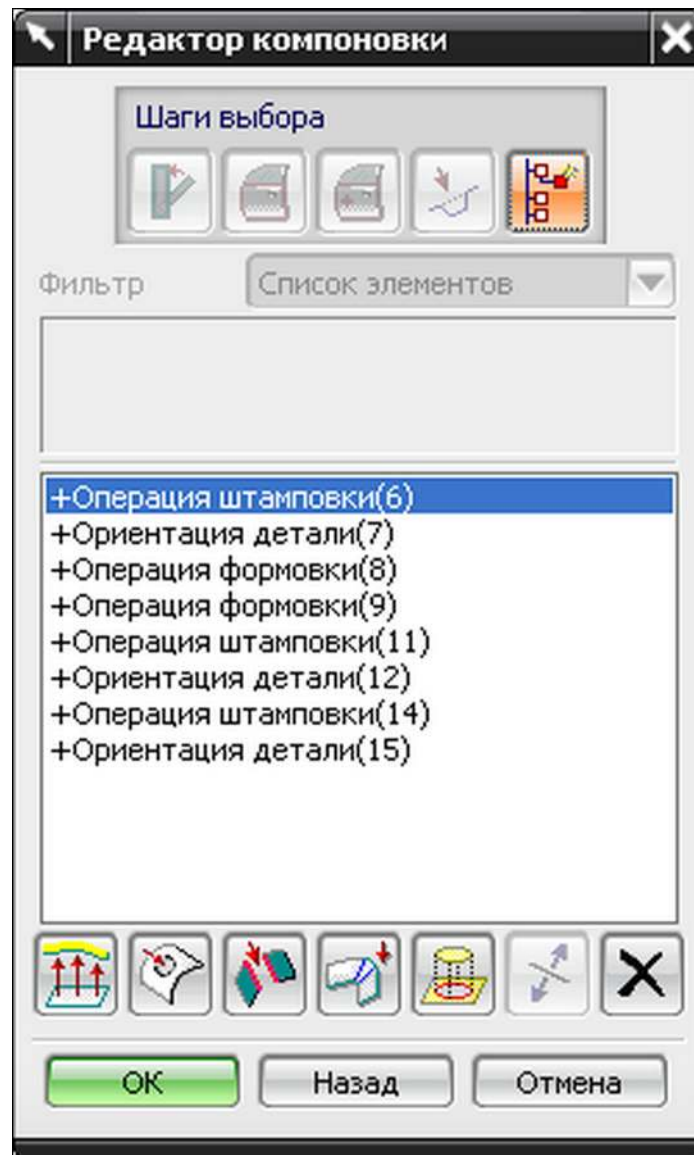


Рис. 3.28. Интерфейс окна диалога Редактор компоновки

### 3.2. Помощник процесса штамповки: установка параметров процесса, опции и атрибуты детали

Генерация полной компоновки возможна в NX также с помощью команды – **Помощник DOL**, функционал которой содержит инструменты таких отдельных опций, как **Компоновка**, **Операции штамповки** и т. д. Вызов опции **Помощник DOL** осуществляется с панели ПШ, что приводит к появлению одноименного окна диалога (рис. 3.29).

Окно диалога **Помощник DOL** представлено следующими опциями:

- 1 – группой команд **Шаги выбора**, которая содержит три кнопки:
- 2 – **Изделие** (активация кнопки позволяет пользователю указать штампуемую 3D-деталь),
- 3 – **Граница области** (разрешает выбрать границы между изделием и фланцем),
- 4 – **Точка в области** (позволяет установить точку, которая указывает, что данная область в модели относится к изделию, а не к фланцу, отходу и т. д.).





Рис. 3.29. Интерфейс окна диалога **Помощник DOL**

Для выборочного указания объектов проектирования при включении кнопок **Изделие** и **Граница области** в окне диалога **Помощник DOL** представлен

5 – список **Фильтр**.

Если активирована кнопка **Изделие**, то список **Фильтр** содержит строки:

- **Любые** (позволяет указывать любое тело);
- **Твердое тело** (разрешает выделять только твердое тело);
- **Листовое тело** (позволяет выбирать только листовое тело).

Если выбрана кнопка **Граница в области**, то список **Фильтр** будет содержать следующие строки:

- **Любые**;
- **Кривая**;
- **Ребро**;
- **Грань**;
- **Эскиз**;
- **Строка/Цепочка**;
- **Цепочка ребер**;
- **Листовое тело**.

Строки списка **Фильтр** представляют те объекты проекта, которые будут активными (выбираемыми) для указания при работе с опцией **Граница области**.



Если в группе команд **Шаги выбора** нажата кнопка **Точка в области**, то опция **Фильтр** становится неактивной.

Окно диалога **Помощник DOL** представлено также следующими опциями:

6 – строкой ввода **Число операций штамповки** (разрешает указывать число операций штамповки);

7 – строкой ввода **Вытяжной штамп** (позволяет ввести номер операции, на которой будет располагаться вытяжной переход);

8 – списком **Создать в**, содержащем строки:

- **Рабочая деталь** (формирует компоновку в файле рабочей детали),
- **Новая деталь** (создает компоновку в новом файле);

9 – кнопкой **Настройки компоновки** (позволяет задать угол обрезки и выполняет проверку этой величины);

10 – кнопкой **Информация о прессе** (позволяет вводить параметры оборудования);

11 – кнопкой **Задать ориентацию изделия** (указывает положение детали в компоновке, см. подраздел 5.1);

12 – кнопкой **Подробности компоновки**, предназначенной для ввода информации в текстовом формате о компоновке;

13 – кнопкой **Свойства объекта**, которая служит для указания номера слоя, а также визуальных характеристик компоновки;

14 – строкой ввода **Толщина** (задает толщину изделия).

Вызов кнопки **Информация о прессе** приводит к появлению одноименного окна диалога (рис. 3.30), интерфейс которого содержит следующие опции:

1 – строку ввода **Длина по X** (длина стола пресса в направлении подачи);

2 – строку ввода **Длина по Y** (размер стола пресса в направлении, перпендикулярном направлению подачи);

3 – строку ввода **Длина по Z** (предельная закрытая высота пресса).

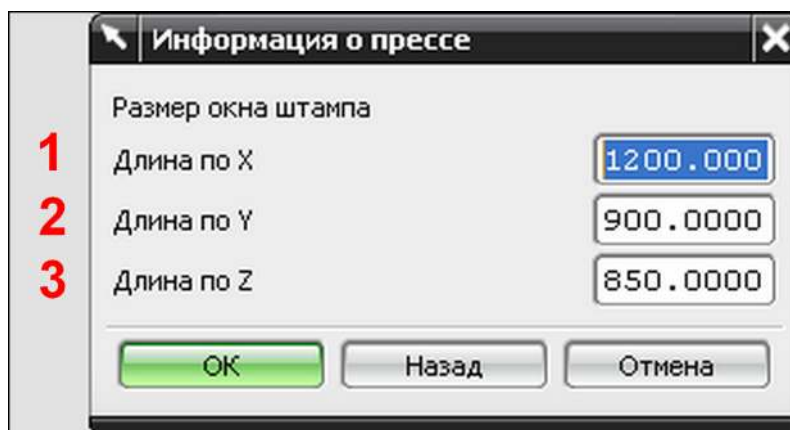


Рис. 3.30. Интерфейс окна диалога **Информация о прессе**

Вызов команды **Подробности компоновки** приводит к обновлению интерфейса окна диалога **Помощник DOL** (рис. 3.31) и появлению

1 – текстового поля, предназначенного для ввода необходимой информации, касающейся проектируемой компоновки.

После нажатия клавиши **ОК** указанные данные автоматически включаются в **отчет DOL**.



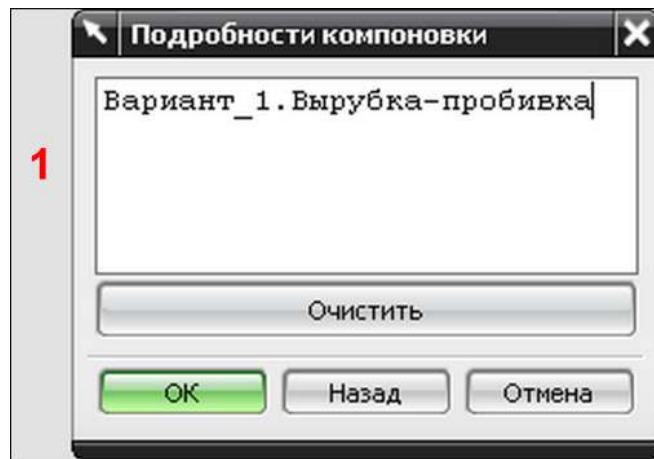


Рис. 3.31. Интерфейс окна диалога **Подробнее компоновки**

Активация кнопки **Свойства объекта** приводит к обновлению интерфейса окна диалога **Помощник DOL** (рис. 3.32).

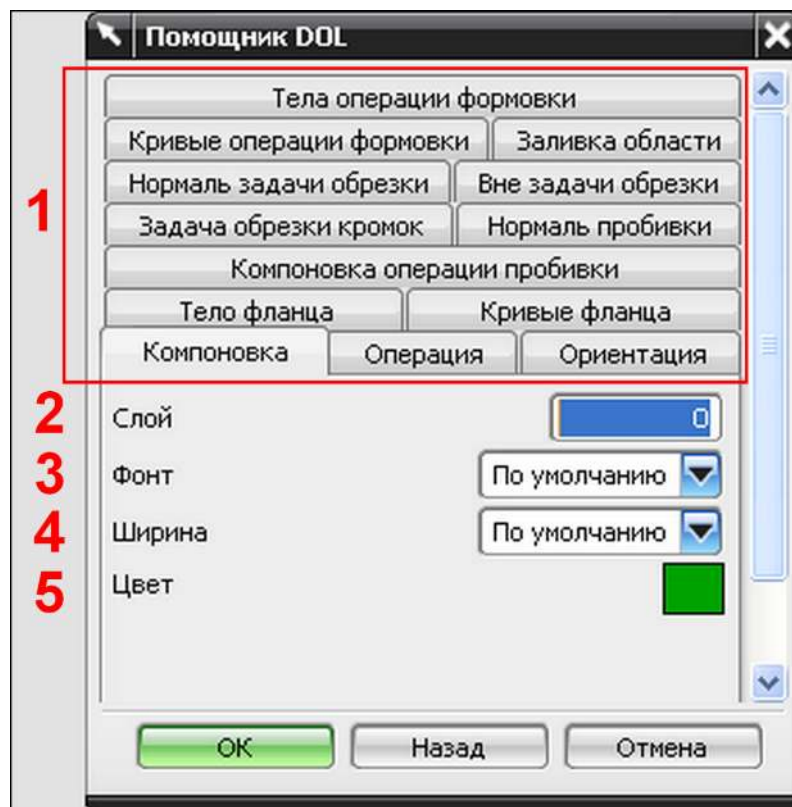


Рис. 3.32. Интерфейс окна диалога **Помощник DOL**, активация кнопки **Свойства объекта**

Обновленный интерфейс окна диалога **Помощник DOL** содержит

1 – тринадцать закладок:

- **Тела операции формовки;**
- **Кривые операции формовки;**
- **Заливка области;**
- **Нормаль задачи обрезки;**
- **Вне задачи обрезки;**



- **Задача обрезки кромок;**
- **Нормаль пробивки;**
- **Компоновка операции пробивки;**
- **Тело фланца;**
- **Кривые фланца;**
- **Компоновка;**
- **Операция;**
- **Ориентация.**

Для объектов каждой из закладок вносятся четыре характеристики (атрибуты):  
 2 – поле ввода **Слой** (задает номер слоя, на котором будет находиться объект);  
 3 – список **Фонт** (устанавливает тип линии, которая используется для обозначения контура объекта);

4 – список **Ширина** (обозначает величину ширины линии контура объекта);  
 5 – кнопка **Цвет** (предназначена для вызова палитры и задания цвета объекта).

Алгоритм работы с опцией **Помощник DOL** соответствует следующей последовательности действий:

- на панели **ПШ** вызовите опцию **Помощник DOL**;
- в группе команд **Шаги выбора** нажмите кнопку **Изделие**;
- в списке **Фильтр** выберите строку **Твердое тело**, если изделие представлено в виде твердотельного объекта, или строку **Листовое тело** – если в виде листовой модели, когда необходимости в выборочном указании объекта не существует, то выделяется строка **Любые**;
- курсором укажите модель штампуемого изделия;
- в группе команд **Шаги выбора** нажмите кнопку **Граница области**;
- в списке **Фильтр** выберите строку, название которой соответствует типу линий, которые определяют границу между изделием и фланцем;
- выделите курсором границу изделия;
- в группе команд **Шаги выбора** нажмите кнопку **Точка в области**;
- установите точку в той области модели, которая относится к окончательному изделию;
- в поле ввода **Число операций штамповки** введите их количество;
- в поле ввода **Вытяжной штамп** укажите номер вытяжной операции;
- в списке **Создать в** выделите строку **Рабочая деталь**, если компоновка должна быть создана в файле рабочего компонента, или укажите строку **Новая деталь** – для создания компоновки в новом файле;
- активируйте опцию **Настройки компоновки**;
- в открывшемся окне диалога **Настройки компоновки** с помощью положения ползунка задайте величину угла обрезки;
- установите галочку напротив опции **Анализ углов обрезки** для проведения проверки углов;
- нажмите клавишу **ОК** для возврата к окну диалога **Помощник DOL**;
- активируйте опцию **Информация о прессе**;
- в открывшееся окно диалога **Информация о прессе** внесите данные о размерах стола пресса и его предельной закрытой высоте;



- нажмите клавишу **ОК** для возврата к окну диалога **Помощник DOL**;
- активируйте опцию **Задать ориентацию изделия**;
- в открывшемся окне диалога **Задать ориентацию изделия** отрегулируйте положение штампуемого изделия в пространстве;
- нажмите клавишу **ОК** для возврата к окну диалога **Помощник DOL**;
- активируйте опцию **Подробности компоновки**;
- в открывшемся окне диалога **Подробности компоновки** внесите в текстовое поле необходимую информацию, относящуюся к компоновке, для передачи в **отчет DOL**;
- нажмите клавишу **ОК** для возврата к окну диалога **Помощник DOL**;
- активируйте опцию **Свойства объекта**;
- в обновленном интерфейсе окна диалога **Помощник DOL** укажите слой и визуальные характеристики объектов, которые обозначены на вкладках окна диалога;
- нажмите клавишу **ОК** для возврата к начальному виду окну диалога **Помощник DOL**;
- в поле ввода **Толщина** внесите значение толщины штампуемого изделия;
- нажмите клавишу **ОК** для формирования компоновки в графическом окне программы.

На рис. 3.33 представлен результат формирования компоновки с помощью опции **Помощник DOL**.

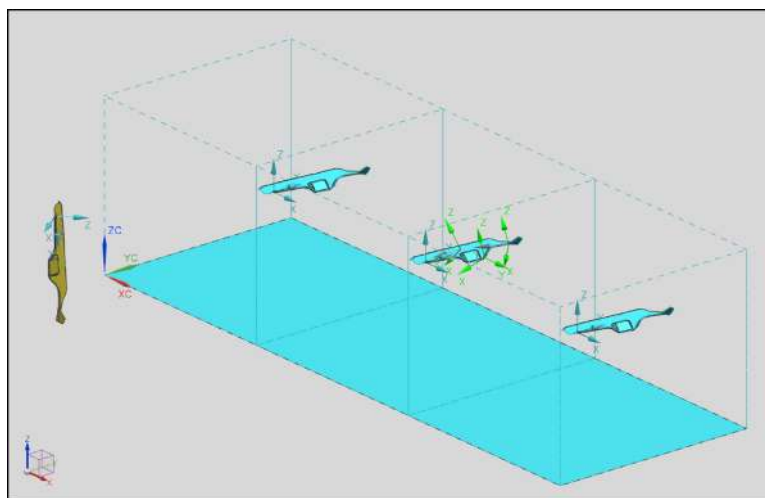


Рис. 3.33. Результат формирования компоновки с помощью опции **Помощник DOL**



## 4. ПРОВЕРКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКОЙ

Проектированию технологического процесса листовой штамповки детали предшествует проверка технологичности изготовления изделия методами листовой штамповки. Она содержит критерии, которые определяют возможность изготовления детали заданной формы и геометрии указанной последовательностью технологических операций при достижении качества изделия.

В приложении **Проектирование штампов** для этих целей используется технология NX HD3D. Проверка технологичности происходит на основе шаблона **DFM**, который создан разработчиками на основе.xml файла. Этот шаблон проверки может быть вызван с помощью меню (**Инструменты – Автоматизация производства автомобиля – Проектирование штампов**) или кнопки панели инструментов **Проектирование штампов**.

### 4.1. Анализ функций проверки технологичности изделий

Шаблон проверки содержит категории проверки таких операций, как вытяжка, обрезка, пробивка, фланцовка. Они позволяют определить показатели качества изготовления или вообще возможность штамповки данной детали в массовом производстве автомобилей на различных линиях кузнечно-штамповочного оборудования.

#### 4.1.1. Категории технологичности операции «вытяжка»

Для определения технологичности формы изделия на операции вытяжки используется модуль ONE STEP программы AUTOFORM. Одношаговый решатель позволяет с высокой вероятностью предсказать возможность образования разрывов и разрушения детали, возникновение складок и гофр на поверхности изделия, а также выявить на стадии проектирования технологического процесса «поднутрения» в геометрии детали.

**Категория образования разрывов** дает технологу результаты моделирования, которые помогают разработать изделие и техпроцесс вытяжки без появления трещин и разрушения. Данные о вытяжке верхней части корпуса радиатора представлены на рис. 4.1 и 4.2. Области корпуса (рис. 4.1), окрашенные в красный цвет, являются областями разрушения и трещин. Зоны желтого цвета предупреждают технолога о том, что в этих областях высок риск разрывов и появления трещин. Аналогично окрашены области категории образования разрывов и на диаграмме предельных разрывов FLD (рис. 4.2). На диаграмме FLD можно определить, какие точки и с какими величинами деформаций попали в области разрывов.

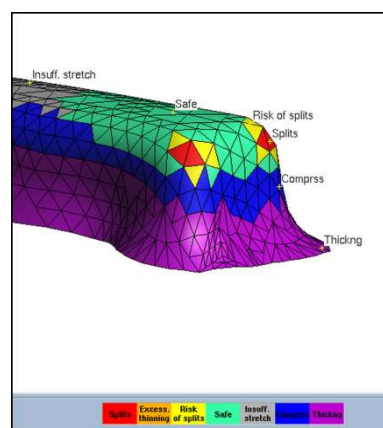


Рис. 4.1. Результат моделирования в AutoForm



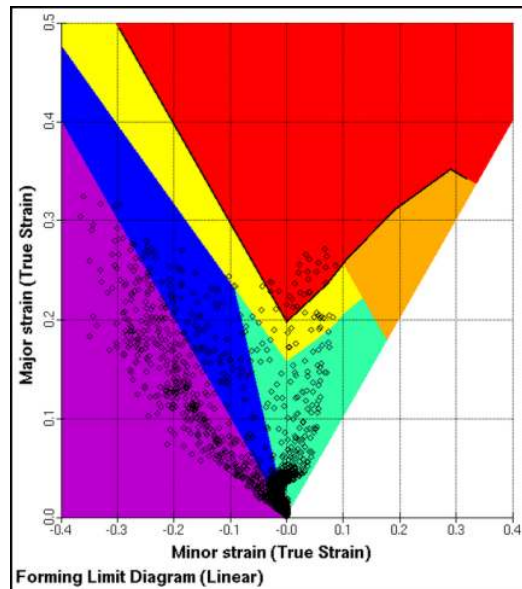


Рис. 4.2. FLD-диаграмма (диаграмма предельной штампуемости)

**Категория образования гофр.** Целью проверки этой категории является исследование отсутствия складок и гофр на поверхности изделия. Результат моделирования процесса вытяжки верхней части корпуса радиатора, представленный на рис. 4.1 и 4.2, показывает, что фиолетовым цветом отражены зоны наличия складок, а синим цветом области, в которых увеличивается толщина заготовок и, следовательно, растет вероятность появления гофр. На FLD-диаграмме точки, находящиеся в зонах с такими же цветами, принадлежат конечным элементам складок и гофр.

**Категория угла стенок вытяжки.** Целью этой категории является определение диапазона углов положения стенки вытягиваемого изделия относительно направления движения инструмента. Анализ определения таких углов можно выполнить как в NX, так и в AUTOFORM. Рекомендуемые значения углов могут находиться в широких пределах. Диапазон их изменения определяется геометрией детали и ее ориентацией в штампе (рис. 4.3).

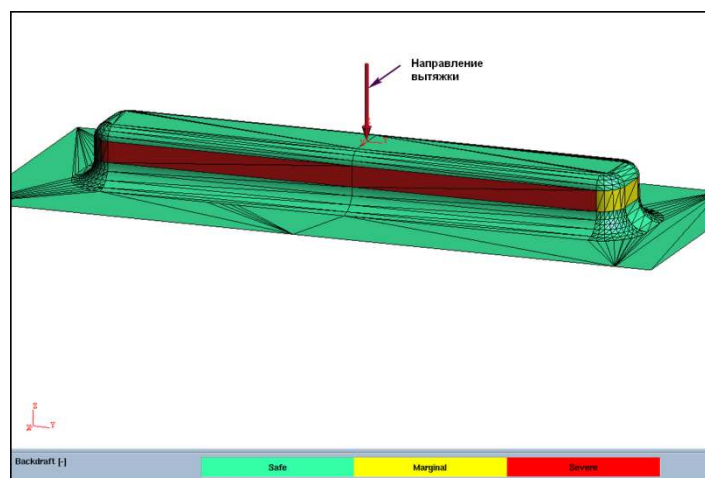


Рис. 4.3. Анализ углов стенок изделия относительно направления вытяжки



Красным цветом обозначены стенки с «поднутрением», т. е. стенки, где угол отрицателен. Поэтому получить форму таких стенок в процессе вытяжки невозможно. Желтым цветом показаны стенки, находящиеся в пределах от нуля до значений рекомендуемого угла положения. Зеленым цветом отмечены стенки, углы которых относительно направления вытяжки являются допустимыми.

Величины границ диапазонов углов наклона стенок изделия, получаемого вытяжкой, определяются в переменных **DFM\_DrawWallAngleRanges[i]** в настройках по умолчанию, где **i** – номер границы диапазона.

#### 4.1.2. Категории технологичности операции «обрезка»

Проверки технологичности разделительных операций штамповки связаны с численными параметрами геометрии изделия и инструмента для разделительных операций. Данные, которые характеризуют границы диапазонов изменения параметров категорий проверки, записываются в поля констант в закладках **Проектирование для производства** (меню **Файл – Утилиты – Настройки по умолчанию – Проектирование для производства**).

Для **Критерия обрезки DFM** необходимо определить ряд важных параметров при проверке технологичности операции. Рассмотрим поочередно смысл этих величин.

##### *Углы обрезки поверхности*

Угол обрезки в **NX** определяется как угол в плоскости, образованной в точках кривой обрезки, для которых проведены две прямые: направление обрезки и нормаль к поверхности в точке на кривой обрезки (рис. 4.4).

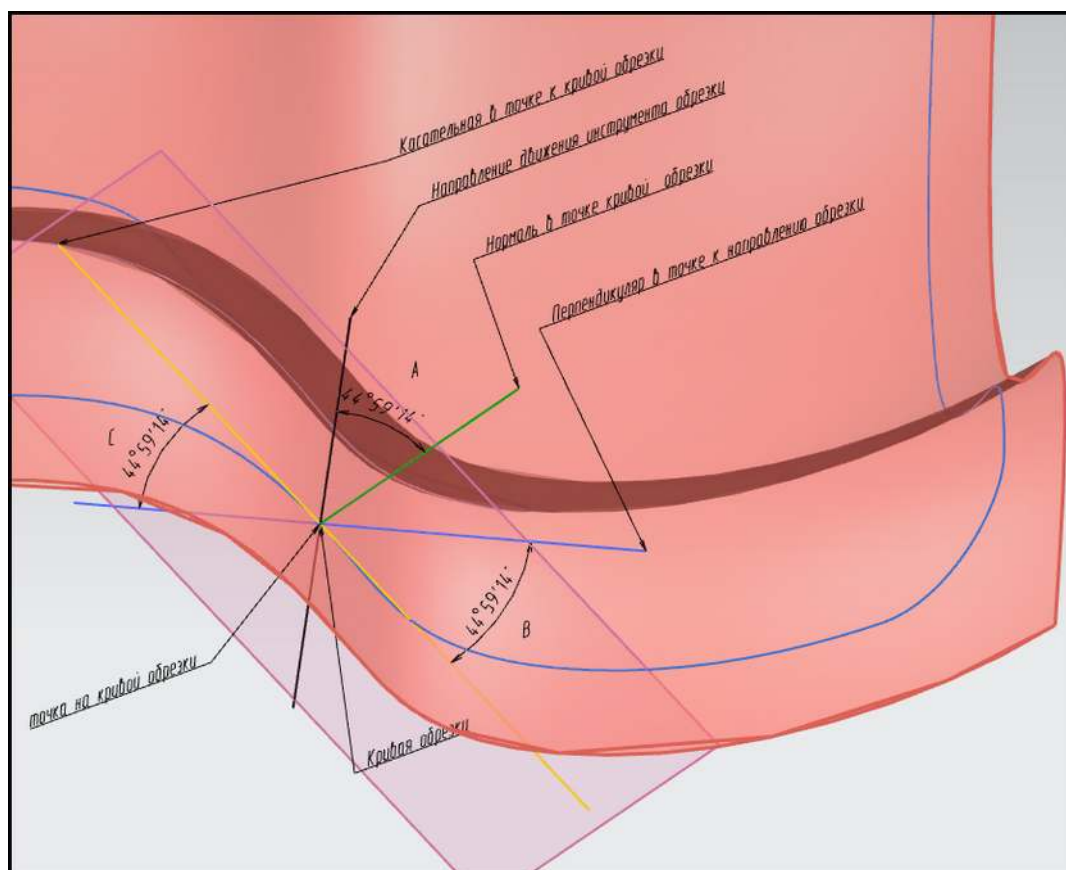


Рис. 4.4. Угол обрезки



**Угол обрезки** бывает верхним  $C$  (в верхней полуплоскости) и нижним  $B$  (в нижней полуплоскости) между касательной к поверхности в точке кривой обрезки и перпендикуляром к направлению обрезки (рис. 4.4).

**Углы обрезки стенок** формируются для кривой обрезки.

Угол обрезки стенок  $\theta$  отличается от угла обрезки  $C$  или  $B$  тем, что его значение определяется в плоскости между направлением обрезки и касательной к линии обрезки (рис. 4.5). **Угол обрезки стенок** вычисляется нулевым вектором касательной в контрольной точке (рис. 4.5).

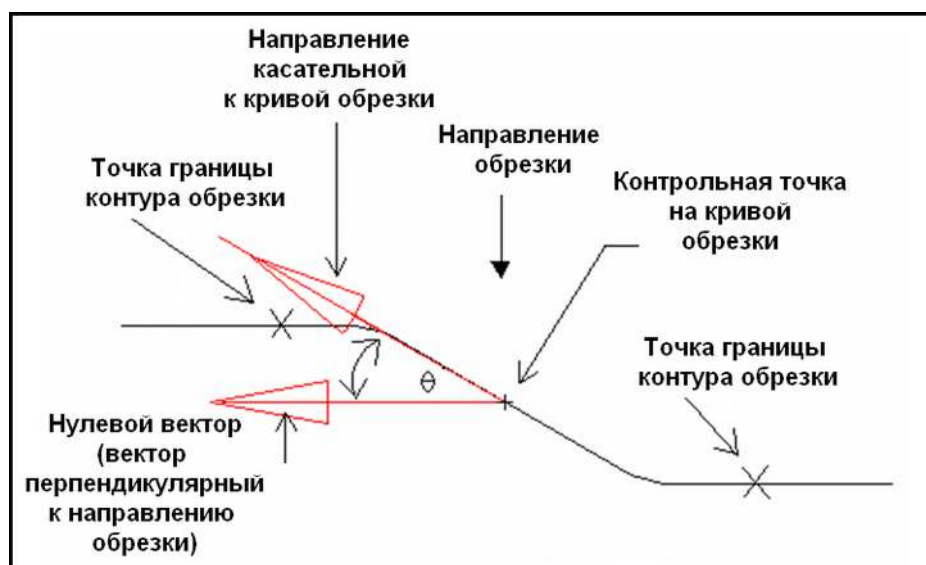


Рис. 4.5. Угол обрезки стенок

### **Обрезка стенок**

Технологичность разделительных операций зависит от величин радиусов линии обрезки. Малые радиусы снижают стойкость инструмента и приводят к заусенцам. Для фиксации таких радиусов линия обрезки проецируется на плоскость, перпендикулярную направлению вытяжки, и полученный сплайн упрощается до набора прямолинейных и круглых сегментов. Далее производится контроль углов на входе и на выходе сегментов и вычисляется угол обрезки. Значение радиуса, соединяющего эти сегменты, контролируется, и программа в соответствии с заданными величинами критерия выдает сообщение в окне несоответствий, если его значение меньше допустимого (рис. 4.6).

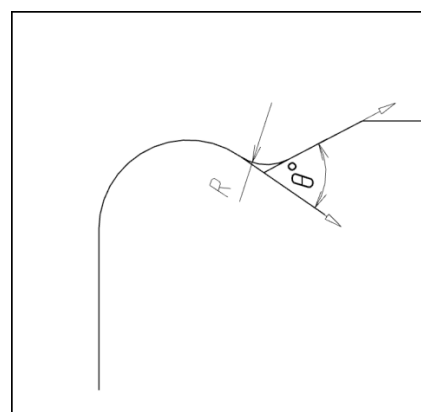


Рис. 4.6. Обрезка углов

Величина угла для контроля вычисляется по формуле  $\text{Angle} = 180^\circ - \theta$ .



### Сложная обрезка

Критерий технологичности, который определяется в том случае, если для получения контура, формируемого разделительной операцией, требуется два или более перехода. В этом случае контролю подвергаются параметры, определяющие взаимное положение инструментов относительно друг друга. Такими параметрами являются смещение контуров  $D$  и угол обрезки углов  $A$  (рис. 4.7).

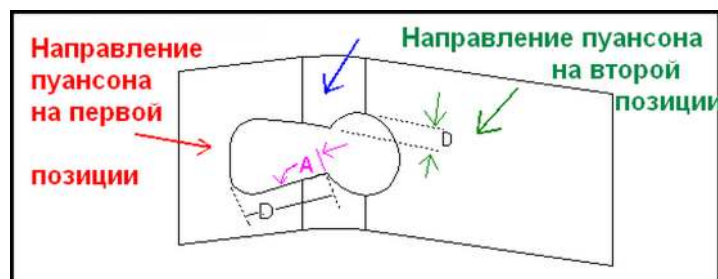


Рис. 4.7. Сложная обрезка

Этими показателями контролируется качество получения контура обрезки, стойкость инструмента и взаимное положение матриц, пуансонов и их держателей относительно друг друга.

### Обрезка освобождений

Создание освобождений с помощью разделительных операций позволяет обеспечить качество гибки, фланцовки и отбортовки.

Критерий **Обрезка освобождений** контролирует значения углов в местах сопряжения освобождений и линии сгиба (рис. 4.8).



Рис. 4.8. Обрезка освобождений. Контроль угла обрезки

Проверке также подвергается значение радиуса освобождения. Последовательность проверки радиусов освобождения предполагает первоначальную проверку расстояния между линией сгиба и крайней точкой впадины освобождения (рис. 4.9). Если величина расстояния является достаточной, то дальнейшая проверка значений радиусов не производится. В противном случае проверяются значения радиусов оформления контура обрезки. Они не должны быть меньше допустимых значений. Радиусы, не отвечающие этим условиям, выводятся в окне несоответствий.



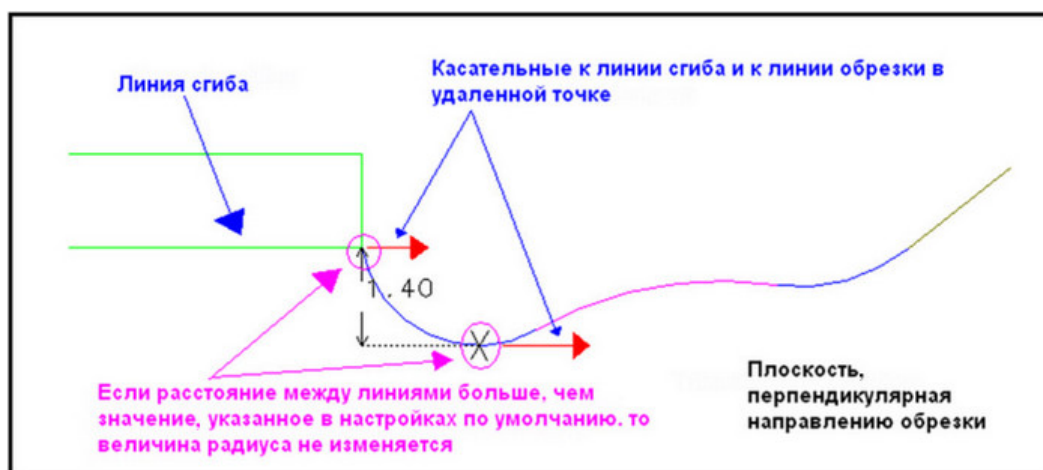


Рис. 4.9. Условие сохранения радиуса освобождения

### *Типы обрезки освобождений*

Этот критерий технологичности основан на проверке верхнего **С** и нижнего **В** угла обрезки (рис. 4.4). Проверяется возможность для сложного контура разделительной операции ее выполнение за один ход ползуна. Если значения этих углов идентичны в настройках по умолчанию, то этот критерий повторяет проверку углов обрезки.

### *Типовые обрезки*

Этот критерий предназначен для проверки возможности использования при разделительных операциях типовых инструментов круглой, овальной, прямоугольной и квадратной форм (рис. 4.10).

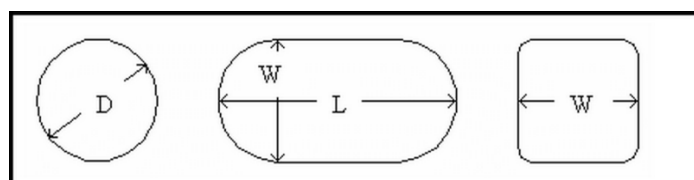


Рис. 4.10. Типовые формы контура инструментов разделительных операций

Наряду с размерами, которые характеризуют геометрию типовых форм инструментов, проверке подвергается положение контура обрезки (находится ли контур кривой обрезки в диапазоне допустимых верхних и нижних границ углов обрезки).

В случаях если контур нерегулярный, проверяется возможность вписать его в стандартные формы – круглую, овальную, прямоугольную и квадратную.

При невыполнении вышеперечисленных требований генерируется сообщение в окне несоответствий.

### *Обрезка от обрезки*

Критерий обрезки от обрезки предназначен для контроля величин перемычек между контурами кривых разделительных операций.

В зависимости от положения инструментов и направления разделительных операций величину перемычек оценивают и проверяют как в трехмерном пространстве, так и в проекции на плоскость (рис. 4.11).





Рис. 4.11. Геометрические параметры критерия **Обрезки от обрезки**

### *Углы удаления отхода*

Критерий **Углы удаления отхода** предназначен для проверки углов в плоскости проекции, которые препятствуют удалению отходов по склизам штампа. Нижняя граница диапазона углов ограничена критическим нулевым значением. Отрицательные углы приводят к поднутрениям и препятствуют освобождению отходов (рис. 4.12).

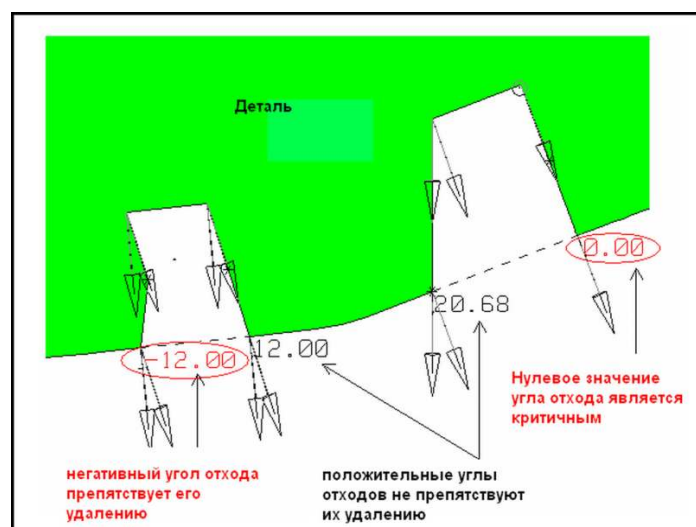


Рис. 4.12. Критерий углов удаления отходов

Области с негативными по значению углами подсвечиваются красным цветом (рис. 4.12) и создается сообщение в окне несоответствий.

### **4.1.3. Категории технологичности операции «пробивка»**

Критерии технологичности операции «пробивка отверстий» содержат 10 различных категорий.

1. Типовые отверстия.
2. Отверстия с фланцами.
3. Размер отверстий.
4. Радиус в углах отверстий.
5. Стандартизация пробивки.



6. Угол пробивки.
7. Отверстие от стенки.
8. Отверстие от обрезки.
9. Отверстие от отверстия.
10. Сложное отверстие.

Некоторые из перечисленных категорий дублируются как по смыслу, так и по значению величин показателей границ диапазонов категории обрезки. Для таких категорий будет сделана ссылка на аналогичные проверки технологичности операции «обрезка».

### *Типовые отверстия*

Основной смысл проверки в категории типовые проверки повторяет проверки **Типовые обрезки**, т. е. она служит для выявления возможностей стандартизации инструмента для операции пробивки.

Однако по сравнению с категорией **Типовые обрезки** расширен класс типов стандартных профилей инструментов. К стандартным типам добавлен и шестигранный профиль (рис. 4.13).

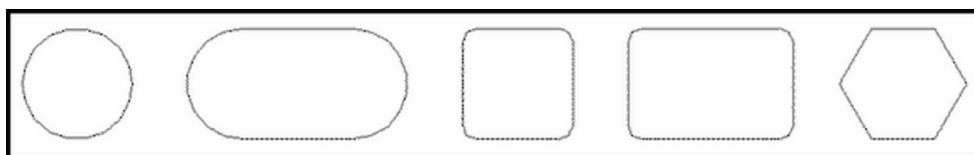


Рис. 4.13. Стандартные профили инструментов для пробивки

Кроме того, признак типовых отверстий усилен определением величины допустимого угла пробивки (рис. 4.14).



Рис. 4.14. Допустимый угол наклона поверхности для пробивки отверстия

Значение величины угла задается в переменной **DFM\_TypicalHoleMaxPierceAngle value** с помощью меню **Файл – Утилиты – Настройки по умолчанию – Проектирование для производства – Критерий пробивки – Типовое отверстие – Максимальный угол пробивки**.

### *Отверстия с фланцами*

Категория **Отверстия с фланцами** определяет технологичность отверстий, предназначенных для последующей отбортовки (рис. 4.15).

Контролю подвергаются такие параметры:

- фланец должен быть замкнутым;
- форма отверстия должна быть круглой или овальной;



- диаметр отверстия под отбортовку определяется величиной произведения коэффициента отбортовки на величину внутреннего диаметра фланца  $\varnothing$  (или пересчитывается через толщину металла) (рис. 4.15);
- размеры фланца должны отвечать допускам в зависимости от конструктивных требований и точности изготовления.

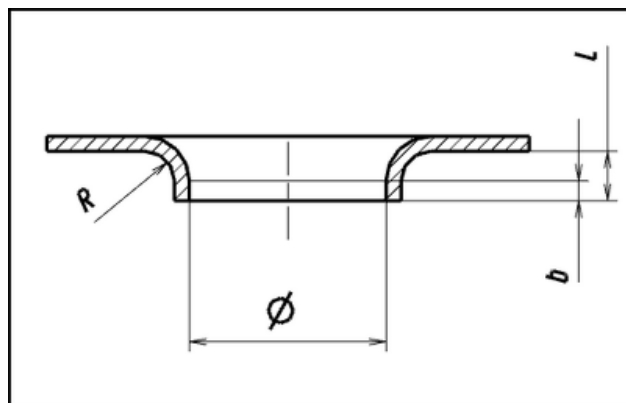


Рис. 4.15. Отверстие с фланцем

Указанные величины геометрических ограничений записываются в настройках по умолчанию в соответствующие строки.

### *Размер отверстий*

Категория технологичности **Размер отверстий** служит для приведения размеров отверстий, получаемых пробивкой, к стандартным значениям, которые определяются стандартами и нормами предприятия с целью использования готовых инструментов взамен уникальных.

Допуски для стандартных размеров определяются такими же значениями, как и в категории **Типовые отверстия**.

### *Радиус в углах отверстий*

Для повышения качества изделий, стойкости инструмента и снижения его износа используется категория **Радиус в углах отверстий**.

Не удовлетворяющие значению минимально допустимого радиуса углы маркируются красной звездочкой (рис. 4.16).

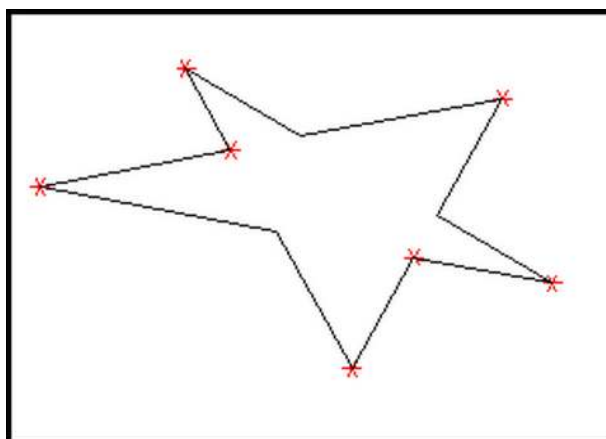


Рис. 4.16. Категория Радиусы в углах отверстий

### *Стандартизация пробивки*

Проверка в соответствии с этим критерием позволяет выявить рабочие инструменты, которые не будут отвечать стандартным размерам и формам, а следовательно, потребуют специального изготовления.



Найденные формы и размеры отверстий, которые не отвечают признакам стандартных инструментов, будут представлены в окне несоответствий.

### *Угол пробивки*

Эта категория предназначена для оценки величины углового допуска на размеры отверстий, полученные пробивкой. Оценивается допуск на угол между осью отверстия и направлением пробивки.

Этот параметр зависит от толщины и диаметра получаемых отверстий.

### *Отверстие от стенки*

Критерий оценки **Отверстие от стенки** предназначен для оценки зазора между плоской поверхностью съемника и криволинейной поверхностью заготовки, с одной стороны. С другой стороны, для определения возможности использования стандартных размеров инструмента и держателей пуансонов и матриц для крепления инструментов (рис. 4.17).

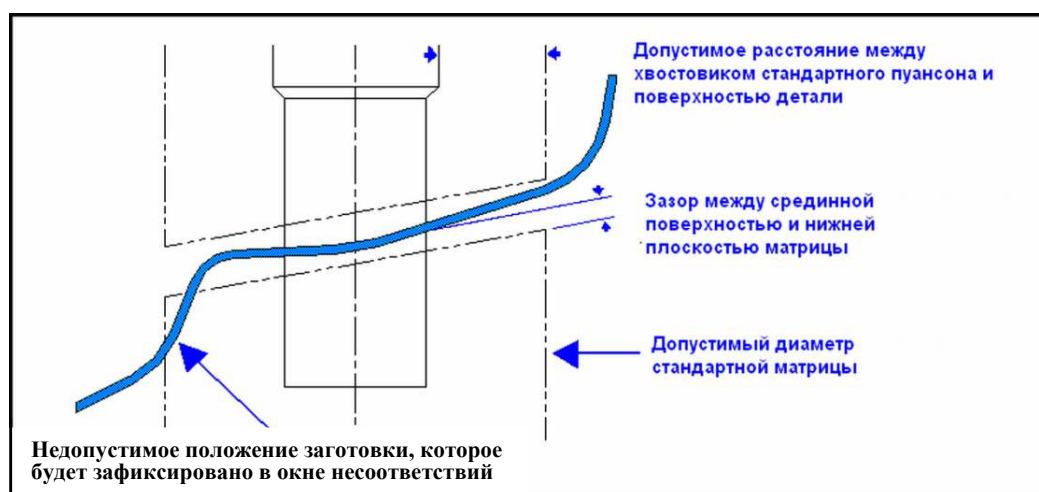


Рис. 4.17. Категория **Отверстие от стенки**

Величина зазора между съемником и криволинейной поверхностью позволяет предсказать качество получаемых изделий. Расстояние до стенки оценивает возможность применения стандартных инструментов и унифицированных узлов штампов.

### *Отверстие от обрезки*

Является аналогом критерия **Обрезка от обрезки**, который уже рассмотрен. Эта проверка также выявляет величины перемычек, не удовлетворяющие показателям качества (рис. 4.18).

Недопустимая величина перемычки указана на нижнем отверстии, когда допустимое поле размеров перемычки зашло за границы обрезки на величину  $-D$ .



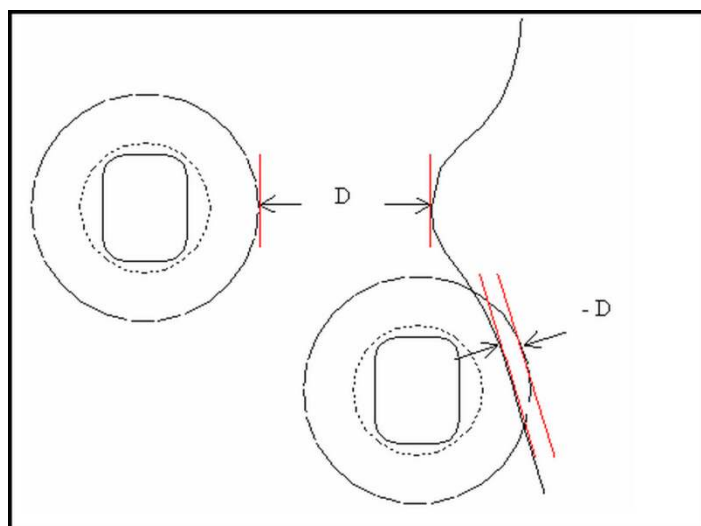


Рис. 4.18. Критерий **Отверстие от обрезки**

### **Отверстие от отверстия**

Повторяет предыдущую категорию проверки, только вместо обрезки рассматривается отверстие (рис. 4.19). На рис. 4.19 показан положительный результат проверки.

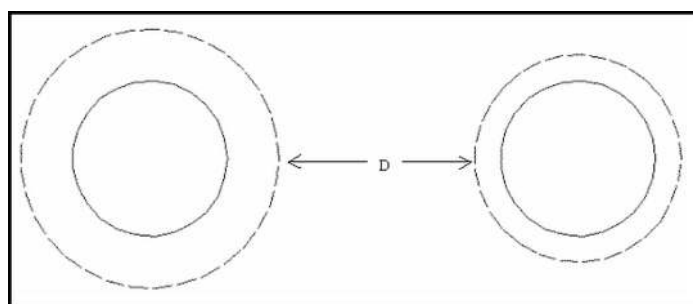


Рис. 4.19. Категория **Отверстие от отверстия**

### **Сложное отверстие**

Категория в деталях повторяет тест проверки **Сложные обрезки**.

#### **4.1.4. Категории технологичности операции «фланцовка»**

Критерии технологичности операции «фланцовка» содержат 12 различных категорий.

1. Фланцевый вырез.
2. Типы фланцев.
3. Возвратный фланец/ Один сгиб.
4. Возвратный фланец/ Два сгиба.
5. Обратный угол фланца.
6. Направление фланца.
7. Обратный радиус фланца.
8. Длина развертки фланца.
9. Фланец до обрезки.
10. Фланец до отверстия.
11. Пружинение фланца.
12. Фланец к фланцу.



## Фланцевый вырез

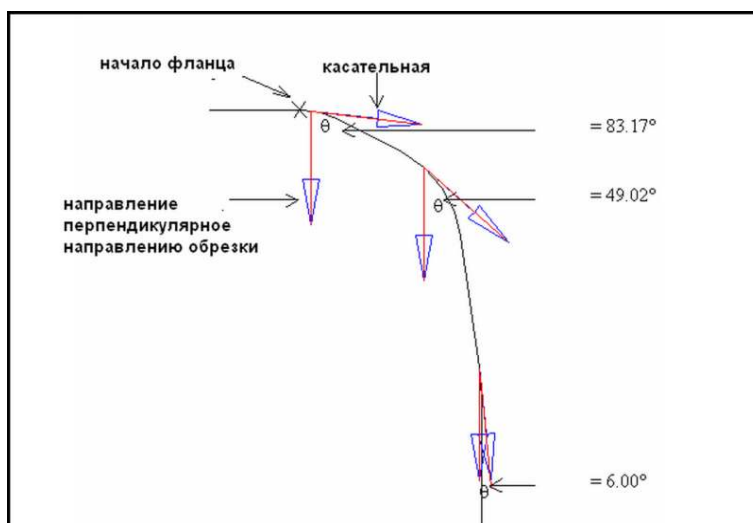


Рис. 4.20. Категория **Фланцевый вырез**

Назначение этой категории связано с проверкой возможности безаварийного удаления отхода после операции обрезки, которая предшествует фланцовке. Эта проверка повторяет проверку **Обрезка освобождений** для обрезки. Контролю подвергается величина угла  $\theta$ , которая определяет возможность удаления отхода без препятствий (рис. 4.20).

### Типы фланцев

Для распознавания типов фланцев в качестве критерия вводят величину угла и способ деформирования (рис. 4.21).

В зеленой области (рис. 4.21) находятся фланцы с отрицательными углами подгиба (угол отсчитывается по часовой стрелке от направления фланцовки). Такие фланцы обычно получают для выполнения зафланцовки или в целях компенсации пружинения.

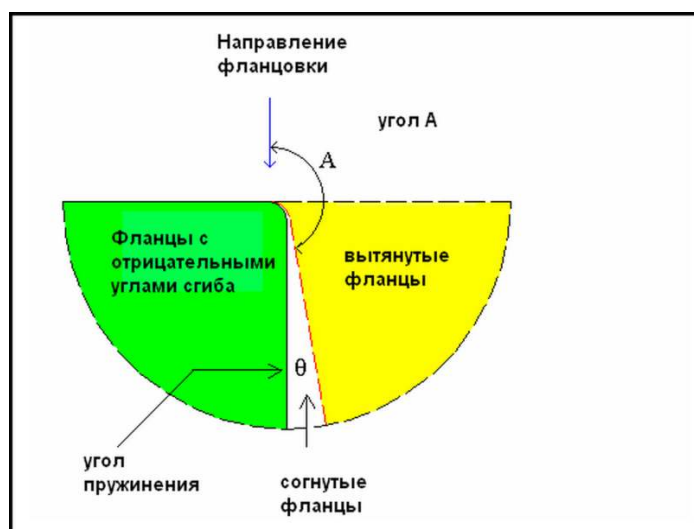


Рис. 4.21. Типы фланцев



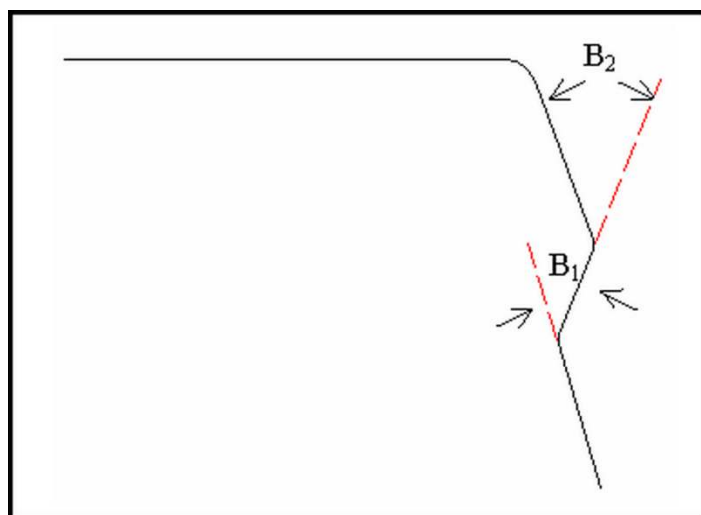


Рис. 4.22. Двойной фланец с отгибом

Вытянутые фланцы (желтая зона) – это такие фланцы, для которых угол  $A$  больше минимального угла и меньше максимального значения.

Если же значение угла  $A$  больше нуля, но меньше минимального значения, такие фланцы являются согнутыми.

Для фланцев, имеющих три прямых сегмента при значениях углов  $B_1$  и  $B_2$  больше  $10^\circ$ , система идентифицирует их как двойной возвратный фланец с отгибом (рис. 4.22).

В остальных случаях система классифицирует фланец как «неизвестный».

#### ***Возвратный фланец/ Один сгиб***

Проверка категории **Возвратный фланец/ Один сгиб** предназначена для оценки возможности деформирования в процессе зафланцовки без разрушения.

Эта оценка производится на основании величины угла  $\theta$  (рис. 4.23), которая связана с допустимой величиной деформации для заданного радиуса.



Рис. 4.23. Возвратный фланец



### *Возвратный фланец / Два сгиба*

Категория позволяет проверить технологичность изготовления фланца с двумя изгибами, один из которых является зафланцовкой (рис. 4.24).

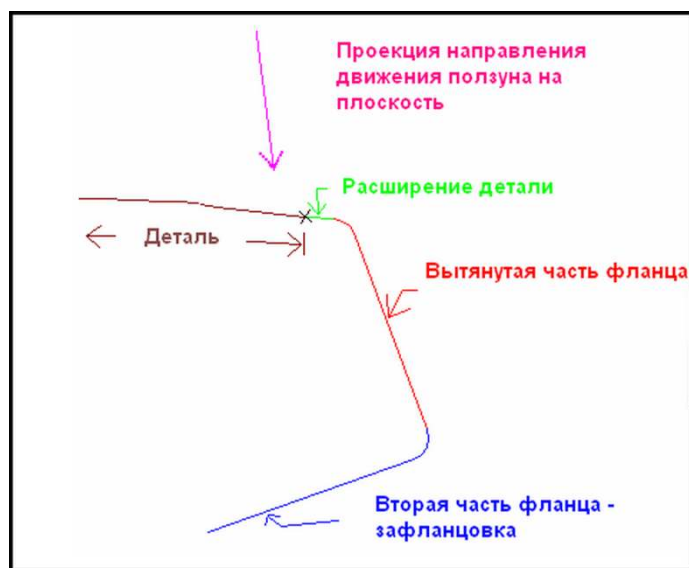


Рис. 4.24. Категория Возвратный фланец/ Два сгиба

Измерению подвергаются параметры, указанные на рис. 4.25 и 4.26.



Рис. 4.25. Размеры D, H, L

В параметры по умолчанию в категорию **Фланец с возвратом/ Два излома** вводятся минимальный и максимальный углы  $A$  стенки, минимальная высота фланца  $H$  и отношение  $L/D$ .





Рис. 4.26. Угол А

### *Обратный угол фланца*

Технологичность операции фланцовки определяет наряду с качеством изделий также и простоту изготовления штамповой оснастки. Одним из показателей простоты и стоимости оснастки является величина угла между направлением фланцовки и касательной, проведенной к линии сгиба (рис. 4.27).

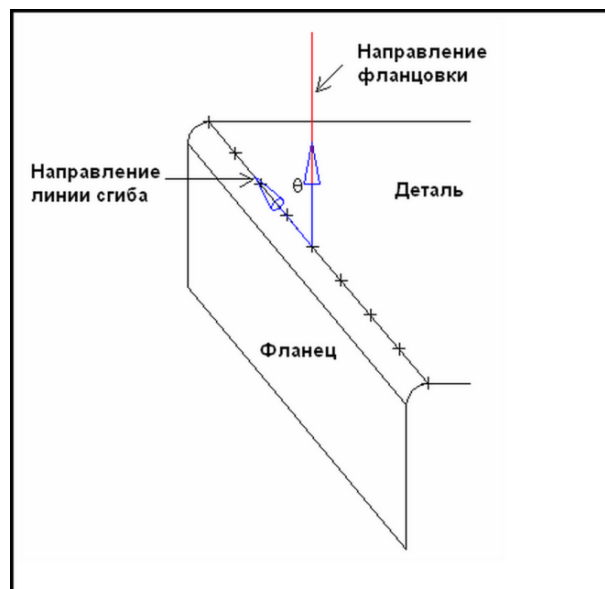


Рис. 4.27. Категория Обратный угол фланца

### *Направление фланца*

Направление формообразования фланца определяется относительно вектора перемещения рабочего инструмента (рис. 4.28).

Если предполагается выполнение операции пробивки, то в случае деформирования фланца вверх выполнение этой операции будет нетехнологичным из-за трудностей удаления отходов.



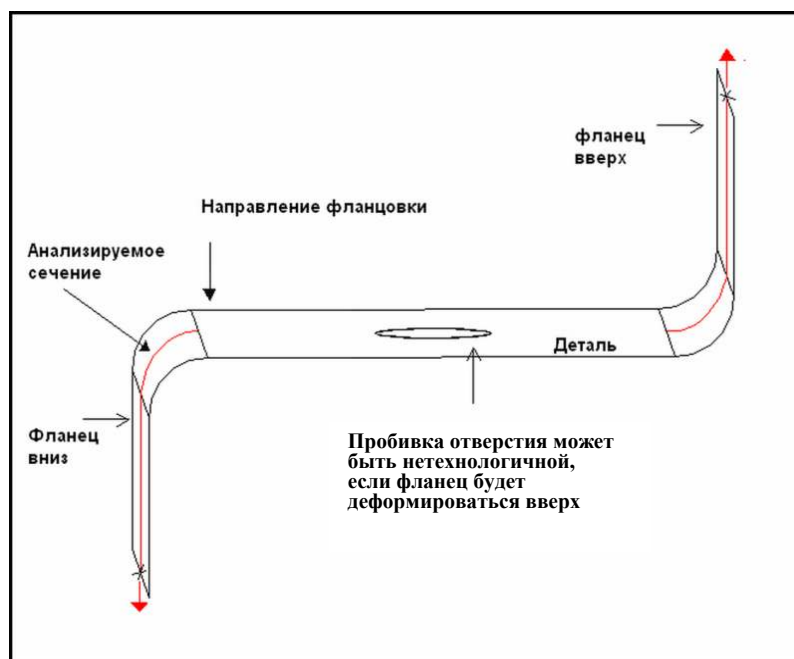


Рис. 4.28. Направление фланца

### *Обратный радиус*

Категория **Обратный радиус** используется для проверки возможности деформирования фланцев без разрушения. Для этого анализируются величины внутренних радиусов и толщины заготовки (рис. 4.29).

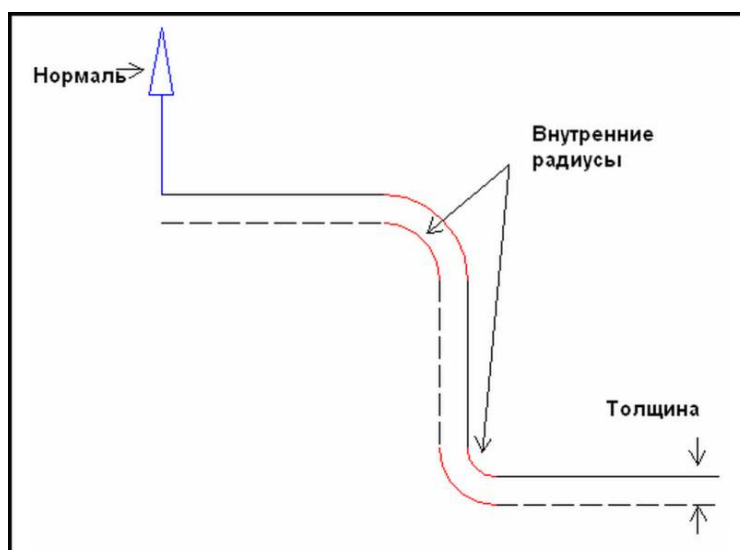


Рис. 4.29. Категория Обратный радиус

### *Длина развертки фланца*

Категория **Длина развертки фланца** позволяет оценить возможность возникновения дефектов по длине периметра фланца. Эти элементы геометрии снижают технологичность изготовления детали и увеличивают стоимость штамповой оснастки. Типовые виды нетехнологичных элементов по длине показаны на рис. 4.30.



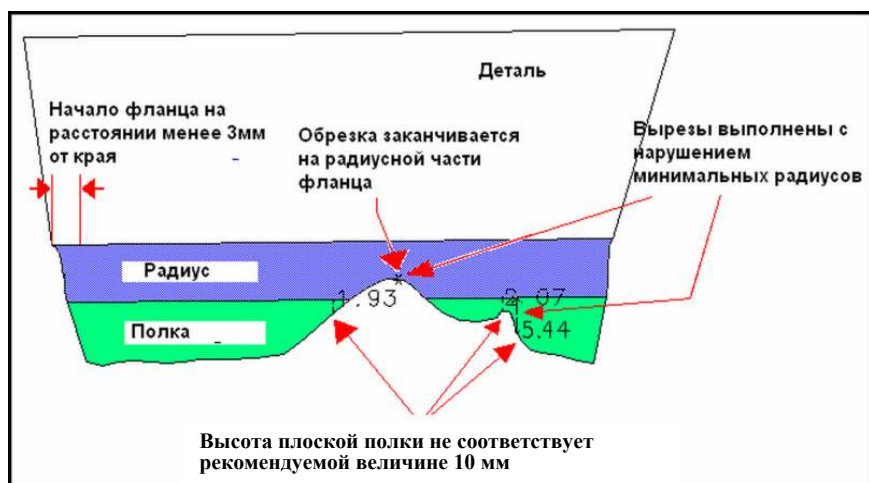


Рис. 4.30. Длина развертки фланцев

### *Фланец до обрезки*

Показатель технологичности контролирует минимально допустимое расстояние от линии сгиба до объекта обрезки.

Допустимое расстояние фиксируется после проведенной операции обрезки. Если проверяется расстояние для операций обрезки фланцев, проведенных в обратном порядке или одновременно, то используется критерий **Обрезка от фланца**.

### *Фланец до отверстия*

Эта проверка производится после выполненной операции «пробивка». Минимально допустимое расстояние определяется переменными

$$DFM\_FlangeToHoleStdDist \text{ и } DFM\_FlangeToHoleMultipleThickness \times S,$$

где  $S$  – толщина материала.

### *Пружинение фланца*

Контроль пружинения заготовки после фланцовки зависит от множества параметров (рис. 4.31).



Рис. 4.31. Пружинение фланца



Для категории **Пружинение фланца** необходимо указать предел текучести, обратный угол – угол поднутрения, допуск на угол пружинения.

Если полка фланца после пружинения попадает в поле допуска пружинения фланца, то такие значения технологических параметров считаются технологичными.

## 4.2. Использование мастер-процесса проверки технологичности

Для того чтобы провести проверку технологичности изготовления детали, необходимо для файла листового тела детали иметь хотя бы одну компоновку технологической операции листовой штамповки, которая должна быть создана в приложении **Проектирование штампов**.

Для проверки технологичности всех операций технологического процесса необходимо создать **Компоновку** для всех операций.

Анализ технологичности изделий листовой штамповки и процессов их производства выполняют с помощью окна **Проверка технологичности** (рис. 4.32).

Структура окна **Проверка технологичности** (рис. 4.32) содержит следующие элементы.

1. Информационный раздел (пока анализ не проведен, надпись **Полный анализ закончен** будет серой).

2. Кнопка выбора **Шаги выбора** – используют для определения в компоновке конкретной технологической операции или технологических операций для анализа технологичности.

3. Строка выбора **Фильтр** определяет тип объекта.

4. Список **Критерий** – перечень выбора 33 категорий технологичности для различного типа операций листовой штамповки. Первая строка списка **Выбрать все критерии** позволяет назначить проверку для всех 33 критериев.

5. Строка ввода **Толщина** заготовки и детали в мм.

6. Строка ввода **Предел текучести** материала в кПА.

7. Строка выбора **Панель** позволяет определить тип поверхности листового тела – **Внутренний** (по пуансону), **Внешний** (по матрице).

8. Строка выбора **Диапазон упрощения** задает точность выполняемых расчетов и анализа для проверок технологичности.

9. Кнопка **Анализ всех элементов проверки технологичности** для установки проверки различных элементов пользователем вручную в окне **Элемент проверки технологичности** (рис. 4.33), если не поставлена галочка, и автоматически для всех элементов назначаются проверки, когда галочка занесена в окошко **Анализ всех элементов проверки технологичности**.

10. Клавиша **Показать предыдущий результат** для вывода предыдущих результатов проверок.

Последовательность проведения проверки состоит из следующих действий:

- откройте окно **Мастер-процесс Проверка технологичности** (рис. 4.32);
- проверьте значения толщины металла, его предела текучести и тип поверхности листового тела изделия (строки 5, 6, 7). Измените их значения, если они не соответствуют действительным величинам;



- установите опции точности выполняемых расчетов в строке **Диапазон упрощения**. На начальных стадиях проверки с целью ускорения анализа можно поставить опцию **Грубый**;
- выберите **Компоновку**, щелкнув левой клавишей мыши по кнопке **Шаги выбора**;
- назначьте в списке **Критерий** (4) виды проверок технологичности, щелкая левой клавишей мыши по соответствующим окошкам ввода или выберите все критерии, сделав щелчок левой клавишей мыши по первой строке **Выбрать все критерии**;
- установите самостоятельно элементы геометрии, для которых будут выполнены проверки в окне **Элемент Проверка технологичности**, или поставьте галочку в окошке **Анализ всех элементов проверки технологичности** и произведите автоматический выбор всех элементов геометрии для назначенных проверок;
- нажмите кнопку **Применить**.

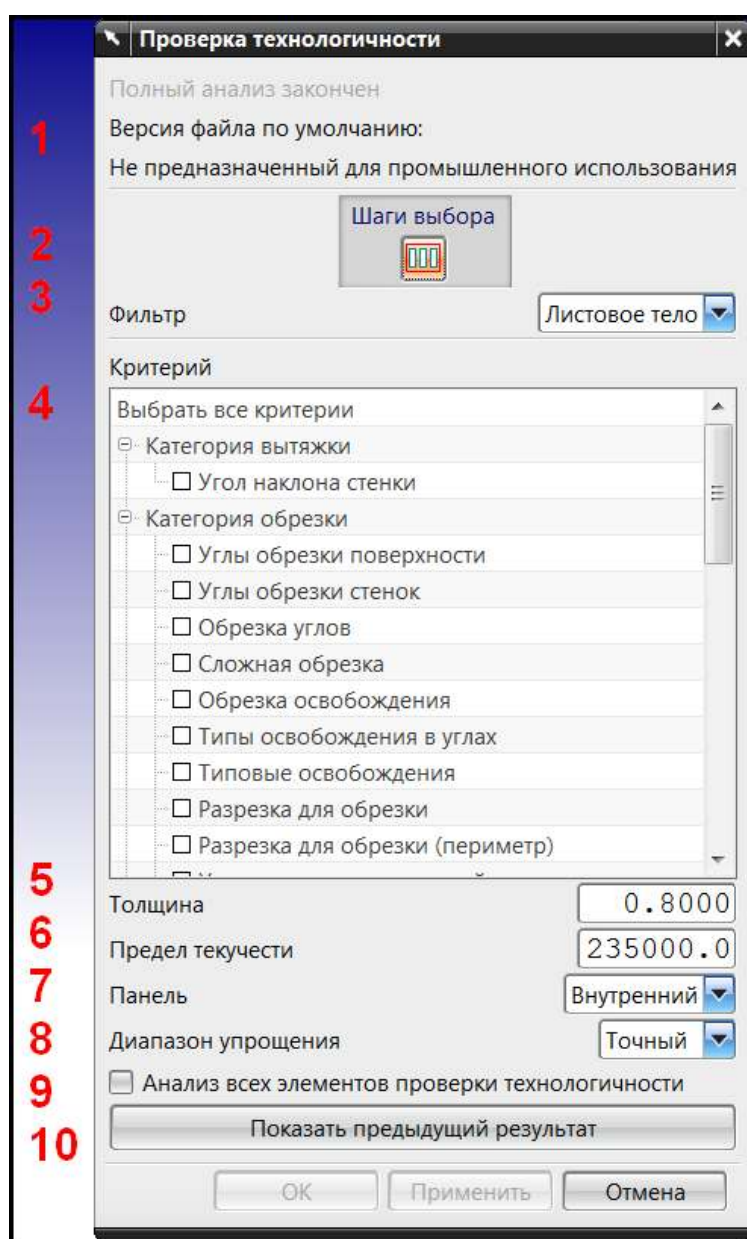


Рис. 4.32. Окно Проверка технологичности



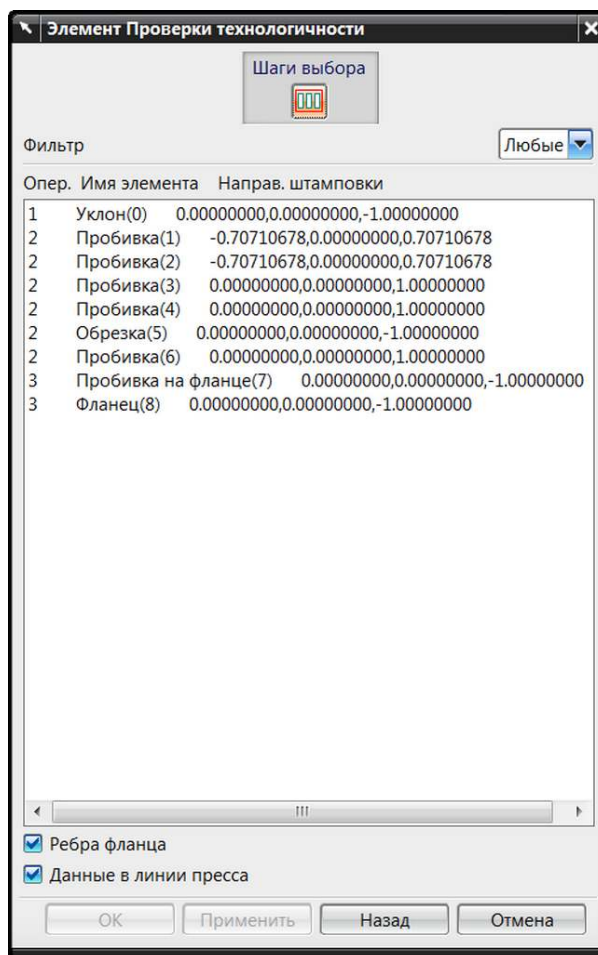


Рис. 4.33. Окно Элемент Проверки технологичности

Результаты проверок в соответствии с категориями критериев технологичности будут приведены в **Окне несоответствий**.

### 4.3. Окно несоответствий

Подробную информацию проверки технологичности изделий после окончания работы пользователя в окне **Мастер-процесса Проверка технологичности** можно изучить в **Окне несоответствий** (рис. 4.34).

Структура **Окна несоответствий** содержит следующие элементы.

1. Кнопка **Режим проверки** предназначена для сравнения результатов проверки с предварительно сохраненными данными предыдущей проверки.


2. Кнопка **Шаги выбора** позволяет указать компоновку, для которой выводится **Окно несоответствий**.

3. Строка **Фильтр** определяет тип объектов, которые доступны для выбора.

4. **Опции изображения** представлены восемью кнопками:

- кнопка **Данные линии прессы** в активном состоянии показывает категории технологичности на операциях компоновки, в противном случае отображение результатов производится на геометрии детали;
- кнопка **Показать проходы** в активном состоянии позволяет показать весь список геометрических элементов деталей по операциям, которые удовлетворяют выбранным критериям технологичности;



- кнопка **Показать все** позволяет представить результаты всех предыдущих анализов;
- кнопка **Сортировка по критериям** в активном состоянии позволяет представить список несоответствий в порядке проверки по критериям технологичности. Если же кнопка неактивна, несоответствия представляются по порядку номеров элементов;
- кнопка **Скрыть несоответствия с комментариями** позволяет после установки в нее галочки скрыть все несоответствия, которые пользователь снабдил какими-либо комментариями;
- кнопка **Режим проверки разницы** при включенном состоянии выводит только список текущих несоответствий;
- кнопка **Раскрыть все элементы** открывает все элементы в списке дерева несоответствий;
- кнопка  **Свернуть все элементы** сворачивает все элементы в списке дерева несоответствий до узловых наименований.

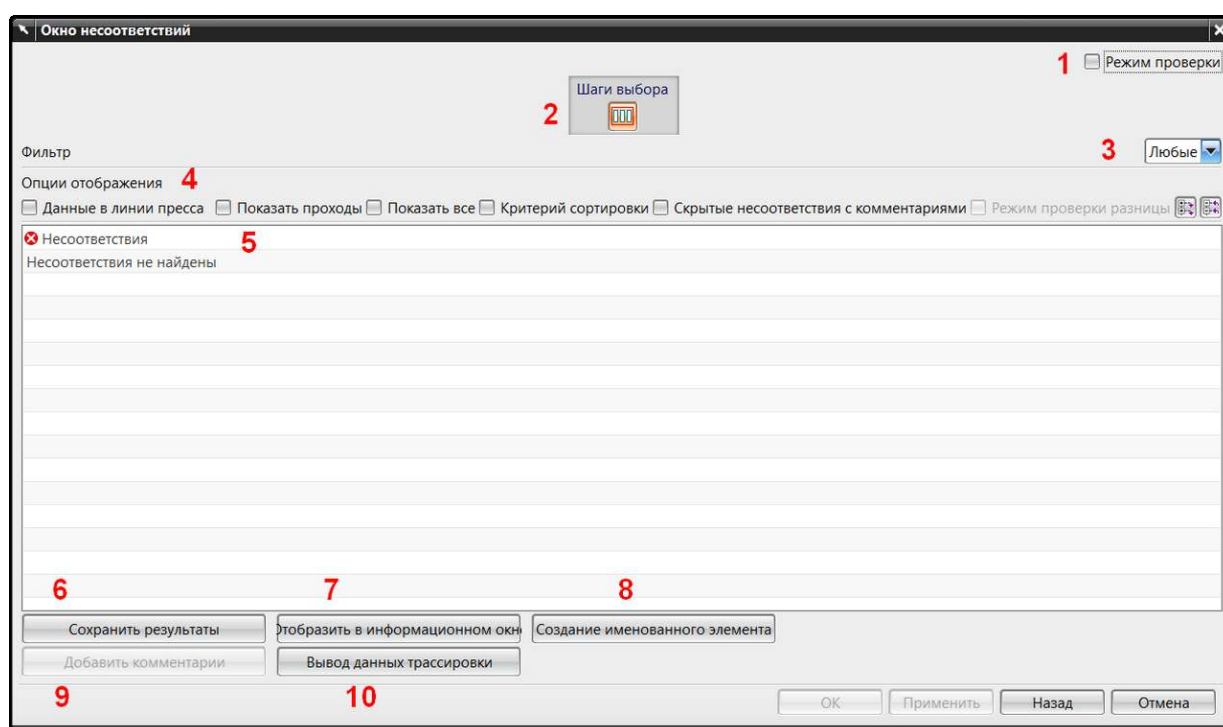


Рис. 4.34. Структура **Окна несоответствий**

5. **Список несоответствий** содержит поле списка для представления элементов дерева несоответствий.

6. Клавиша **Сохранить результаты** позволяет после нажатия сохранить результаты в файле.

7. Клавиша **Отобразить в информационном окне** позволяет вывести все результаты проверок в информационном окне.

8. Клавиша **Создание именованного элемента** позволяет создать атрибут элемента, подлежащего проверке в графическом окне на поле компоновки технологических операций.

9. Клавиша **Добавить комментарий** используется для создания комментария к любому выявленному несоответствию.



10. Клавиша **Вывод данных трассировки** после нажатия предлагает пользователю сохранить сгенерированный файл с расширением \*.deb, который будет содержать подробную информацию о выполненной проверке.

Пользователь может уточнить, какие проверки были выполнены. Поставьте галочку в кнопке **Показать проходы** и вы увидите в списке **Окна несоответствий** проверки, которые удовлетворяют критериям технологичности (рис. 4.35).

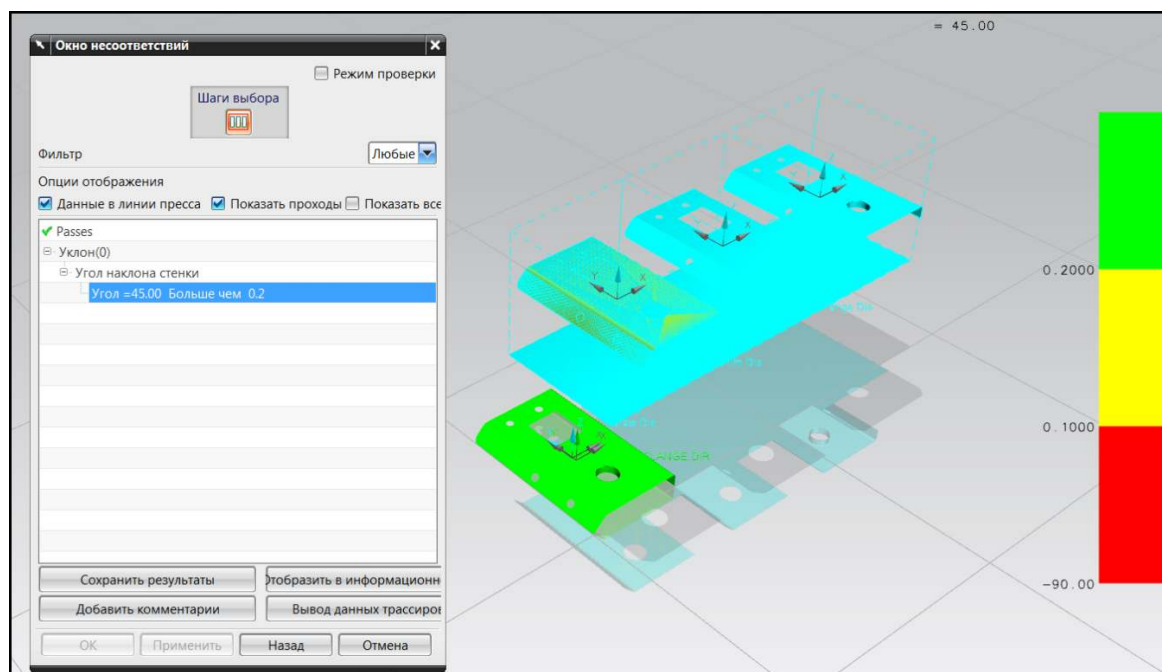


Рис. 4.35. Проверки, которые удовлетворяют критериям технологичности

В тех случаях, когда выполненные проверки не удовлетворяют критериям технологичности, **Окно несоответствий** может выглядеть следующим образом (рис. 4.36).

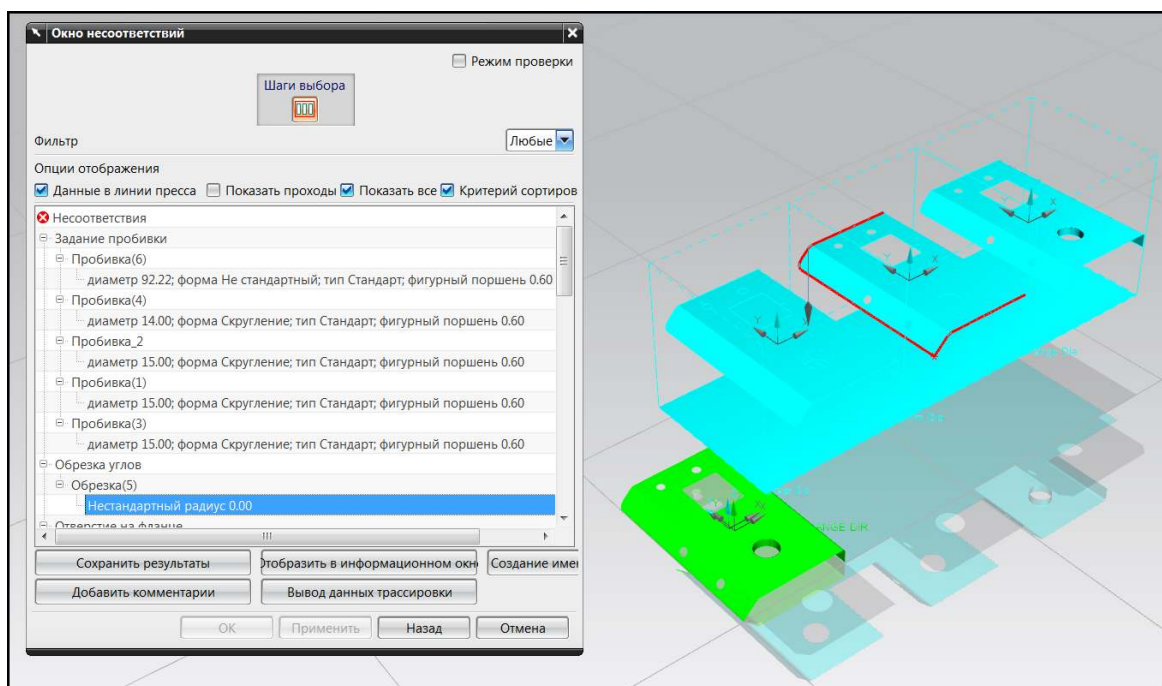


Рис. 4.36. Показанные несоответствия



## 5. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛИ ПО ОПЕРАЦИЯМ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

### 5.1. Ориентация детали в штампе: опции

После создания операции штамповки и назначения ее типа (вытяжка, обрезка, фланцовка) необходимо расположить в ней модель перехода штамповки. Если пользователь применяет функцию **Помощник DOL**, то на каждой операции будет создана модель перехода автоматически. Ориентация моделей на каждом шаге будет одинаковой и соответствует расположению модели детали.

**Ориентация детали** является основным элементом всех операций штамповки. Он служит для указания геометрии перехода и его параметров. Без задания ориентации детали невозможно создать операцию штамповки. Сам элемент представляет собой внешний контур детали, а также может включать контур созданных в детали отверстий.

Для задания элемента ориентации детали нажмите кнопку **Ориентация детали в штампе**. Интерфейс окна диалога представлен на рис. 5.1:

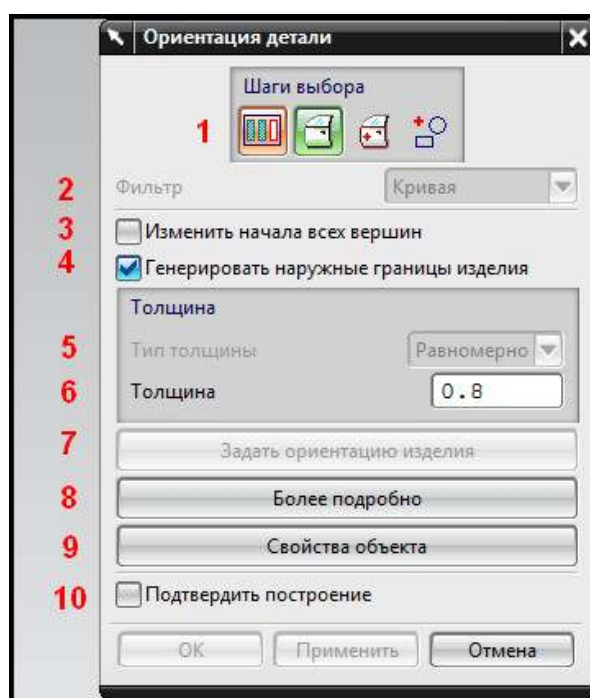


Рис. 5.1. Окно диалога **Ориентация детали**

- 1 – раздел **Шаги выбора**, служит для поэтапного выбора геометрии, на основе которой будет проводиться ориентация перехода;
- 2 – список выбора **Фильтр**, служит для указания типа геометрии;
- 3 – кнопка **Изменить начало всех вершин**, при активации и создании точки вращения производит ориентирование всех переходов компоновки;
- 4 – кнопка **Генерировать наружные границы изделия**, при активации создает границу всей детали на операции штамповки;
- 5 – список выбора **Тип толщины**, задает функцию определения толщины изделия, доступна только для первой операции в компоновке;



- 6 – строка ввода **Толщина**, задает численное значение толщины детали;
- 7 – кнопка **Задать ориентацию изделия**, при нажатии открывает окно ориентирования перехода на операции штамповки;
- 8 – кнопка **Более подробно**, при нажатии открывает окно для ввода комментария;
- 9 – кнопка **Свойства объекта**, при нажатии позволяет оценить построение, принять его или отвергнуть.

Раздел **Шаги выбора** включает следующие кнопки (рис. 5.2):

1 – **Операция штамповки**, позволяет выбрать в рабочем окне операцию штамповки, в которой будет произведено ориентирование детали;

2 – **Изделие**, служит для указания модели конечного изделия, которое будет ориентировано в операции штамповки;

3 – **Начало**, служит для указания точки – центра вращения, относительно которого будет происходить ориентация детали;

4 – **Ссылочные данные**, позволяет указать геометрию модели, которая будет добавлена в элемент **Ориентация детали**.

При нажатии кнопки **Задать ориентацию изделия** открывается окно **Ориентация детали**, которое представлено следующими элементами (рис. 5.3):

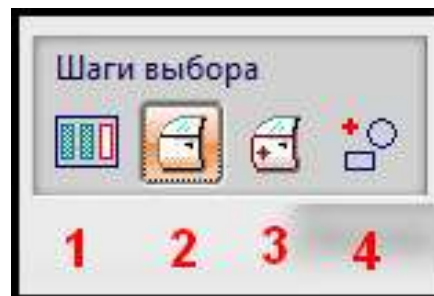


Рис. 5.2. Шаги выбора

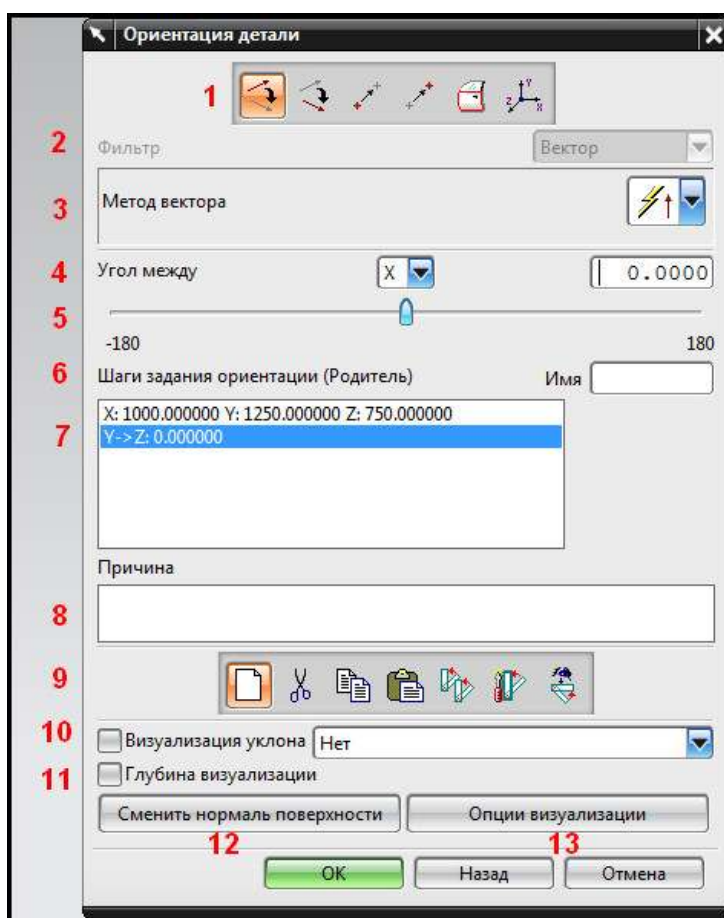


Рис. 5.3. Окно Ориентация детали



- 1 – **раздел типа задания ориентации**, позволяет выбрать способ задания ориентации из шести методов;
- 2 – список выбора **Фильтр**, позволяет указать тип геометрии построения;
- 3 – **окно дополнительных сведений**, при выборе способа ориентации **Вектор в точке** и **Вектор** позволяет выбрать способ создания вектора из стандартных способов приложения Моделирование;
- 4 – список выбора **Угол между и строка ввода**, выбирает метод вращения относительно указанной из списка оси; позволяет задать значение угла заданием числа;
- 5 – **ползунок задания угла**, позволяет задать угол вращения относительно оси из списка выбора Угол между движением ползунка;
- 6 – строка ввода **Шаги задания ориентации (Родитель)**;
- 7 – **таблица** изменения положения перехода, отображает все изменения положения;
- 8 – строка ввода **Причина**, позволяет ввести причину изменения положения, в некоторых случаях автоматически генерирует причину, например при оптимизации расположения детали;
- 9 – **дополнительные способы задания ориентации**;
- 10 – кнопка **Визуализация уклона** и список выбора; при активации кнопки и выборе отображения **Вычислить углы стенок** и **Вычислить углы обрезки** ориентированная деталь окрашивается в цвета соответствия значению углов;
- 11 – кнопка **Глубина визуализации**, при активации отображает в правой части рабочего окна шкалу значения углов;
- 12 – кнопка **Сменить нормаль**, при активации поворачивает модель на 180 градусов по горизонтальной оси;
- 13 – кнопка **Опции визуализации**, позволяет настроить параметры визуализации углов.

Раздел типа задания ориентации представлен на рис. 5.4. Он содержит кнопки:

- 1 – **Вектор в точке**;
- 2 – **К вектору**;
- 3 – **Из точки**;
- 4 – **В точку**;
- 5 – **Профиль обрезки**;
- 6 – **СК изделия**.



Рис. 5.4. Раздел типа задания ориентации

Дополнительные способы задания ориентации представлены на рис. 5.5. Интерфейс раздела содержит кнопки:



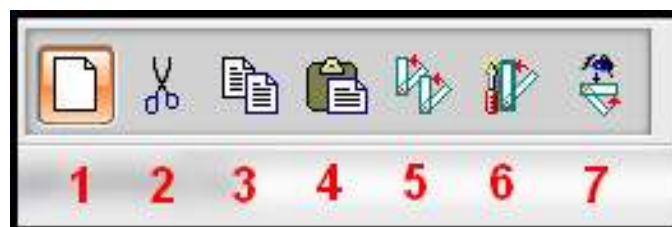


Рис. 5.5. Дополнительные способы задания ориентации

- 1 – **Новый**, добавляет в **Таблицу** новую строку изменения ориентации изделия;
- 2 – **Резания**, удаляет строку изменения ориентации из таблицы;
- 3 – **Копировать**, при нажатии копирует строку изменения ориентации;
- 4 – **Вставить**, вставляет из буфера обмена значение новой ориентации;
- 5 – **Копировать существующий**, открывает окно, в котором прописаны существующие ориентации, и позволяет копировать выбранную ориентацию;
- 6 – **Задать оптимально**, при нажатии открывает окно оптимизации расположения перехода;
- 7 – **Задать вид**, при нажатии задает ориентацию перехода по углу между выбранной осью и рабочим видом.

Окно оптимизации ориентации содержит следующие разделы (рис. 5.6):

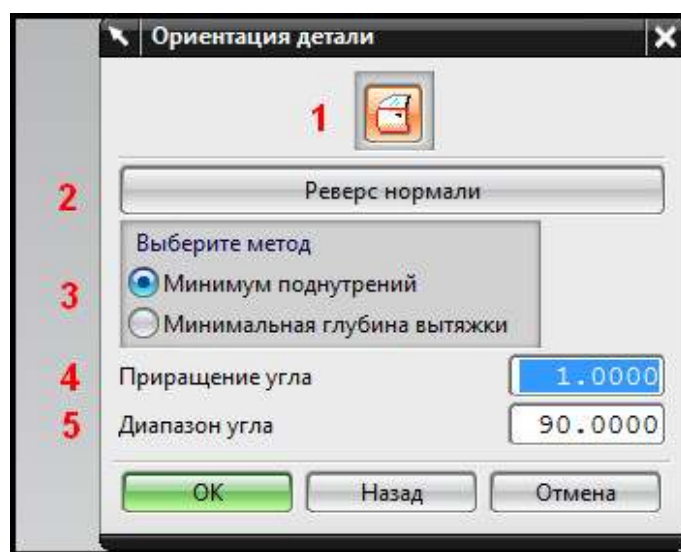


Рис. 5.6. Окно оптимизации ориентации

- 1 – кнопка **Точка в области**, служит для определения тела на операции штамповки, данный шаг опционален для выбора;
- 2 – кнопка **Реверс нормали**, позволяет развернуть переход в горизонтальной плоскости;
- 3 – кнопка **Выберите метод**, позволяет задать оптимальное расположение двумя способами: **Минимум поднутрений** и **Минимальная глубина вытяжки**;
- 4 – кнопка **Приращение угла**, указывает минимальный угол поворота при оптимальном размещении перехода;
- 5 – кнопка **Диапазон угла**, указывает максимальное значение угла поворота.



### *Краткий алгоритм ориентирования детали в штампе*

1. Вызовите окно диалога **Ориентация детали в штампе** на панели приложения **Die Engineering**.

2. Нажмите кнопку **Операция штамповки** и в рабочем окне выберите необходимую операцию.

3. Нажмите кнопку **Изделие**, выберите в рабочем окне модель готовой детали.

4. При необходимости задания центра вращения нажмите кнопку **Начало** и укажите точку, относительно которой будет происходить изменение положения детали, по умолчанию оно будет изменено относительно геометрического центра на операции штамповки.

5. Активируйте кнопку **Генерировать наружные границы изделия**.

6. Укажите толщину изделия.

7. Нажмите кнопку **Задать ориентацию изделия**.

8. Выберите угол, относительно которого будет происходить вращение перехода в списке выбора **Угол между**.

9. Воспользуйтесь любыми инструментами для изменения положения:

- задайте значения угла вручную, вбив численное значение в строку ввода;
- воспользуйтесь ползунком;
- задайте угол с рабочего вида;
- используйте оптимальный способ размещения детали.

10. При необходимости оставляйте комментарий о причине изменения положения; заметьте, что при использовании оптимизации размещения система автоматически указывает причину (рис. 5.7).

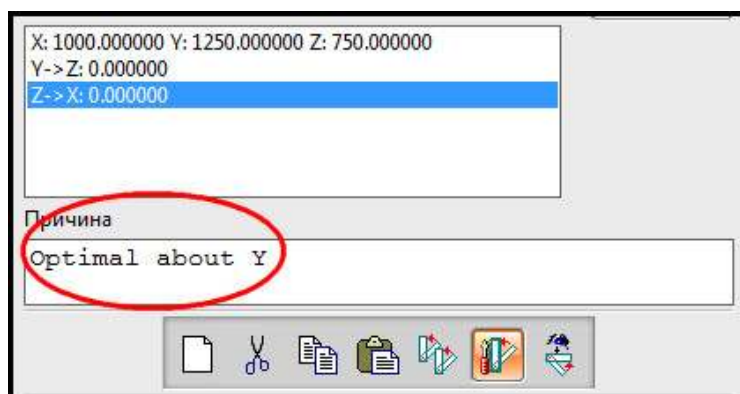


Рис. 5.7. Указание причины изменения положения

11. Включите визуализацию уклона, проверьте углы обрезки для данного положения (полезно для ориентации на операции обрезки и пробивки).

12. Нажмите **ОК** для перехода в окно **Ориентация детали**. Нажимайте **ОК** в окнах диалога до полного закрытия окон.

В результате изменения положения детали на операции штамповки в **Навигаторе модели** создается или изменяется элемент **Ориентация детали** (рис. 5.8). В **DOL отчете** создается одноименный элемент с параметрами положения (рис. 5.9).



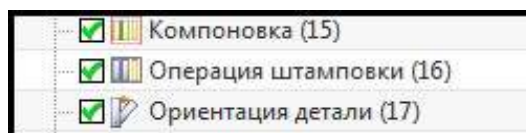


Рис. 5.8. Навигатор детали

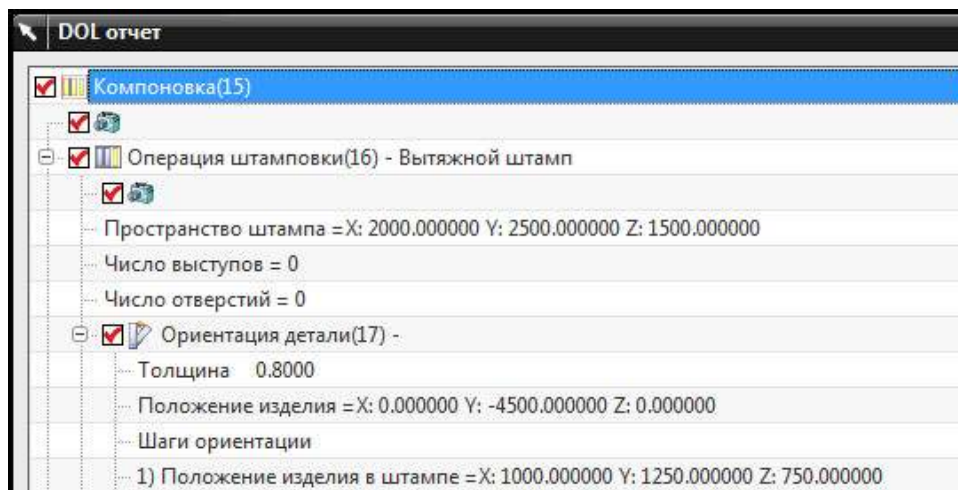


Рис. 5.9. DOL отчет

## 5.2. Последовательность ориентаций, ссылочные данные, перенос штамповки

Для задания клиновых операций – пробивки, обрезки, фланцовки необходимо указывать направление движения инструментов. Вектор движения может быть создан вручную, а может быть выбран автоматически в зависимости от ориентации детали. Приложение **Die Engineering** позволяет создать дополнительные ориентации, не влияющие на расположение перехода на операциях штамповки. Данные ориентации представляют собой системы координат. Для вызова окна диалога **Последовательность ориентаций** нажмите одноименную кнопку на панели приложения.

Интерфейс окна представлен на рис. 5.10 и содержит следующие элементы:

- 1 – таблица **Существующие ориентации**, отображает список ранее созданных пользователем ориентаций, по умолчанию не содержит данных;
- 2 – строка ввода **Имя ориентации**, позволяет задать имя новой ориентации;
- 3 – кнопка **Создать**, при нажатии открывает окно задания новой ориентации;
- 4 – кнопка **Переименовать ориентацию**, позволяет задать новое имя;
- 5 – кнопка **Начало ориентации**, задает начальную точку создания ориентации, по умолчанию (0; 0; 0);
- 6 – таблица **Шаги**, отображает параметры той ориентации, которая выбрана в таблице **Существующие ориентации**, при выделении параметра возможно его изменение;
- 7 – кнопка **Вырезать**, удаляет выбранную ориентацию из списка;
- 8 – кнопка **Копировать**, копирует существующее выбранное положение ориентации;



- 9 – кнопка **Вставить**, при нажатии вставляет информацию из буфера обмена;
- 10 – кнопка **Угловое вращение**, при нажатии открывает окно задания угла вращения осей системы координат;
- 11 – кнопка **Выравнивание направления вращения**, задает вращение заданием направлений;
- 12 – кнопка **Вращение плоскости выравнивания**, позволяет задать вращение указанием плоскостей;
- 13 – кнопка **Генерация видов**.

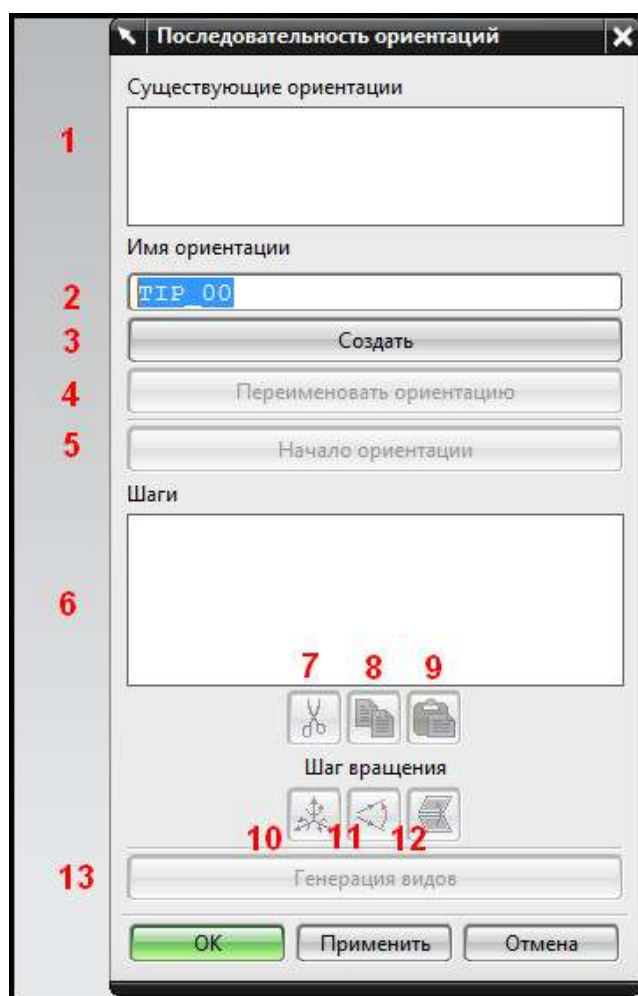


Рис. 5.10. Окно диалога **Последовательность ориентаций**

Окно диалога **Угловое вращение** представлено на рис. 5.11, включает следующие элементы:

- 1 – **поле** задания стационарной оси и вращения относительно нее;
- 2 – строка ввода **Угол**, позволяет ввести численное значение угла поворота;
- 3 – **таблица** причин вращения, позволяет выбрать причину вращения из существующих;
- 4 – строка ввода **Причина для вращения**, позволяет ввести причину поворота системы координат вручную.

При выборе способа **Выравнивание направления вращения** интерфейс окна диалога содержит элементы (рис. 5.12):



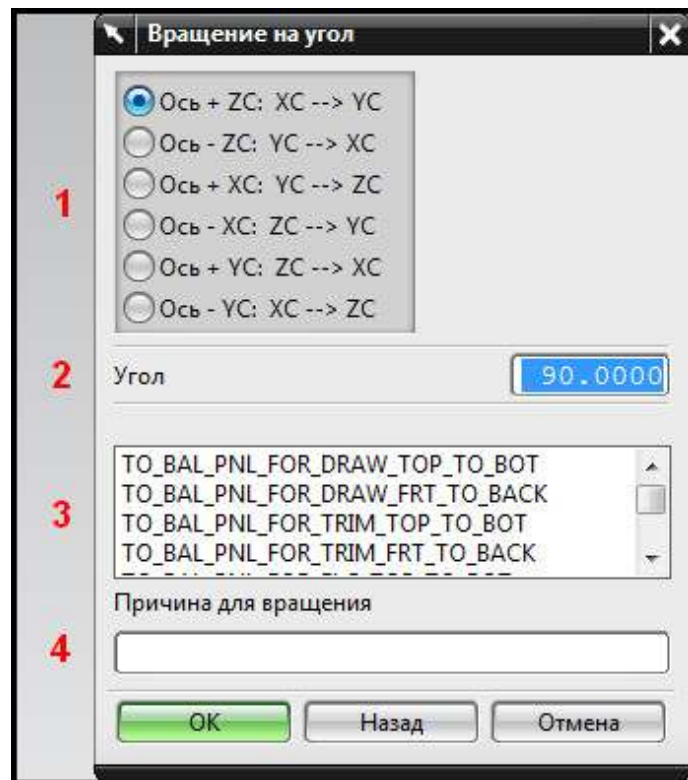


Рис. 5.11. Угловое вращение

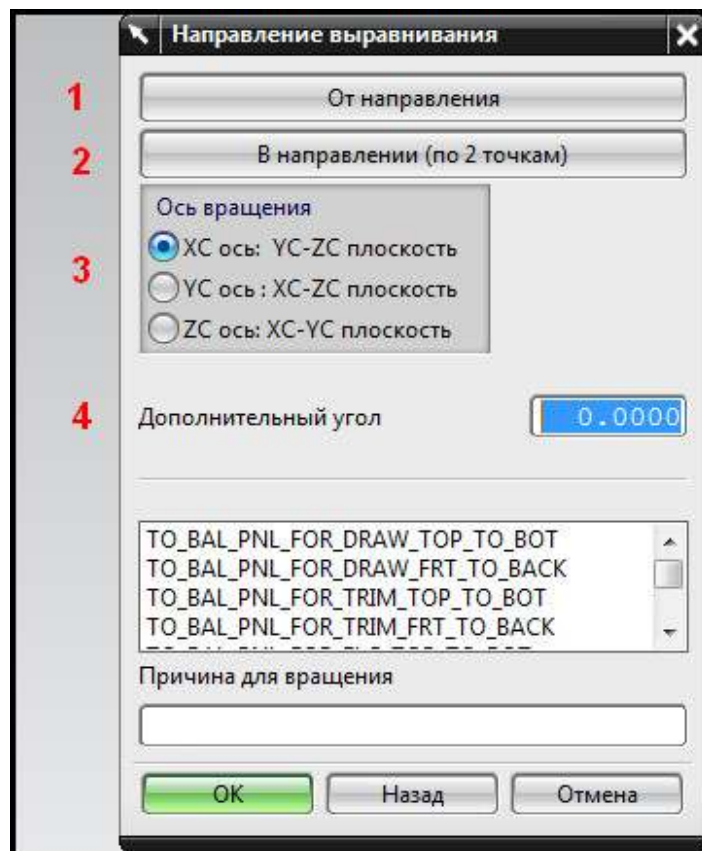


Рис. 5.12. Выравнивание направления вращения



1 – кнопка **От направления**, задает вектор, относительно которого будет совершен поворот плоскости, открывает стандартное окно создания плоскости;

2 – кнопка **В направлении (по 2 точкам)**, позволяет задать вектор, угол между проекцией которого на плоскость и первым вектором будет взят за угол поворота;

3 – кнопки выбора **Ось вращения**, указывают плоскость, в которой будет совершен поворот;

4 – строка ввода **Дополнительный угол**, позволяет прибавить к созданному углу поворота дополнительный.

Окно диалога **Вращение плоскости выравнивания** представлено на рис. 5.13, его составляющие:

1 – кнопка **Из плоскости**, служит для выбора первой плоскости вращения;

2 – кнопка **В плоскости**, позволяет указать вторую плоскость вращения;

3 – кнопка **Первый угол вращения**, позволяет задать ось вращения;

4 – кнопка **Вторая ось вращения**, задает вторую ось вращения.

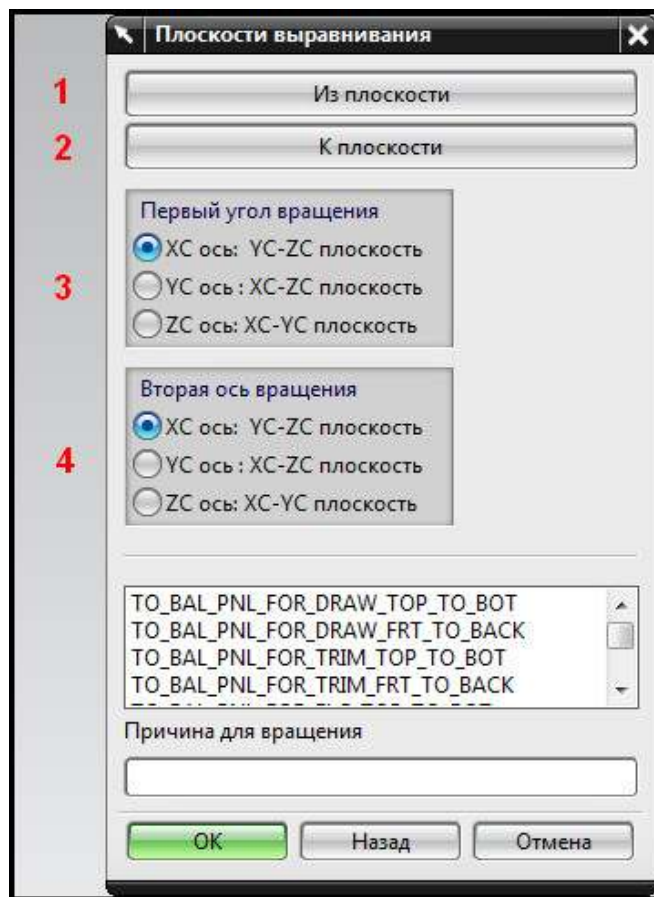


Рис. 5.13. Вращение плоскости выравнивания

### *Краткий алгоритм создания вспомогательной ориентации изделия*

1. Выберите операцию штамповки, на которой необходимо задать вспомогательную систему координат.
2. Вызовите окно диалога **Последовательность ориентаций** из панели приложения.
3. Задайте имя новой ориентации (используйте латинские буквы).
4. Укажите начало координат новой системы координат в операции штамповки.



5. Используя инструменты ориентирования, задайте необходимое положение системы координат.

6. Нажмите **ОК**.

В приложении **Die Engineering** реализована возможность создания ссылочных данных. После изменения геометрии на операции штамповки может понадобиться отразить предыдущие данные геометрии. Для этого необходимо заранее создать ссылочные данные геометрии, которые можно отобразить в рабочем окне. Ссылочные данные позволяют представить первоначальную форму перехода.

Для вызова окна диалога **Ссылочные данные** нажмите одноименную кнопку. Интерфейс окна представлен на рис. 5.14, его составляющие:

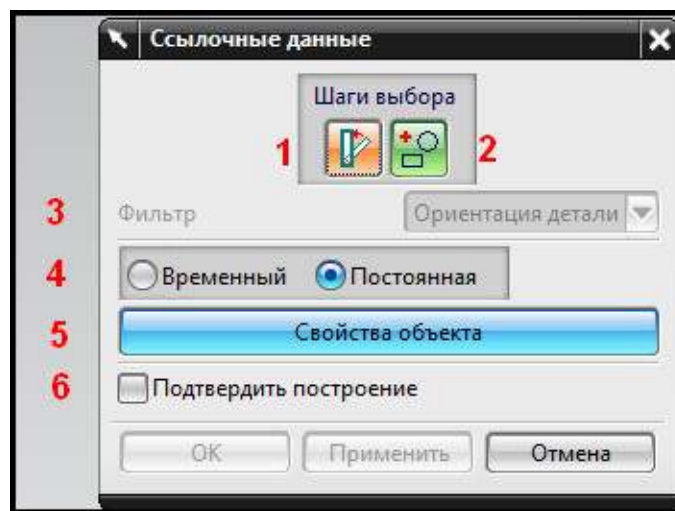


Рис. 5.14. Окно диалога **Ссылочные данные**

1 – кнопка **Ориентация изделия**, позволяет выбрать ориентации, в которых необходимо задать ссылочные данные;

2 – кнопка **Ссылочные данные**, служит для указания элементов геометрии детали, которые будут ассоциативно связаны с ориентацией;

3 – список выбора **Фильтр**;

4 – кнопки выбора **Временный** и **Постоянный**, при выборе постоянного создает ссылочные данные в каждой ориентации, при этом для каждого элемента геометрии будет создан свой набор ссылочных данных;

5 – кнопка **Свойства объектов**, служит для задания слоя, цвета отображения и типа линии;

6 – кнопка **Подтвердить построение**, позволяет оценить результат до его принятия.

#### ***Краткий алгоритм создания ссылочных данных***

1. Вызовите окно диалога **Ссылочные данные**.

2. Нажмите кнопку **Ориентация изделия**, укажите ориентацию изделия, для которой будет создана ссылочная геометрия.

3. Нажмите кнопку **Ссылочные данные** и укажите на модели готового изделия элементы геометрии, которые будут созданы в ориентации.

4. Нажмите **ОК**.

Если пользователь создает компоновку вручную (не пользуется инструментом **Помощник DOL**), то после задания каждой операции необходимо переносить результат



предыдущей операции на следующую вручную. Результатом любой операции является элемент **Выход штамповки**. Выход штамповки представляет собой вытяжной переход, образованный после совершения указанной операции. Элемент **Выход штамповки** создается автоматически после задания на операции любой геометрии (например, создания области формовки или операции обрезки).

**Выход штамповки** отмечается в **Навигаторе детали**. После задания всех действий на выбранной операции **Выход штамповки** автоматически помещается в навигаторе на последнюю позицию (или на позицию до следующего элемента **Операция штамповки**) (рис. 5.15).

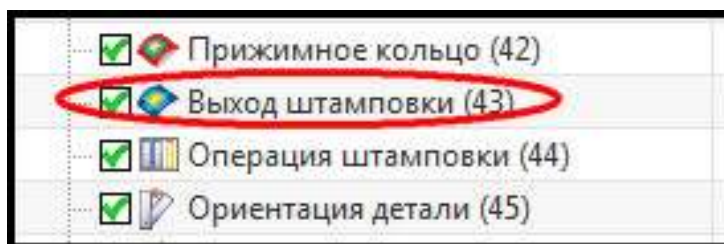


Рис. 5.15. Выход штамповки

Чтобы создать копию тела с предыдущей операции штамповки на следующую, необходимо воспользоваться инструментом **Перенос штамповки**. Нажмите одноименную кнопку на панели **Die Engineering**. Интерфейс окна представлен на рис. 5.16 и содержит следующие кнопки:

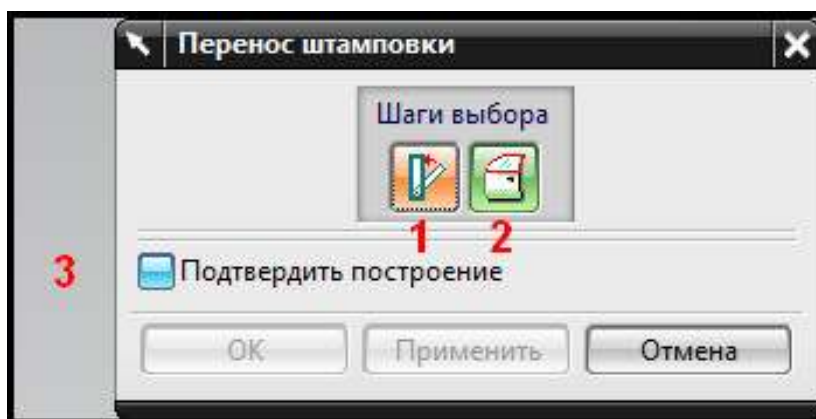


Рис. 5.16. Перенос штамповки

1 – **Ориентация детали**, служит для выбора в рабочем окне ориентации детали, на которую будет совершаться копирование выхода штамповки;

2 – **Выход штамповки**, при нажатии позволяет выбрать выход штамповки, который будет скопирован на выбранную ориентацию.

#### *Алгоритм копирования геометрии перехода на следующую операцию*

1. Удостоверьтесь, что у вас создана пустая операция штамповки, содержащая ориентацию детали.

2. Вызовите окно диалога **Перенос штамповки**.

3. Нажмите кнопку **Ориентация детали** и выберите ориентацию пустой операции.



4. Нажмите кнопку **Выход штамповки** и укажите созданный на предыдущей операции переход.

5. Нажмите **ОК**.

В **Навигаторе детали** будет создан элемент **Перенос штамповки**. Он будет находиться после элементов **Выход штамповки** (на основе которого будет создан), **Операция штамповки** и **Ориентация детали** (рис. 5.17). На основе элемента **Перенос штамповки** будет создаваться новая операция штамповки.

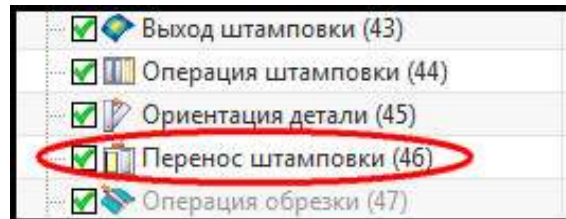


Рис. 5.17. Навигатор детали

### 5.3. Расчет размеров заготовки

Исходной заготовкой для штамповки является плоский листовый металл определённой формы. Для моделирования заготовки в приложении **Проектирование штампов** используется метод создания плоского объекта, замкнутого контуром. В качестве контура пользователь может выбрать построенную вручную цепочку кривых либо воспользоваться встроенным модулем инженерного анализа. В данном разделе рассмотрим оба метода создания.

Первый метод заключается в ручном создании замкнутого контура. Контур должен лежать в одной плоскости, иначе программа выдаст предупреждение о некомпланарности кривых. Для выполнения этой операции необходимо воспользоваться стандартными средствами моделирования **NX**.

Например, пользователь может спроецировать на плоскость контур формуемой области, а после смещением контура компенсировать процесс вытяжки.

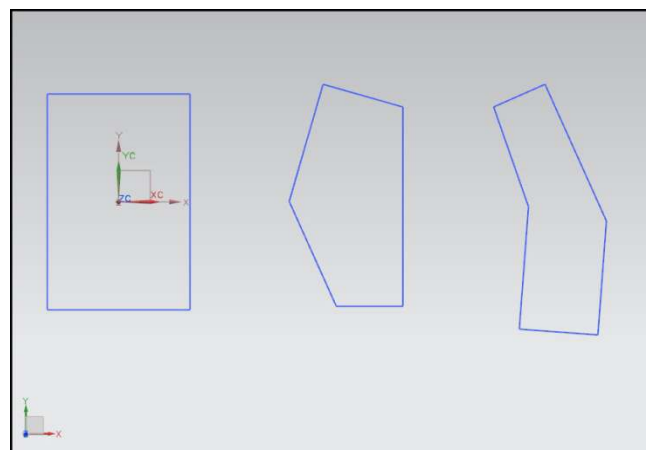


Рис. 5.18. Примеры контуров заготовки



Зачастую для несложных в плане деталей может быть использована простая форма заготовки – прямоугольная. В качестве контура заготовки также используются различные выпуклые и невыпуклые многоугольники (рис. 5.18). Данный тип заготовки пользователь может построить вручную с помощью инструментов приложения **Эскиз**.

Кроме того, для создания заготовки могут использоваться кривые, выведенные из сечений переходной поверхности (см. п. 5.4.3).

Контур заготовки в дальнейшем может быть спроецирован на первоначальную прижимную поверхность. В дальнейшем при моделировании окончательной формы прижимной поверхности этот контур служит для создания внешнего контура вытяжного перехода (см. п. 5.4.4).

### 5.3.1. Одношаговый анализ формуемости

В приложение **Проектирование штампов** включена функция одношагового анализа формуемости. Операция позволяет создать контур заготовки, используя метод конечных элементов и внутренний решатель.

Для вызова данной функции нажмите кнопку **Анализ формуемости – Одношаговый** на панели приложения. В открывшемся окне диалога представлены следующие разделы (рис. 5.19):

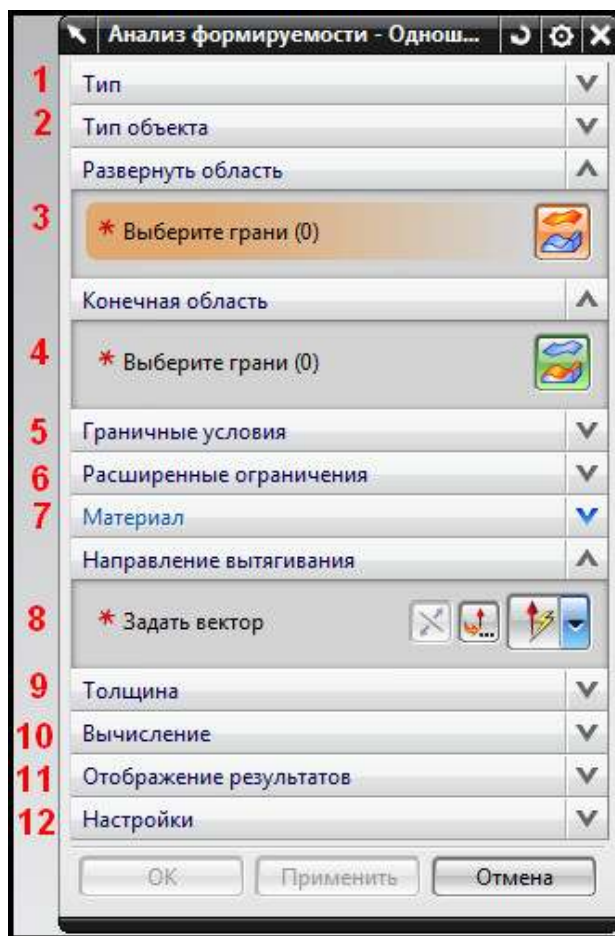


Рис. 5.19. Окно диалога **Анализ формуемости – Одношаговый**



- 1 – **Тип**, указывает тип создаваемой развертки;
  - 2 – **Тип объекта**, указывает тип выбираемого тела;
  - 3 – **Развернуть область**, служит для выбора граней, которые будут развернуты;
  - 4 – **Конечная область**, указывает грань, относительно которой будут развернуты грани, указанные на предыдущем этапе, если используется частичная развертка (промежуточная форма, см. ниже);
  - 5 – **Граничные условия**, позволяет задать геометрические соответствия между граничной гранью и развертываемыми, такими как общие ребра;
  - 6 – **Расширенные ограничения**, позволяет задать параметры, зависящие от геометрии перехода: область прижима, перетяжные ребра;
  - 7 – **Материал**, служит для выбора материала изделия;
  - 8 – **Направление вытягивания**, позволяет указать вектор вытяжки;
  - 9 – **Толщина**, служит для задания значения толщины материала и расположения относительно граней;
  - 10 – **Вычисление**, содержит ряд кнопок для создания сетки конечных элементов, ее проверки и начала расчета;
  - 11 – **Отображение результатов**, позволяет указать результаты;
  - 12 – **Настройки**, задает параметры материала, сетки, решателя и вывода отчета.
- Раздел **Тип** включает следующие кнопки (рис. 5.20):

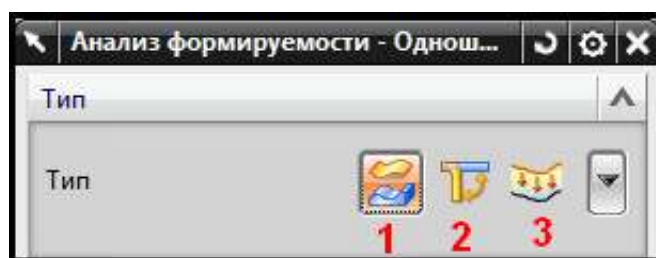


Рис. 5.20. Раздел **Тип**

- 1 – **Полная форма**, позволяет создать заготовку по всей поверхности детали;
- 2 – **Промежуточная форма**, позволяет развернуть часть модели относительно каких-либо граней тела. Если конечная область и разворачиваемые грани принадлежат одному телу, необходимо, чтобы было определено граничное условие **Кривая от кривой** (см. ниже);
- 3 – **Расширенная форма**, позволяет задать дополнительные параметры развертки, такие как область прижима, точки пружинения и др.

Раздел **Тип объекта** включает две кнопки (рис. 5.21):

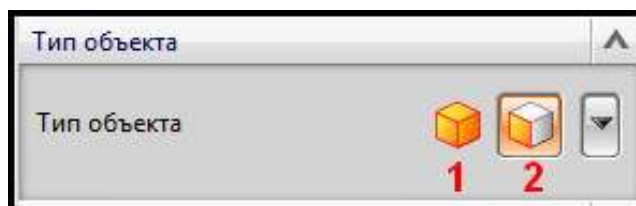


Рис. 5.21. Раздел **Тип объекта**

- 1 – **Тело**, позволяет указать в качестве граней развертки тела;
- 2 – **Грань**, позволяет выбирать грани.



Раздел **Граничные условия** содержит следующие элементы интерфейса (рис. 5.22):

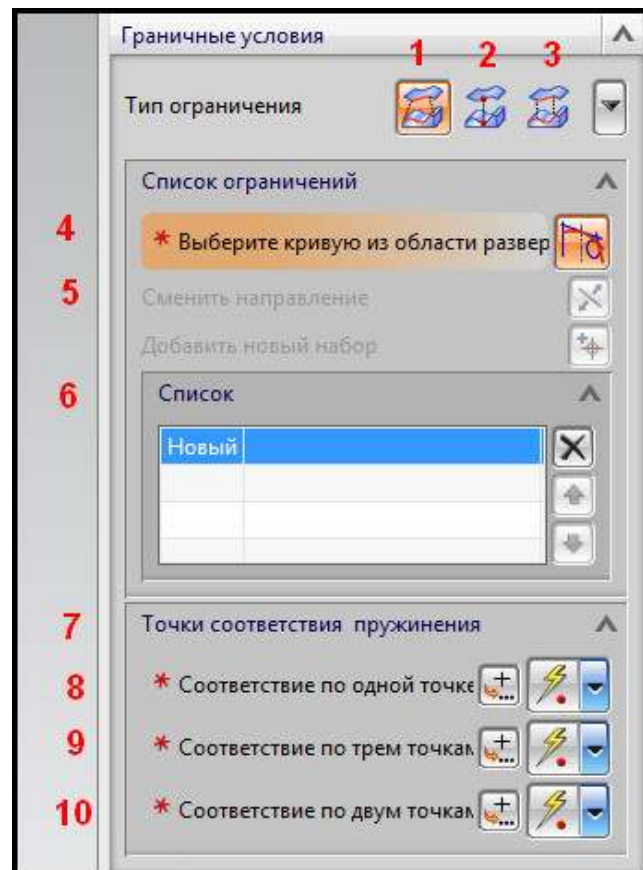


Рис. 5.22. Раздел **Граничные условия**

1 – кнопка **Кривая от кривой**, позволяет указать границу между разворачиваемой поверхностью и конечной областью для частичной развертки, для полной развертки пользователь задает границу детали, определяется автоматически при указании предыдущих пунктов;

2 – кнопка **От точки к точке**, позволяет задать точку, в плоскости которой будет произведена развёртка детали;

3 – кнопка **Кривая по кривой**, позволяет задать кривую границы при полной развертке;

4 – кнопка **Выберите кривую из области развертки**, служит для задания границы между областью развертки и конечной областью для частичной развертки или указания границы детали при полной развертке;

5 – кнопка **Сменить направление**, доступна при выборе типа ограничения по кривым;

6 – таблица **Список**, содержит список внесенных в модель ограничений для расчета; для добавления нового ограничения нажмите кнопку **Добавить новый набор**;

7 – подраздел **Точки соответствия пружинения**, служит для указания точек ограничения пружинения, доступно при указании типа **Расширенная форма**;

8 – кнопка **Соответствие по одной точке**, указывает первую точку, фиксированную по трем осям;

9 – кнопка **Соответствие по трем точкам**, указывает вторую точку, фиксированную по двум осям;



10 – кнопка **Соответствие по двум точкам**, указывает третью точку, фиксированную по одной оси.

Раздел **Расширенные ограничения**, доступен при выборе типа **Расширенная форма**, содержит следующие элементы интерфейса для выбора детали с переходом (рис. 5.23):

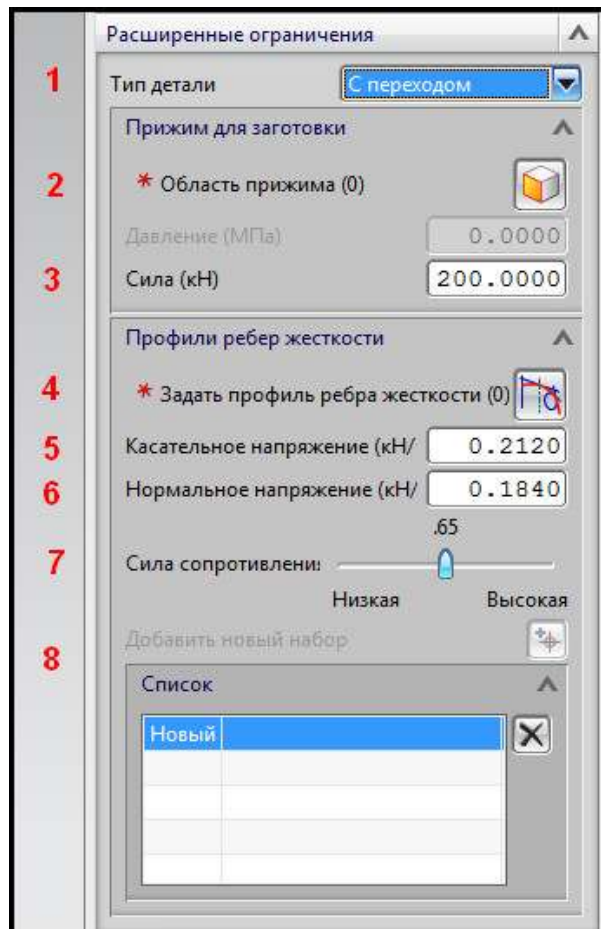


Рис. 5.23. Раздел **Расширенные ограничения** (с переходом)

1 – список выбора **Тип детали**, позволяет указать, включает ли рассматриваемая деталь переход или нет;

2 – кнопка **Область прижима**, доступна при выборе типа детали **С переходом**, позволяет указать грань прижимной поверхности;

3 – строка ввода **Сила (кН)**, служит для указания усилия прижима;

4 – кнопка **Задать профиль ребра жесткости**, позволяет задать положения перетяжного ребра (ребра жёсткости);

5 – строка ввода **Касательное напряжение (кН/мм)**, позволяет ввести значение напряжения, касательного к профилю ребра;

6 – строка ввода **Нормальное напряжение (кН/мм)**, служит для ввода значения напряжения, нормального к профилю ребра;

7 – ползунок **Сила сопротивления**, позволяет указать усилие, приложенное к профилю ребра, зависит от введенных параметров касательного и нормального напряжения, изменяется при изменении данных параметров;

8 – кнопка **Добавить новый набор** и таблица **Список**, отображают созданные профили перетяжных ребер и позволяют добавить новые.



При выборе типа детали **Без перехода** данный раздел содержит следующие элементы (рис. 5.24):

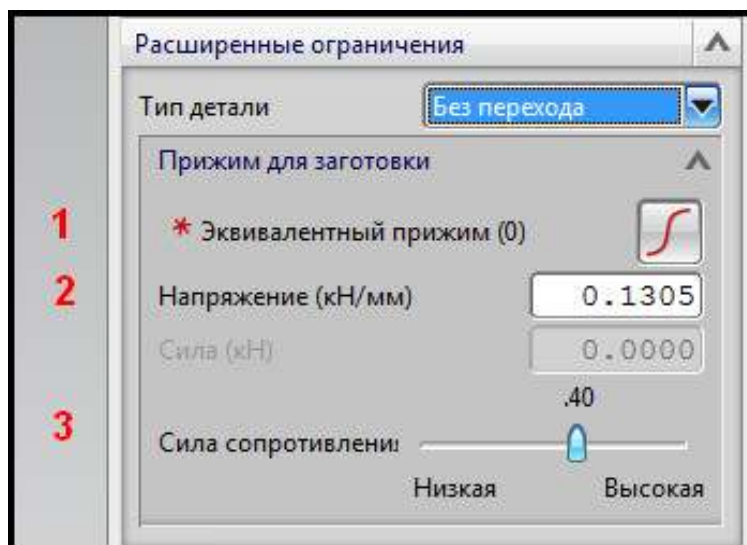


Рис. 5.24. Раздел **Расширенные ограничения** (без перехода)

1 – кнопка **Эквивалентный прижим**, позволяет указать границу области, отвечающую эквивалентной прижимной поверхности, если такая поверхность отсутствует;

2 – строка ввода **Напряжение (кН/мм)**, позволяет ввести значение давления в области эквивалентного прижима;

3 – ползунок **Сила сопротивления**, позволяет установить параметр усилия, приложенного к области прижима.

Раздел **Материал** представлен на рис. 5.25 и содержит следующие элементы:

1 – кнопка **Библиотека материалов**, позволяет выбрать материал из списка библиотеки **NX**;

2 – кнопка **Локальные материалы**, открывает библиотеку локальных материалов;

3 – кнопка Библиотеки материалов **NX**;

4 – кнопка **Сайт библиотеки MatML**, позволяет загрузить материалы с сайта;

5 – кнопка **Библиотека пользователя MatML**, загружает материалы из каталога;

6 – таблица **Материалы**, включает список материалов, представленных в указанной библиотеке, содержит название, категорию (вид материала) и название библиотеки в формате.xml;

7 – кнопка **Отобразить свойства выбранного материала**, при нажатии выводит окно с физическими параметрами выбранного материала;

8 – кнопка **Проверить материал**, открывает окно диалога **Изотропный материал**, в котором можно оценить свойства материала;

9 – кнопка **Обновление из библиотеки материалов**, позволяет обновить базу данных материала.



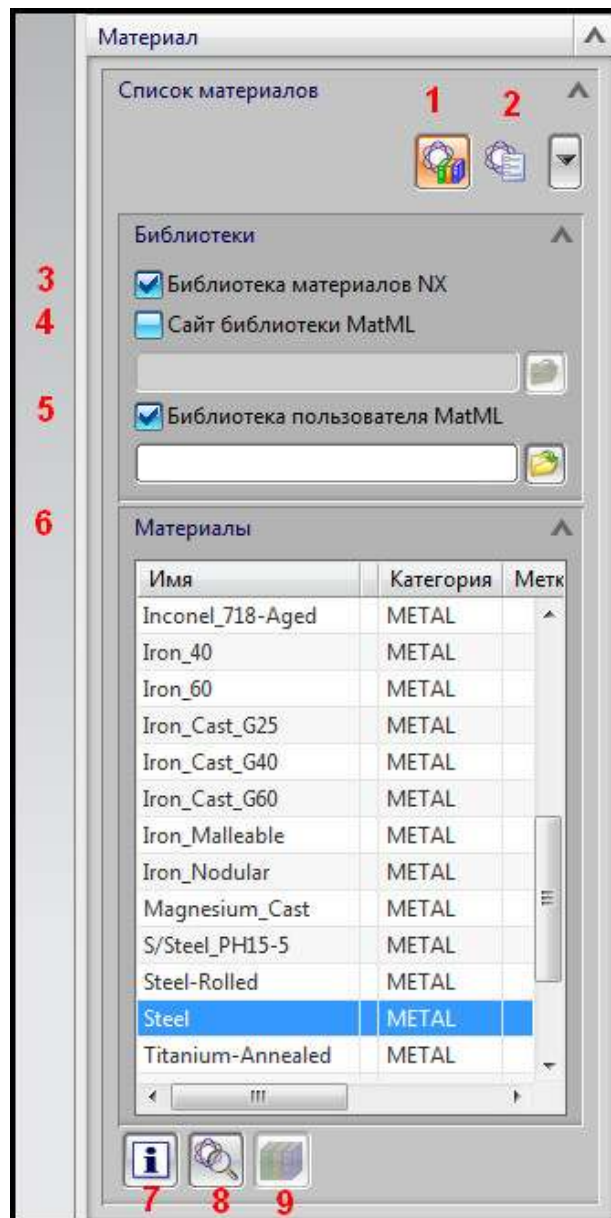


Рис. 5.25. Раздел **Материал**

Раздел **Толщина** содержит следующие элементы (рис. 5.26):

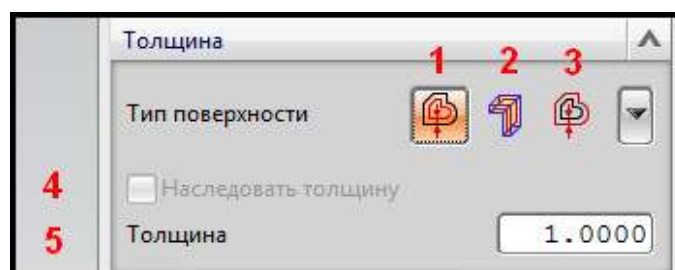


Рис. 5.26. Раздел **Толщина**

1 – кнопка **Внутренняя поверхность**, задает, что выбранная грань является внешней оболочкой детали;

2 – кнопка **Срединная поверхность**, задает, что выбранная грань является срединной поверхностью детали;



3 – кнопка **Внешняя поверхность**, задает, что выбранная грань является внутренней оболочкой детали; данные кнопки необходимы, если в качестве детали указываются поверхности;

4 – кнопка **Наследовать толщину**, активна при выборе в качестве детали твердого тела, позволяет наследовать толщину материала автоматически. В этом случае указывать, какой поверхностью является деталь, не нужно;

5 – строка ввода **Толщина**, служит для задания толщины детали.

Раздел **Вычисление** содержит следующие элементы (рис. 5.27):

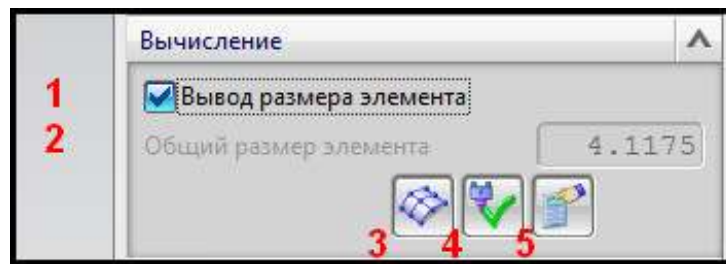


Рис. 5.27. Раздел **Вычисление**

1 – кнопка **Вывод размера элемента**, при активации высчитывает оптимальный размер элемента для данной геометрии, по умолчанию отключена;

2 – строка ввода **Общий размер элемента**, позволяет вручную ввести значение элемента, активна при отключении кнопки **Вывод размера элемента**;

3 – кнопка **Сетка**, при нажатии на нее начинается автоматическое построение сетки конечных элементов;

4 – кнопка **Проверка качества сетки**, при нажатии проверяет построенную сетку с данными параметрами;

5 – кнопка **Вычисление**, при нажатии начинает расчет конечно-элементной модели.

Раздел **Отображение результатов** позволяет визуально определить параметры детали выводом цветовой шкалы и включает следующие элементы (рис. 5.28):

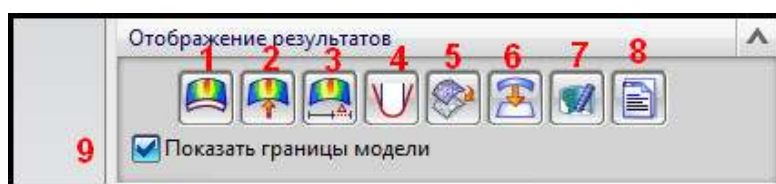


Рис. 5.28. **Отображение результатов**

1 – кнопка **Показать толщину**, отображает изменение толщины материала;

2 – кнопка **Показать напряжение**, отображает возникающие напряжения в детали при вытяжке;

3 – кнопка **Показать деформацию**, отображает деформацию детали;

4 – кнопка **Показать пружинение**, отображает результат пружинения детали;

5 – кнопка **Выходное фасетное тело пружинения**, создает трангулированную (фасетную) модель тела пружинения и файл формата .spb, содержащий информацию о координатах узлов и элементах;

6 – кнопка **Показать форму шаблона развертки**, отображает сетку конечных элементов на развертке;



7 – кнопка **Создать профиль**, создает профиль для развертки;  
8 – кнопка **Отчет**, создает отчет в формате XML, в который добавляет снимки экрана всех результатов анализа, указанных выше, при нажатии выводит окно **Одношаговый отчет** для захвата изображений;

9 – кнопка **Показать границы модели**, при активации отображает в рабочем окне ребра детали, при отключении скрывает их.

Раздел **Настройки** включает четыре вкладки (рис. 5.29):

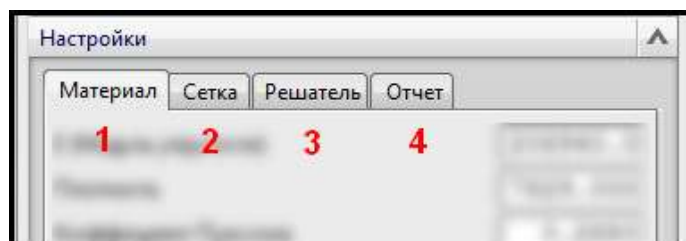


Рис. 5.29. Раздел **Настройки**

1 – **Материал**, задает параметры материала: модуль упругости, плотность, коэффициент Пуассона и др.;

2 – **Сетка**, задает параметры сетки;

3 – **Решатель**, задает параметры и точность вычислений;

4 – **Отчет**, позволяет включать или исключать из отчета некоторые характеристики.

Вкладка **Сетка** содержит следующие элементы (рис. 5.30):

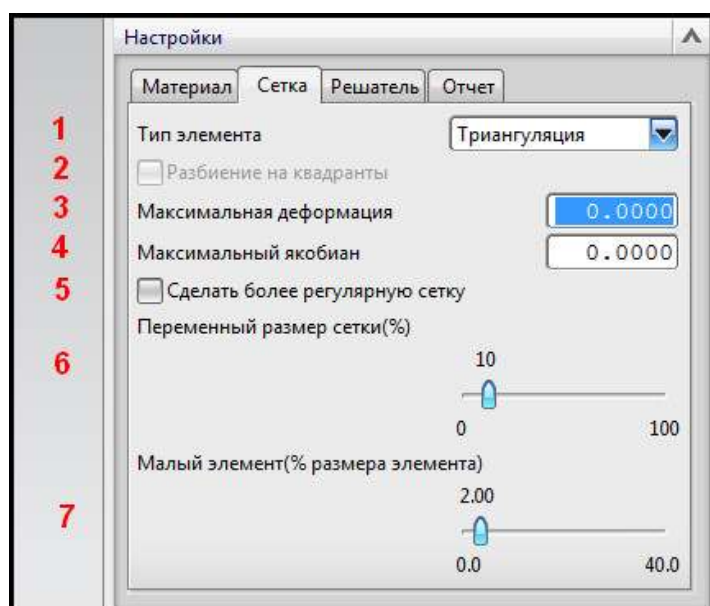


Рис. 5.30. Вкладка **Сетка**

1 – список выбора **Тип элемента**, позволяет пользователю выбрать способ создания элементов – **триангуляция** (треугольные элементы) или **Quad4** (четыреугольные);

2 – кнопка **Разбиение на квадранты**, активна при выборе сетки **Quad4**, позволяет разбить элементы сетки на квадранты;

3 – строка ввода **Максимальная деформация**, задает максимальную деформацию элемента сетки;



- 4 – строка ввода **Максимальный якобиан**, задает максимальный якобиан элемента сетки;
- 5 – кнопка **Сделать более регулярную сетку**;
- 6 – ползунок **Переменный размер сетки**, задает процентное соотношение между большим и меньшим элементами сетки;
- 7 – ползунок **Малый элемент (% размера элемента)**, позволяет задать размеры для малых элементов сетки.

Вкладка **Решатель** содержит следующие элементы (рис. 5.31):

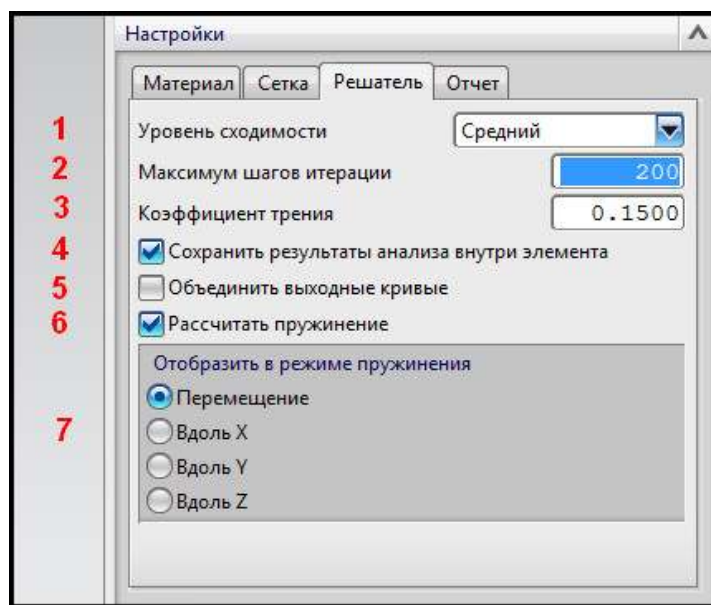


Рис. 5.31. Вкладка **Решатель**

- 1 – строка выбора **Уровень сходимости**, может принимать значения **Низкий**, **Средний** и **Высокий**, определяет уровень сходимости итерационного процесса;
- 2 – строка ввода **Максимум шагов итерации**, устанавливает максимальное число шагов, которые будут выполнены решателем для достижения уровня сходимости;
- 3 – строка ввода **Коэффициент трения**, задает коэффициент трения, влияющий на напряжения и деформации, а также на усталостные повреждения при анализе;
- 4 – кнопка **Сохранить результат анализа внутри элемента**, сохраняет результаты при одношаговом анализе формуемости, по умолчанию активна;
- 5 – кнопка **Объединить выходные кривые**, объединяет кривые заготовки в единую кривую, по умолчанию неактивна;
- 6 – кнопка **Рассчитать пружинение**, выполняет расчет на пружинение, позволяет строить фасетные тела модели пружинения, по умолчанию включена;
- 7 – кнопки выбора **Отобразить в режиме пружинения**, выводит результат пружинения в определенном направлении в выбранном режиме: **Перемещение** (все направления), **Вдоль X**, **Вдоль Y**, **Вдоль Z**, отображено в разделе **Расширенная развертка**.

#### *Краткий алгоритм проведения одношагового анализа формуемости*

1. Вызовите окно диалога **Анализ формуемости – Одношаговый**.
2. Установите тип детали: грань или тело в разделе **Тип объекта**.
3. Нажмите кнопку в разделе **Развернуть область** и в рабочем окне укажите грани, которые будут развернуты:



- если необходимо произвести анализ всей детали, выберите все грани;
  - если необходимо выбрать определённые грани модели, укажите их. Обратите внимание на фильтр выбора, по умолчанию включен выбор Касательные грани.
4. Если выбрана частичная развертка детали, выберите раздел **Конечная область**, в рабочем окне укажите грань, относительно которой будет произведена развертка.
5. По умолчанию граничные условия определяются автоматически, удостоверьтесь, что конечная грань и грани, подвергаемые формообразованию, принадлежат одному телу.
6. Выберите материал детали в разделе **Материал**, если данная настройка не была произведена ранее.
7. Установите направление вытяжки изделия в разделе **Направление вытягивания**.
8. В разделе **Вычисления** нажмите кнопку **Сетка**, если она активна. Если кнопка **Сетка** не активна, проверьте еще раз, заданы ли все параметры, описываемые выше.
9. После построения сетки нажмите кнопку **Проверка качества сетки**:
- если выведено окно **Сетка прошла проверку качества** (рис. 5.32), нажмите кнопку **ОК**, а потом **Вычисление**;

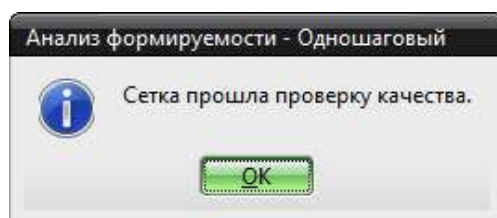


Рис. 5.32. Окно проверки

- если сетка проверку не прошла и информационное окно не выведено, перестройте ее, изменив значение размеров элемента в строке ввода **Общий размер элемента**. Рекомендуется нажать кнопку **Вывод размера элемента** для автоматического подсчета оптимального размера.

10. После расчета и вывода на экран контура заготовки проведите необходимый анализ в разделе **Отображение результатов**.

В результате одношагового анализа формируемости детали пользователь получает систему кривых, которые могут использоваться в качестве контура заготовки. Необходимо помнить, что для создания элемента **Заготовка** необходимо, чтобы кривые контура были расположены в одной плоскости. Процедура создания заготовки на основе контура описана в п. 5.3.2.

### 5.3.2. Опции команды **Заготовка**

Элемент **Заготовка** является плоским телом, ограниченным кривыми. Методы создания кривых заготовки рассмотрены выше. Чтобы создать элемент **Заготовка**, нажмите клавишу **Пустой** на панели приложения **Die Engineering**.

Интерфейс окна диалога показан на рис. 5.33 и содержит следующие элементы:

- 1 – список выбора **Фильтр**, определяет элемент геометрии, выбираемый в рабочем окне;
- 2 – кнопка **Подтвердить построение**, позволяет отображать результат построения до создания элемента, при активации выводит окно **Подтвердить построение**.



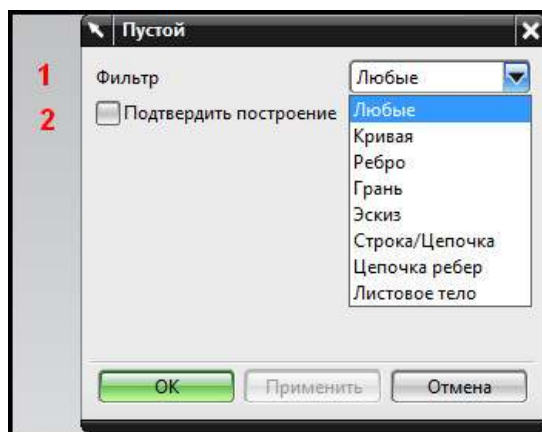


Рис. 5.33. Окно диалога **Заготовка**

#### *Краткий алгоритм создания элемента **Заготовка***

1. Вызовите окно диалога **Пустой**.
  2. В рабочем окне выберите контур, который будет контуром заготовки.
  3. Нажмите **ОК**.
- Если программа выдаст предупреждение, что кривые заготовки некомпланарны, перестройте контур заготовки так, чтобы его кривые лежали в одной плоскости.

В **Навигаторе модели** заготовка отмечается элементом **Штамповка заготовки** (рис. 5.34). На данном этапе процесс создания заготовки закончен.

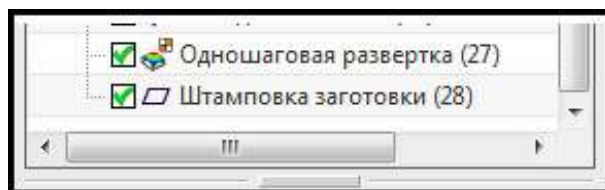


Рис. 5.34. Элемент **Штамповка заготовки**

### **5.4. Разработка электронной модели операции «вытяжка»**

По умолчанию в приложении **Die Engineering** при автоматической компоновке (кнопка **Помощник DOL**) первой операцией штамповки указывается вытяжка. При использовании ручного создания операций штамповки необходимо в окне диалога **Операция штамповки** указать тип оснастки **Draw die** (вытяжной штамп). Для работы с операцией штамповки в приложении представлены следующие опции: **Заливка**, **Поверхность прижима**, **Быстрый прижим**, **Кольцо прижима**, **Сечение переходной поверхности**, **Переходная поверхность**, **Кольцо прижима**.

#### *Краткий алгоритм разработки электронной модели и данных вытяжки*

1. Задайте поверхность, подвергаемую вытяжке, с помощью функции **Операция формовки**.
2. Задайте геометрию вытяжного перехода с помощью функции **Заливка области** путем «зашивки» и «заливки» пробитых отверстий, постройки дополнительных поверхностей перехода, удаленных на этапе обрезки.



3. Создайте поверхность прижима с помощью функций **Быстрый прижим** или **Поверхность прижима**.

4. Создайте переходную поверхность по набору сечений, соединяющую поверхность вытяжного перехода с поверхностью прижима.

5. Создайте прижимное кольцо непосредственной части заготовки, зажатой в процессе вытяжки между матрицей и прижимом, и объедините все элементы операции вытяжки в один вытяжной переход.

В результате работы пользователем будет создана электронная модель вытяжного перехода и подготовлены данные об операции вытяжки в **DOL отчете**.

#### 5.4.1. Проектирование поверхности детали – заливка

С помощью функции **Заливка области** для операции вытяжки можно заделать пробитые отверстия, а также зашить вырезанные области детали для получения более простого и гладкого в плане контура. Операция заливки позволяет упростить форму сложной поверхности, которую невозможно получить с помощью вытяжки.

Нажмите кнопку **Заливка области** на панели **Проектирование штампов** (рис. 5.35). Функционал данного окна включает следующие элементы:

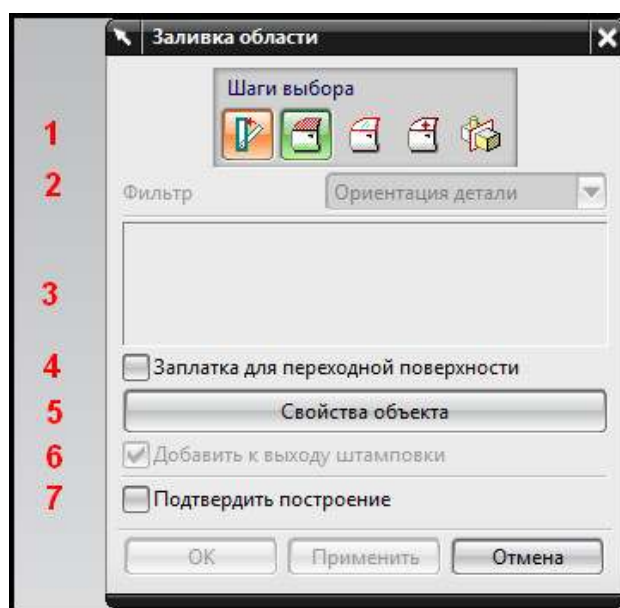


Рис. 5.35. Окно **Заливка области**

1 – раздел **Шаги выбора** служит для поэтапного указания элементов, которые закроют пробитые отверстия и области;

2 – список выбора **Фильтр**, позволяющий выбирать в рабочем окне элементы геометрии только определённого типа;

3 – **область дополнительных сведений**; в зависимости от шага заливки отверстий позволяет указывать дополнительные параметры построения;

4 – кнопка **Заплата для переходной поверхности**, при активации создает элемент зашивки области на переходной поверхности;

5 – кнопка **Свойства объектов**; открывает стандартное окно параметров создаваемого элемента для указания слоя, цветов и шрифта;



6 – кнопка **Добавить к выходу штамповки**, при активации добавляет зашиваемый элемент к выходу штамповки на следующие операции штамповки.

7 – кнопка **Подтвердить построение**, при активации позволяет визуально оценить будущий результат построения для того, чтобы принять его или отвергнуть.

Раздел **Шаги выбора** представлен следующими кнопками (рис. 5.36):

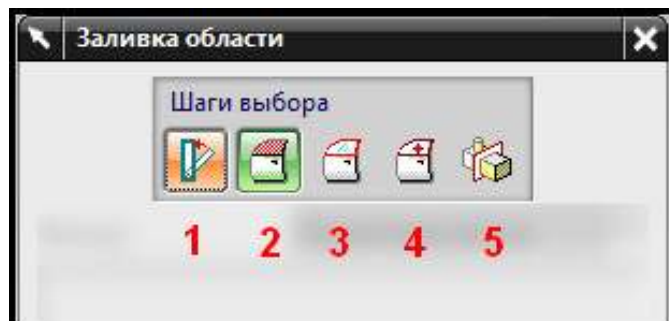


Рис. 5.36. Шаги выбора

1 – **Ориентация изделия**, предназначена для выбора копии изделия на операции вытяжки, для которой необходимо провести заливку;

2 – **Форма зашивки**, выбирается, если поверхность, которой будет зашито отверстие на операции, уже создана в геометрии готовой детали;

3 – **Границы области обработки**, выбирается, если существует замкнутая граница из кривых, по которой автоматически будет создана поверхность заливки;

4 – **Точка в области**, необходима для указания точки внутри выбранной границы или на выбранной поверхности;

5 – **Область отражения**, необходима для построения зеркальной копии залитого отверстия относительно указанной пользователем плоскости.

#### *Краткий алгоритм заливки отверстий*

1. Откройте окно **Заливка области**.

2. Укажите ориентацию изделия на позиции вытяжки, для которого будет произведена заливка отверстия.

3. Задайте параметры поверхности заливки:

- или укажите созданную поверхность на модели изделия, если она была построена вами заранее;
- или укажите замкнутый контур отверстия или области, которые должны быть залиты;
- при необходимости укажите точку внутри контура или на поверхности для определения приложением **Die Engineering** необходимой поверхности.

4. Нажмите кнопку **ОК** или **Применить**.

5. Повторите процедуру для всех необходимых отверстий или областей.

Если нужно провести заливку пробитых отверстий, то нет необходимости проектировать дополнительные кривые или поверхности на модели изделия, достаточно на этапе выбора контура указать ребра изделия, образующие отверстия.

Для областей, образующих участки со сложным контуром или острыми углами при обрезке или вырубке детали, которые необходимо закрыть для получения более гладкого и упрощенного контура без острых углов, необходимо предварительно пост-



роить контуры или поверхности. Для этого используются стандартные средства моделирования NX.

Если пользователь выбирает метод заливки области по ребрам и кривым, то достаточно достроить граничные кривые, касательные к ребрам, образующим область для последующей заливки.

Если используется метод выбора поверхности, которой будет залита указанная область, то необходимо сначала построить данную поверхность.

При необходимости создания зеркальной копии выбранного элемента заплатки при выборе соответствующего шага **Область отражения** в **Области дополнительных сведений** появятся два элемента (рис. 5.37):

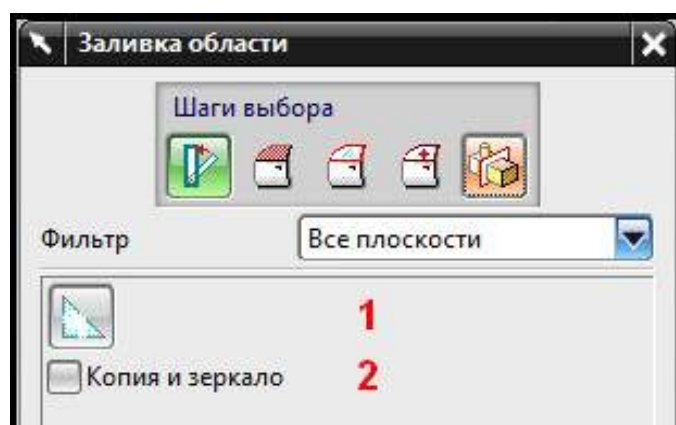


Рис. 5.37. Область дополнительных сведений

1 – кнопка **Задать плоскость**, при нажатии на которую открывается стандартное окно построения **Плоскости**; служит для выбора зеркальной плоскости;

2 – кнопка **Копия и зеркало**, позволяет отобразить источник, копию и плоскость.

#### 5.4.2. Проектирование поверхности прижима, быстрый прижим

Создание операции вытяжки необходимо начать с определения формуемой геометрии. На операции вытяжки должна быть получена определённая форма перехода, которая отличается от формы конечной модели. Поэтому необходимо указать, какие грани конечной детали формируются при вытяжке на определённой операции.

Данная функция может быть задана при создании компоновки с помощью функции **DOL**. На этапе указания геометрии детали можно выбрать границу, отделяющую формуемую область от фланца, и данная область будет автоматически задана в качестве области формовки, что отражено в **DOL отчете** на операции вытяжки.

Пользователь также может выбрать геометрию перехода вручную. Для задания этой операции необходимо вызвать окно диалога **Операция формовки**. Нажмите одноименную клавишу на панели **Die Engineering**. Интерфейс окна диалога представлен на рис. 5.38:

1 – раздел **Ориентация детали**, позволяет выбрать ориентацию детали, на которой будет совершена вытяжка;

2 – раздел **Граница области**, указывает границу разделения области формовки от фланца;



- 3 – раздел **Точка в области**, служит для указания точки в области формовки;
- 4 – раздел **Направление кулачка**, указывает направление движения инструмента, по умолчанию инструмент направлен вдоль оси  $-Z$ ;
- 5 – раздел **Более подробно**, позволяет ввести комментарий;
- 6 – раздел **Настройки**, указывает, является ли вытяжка окончательной, а также позволяет вывести окно задания цвета формуемой области, слой и тип линии.

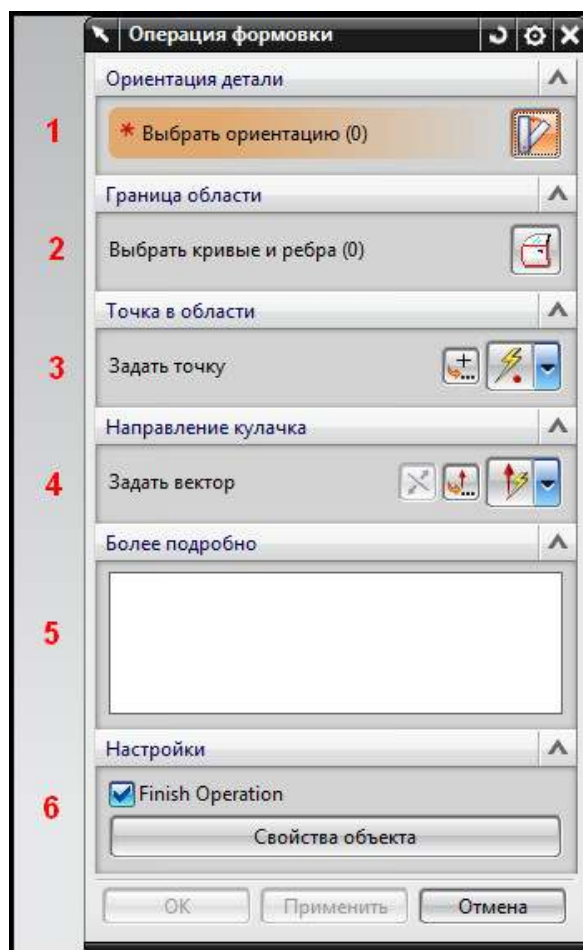


Рис. 5.38. Окно **Операция формовки**

Чтобы задать область формовки, пользователь может следовать *приведенному алгоритму*.

1. Вызовите окно диалога **Область формовки**.
2. Нажмите кнопку **Выбрать ориентацию** и в рабочем окне укажите операцию штамповки, на которой будет совершена вытяжка.
3. Укажите границу раздела между формуемой областью и фланцем в разделе **Граница области**.
4. Задайте направление вытяжки.
5. Нажмите **ОК**.

В результате будет создана поверхность, размещённая на ориентации модели операции вытяжки. В **отчете DOL** будет создана информация о площади формовки, направлении вытяжки и сведения о чистой операции (рис. 5.39).



☐	☑	🔧	Операция формовки(21) - Вытяжной штамп - Законченный - По прямой
---	---	---	Направление кулачка =X: 0.000000 Y: 0.000000 Z: -1.000000
---	---	---	Площадь формовки 147687,07
---	---	---	Чистовая операция - Да

Рис. 5.39. DOL отчет

Для моделирования вытяжного перехода кроме обозначения формуемой области необходимо создать поверхность прижима. Такой поверхностью называется часть заготовки, зажимаемой в процессе вытяжки между пуансоном и прижимом.

К поверхности прижима предъявляются различные требования, от ее геометрии зависит правильное перемещение металла в процессе вытяжки и, следовательно, распределение внутренних напряжений.

Поверхность прижима может представлять собой разновидность линейчатой поверхности, развертывающуюся поверхность. Поверхности данного типа образованы движением прямой линии вдоль определённой траектории. К наиболее простым линейчатым поверхностям относятся цилиндрическая и коническая (рис. 5.40). Поскольку листовая заготовка является плоскостью, уложить ее на прижимную поверхность без образования гофр возможно, если поверхность прижима также будет представлять собой линейчатую поверхность.

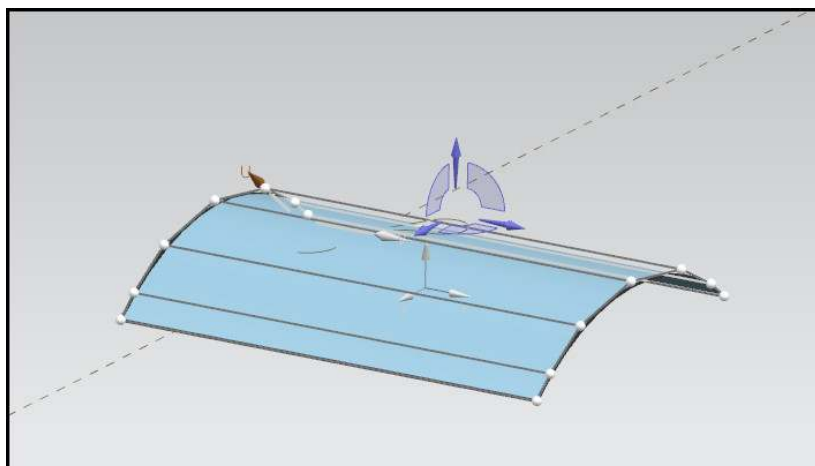


Рис. 5.40. Цилиндр – частный случай линейчатой поверхности

Для создания прижимной поверхности в приложении **Die Engineering** реализовано две функции: **Поверхность прижима** и **Быстрый прижим**.

В данном разделе будет рассмотрен начальный процесс создания прижимной поверхности. Окончательное построение части вытяжного перехода, предназначенной для прижима, будет сформировано в следующих разделах.

Для запуска приложения создания прижима нажмите кнопку **Поверхность прижима** на панели приложения Die Engineering. Интерфейс окна диалога **Поверхность прижима** включает следующие элементы (рис. 5.41):

1 – раздел **Шаги выбора**, содержащий кнопки поэтапного создания поверхности прижима: **Граничные линии**, **Триангуляция граней** и **Заготовка обертки**;

2 – список выбора **Фильтр**, определяющий объект выбора геометрии в рабочем окне;



3 – поле дополнительных опций; активно при указании шага выбора **Триангуляция граней**;

4 – список выбора **Вывод**; позволяет указать результат работы в данном приложении: либо вывод поверхности прижима, либо вывод фасетной геометрии прижима;

5 – кнопка **Свойства объектов**, открывающая стандартное окно параметров создаваемого объекта: слой, тип линии контура, толщину контура и его цвет;

6 – кнопка **Подтвердить построение**, позволяет просмотреть результат процесса до его принятия.

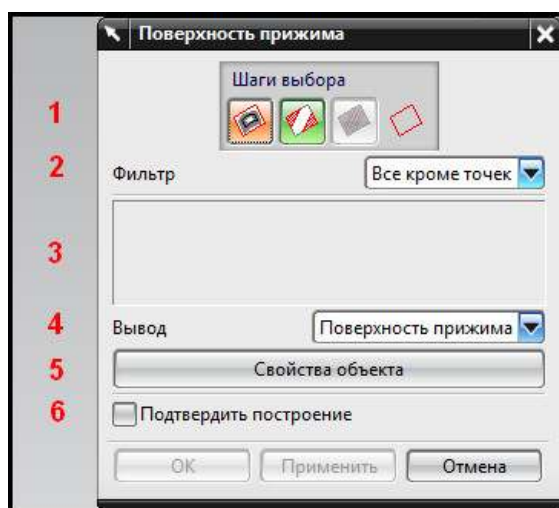


Рис. 5.41. Поверхность прижима

Поле **Допуски**, появляющееся при изменении существующего элемента прижима, содержит два поля ввода данных **Расстояние** и **Угол**; данные поля позволяют указать минимальные размеры триангулированных областей прижима; графически данные отображаются при выборе типа вывода **Анализ геометрии**.

Раздел **Шаги выбора** состоит из следующих элементов интерфейса (рис. 5.42):

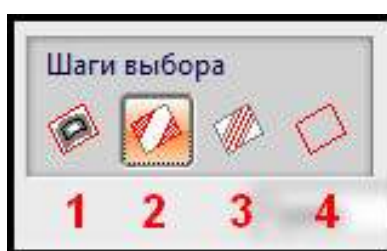


Рис. 5.42. Шаги выбора

1 – кнопка **Граничные линии**, служит для задания границы будущей поверхности прижима; границей могут быть выбраны кривые и ребра существующих тел;

2 – кнопка **Триангуляция граней**, отображает геометрию прижима разделением ее на треугольные участки;

3 – кнопка **Управление**, служит для изменения размеров фасетов, активна только для изменения параметров уже созданной прижимной поверхности;

4 – кнопка **Заготовка обертки**, служит для указания замкнутого контура развертки заготовки.



Поле дополнительных опций при выборе шага **Триангуляция граней** (рис. 5.42, 2) содержит элементы (рис. 5.43):

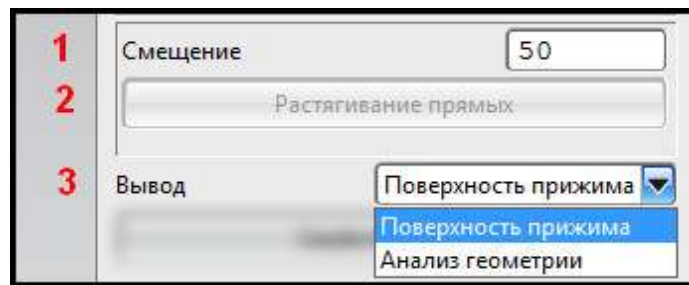


Рис. 5.43. Поле дополнительных опций

1 – кнопка **Смещение**, задает шаг размера фасета (треугольника) вдоль направляющей поверхности прижима;

2 – кнопка **Растягивание прямых**, при нажатии открывает окно перемещения стороны фасета (треугольника);

3 – строка ввода **Вывод**, позволяет указать тип создаваемой поверхности прижима – поверхность по кривым или поверхность из фасетов.

#### ***Краткий алгоритм создания поверхности прижима***

1. Создайте контур будущей поверхности прижима.
2. Вызовите окно **Поверхность прижима**.
3. Укажите в качестве границы прижима созданный контур.
4. Нажмите **ОК**.

Для изменения размера прижима необходимо задать фасетное отображение.

1. В **Навигаторе модели** вызовите контекстное меню элемента **Поверхность прижима**, выберите пункт **Изменить параметры**.

2. Если поверхность прижима представлена сплошной поверхностью, приступите к следующему шагу, иначе перейдите в режим задания фасетов, нажав кнопку **Триангуляция граней**, укажите размер фасета и, выделив в строке вывода **Выбор** строку **Анализ геометрии**, нажмите **ОК**, еще раз вызовите меню редактирования прижима через навигатор модели и перейдите на шаг **Триангуляция граней**.

3. Укажите один из фасетов и нажмите кнопку **Растягивание прямой**.

4. С помощью окна диалога **Растягивание прямой** укажите новый размер фасета.

5. Нажмите **ОК**.

В итоге будет смоделирована прижимная поверхность.

Построение контура прижима может быть осуществлено вручную. Для этого с помощью стандартных средств приложения **Моделирование** необходимо построить из кривых замкнутый контур. Форма прижима должна быть приближена к форме детали. Элемент прижима в **Навигаторе модели** отмечен, как показано на рис. 5.44. В **DOL отчете** прижим не указывается, потому что данный элемент представляет собой заготовительную модель прижима.

В приложении **Die Engineering** реализована возможность построения быстрого прижима. Данная операция автоматически выстраивает поверхность указанной формы на основе анализа формы области вытяжки. Для работы с функционалом прило-



жения **Быстрый прижим** нажмите одноименную клавишу на панели приложения Die Engineering.

Интерфейс окна диалога **Быстрый прижим** включает следующие элементы (рис. 5.45):

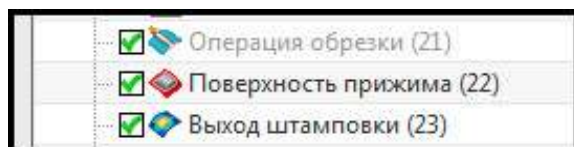


Рис. 5.44. Элемент **Поверхность прижима**

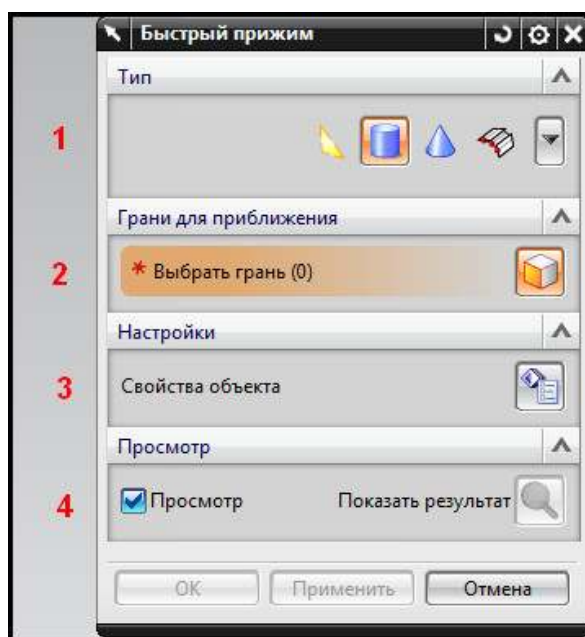


Рис. 5.45. **Быстрый прижим**

1 – раздел **Тип**, служит для выбора формы будущего прижима; реализована возможность создания следующих типов прижима:

- **Плоский** (создает плоский прижим);
- **Цилиндрический** (создает цилиндрическую поверхность);
- **Конический** (создает прижим конической формы);
- **Монодуга** (создает линейчатую поверхность свободной формы, близкой к форме вытягиваемой поверхности);

2 – раздел **Грани для приближения**, служит для указания области для вытяжки, для которой будет выстраиваться прижим;

3 – раздел **Настройки**, содержит кнопку **Свойства объектов**, открывает стандартное одноименное окно для редактирования слоя, цвета и других параметров проектируемого элемента;

4 – раздел **Просмотр**, отображает проектируемую поверхность прижима.



*Краткий алгоритм создания поверхности прижима  
с помощью функции **Быстрый прижим***

1. Вызовите окно диалога **Быстрый прижим**.
2. Выберите раздел **Грани приближения**, в рабочем окне укажите одну из поверхностей модели на операции **Вытяжка** (автоматически будет выбран весь переход).
3. В разделе **Просмотр** нажмите одноименную кнопку для визуальной оценки будущей поверхности прижима.
4. В разделе **Тип** укажите необходимую форму прижимной поверхности из четырех представленных.
5. Нажмите **ОК**.

Таким образом пользователь создает элемент **Быстрый прижим**.

В процессе проектирования в Навигаторе модели появится элемент построения **Быстрый прижим**. В **DOF** отчете быстрый прижим указываться не будет.

### **5.4.3. Проектирование поверхности припуска – сечения переходной поверхности**

Построение модели вытяжного перехода продолжается проектированием поверхности припуска. Поверхностью технологического припуска называется часть материала заготовки, касательно соединяющая поверхность прижима и поверхность вытяжки. Поверхность технологического припуска позволяет регулировать параметры процесса вытяжки, например, глубину вытяжки, наличие ступенчатой матрицы, течение материала с помощью дополнительных элементов в штампе – валиков и подштамповок.

Проектирование технологического припуска происходит в два этапа. Первоначально пользователь должен задать параметры сечения этой поверхности. После этого по сечению (или сечениям) построить саму поверхность.

Для задания сечений переходной поверхности необходимо нажать кнопку **Сечения переходной поверхности** на панели приложения **Die Engineering**. Интерфейс окна диалога представлен на рис. 5.46. Функционал программы содержит следующие разделы:

- 1 – **Изделие**, служит для указания операции, на которой будет создан прижим, по умолчанию выбирается вся модель на операции вытяжки;
  - 2 – **Сечение**, задает вид сечения и способ его построения;
  - 3 – **Грани ограничения**, указывает грань, за которую не будет выходить проектируемое сечение, к которой проектируемое сечение будет касательно, применяется вместе с кривой ограничения;
  - 4 – **Ограничение границы**; указывает кривую, между которой и гранью изделия будет построено сечение;
  - 5 – **Нейтральная кривая**, служит для указания кривой на поверхностях вытяжного перехода, в котором течение металла отсутствует, применяется для анализа формемости, необязательный шаг;
  - 6 – **Вывод поверхности**, позволяет вывести на экран фасетное изображение поверхности и задать его границы, по умолчанию функция отключена;
  - 7 – **Настройки**, служит для задания минимальных значений сечения и величины допуска;
  - 8 – **Просмотр**, служит для отображения проектируемого варианта сечения.
- Раздел **Сечение** содержит следующие элементы (рис. 5.47):



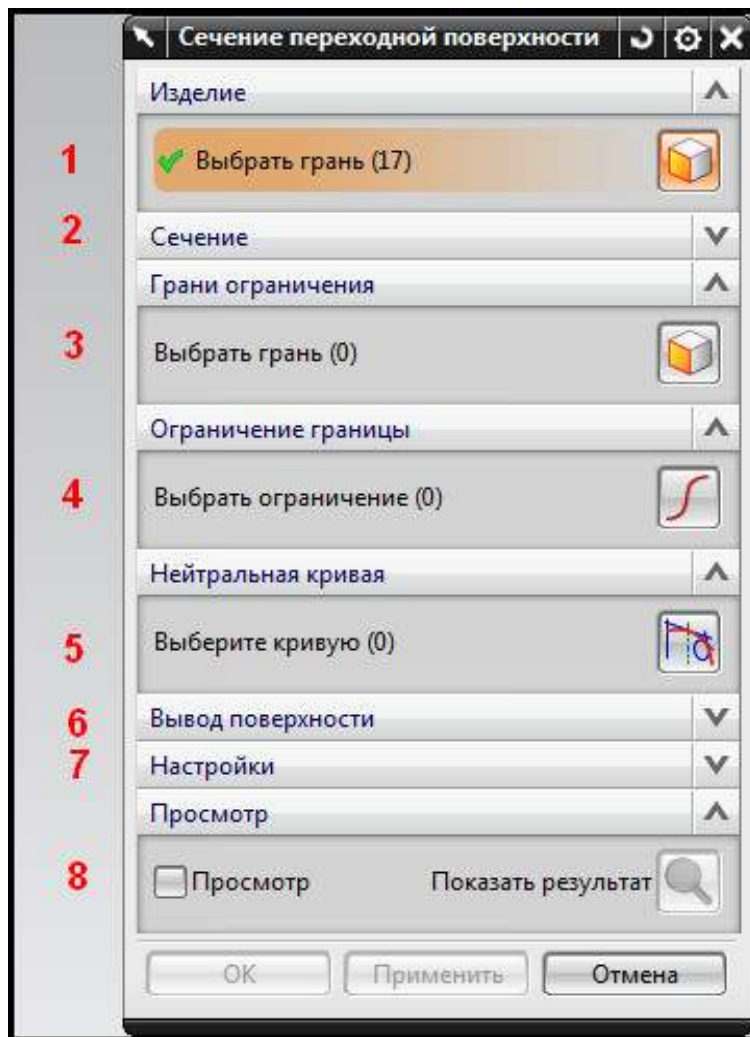


Рис. 5.46. Сечения переходной поверхности

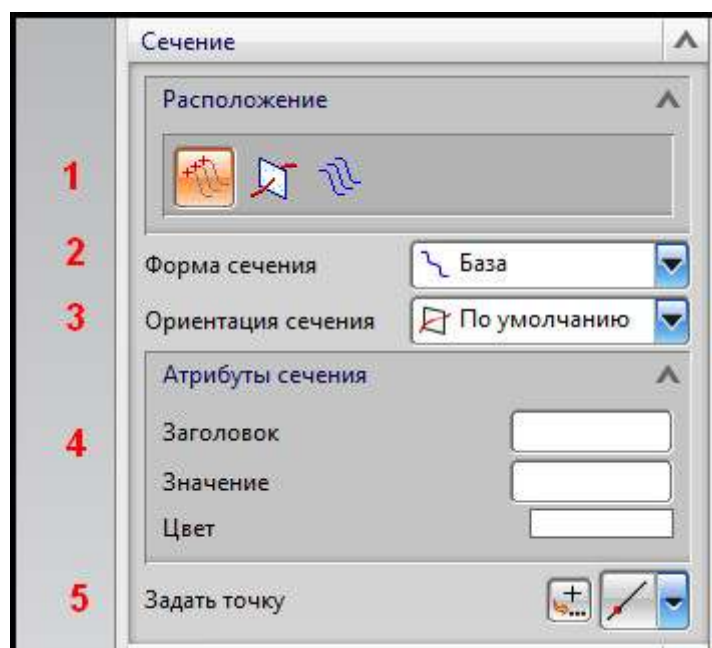


Рис. 5.47. Раздел Сечение



1 – раздел **Расположение**, позволяет выбрать способ построения геометрии сечения:

- **В точке**, строит сечение из точки на границе изделия;
- **На плоскости**;
- **С кривой**, выбирает в качестве сечения существующую кривую;

2 – список выбора **Форма сечения**, позволяет выбрать форму сечения из стандартных, функция доступна для способов построения сечения **В точке** и **На плоскости**:

- **База**;
- **Вытяжка с подштамповкой**;
- **Упрощение**;
- **Канал**;
- **Смешанное**;
- **Расширение**, создает линейный объект;
- **Система**, создает сечение интерполяцией различных соседних сечений;
- **Задаваемый пользователем**, задает сечение, интерполируемое из существующей кривой;
- **Библиотека повторного использования**;

3 – список выбора **Ориентация сечения**, позволяет указать, как будет расположена плоскость сечения относительно точки создания; функция доступна для способа построения сечения **В точке**; существуют следующие способы задания плоскости построения сечения:

- **По умолчанию**;
- **3D перпендикуляр**;
- **Сопряжение**;
- **Изопараметрический**;
- **Плоскость от наклонного ребра**;

4 – раздел **Атрибуты сечения**, позволяет задать цвет, значение и заголовок сечения;

5 – кнопка **Задать точку**, доступна для способа построения сечения **В точке**; вызывает стандартное окно построения элемента **Точка**;

или кнопка **Задать плоскость**, доступна для способа построения сечения **В точке**; вызывает стандартное окно построения элемента **Плоскость**;

или кнопка **Выберите кривую**, доступна для способа построения сечения **В точке**; вызывает стандартное окно построения элемента **Эскиз**.

После создания сечения переходной поверхности в разделе **Сечение** появляются дополнительные элементы для редактирования выбранного сечения (рис. 5.48):

1 – кнопка **Динамическая плоскость**, необходима для изменения угла новой плоскости сечения к углу первоначального построения плоскости; при активации в рабочем окне появляется визуальный инструмент изменения угла;

2 – кнопка **Сохраните плоскость, заданную пользователем**, появляется при изменении плоскости сечения; при активации сохраняет положение в качестве основного;

3 – кнопка **Задать плоскость**, позволяет создать плоскость построения сечения стандартными элементами инструмента **Плоскость**;

4 – кнопка **Выбрать сечение**, позволяет указать в рабочем окне одно из созданных сечений переходной поверхности для редактирования;



- 5 – кнопка **Параметры**, при нажатии вызывает окно **Параметры сечения** (рис. 5.50) для редактирования сечения;
- 6 – кнопка **Удалить сечение**;
- 7 – кнопка **Копировать сечение**;
- 8 – кнопка **Анализ фланца**, вызывает текстовый файл с анализом построенной поверхности;
- 9 – раздел **Отразить сечение**, позволяет создать копию сечения в ближайшем положении на направляющей кривой.

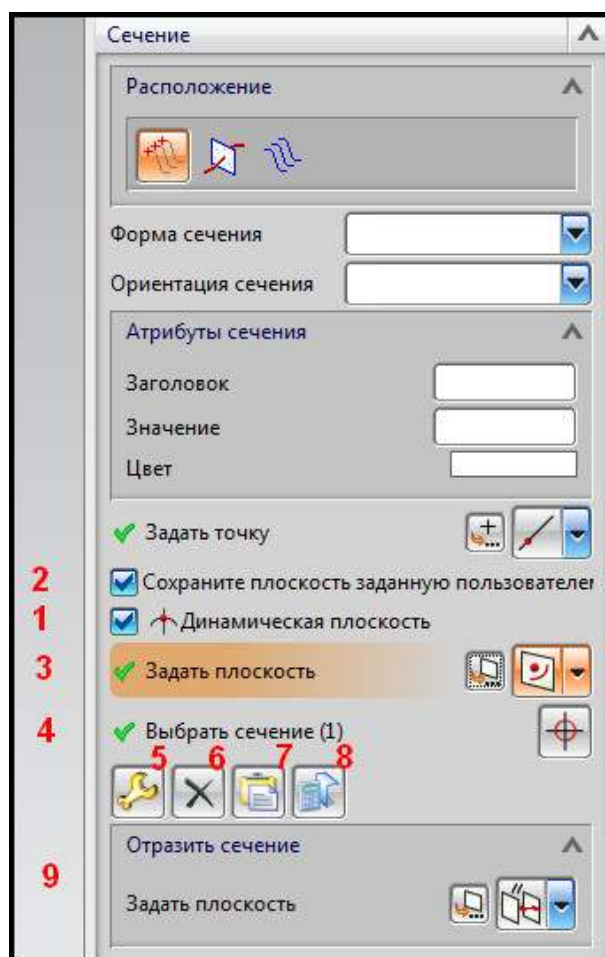


Рис. 5.48. Раздел **Сечение** (дополнительные функции)

Сечения переходной поверхности, представленные в приложении **Die Engineering**, по умолчанию состоят из некоторого числа отдельных сегментов. Максимальное количество сегментов – одиннадцать. Комбинация из некоторого числа сегментов дает определённый тип стандартного сечения. Удаление сегмента возможно, если задать значение его размера равным нулю.

Раздел **Вывод поверхности** при активации выстраивает на основе принятого сечения переходную поверхность. При активации данной функции построение переходной поверхности будет завершено на данном этапе, и следующий этап проводить не нужно. Раздел содержит следующие элементы (рис. 5.49):



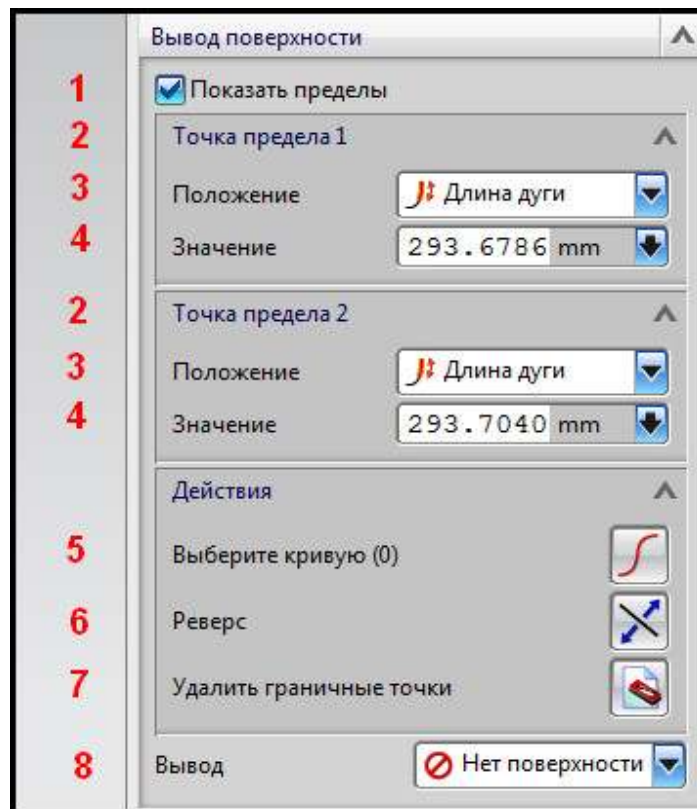


Рис. 5.49. Вывод поверхности

1 – кнопка **Показать пределы**, при активации задает интервал, для которого на основании созданного сечения будет смоделирована переходная поверхность;

2 – разделы **Точка предела 1** и **Точка предела 2**, задают начальную и конечную точку интервала;

3 – раздел **Положение**, задает способ задания точек;

4 – строка ввода **Значение**, задает положение точки относительно концов ребра, на котором будет создана поверхность;

5 – кнопка **Выберите кривую**, использует иной вывод выбора пределов направляющей поверхности, указывает ребро или кривую, на длине которой будет создана переходная поверхность;

6 – кнопка **Реверс**, задает обратное направление кривой;

7 – кнопка **Удалить граничные точки**, сбрасывает положение созданных граничных точек;

8 – строка выбора **Вывод**, указывает тип проектируемой поверхности.

Если пользователь указывает тип построения сечения **В точке** или **На плоскости**, форму сечения он может выбрать из представленных в приложении **Die Engineering ОК**, откроется окно **Параметры сечения**. В рабочем окне при этом будет отображено проектируемое сечение. Пользователь может выбрать какой-либо из сегментов сечения, при этом появятся стрелки динамического изменения размеров сечения, управляя которыми пользователь вручную указывает размеры и положение сегмента. Для прямолинейных участков предлагается изменение длины и угла, для радиусных частей сечения – радиус и угол сектора. Интерфейс окна диалога представлен на рис. 5.50. В окне расположены две закладки **Общий** и **Формуемость**, а также следующие элементы:



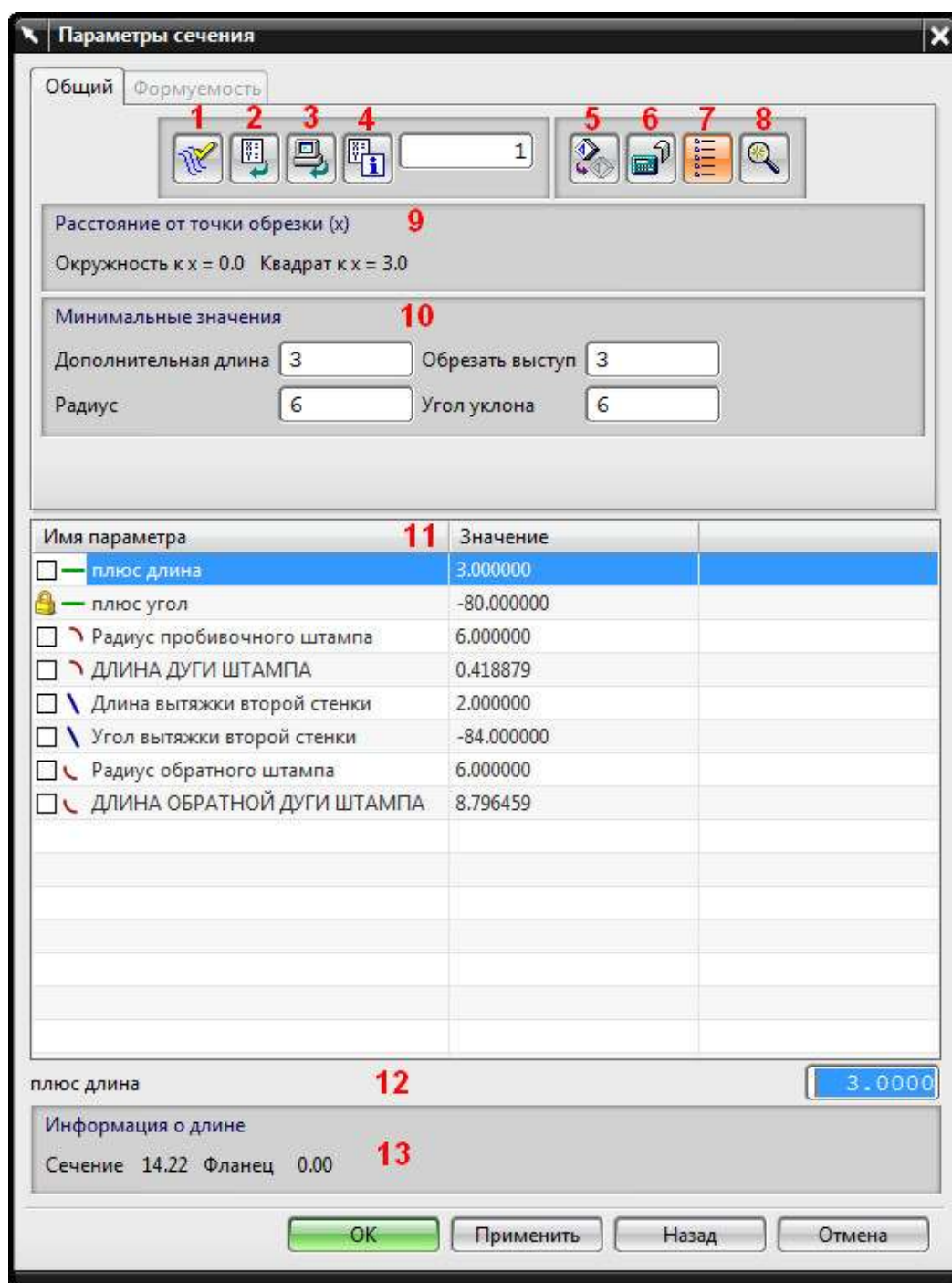


Рис. 5.50. Окно Параметры сечения

- 1 – кнопка **Применить к выбранным сечениям**, присваивает указанные размеры сечения всем выбранным сечениям в рабочем окне;
- 2 – кнопка **Восстановить параметры**, сбрасывает значения размеров сечения;
- 3 – кнопка **Восстановить свободный вид**, ориентирует рабочий вид по нормали к плоскости построения сечения;
- 4 – кнопка **Список параметров**, выводит окно с информацией о выбранном параметре сечения;
- 5 – кнопка **Скрыть фоновые данные**, при нажатии оставляет в рабочем окне видимым только проектируемое сечение, возврат осуществляется повторным нажатием кнопки;



6 – кнопка **Отобразить результаты анализа**, открывает информационное окно с данными о сечении;

7 – кнопка **Показать только активные параметры**, по умолчанию активна, при отключении отображает параметры всех одиннадцати сегментов, даже если они не относятся к данному типу сечения;

8 – кнопка **Просмотр поверхности**, при нажатии отображает триангулированную (фасетную) модель будущей поверхности, построенной на основе данного сечения, отключается повторным нажатием кнопки;

9 – раздел **Расстояние от точки обрезки**, определяет положение точки обрезки (отмечается крестиком ×), расстояние указывает длину от начала сегмента до данной точки;

10 – раздел **Минимальные значения**, служит для задания минимальных размеров четырех сегментов, которые обязательно присутствуют в сечении: **Дополнительная длина**, **Обрезать выступ**, **Радиус** и **Угол уклона**;

11 – **таблица** параметров сечения, содержит название и размеры сегментов сечения, при ручном изменении размеров в рабочем окне данные о сечении в таблице динамически изменяются;

12 – значение **размера элемента**, отображает выбранный в таблице параметр, позволяет изменить его значение заданием вручную;

13 – раздел **Информация о длине**, отображает длину сечения в определённый момент.

При выборе радиусной части пользователь может щелкнуть правой кнопкой мыши по значению радиуса в таблице параметров и преобразовать его в плоский (**Convert to Flat Arc**).

Раздел **Настройки** содержит следующие элементы (рис. 5.51):

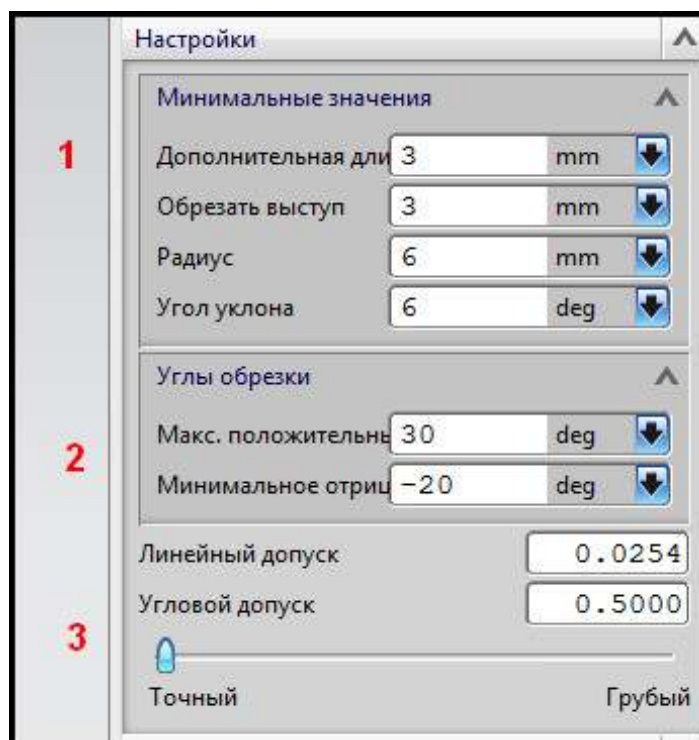


Рис. 5.51. Раздел **Настройки**



1 – раздел **Минимальные значения**, служит для задания минимальных размеров основных параметров сечения: **Дополнительная длина**, **Обрезать выступ**, **Радиус**, **Угол уклона**;

2 – раздел **Углы обрезки**, указывает минимальные положительное и отрицательное значения угла обрезки;

3 – строки ввода **Линейный допуск** и **Угловой допуск**.

### *Краткий алгоритм построения сечений переходной поверхности*

1. На панели приложения **Die Engineering** нажмите кнопку **Сечения переходной поверхности**.

В открывшемся окне диалога в разделе **Изделие** автоматически указывается модель на операции вытяжки.

2. Задайте минимальные параметры сечения и допуск в разделе **Настройки**.

3. В разделе **Сечение** укажите способ построения сечения. Если существует кривая, которую возможно использовать в качестве сечения, выберите тип построения **По кривой**. Если необходимо первоначально построить сечение, выберите типы построения **В точке** или **На плоскости**:

- укажите вид создаваемого сечения из предложенных;
- задайте параметры построения: ориентацию плоскости построения, атрибуты;
- если выбран метод построения **В точке**, то нажмите кнопку **Точка**;
- в рабочем окне укажите точку на ребре вытяжного перехода, нажмите **ОК**;
- в открывшемся окне диалога **Параметры сечения** установите геометрические значения сегментов сечения, вручную передвигая сегмент в рабочем окне или числовым заданием; нажмите **ОК**.

4. В разделе **Ограничительная кривая** укажите кривую, которая будет границей между поверхностью прижима и переходной границей.

5. Если есть необходимость создать переходную поверхность на данном этапе, то следует нажать кнопку **Вывод** в разделе **Вывод поверхности** и выбрать метод создания поверхности.

6. Нажмите **ОК**.

В результате работы с окном диалога **Сечения переходной поверхности** будут созданы элементы сечения, на основе которых на следующем этапе будет спроектирована переходная поверхность.

Сечения переходной поверхности могут помочь создать набор кривых, выполняющих различные функции. Например, кривая прижима, позволяющая указать окончательную форму прижима, кривая заготовки, которая является границей заготовки, кривая обрезки, указывающая контур, по которому производится вырубка детали. Все выходные кривые штампа расположены перпендикулярно сечению в горизонтальной плоскости в указанной точке и по умолчанию образуют замкнутый контур. Кривые не несут ассоциативной связи с сечением переходной поверхности.

Для вызова функций набора кривых нажмите кнопку **Выходные кривые штампа** на панели **Die Engineering**. Интерфейс окна диалога представлен на рис. 5.52:

1 – раздел **Сечение штампа**, служит для выбора созданного сечения переходной поверхности;

2 – кнопка **Точечный**, позволяет указать точку на сечении переходной поверхности, которая будет показывать уровень расположения плоскости кривой;



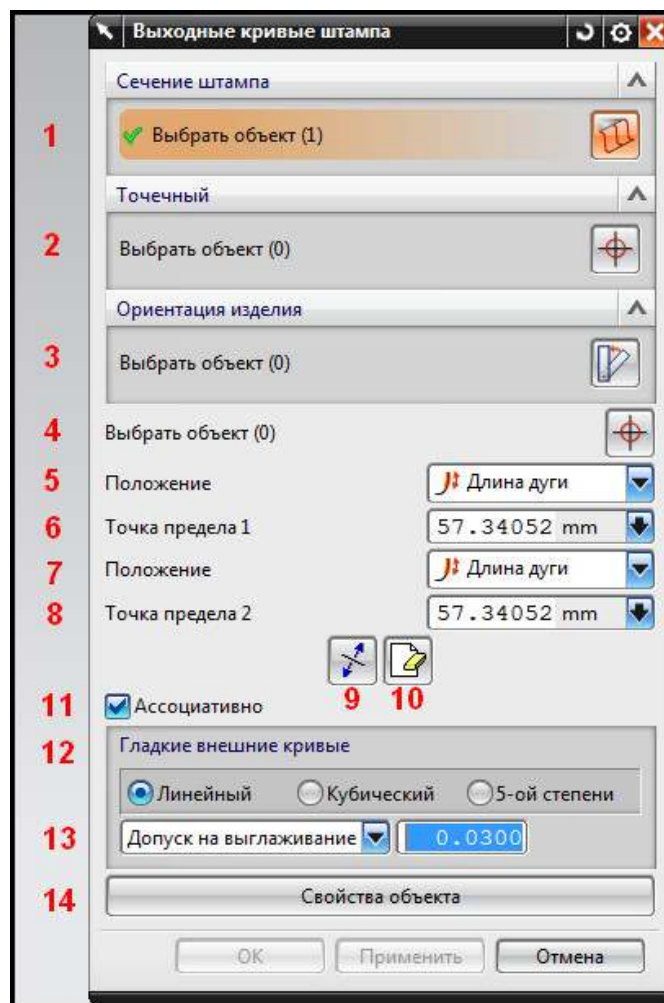


Рис. 5.52. Выходные кривые штампа

3 – раздел **Ориентация детали**, позволяет задать ориентацию, на которой будет создана кривая;

4 – кнопка **Выбрать объект**, выполняет ту же функцию, что и предыдущий раздел;

5 и 7 – строка выбора **Положение**, служит для задания начальной (конечной) точки на направляющей кривой, позволяет задать положение либо расстоянием от начала (конца) кривой, либо процентным соотношением;

6 и 8 – строка **Точка предела**, указывает численное значение начальной точки от начала (конца) направляющей кривой;

9 – кнопка **Сменить направление**, позволяет поменять между собой начальную и конечную точки;

10 – кнопка **Удалить предельные точки**, позволяет удалить начальную или конечную точки, если они созданы пользователем;

11 – кнопка **Ассоциативно**, служит для параметрического построения кривой;

12 – раздел **Гладкие внешние кривые**, служит для задания типа выходной кривой: **линейная**, **кубическая** или **кривая 5-й степени**;

13 – строка выбора значения **допуска**, позволяет вывести значение линейного допуска и допуска на радиусы скругления;

14 – кнопка **Свойства объекта**, позволяет задать цвет объекта, слой и тип линии.



При выборе сечения в рабочем окне скрываются все элементы геометрии, кроме самого сечения. Также в окне отображаются задающие точки сечения – концы кривых и центры радиусов скруглений. Пользователь выбирает точку сечения и задает смещение кривой от данной точки. На рис. 5.53 представлено сечение и образующие его точки:

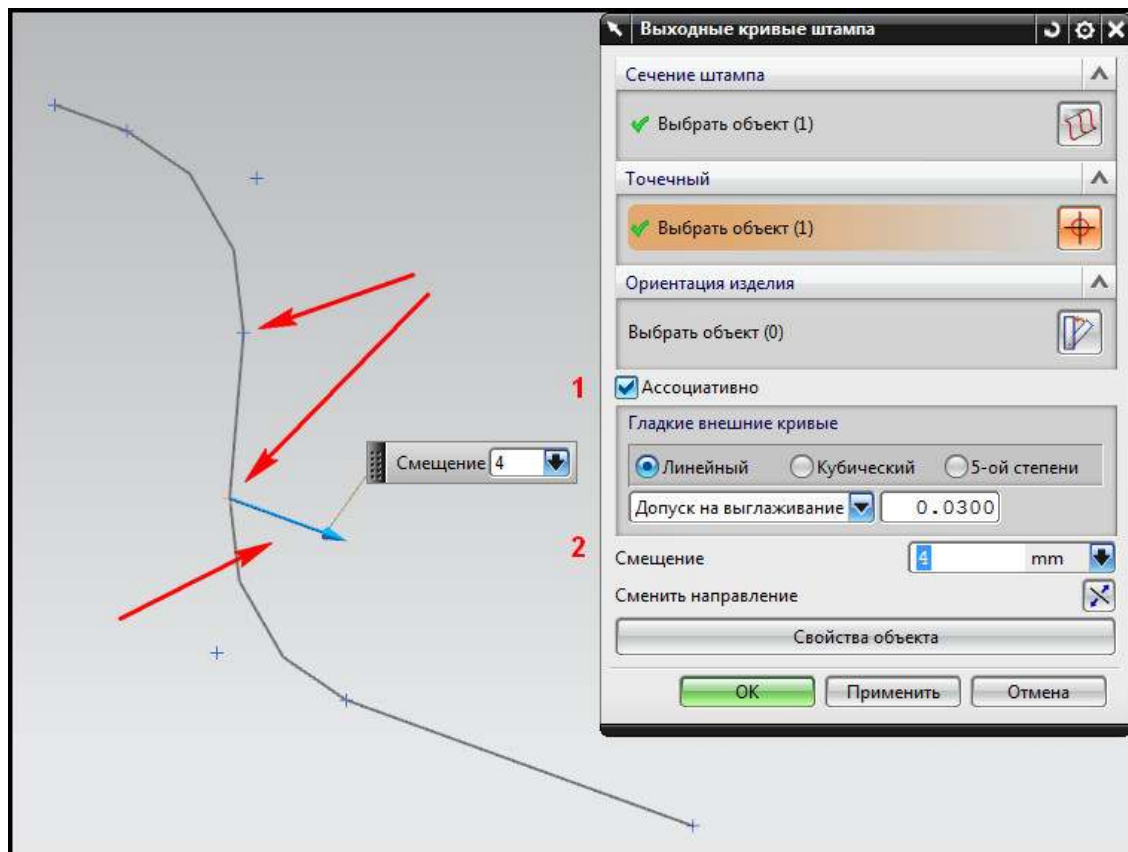


Рис. 5.53. Выбранное сечение

1 – кнопка **Ассоциативность**, служит для задания ассоциативной зависимости выходной кривой от сечения переходной поверхности;

2 – строка ввода **Значение**, позволяет задать смещение контура от указанной точки.

*Краткий алгоритм создания выходной кривой  
(например, кривой контура заготовки)*

1. Вызовите окно диалога **Выходные кривые штампа** из панели **Die Engineering**.
2. Выберите сечение переходной поверхности, на основе которого вам необходимо создать кривую.
3. Укажите в рабочем окне одну из точек, на основе которой будет создана кривая.
4. Укажите, если необходимо, расстояние смещения контура кривой от точки.
5. Задайте параметры выходной кривой: ассоциативность от точки сечения, тип кривой и свойства.
6. Нажмите **ОК**.

В результате будет создана кривая в горизонтальной плоскости на уровне выбранной линии. Форма контура будет эквидистантна направляющей кривой переходной поверхности. В навигаторе модели будет создан элемент **Внешние кривые** (рис. 5.54).



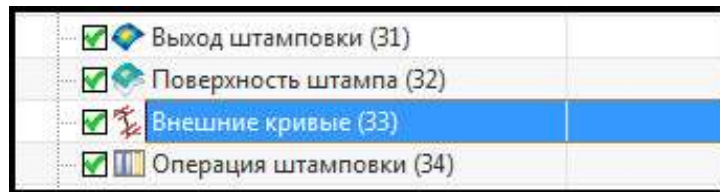


Рис. 5.54. Внешние кривые

Для создания самого элемента переходной поверхности необходимо на панели приложения **Die Engineering** нажать кнопку **Переходная поверхность**. Интерфейс окна диалога содержит следующие разделы (рис. 5.55):

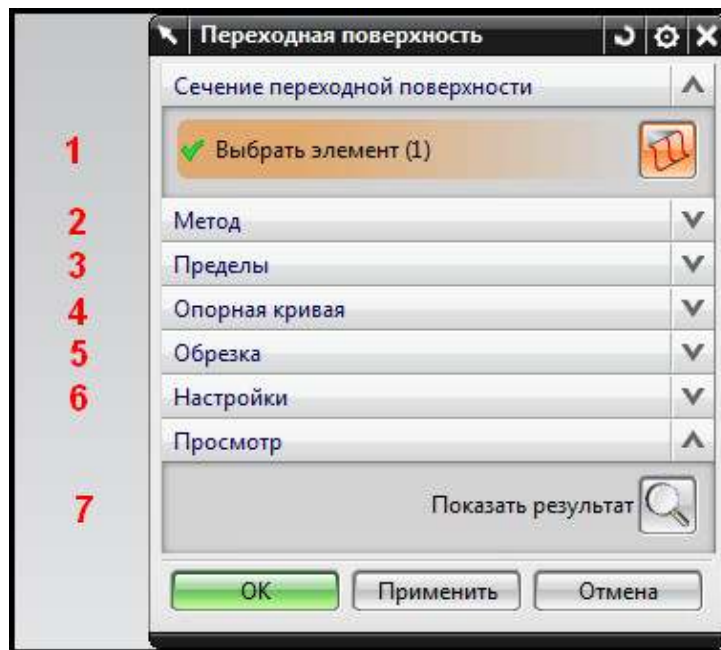


Рис. 5.55. Окно **Переходная поверхность**

1 – **Сечение переходной поверхности**, служит для выбора в рабочем окне сечения, созданного на предыдущем этапе; не обозначенная в качестве сечения кривая не может быть выбрана;

2 – **Метод**, позволяет указать метод построения поверхности из предложенных;

3 – **Пределы**, указывает отрезок, на котором будет создана поверхность; по умолчанию поверхность создается по всей границе формуемой области;

4 – **Опорная кривая**, указывает направляющую кривую для сечения;

5 – **Обрезка**, обрезает поверхность по указанному контуру или цепочке кривых;

6 – **Настройка**, задает параметры создания переходной поверхности;

7 – **Просмотр**, при нажатии отображает проектируемую поверхность.



Раздел **Метод** становится активным при выборе сечения и позволяет создать следующие типы поверхности (рис. 5.56):

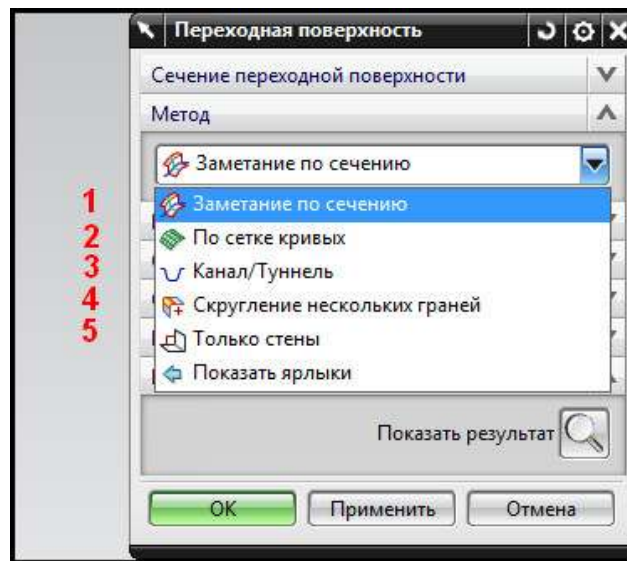


Рис. 5.56. Раздел **Метод**

- 1 – Заметание по сечению;
- 2 – По сетке кривых;
- 3 – Канал/туннель;
- 4 – Скругление нескольких граней;
- 5 – Только стены.

Раздел **Пределы** содержит следующие элементы интерфейса (рис. 5.57):

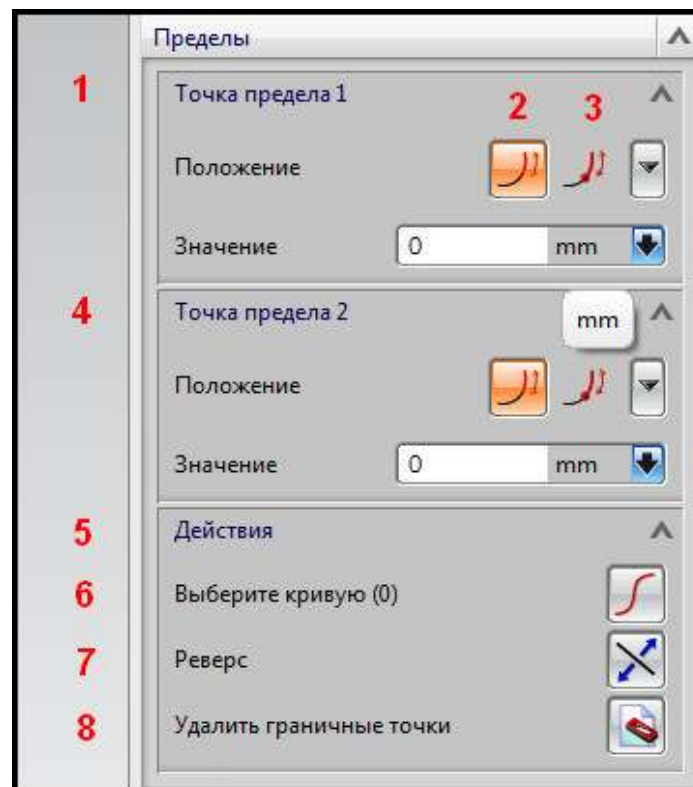


Рис. 5.57. Раздел **Пределы**



1 – раздел **Точка предела 1**, служит для указания первой точки кривой, вдоль которой будет построена поверхность;

2 – кнопка **Длина дуги**, указывает положение первого предела относительно нулевой точки, значение положения можно указать вручную в рабочем окне или ввести длину в строку ввода **Значение**;

3 – кнопка **Через точку**, позволяет установить точку на ребре поверхности вручную;

4 – раздел **Точка предела 2**, служит для указания второй точки предела;

5 – раздел **Действия**, позволяет отредактировать параметры кривой, по которой производится построение;

6 – кнопка **Выберите кривую**, указывает опорную кривую, на длину которой будет построен участок переходной поверхности;

7 – кнопка **Реверс**, при нажатии указывает другой вариант выбора указанной кривой;

8 – кнопка **Удалить граничные точки**, удаляет построенные точки, при этом поверхность будет построена по всей границе формуемой области.

Раздел **Опорная кривая** включает следующие элементы (рис. 5.58):

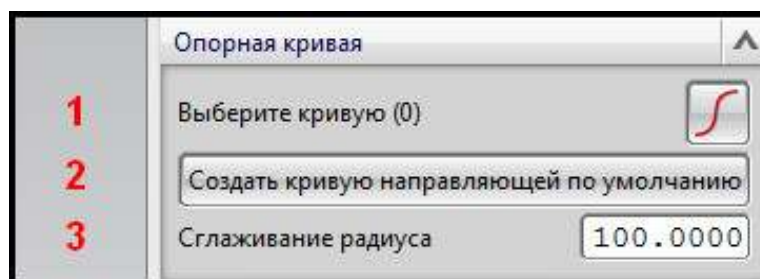


Рис. 5.58. Раздел Опорная кривая

1 – кнопка **Выберите кривую**, указывает кривую, которая будет отмечена в качестве направляющей для сечения;

2 – кнопка **Создать кривую направляющей по умолчанию**, указывает в качестве кривой всю границу формуемой области;

3 – строка ввода **Сглаживание радиуса**, устанавливает величину радиуса опорной кривой.

Раздел **Обрезка** состоит из следующих элементов интерфейса (рис. 5.59):

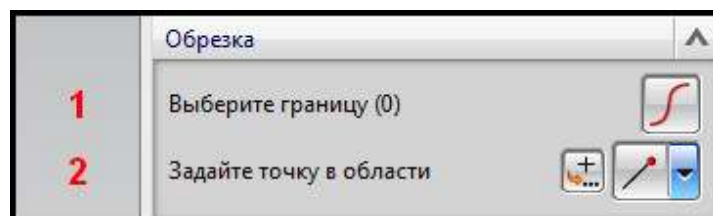


Рис. 5.59. Раздел Обрезка

1 – кнопка **Выберите границу**, служит для указания границы обрезки проектируемой поверхности;



2 – кнопка **Задать точку в области**, указывает точку относительно кривой обрезки на поверхности, которая будет сохранена.

Раздел **Настройки** включает следующие элементы (рис. 5.60):

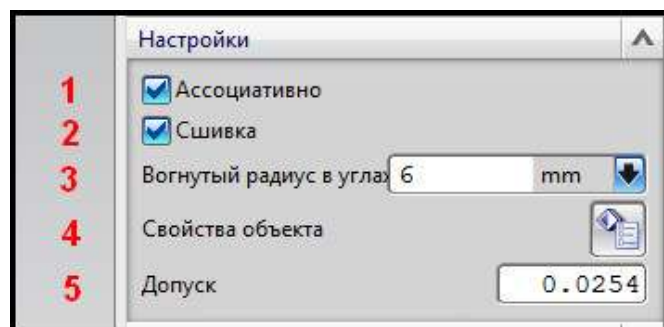


Рис. 5.60. Раздел **Настройка**

1 – кнопка **Ассоциативно**, при активации задает ассоциативные связи между переходной поверхностью, сечениями и направляющими кривыми;

2 – кнопка **Сшивка**, при активации сшивает переходную поверхность с формуемой областью;

3 – строка ввода **Вогнутый радиус** в углах, указывает величину радиуса переходной поверхности в угловых участках;

4 – кнопка **Свойства объекта**, открывает окно диалога **Свойства** для задания слоя, цвета и иных параметров проектируемой поверхности;

5 – строка ввода **Допуск**, указывает величину линейного допуска.

#### *Краткий алгоритм построения поверхности на основе одного сечения*

1. Вызовите окно **Переходная поверхность** на панели приложения **Die Engineering**.
2. Укажите сечение, на основе которого будет построена поверхность.
3. Задайте метод построения поверхности.
4. Укажите область построения:
  - если поверхность необходимо построить на определённом участке, укажите пределы построения;
  - если поверхность будет создаваться по всей длине контура формуемой области, не указывайте пределы.
5. Нажмите **ОК**.

В отчете **DOF сечения** переходной поверхности будут отмечены в разделе **Операция формовки** (рис. 5.61). Каждое сечение будет записано отдельно, при раскрытии его параметров будут отображены размеры сегментов сечения. В **Навигаторе модели** будут созданы элементы **Сечения переходной поверхности**, **Переходная поверхность** (рис. 5.62).

В результате работы в данном разделе будет создана переходная поверхность между поверхностью формовки и прижимной поверхностью.



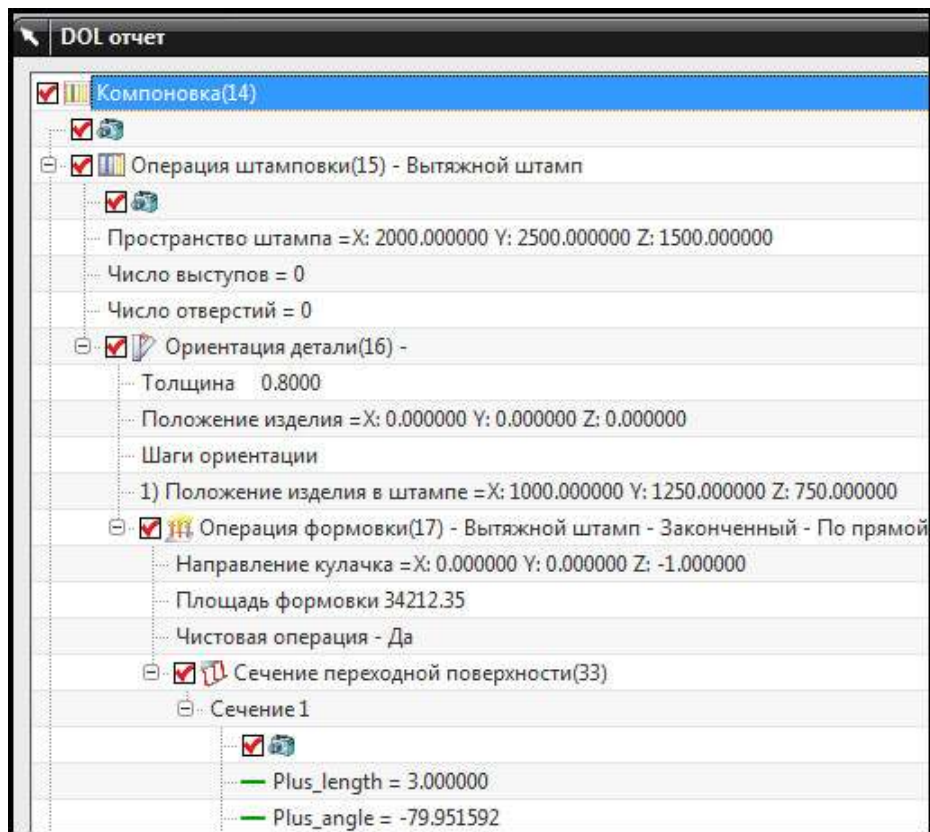


Рис. 5.61. DOL отчет с описанием сечения переходной поверхности

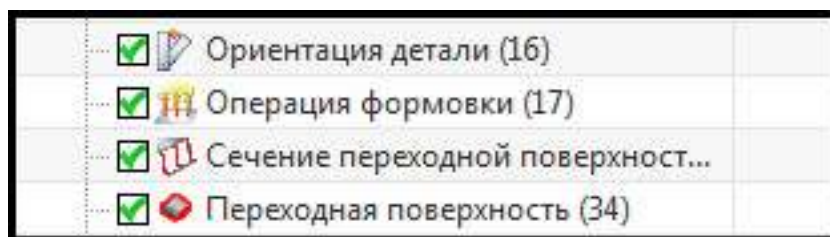


Рис. 5.62. Навигатор модели

#### 5.4.4. Кольцо прижима

Для окончательного оформления вытяжного перехода необходимо создать кольцо прижима – окончательную форму и контур прижимной поверхности с образованием отверстия в месте соединения переходной поверхности и поверхности прижима. Кольцо прижима фиксируется между прижимом и пуансоном в процессе вытяжки. Внешней границей кольца является контур деформированной заготовки.

Для вызова окна диалога оформления прижима на панели приложения **Die Engineering** нажмите кнопку **Кольцо прижима**. Интерфейс окна диалога представлен на рис. 5.63 и содержит следующие элементы:

- 1 – раздел **Шаги выбора**, позволяет поэтапно указать данные для построения кольца прижима;
- 2 – список выбора **Фильтр**, устанавливает вид выбираемого элемента в рабочем окне, для некоторых этапов раздела **Шаги выбора** неактивно;
- 3 – кнопка **Более подробно**, открывает окно для ввода текстовой информации;



- 4 – кнопка **Свойства объектов**, служит для указания слоя, цвета и прочих параметров создаваемого элемента;
- 5 – кнопка **Подтвердить построение**.

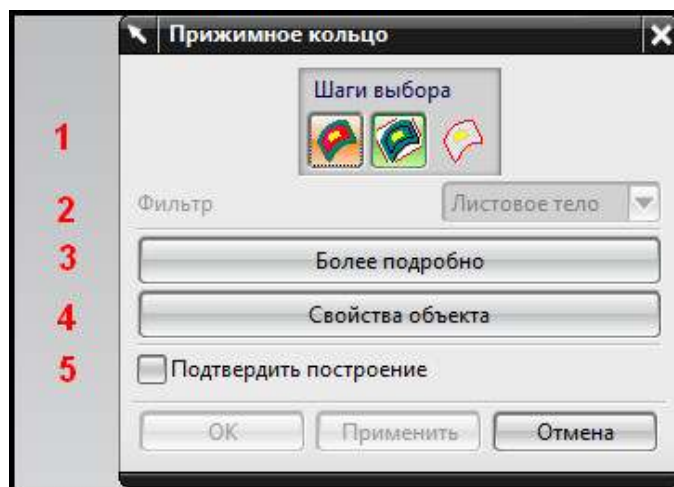


Рис. 5.63. Кольцо прижима

Раздел **Шаги выбора** содержит следующие кнопки (рис. 5.64):



Рис. 5.64. Шаги выбора

- 1 – **Элемент переходной поверхности штампа**, служит для указания переходной поверхности, если была произведена автоматическая сшивка данной поверхности и области формовки на предыдущем этапе, то выберется вся сшитая поверхность;
- 2 – **Прижимная поверхность**, выбирает элемент прижима;
- 3 – **Ребро прижима**, служит для указания внешней границы будущего контура вытяжного перехода, необязательный шаг.

#### *Краткий алгоритм создания кольца прижима*

1. Вызовите окно диалога **Прижимное кольцо** из панели приложения Die Engineering.
2. Выберите шаг **Элемент переходной поверхности** и укажите в рабочем окне данный элемент (при сшивке с областью формовки выбирается вся геометрия, кроме прижимной поверхности).
3. Выберите шаг **Прижимная поверхность** и укажите ее в рабочем окне.
4. Если есть необходимость указать внешний контур внутреннего прижима и есть элемент **Заготовка** или кривая, обозначающая заготовку, то нажмите шаг **Ребро прижима** и выберите указанную кривую в рабочем окне.
5. Нажмите **ОК**.



6. Для удобства визуализации скройте элемент **Прижимная поверхность** или **Быстрый прижим**.

В **DOL отчете** кольцо прижима будет указано на этапе **Операция штамповки** в структуре **Ориентация детали** (рис. 5.65). В **Навигаторе модели** прижимное кольцо будет выделено в отдельный элемент построения. Сам вытяжной переход в целом будет отмечен в элементе **Выход штамповки** (рис. 5.66).

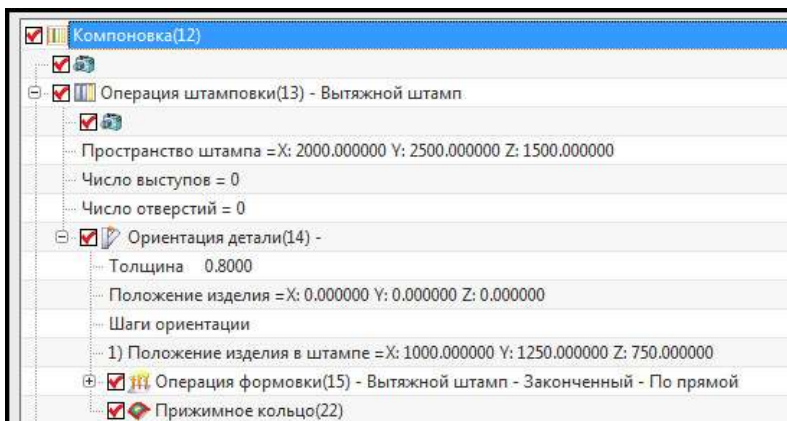


Рис. 5.65. Кольцо прижима в **DOL отчете**



Рис. 5.66. Навигатор модели

В результате выполнения алгоритма пользователь получит поверхность вытяжного перехода. Данная поверхность будет сшитой, при этом в поверхности прижима будет создано отверстие по внешнему контуру переходной поверхности. Работа по созданию прижима окончена.

#### 5.4.5. Разработка перетяжных ребер

В процессе вытяжки крупнолистовых заготовок важным фактором получения перехода является течение металла. Для управления процессом перемещения металла вытяжной переход проектируют, используя различные приспособления в штампе: пороги, валики, ступенчатую матрицу, перетяжные ребра. Ребра и пороги позволяют уменьшить течение металла. Они представляют собой вытянутый вдоль кривой, параллельной контуру проема вытяжной матрицы, профиль или набор профилей. Ребра могут устанавливаться в несколько рядов и могут располагаться как со стороны матрицы, так и со стороны пуансона.

Для проектирования перетяжных ребер в приложении **Die Engineering** реализована функция **Профиль ребра жесткости**. Интерфейс окна диалога содержит следующие разделы (рис. 5.67):



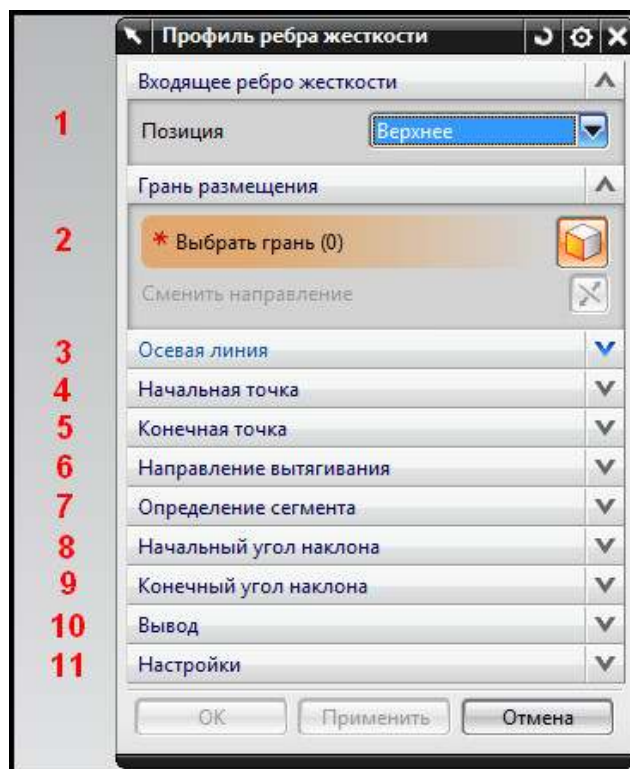


Рис. 5.67. Окно Профиль ребра жесткости

- 1 – **Входящее ребро жесткости**, служит для указания расположения ребра, **Верхнее** – ребро расположено в нижней части штампа, **Нижнее** – в верхней;
- 2 – **Грань размещения**, позволяет указать грань, на которой будет создаваться ребро;
- 3 – **Осевая линия**, служит для выбора кривой, которая будет направляющим элементом, может быть выбрана как созданная кривая, так и ребра тела;
- 4 – **Начальная точка**, задает начальную точку на направляющей кривой, по умолчанию начальной точкой является один из концов кривой;
- 5 – **Конечная точка**, служит для выбора конечной точки на кривой, по умолчанию задает второй конец кривой;
- 6 – **Направление вытягивания**, позволяет указать вектор сечения;
- 7 – **Определение сегмента**, задает форму и размеры сечения ребра;
- 8 – **Начальный угол наклона**, позволяет задать наличие и форму концов ребра;
- 9 – **Конечный угол наклона**, аналогично функции **Начальный угол угла**;
- 10 – **Вывод**, указывает тип поверхности ребра, позволяет вывести на экран поверхность выступа, либо поверхность выступа и выемки (обязательно задайте тип поверхности в данном пункте);
- 11 – **Настройки**, задает параметры вытяжки.

Раздел **Осевая линия** подробно представлен на рис. 5.68:

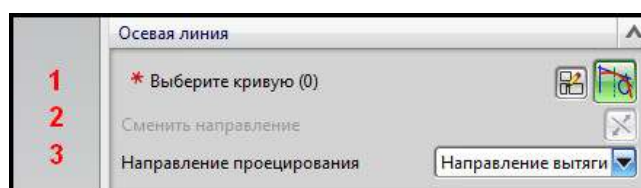


Рис. 5.68. Раздел Осевая линия



1 – кнопка **Выберите кривую**, позволяет выбрать в качестве направляющей кривой (оси) существующие кривую, кривую эскиза, ребро или несколько кривых;

2 – кнопка **Сменить направление**, позволяет сменить направление обхода кривой, имеет значение для указания начальной и конечной точек оси;

3 – кнопка **Направление проецирования**, задает направление проекции выбранной кривой на грань расположения ребра, позволяет выбрать проецирование вдоль направления вытягивания (см. ниже) или по нормали к грани.

Разделы **Начальная** и **Конечная точка** содержат одинаковый набор функций, поэтому рассмотрим их интерфейс на примере раздела **Начальная точка** (рис. 5.69):

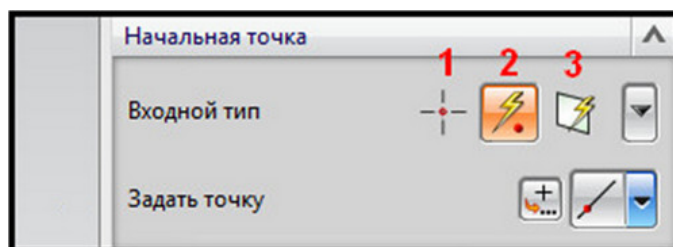


Рис. 5.69. Раздел **Начальная точка**

1 – кнопка **Выбрать расположение**, указывает существующую точку;

2 – кнопка **Новая точка**, позволяет создать точку ограничения направляющей кривой вручную;

3 – кнопка **Новая плоскость**, позволяет указать в качестве начального объекта направляющей кривой плоский объект.

Раздел **Направление вытягивания** содержит следующие элементы (рис. 5.70):

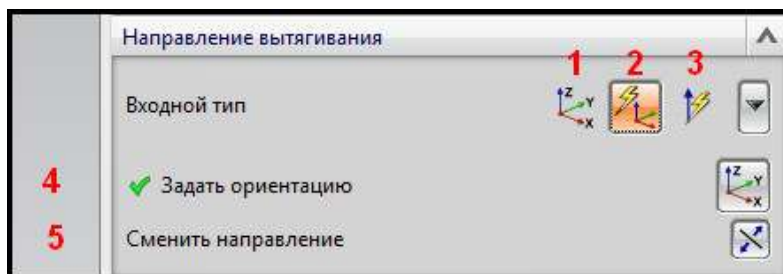


Рис. 5.70. Раздел **Направление вытягивания**

1 – кнопка **CSYS, координатная ось**, позволяет выбрать какую-либо из существующих систему координат;

2 – кнопка **Новая СК**, позволяет создать новую систему координат и указать ее;

3 – кнопка **Новый вектор**, позволяет задать направление вытягивания вдоль вектора;

4 – кнопки **Выберите СК**, **Задать ориентацию** или **Задать вектор** (зависят от выбранного способа задания, см. пункт 2), служат для выбора в рабочем окне направления вытягивания;

5 – кнопка **Сменить направление**, изменяет направление вытягивания на противоположное.



Раздел **Определение сегмента** представлен на рис. 5.71. Он содержит следующие элементы:

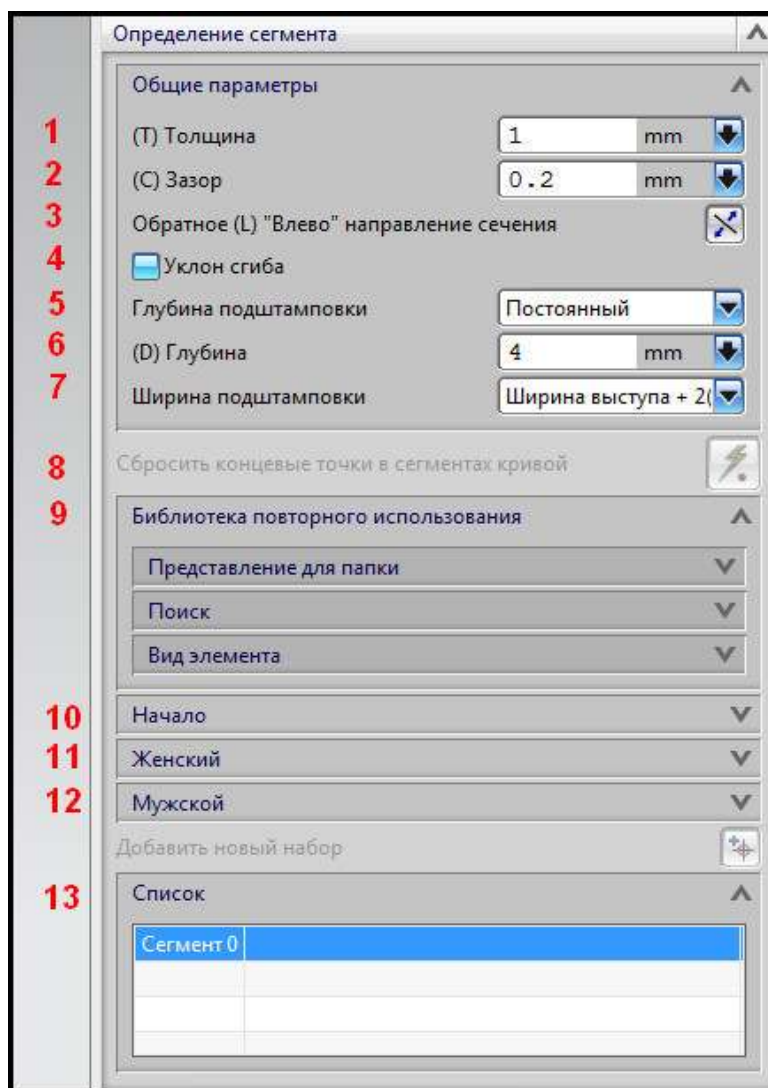


Рис. 5.71. Определение сегмента

1 – строка ввода **Толщина**, служит для ввода толщины металла, по умолчанию задана толщина, указанная при компоновке;

2 – строка ввода **Зазор**, указывает зазор между телами выступа и выемки;

3 – кнопка **Обратное Влево направление сечения**, изменяет направление сечения на обратное;

4 – строка ввода **Уклон сгиба**, задает параметр вытяжки под углом;

5 – строка выбора **Глубина подштамповки**, указывает определение глубины вытяжки, могут быть выбраны типы **Постоянный** и **Макс. Глубина вытяжки + Константа**;

6 – строка ввода **Глубина**, задает значение глубины вытяжки;

7 – строка ввода **Ширина подштамповки**, позволяет выбрать способ задания ширины ребра, может принимать значения **Постоянный** и **Ширина выступа + 2(T + C)**;

8 – кнопка **Сбросить концевые точки**, сбрасывает значение конечных точек, если их создал пользователь;

9 – подраздел **Библиотека повторного использования**, позволяет выбрать сечение из баз данных NX;



10 – подраздел **Начало**, служит для задания положения любого из созданных сегментов относительно **Начальной точки**;

11 – подраздел **Женский** или **Выемка**, позволяет задать форму сечения, подраздел недоступен при активации кнопки **Уклон сгиба**, задает форму и параметры сечения выемки;

12 – подраздел **Мужской** или **Выступ**, служит для задания параметров сечения выступов;

13 – список выбора **Сегментов**, позволяет создать таблицу из нескольких сечений и редактировать параметры выбранного.

Подраздел **Библиотека повторного использования** представлен на рис. 5.72:

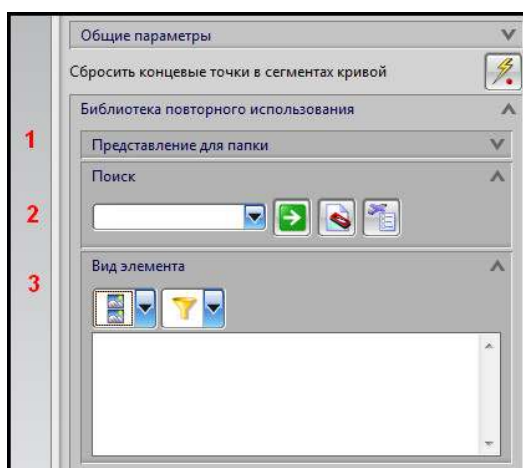


Рис. 5.72. Библиотека повторного использования

1 – список **Представление для папки**, позволяет выбрать сечение из каталогов **NX**;

2 – строка ввода **Поиск**, служит для поиска в каталогах сечения по его наименованию, позволяет задать имя, удалить его или просмотреть параметры;

3 – раздел **Вид элемента**, позволяет отобразить выбранное из каталогов сечение и его описание.

Подраздел **Начало** содержит следующие элементы (рис. 5.73):

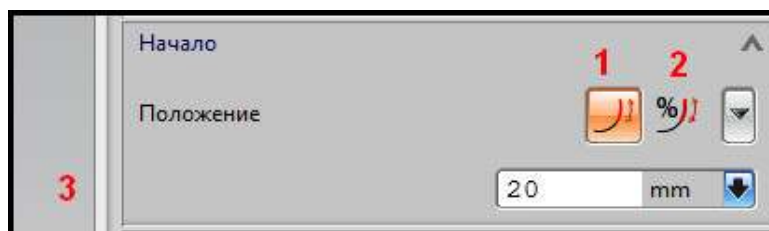


Рис. 5.73. Подраздел **Начало**

1 – кнопка **Длина дуги**, указывает начало точки выбранного сегмента через указание длины кривой;

2 – кнопка **%Длина дуги**, задает точку создания сегмента в процентном расстоянии от начальной точки направляющей кривой;

3 – строка ввода длины или процентного соотношения, задает численное значение положения точки кривой.



Подраздел **Женский** или **Выемка** представлен на рис. 5.74:

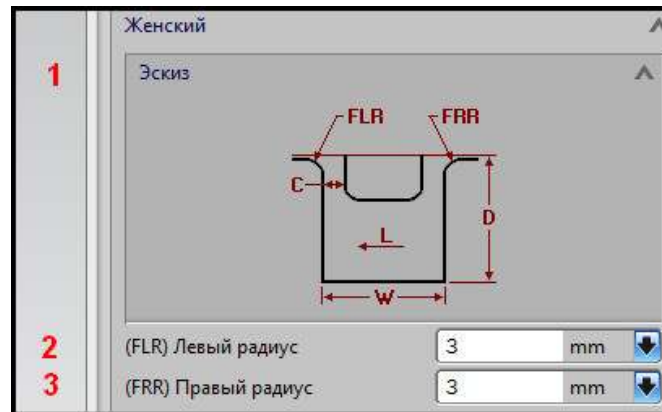


Рис. 5.74. Подраздел **Женский**

1 – изображение сечения;

2 – строка ввода **Левый радиус (FLR)**, задает величину радиуса сечения ребра;

3 – строка ввода **Правый радиус (FRR)**, задает величину радиуса сечения ребра.

Подраздел **Мужской** или **Выступ** содержит следующие элементы (рис. 5.75):

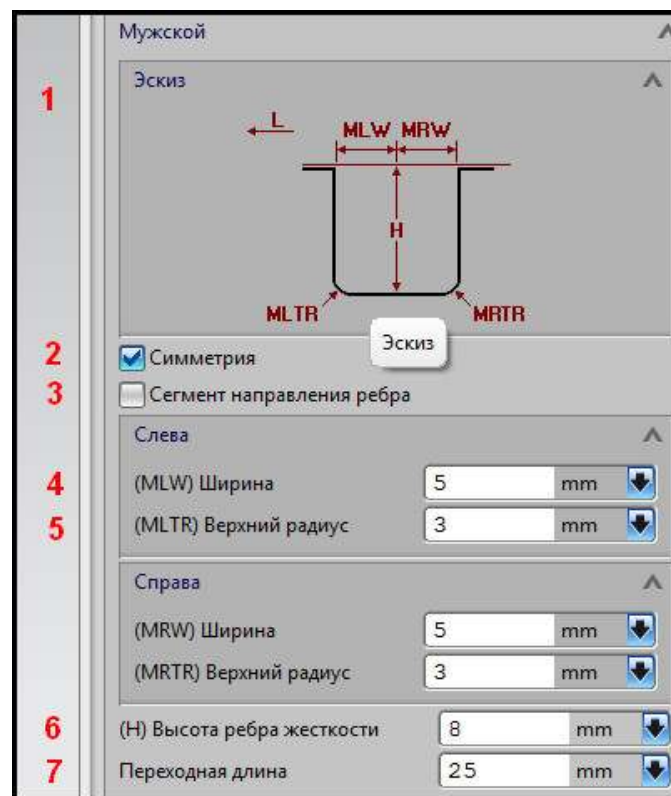


Рис. 5.75. Подраздел **Мужской**

1 – **изображение** сечения;

2 – кнопка **Симметрия**, позволяет установить симметричное значение левой и правой части ребра;

3 – кнопка **Сегмент направления**, при активации не позволяет задать радиусы скругления ребра **MLTR** и **MRTR**;

4 – строка ввода **Ширина**, задает ширину левой части ребра;



- 5 – строка ввода **Верхний радиус**, задает значение радиуса в левой части ребра;
- 6 – строка ввода **Высота ребра жесткости**, позволяет задать значение высоты ребра;
- 7 – строка ввода **Переходная длина**, указывает минимальную длину между набором сечений, по которым будет создано ребро.

Разделы **Начальный угол наклона** и **Конечный угол наклона** содержат одинаковый набор элементов интерфейса. Рассмотрим раздел **Начальный угол наклона** (рис. 5.76):

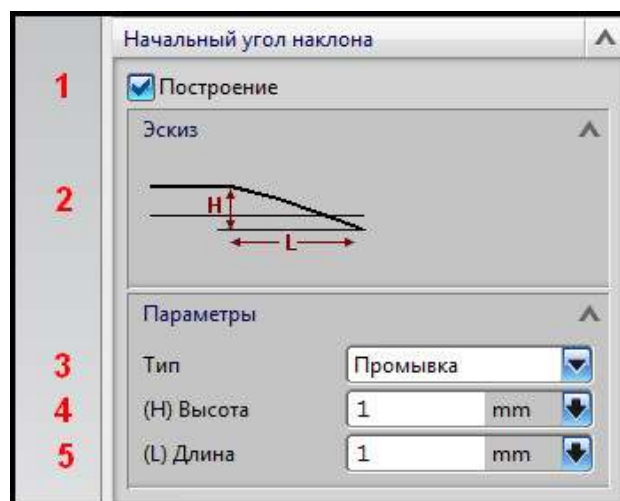


Рис. 5.76. Начальный угол наклона

- 1 – кнопка **Построение**, при активации позволяет задать параметры завершения ребра, при отключении кнопки создает ребро без завершений;
- 2 – **изображение** формы завершения ребра;
- 3 – строка выбора **Тип**, задает тип создаваемого завершения ребра, может быть выбран тип **Сферический**, **Промывка** или **Точечный**;
- 4 – строка ввода **Высота**, задает высоту завершения ребра относительно его верхней поверхности;
- 5 – строка **Длина**, позволяет указать длину завершения ребра.

При построении тело ребра будет автоматически обрезано ограничивающей поверхностью.

Раздел **Настройки**, представленный на рис. 5.77, включает:

- 1 – кнопка **Более подробно**, выводит окно для вывода комментария;
- 2 – строка ввода **Название поверхности**, задает атрибут названия выступа, выемки и тела листового металла;
- 3 – строка ввода **Значение**, присваивает указанному выше атрибуту значение;
- 4 – строка ввода **Название грани**, задает атрибут грани размещения ребра;
- 5 – строка ввода **Значение**, присваивает значение атрибуту грани;
- 6 – кнопка **Цвет**, задает цвет выводимой поверхности;
- 7 – строка ввода **Заголовок**, задает атрибут смещения тела;
- 8 – строки ввода **допуска**.



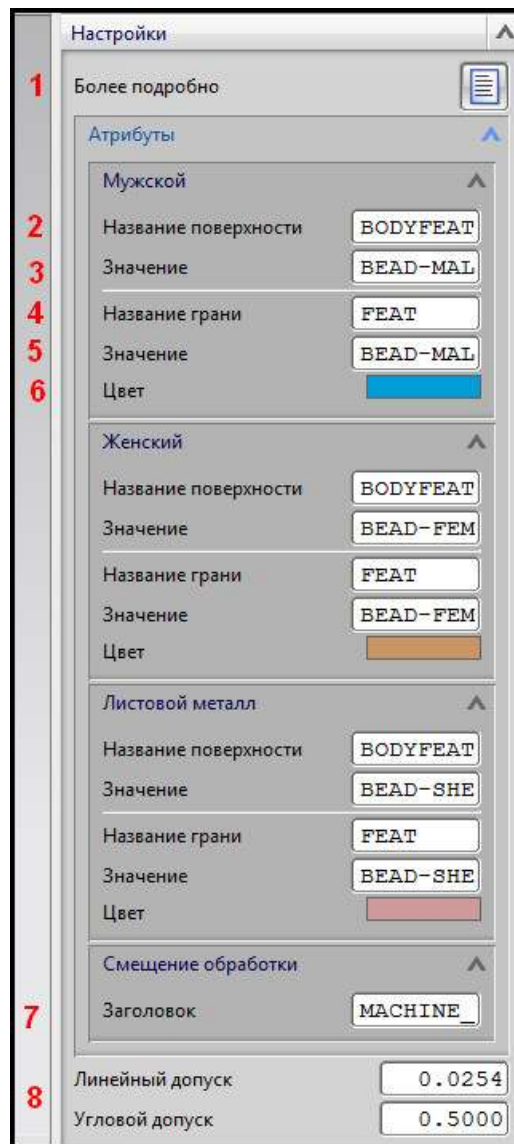


Рис. 5.77. Раздел **Настройки**

Рассмотрим *краткий алгоритм создания перетяжного ребра на поверхности прижима*, если построена направляющая линия ребра.

1. Вызовите окно диалога **Ребро жесткости** на панели **Die Engineering**.
2. Укажите расположение ребра в разделе **Входящее ребро жесткости**.
3. Укажите грань, на которой будет создано ребро, нажав кнопку в разделе **Грань размещения** и выбрав необходимую поверхность в рабочем окне.
4. Укажите направляющую кривую в качестве **Осевой линии**.
5. При необходимости укажите, на каком участке направляющей будет создано ребро, задав параметры разделов **Начальная** и **Конечная точка**, пропустите данный шаг, если ребро будет создано на всей длине направляющей линии.
6. Задайте **направление вытягивания** ребра в одноименном разделе, по умолчанию оно совпадает с нормалью к грани.
7. Задайте размеры сечения ребра в разделе **Определение сегмента**: толщину металла, глубину вытяжки, в разделах **Мужской** или **Женский** укажите радиусы.
8. Определите необходимость создания уклонов на концах ребра, укажите их форму и размеры.



9. Укажите тип поверхности в разделе **Вывод поверхности**, не забудьте выбрать данный шаг, по умолчанию он отключен.

10. Нажмите **ОК**.

#### 5.4.6. Технологичность вытяжки: анализ деформации во фланце

Для анализа поведения фланца в приложении **Die Engineering** реализована соответствующая функция. С ее помощью пользователь может оценить возможность создания фланца, его технологичность. Окно диалога представлено на рис. 5.78:

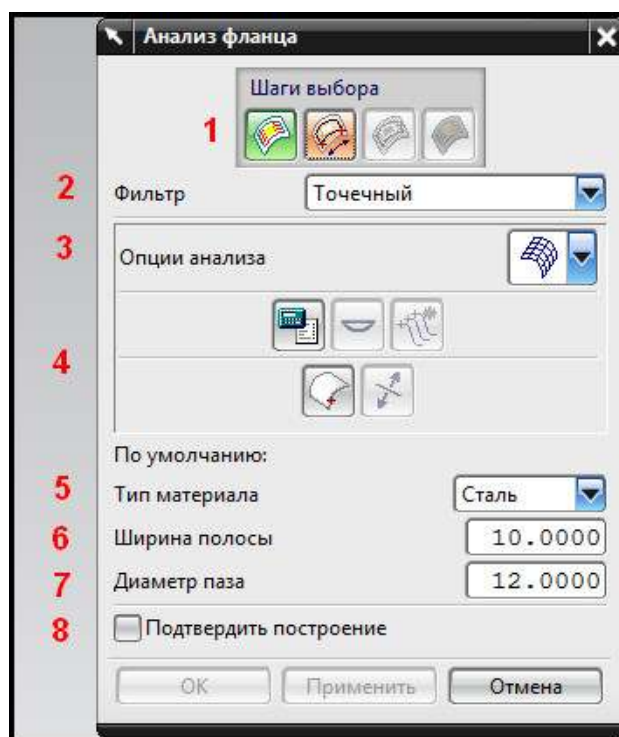


Рис. 5.78. Окно диалога **Анализ фланца**

- 1 – **Шаги выбора**, позволяют задать последовательность действия анализа фланца;
- 2 – список выбора **Фильтр**, служит для указания типа выбираемой в рабочем окне геометрии;
- 3 – список выбора **Опции анализа**, задает параметры анализа;
- 4 – поле **дополнительных опций**, содержит кнопки расчета анализа и вывода информации;
- 5 – список выбора **Тип материала**, позволяет указать тип материала;
- 6 – строка ввода **Ширина полосы**;
- 7 – строка ввода **Диаметр паза**;
- 8 – кнопка **Подтвердить построение**, позволяет просмотреть текущее состояние анализа до полного принятия.

Раздел **Шаги выбора** представлен на рис. 5.79 и содержит кнопки:

- 1 – **Сечение переходной поверхности штампа**, служит для выбора сечения, на основе которого строится переходная поверхность;
- 2 – **Точки ограничения**, задает границы кривой, разделяющей область формовки и фланец;



- 3 – **Анализ в точке**, позволяет провести анализ в точке кривой раздела;
- 4 – **Анализ в точке** (см. пункт 3).

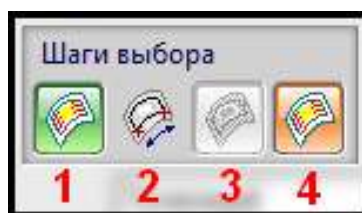


Рис. 5.79. Раздел Шаги выбора

Поле дополнительных сведений для шага **Сечение переходной поверхности** представлено на рис. 5.80:



Рис. 5.80. Поле дополнительных сведений (шаг **Сечение переходной поверхности**)

- 1 – кнопка **Данные анализа для расчета**, при нажатии начинает расчет фланца или сечения переходной поверхности;
- 2 – кнопка **Расчет деформаций и разрывов металла**, позволяет провести указанные расчеты на основании анализа;
- 3 – кнопка **Отобразить сечения**, выводит на экран сечения переходной поверхности в точках, для которых были произведены расчеты.

Поле дополнительных сведений для шага **Точки ограничения** содержит следующие кнопки (рис. 5.81):



Рис. 5.81. Поле дополнительных сведений (шаг **Точки ограничения**)

- 1 – **Данные анализа для расчета**;
- 2 – **Расчет деформаций и разрывов металла**;
- 3 – **Отобразить сечения**;
- 4 – **Вставить точку**, служит для создания точки на переходной поверхности;
- 5 – **Реверс**, изменяет участок фланца, ограниченный точками, на противоположный.



Поле дополнительных сведений для шага **Анализ в точке** содержит следующие кнопки (рис. 5.82):

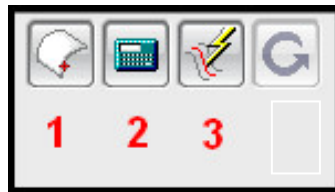


Рис. 5.82. Поле дополнительных сведений (шаг **Точки ограничения**)

- 1 – **Вставить точку;**
- 2 – **Вызов данных анализа;**
- 3 – **Локальный поиск переходной поверхности.**

При вызове данных анализа открывается информационное окно (рис. 5.83). Окно содержит данные о фланце и его участках.

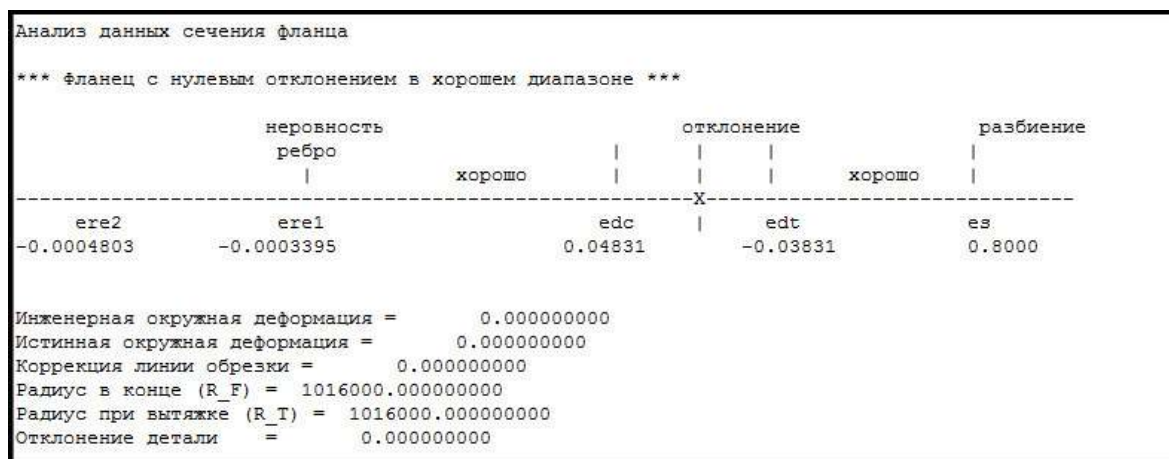


Рис. 5.83. Информационное окно анализа в точке

## 5.5. Разработка операции обрезки

В приложении **Die Engineering** операция обрезки рассматривается после операции вытяжки. Обрезка позволяет удалить часть заготовки или вытяжного перехода, получать крупные проемы и окна в детали. Обрезка в штампе осуществляется обрезными и вырубными пуансонами и ножами. Обрезка прижимной поверхности вытяжного перехода может быть осуществлена в несколько этапов. Вырубкой называется окончательное отделение детали от заготовки.

Для задания геометрии обрезки и технологических параметров в приложении используется функция **Операция обрезки**. Для настройки параметров обрезки имеется функция **Помощник операции** обрезки. Пользователь также имеет возможность провести анализ технологичности.



### 5.5.1. Разработка линии обрезки

В приложении операция обрезки указывает границу, построенную на основе кривых. Пользователю необходимо либо создать кривые заранее, либо использовать ребра поверхностей модели.

Для вызова функции, позволяющей создать границу или линию обрезки, нажмите кнопку **Операция обрезки** на панели приложения. В открывшемся окне диалога (рис. 5.84) содержатся следующие элементы:

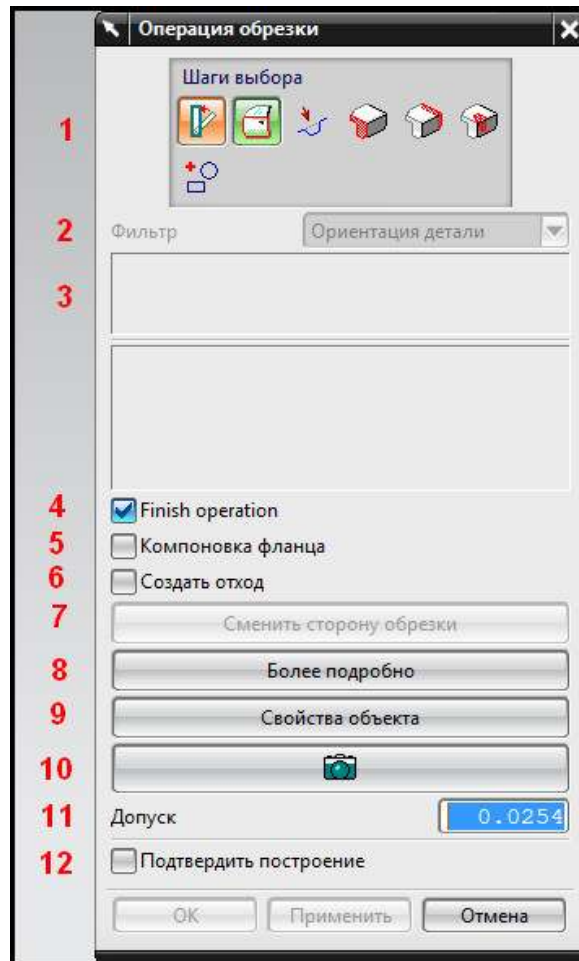


Рис. 5.84. Операция обрезки

1 – раздел **Шаги выбора**, позволяет поэтапно указать параметры обрезки;  
2 – список выбора **Фильтр**, служит для выбора типа указания объектов в рабочем окне;

3 – **Поле дополнительных кнопок**, содержит дополнительные опции, зависящие от этапа создания контура;

4 – кнопка **Finish operation**, при активации задает проектируемую операцию в качестве окончательной операции обрезки;

5 – кнопка **Компоновка фланца**, применяется, если отверстие будет выполнено на фланце в развернутом состоянии;

6 – кнопка **Создать отход**, при активации определяет область вне контура в качестве отхода, область обозначается отдельным телом;



7 – кнопка **Сменить сторону обрезки**, доступна при активации кнопки **Создать отход**, позволяет сменить поверхность перехода, которая будет удалена;

8 – кнопка **Более подробно**, при нажатии открывает окно, в котором возможно ввести комментарий;

9 – кнопка **Свойство объекта**, при нажатии открывает окно, в котором пользователь может изменить слой, цвет и тип линии создаваемого контура обрезки;

10 – кнопка **Захват вида**, служит для задания параметра ориентации вида;

11 – строка ввода **Допуск**, служит для ввода значения линейного допуска;

12 – кнопка **Подтвердить построение**, при нажатии выводит окно проверки построения.

Раздел **Шаги выбора** включает следующие кнопки (рис. 5.85):

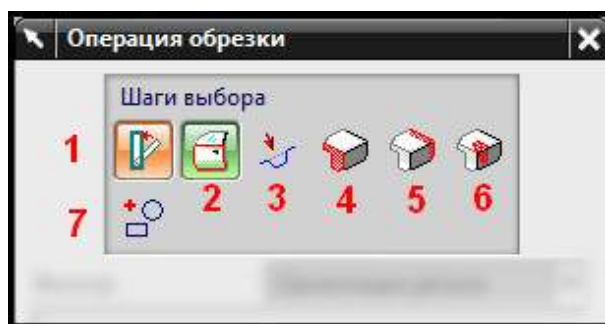


Рис. 5.85. Шаги выбора

1 – **Ориентация детали**, позволяет указать в рабочем окне операцию, на которой будет происходить обрезка;

2 – **Границы обрезки**, служит для задания кривой, которая будет обозначена в качестве линии обрезки;

3 – **Направление кулачка**, позволяет задать клиновую операцию при необходимости;

4 – **Начальная плоскость**, позволяет задать начало обрезки с использованием определенным образом ориентированной плоскости, при нажатии позволяет строить первую плоскость;

5 – **Конец плоскости**, позволяет задать конец обрезки;

6 – **Ножи для резки отходов**, позволяет выбрать набор плоскостей, задающих положение обрезных ножей;

7 – **Ассоциативные объекты**, служит для задания объектов модели, которые будут связаны с элементом Операция пробивки.

При выборе этапов **Начальная плоскость**, **Конец плоскости** в поле **дополнительных кнопок** появляются следующие элементы (рис. 5.86):

1 – кнопка **Функция задания плоскости**, открывает стандартное окно построения плоскости;

2 – строка выбора **Вырезает в**, указывает область вырезки;

3 – кнопка **Соответствие направлений резания**, служит для указания направления обрезки относительно контура.

Для задания параметров обрезки необходимо указать область формовки, задать операцию переноса и зашить необходимые области. При использовании **Компоновки DOI** данные операции будут выполнены автоматически.



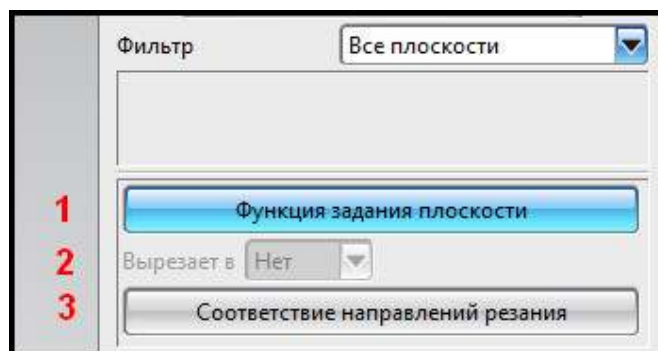


Рис. 5.86. Поле дополнительных сведений

### *Краткий алгоритм создания операции обрезки*

1. **Создайте кривые**, служащие в качестве линии обрезки (если необходимо).
2. Вызовите окно диалога **Операция обрезки**.
3. Выберите шаг **Ориентация детали**.
4. В рабочем окне укажите ориентацию детали, на которой будет осуществлена обрезка.
5. Выберите шаг **Границы обрезки**.
6. В рабочем окне укажите контур обрезки или вырубки.
7. Если обрезка осуществляется с помощью клиновой операции, нажмите кнопку **Направление кулачка**, укажите вектор направления, выбрав через фильтр необходимую опцию, также укажите тип клинового инструмента.
8. Если контур незамкнутый, определите начало и конец обрезки:
  - а) нажмите кнопку **Начальная плоскость** и постройте плоскость в первой точке разомкнутого контура;
  - б) нажмите кнопку **Конечная плоскость** и постройте плоскость во второй точке;
  - с) либо воспользуйтесь инструментом **Ножи для обрезки**.
9. Если контур замкнут, пропустите шаги задания **плоскостей и ножа**.
10. При необходимости укажите, является ли операция конечной, находится ли отверстие на развернутом фланце и иные параметры, установите **Ассоциативные объекты**.
11. Нажмите **ОК**.

В результате выполнения работы с данным разделом пользователь создаст элемент **Операция обрезки**, который присутствует в **Навигаторе модели** (рис. 5.87) и **DOE отчете** (рис. 5.88). В отчете пользователь может получить информацию о длине контура, угле проекции, направлении клиновой ползушки, а также является ли операция чистовой.

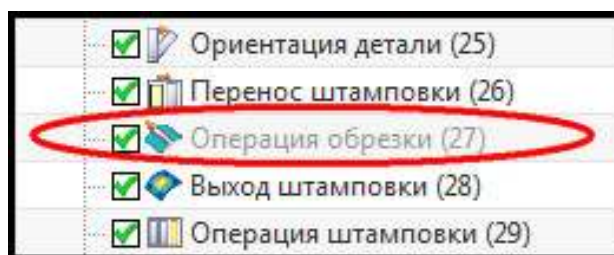


Рис. 5.87. Навигатор модели



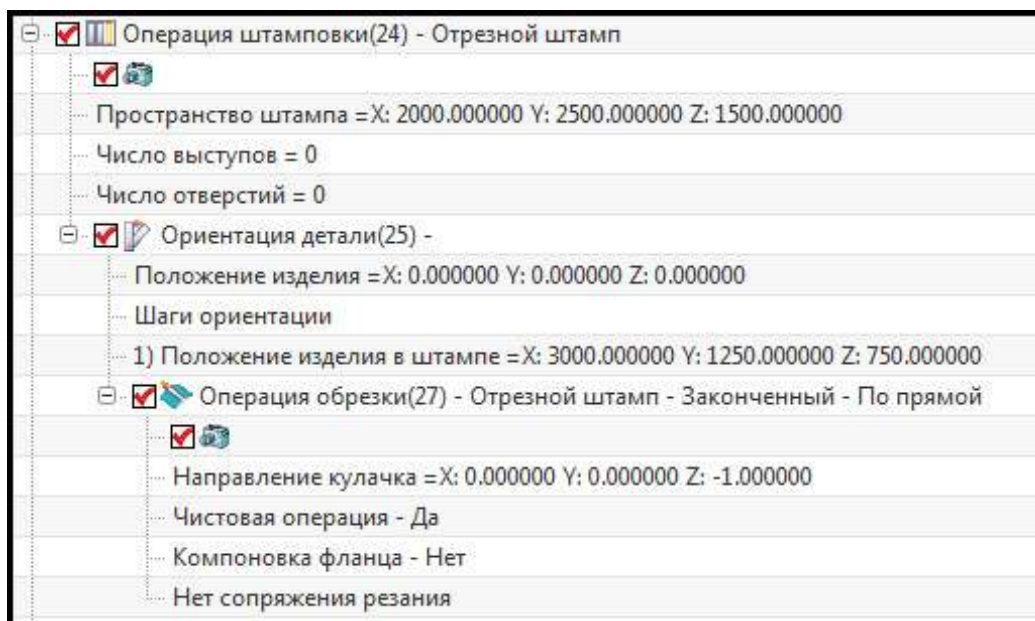


Рис. 5.88. DOL отчет

### 5.5.2. Помощник операции обрезки

Для задания параметров обрезки, изменения созданных контуров в приложении реализована функция **Помощник операции обрезки**. **Помощник** служит:

- для изменения контура обрезки;
- изменения и отображения значения углов и длины между точками на контуре обрезки;
- вывода файла электронной таблицы, содержащей информацию об углах обрезки контура.

На рис. 5.89 представлен интерфейс окна диалога. Он содержит следующие элементы (для отображения элементов далее одиннадцатого нажмите кнопку раскрытия списка **Больше опций** (зеленая стрелка):

- 1 – раздел **Шаги выбора**, служит для поэтапного указания элементов геометрии;
- 2 – кнопка **Копировать профиль обрезки**, активна при выборе шага **Новый профиль обрезки**, позволяет сбросить параметры нового контура обрезки, см. ниже;
- 3 – список выбора **Фильтр**, позволяет указать тип выбираемой геометрии в рабочем окне;
- 4 – раздел **Углы**, задает минимальные и максимальные значения углов, образуемых между нормалью к поверхности в точке обрезки и направлением движения ползуна (по умолчанию -Z);
- 5 – раздел **Длина обрезки**, служит для параметров длины контура реза;
- 6 – раздел **Отобразить**, позволяет визуально оценить указанные параметры угла и длины обрезки, указанные вдоль контура обрезки;
- 7 – кнопка **Сменить сторону обрезки**, указывает противоположное направление обрезки;
- 8 – кнопка **Расчет разделки обрезки**, при нажатии выводит в графическом окне величины углов и длин обрезки;
- 9 – кнопка **Пересчитать направление обрезки**, служит для перепостроения визуальных результатов при изменении параметров угла и длины обрезки;



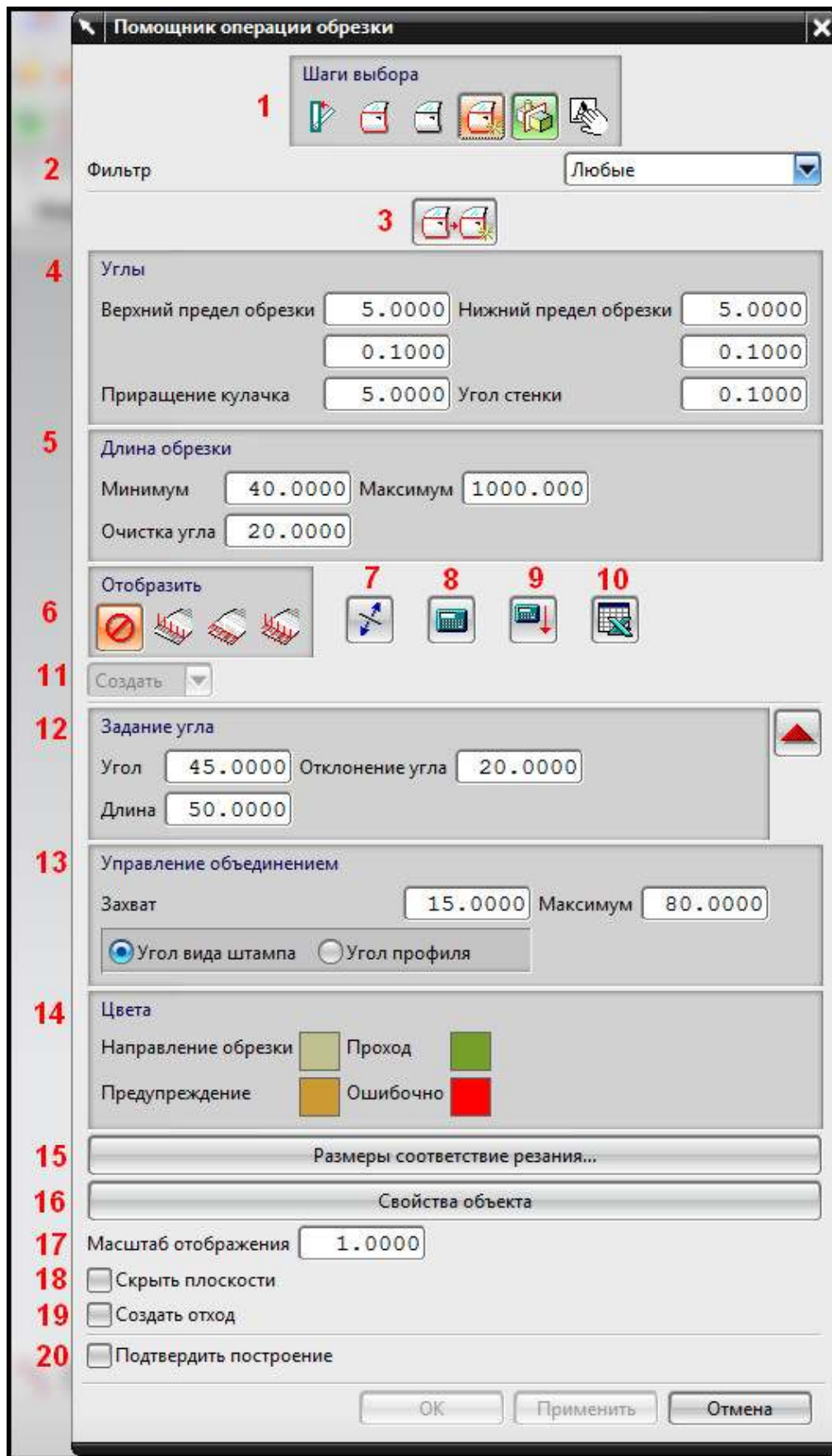


Рис. 5.89. Помощник операции обрезки



10 – кнопка **Экспорт углов обрезки**, при нажатии открывает excel-файл с выводом углов обрезки;

11 – список выбора **Создать/Изменить**, указывает тип операции, позволяет создавать новые данные по углам обрезки или изменять существующие, если выбран существующий контур обрезки и тип **Создать**, прежний профиль будет сохранен, иначе он будет изменен на новый;

12 – раздел **Задание угла**, позволяет задать угол в профиле обрезки;

13 – раздел **Управление объединением**;

14 – раздел **Цвета**, позволяет настроить цвет отображения визуальных параметров угла и длины обрезки, для изменения цвета необходимо щелкнуть по значку;

15 – кнопка **Размеры соответствия резания**, открывает информационное окно указания параметров сечения;

16 – кнопка **Свойства объектов**, при нажатии открывает окно свойств для указания типа линии, ее цвета, толщины и слоя;

17 – строка ввода **Масштаб отображения**, изменяет масштаб визуального отображения углов обрезки;

18 – кнопка **Скрыть плоскости**, при активации скрывает созданные плоскости;

19 – кнопка **Создать отход**, при нажатии создает листовое тело на месте контура обрезки;

20 – кнопка **Подтвердить построение**, позволяет оценить и проанализировать операцию, прежде чем ее принять.

Раздел **Шаги выбора** включает следующие кнопки интерфейса (рис. 5.90):



Рис. 5.90. Шаги выбора

1 – **Ориентация изделия**, позволяет выбрать ориентацию изделия, для которой будет осуществляться настройка обрезки;

2 – **Профиль обрезки**, позволяет указать созданную кривую обрезки;

3 – **Листовое тело**, служит для выбора тела обрезки; если данный шаг не выбран, предполагается, что обрезка выполняется в направлении  $-Z$ ;

4 – **Новый профиль обрезки**, позволяет задать новый контур вместо выбранного;

5 – **Плоскость симметрии**, позволяет создать плоскость симметрии для указанного контура;

6 – **Динамическое изменение**.

Раздел **Углы** содержит следующие строки ввода (рис. 5.91):

1 – **Верхний предел обрезки**, позволяет ввести значение и допуск угла первого предела относительно точки на контуре;

2 – **Нижний предел обрезки**, позволяет указать значение и допуск угла второго предела;



3 – **Приращение кулачка**, указывает минимальный угол поворота вектора направления обрезки вдоль осей;

4 – **Угол стенки**, при превышении данного угла будет выведено информационное сообщение о несоответствии.

Углы					
Верхний предел обрезки	1	5.0000	Нижний предел обрезки	2	5.0000
		0.1000			0.1000
Приращение кулачка	3	5.0000	Угол стенки	4	0.1000

Рис. 5.91. Раздел Углы

Раздел **Длина обрезки** включает следующие строки ввода (рис. 5.92):

Длина обрезки					
Минимум	1	40.0000	Максимум	2	1000.000
Очистка угла	3	20.0000			

Рис. 5.92. Длина обрезки

1 – **Минимум**, позволяет ввести минимальную длину контура обрезки;

2 – **Максимум**, указывает максимальную длину контура;

3 – **Очистка угла**, задает зазор в углах, указывает минимальное значение между точками углов на профиле.

Раздел **Отобразить** содержит следующие кнопки (рис. 5.93):

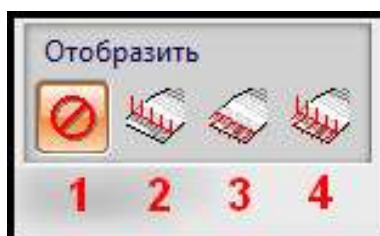


Рис. 5.93. Раздел Отобразить

1 – **Выкл.**, не отображает в рабочем окне никаких численных параметров углов или длин обрезки;

2 – **Углы обрезки**, отображает значение углов вдоль контура;

3 – **Стенки обрезки**, отображает значение угла профиля контура;

4 – **Углы стенки/обрезки**, отображает оба параметра в рабочем окне.

Раздел **Задание угла** включает следующие строки для ввода числовых данных (рис. 5.94):

1 – **Угол**;

2 – **Отклонение угла**;

3 – **Длина**.



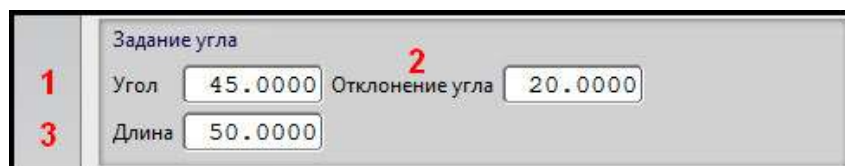


Рис. 5.94. Задание угла

Раздел **Управление интерфейсом** представлен на рис. 5.95:

- 1 – строка ввода **Захват**;
- 2 – строка ввода **Максимум**;
- 3 – переключатели **Угол штампа** и **Угол профиля**.

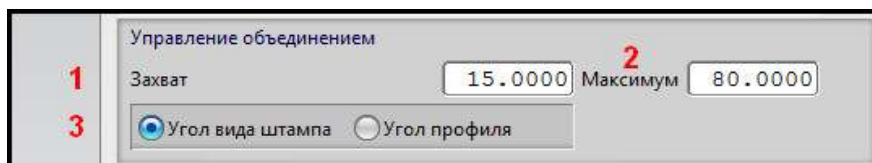


Рис. 5.95. Управление интерфейсом

Раздел **Цвета** позволяет визуализировать углы обрезки (рис. 5.96). Чем больше значение угла, тем выше столбик диаграммы. Красным цветом обозначены углы, выходящие за пределы значения угла обрезки, желтые – близкие к пределам. Зеленым цветом показаны части диаграммы, прошедшие контроль угла обрезки.

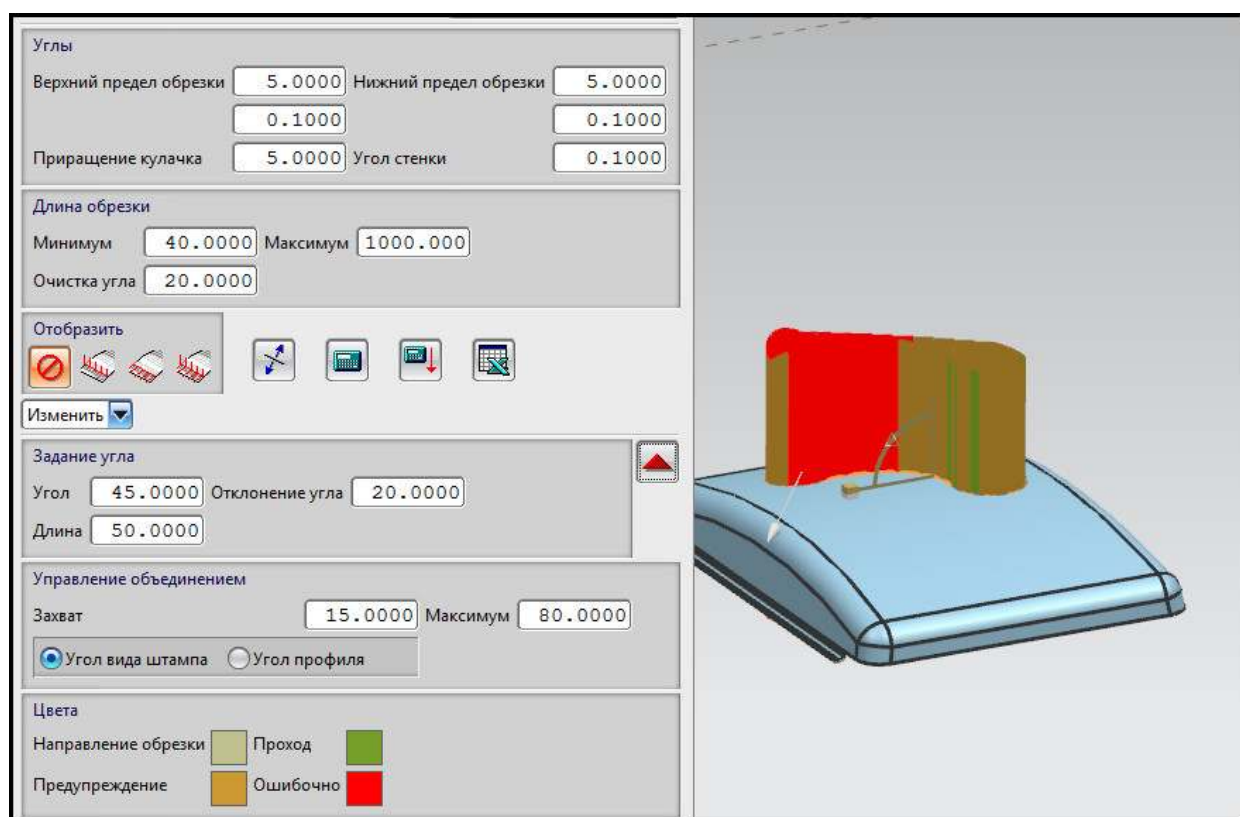


Рис. 5.96. Цветовое отображение углов обрезки



*Краткий алгоритм изменения контура обрезки с Помощником операции обрезки*

1. Вызовите окно **Помощника** на панели приложения **Die Engineering**.
2. Выберите шаг **Ориентация изделия**, в рабочем окне укажите ориентацию, на которой выполнена обрезка.
3. Выберите шаг **Профиль обрезки** и в рабочем окне щелкните по контуру обрезки, который необходимо изменить.
4. Выберите шаг **Новый профиль обрезки** и задайте иные кривые обрезки.
5. Нажмите кнопку **Расчет разделки обрезки**.
6. Сравните по выведенному изображению значения углов и соответствия или несоответствия этих углов указанным в разделе **Углы параметрам**.
7. При ошибке (несоответствия углов операции с углом обрезки) задайте параметры таким образом, чтобы значение было проходным в разделе **Углы**.
8. Нажмите **ОК**.

По итогам работы с данным окном диалога пользователь может провести оценку созданного контура обрезки и вывести результаты углов контура в файл табличного редактора.

### **5.5.3. Технологичность обрезки: контроль углов обрезки**

После создания контуров или контура обрезки пользователь может проверить технологичность операции. Для проверки используется сравнение полученных углов обрезки с заданным. Задание контрольного угла также осуществляется с помощью реализованной в приложении операции **Контроль углов обрезки**. Данная операция позволяет создать набор сегментных линий, отображающих значение угла обрезки в указанных точках. Для начала работы с окном диалога **Контроль углов обрезки** нажмите одноименную кнопку на панели **Die Engineering**.

Интерфейс окна диалога представлен на рисунке и содержит следующие элементы (рис. 5.97):

- 1 – кнопка **Обрезанные грани**, служит для указания в рабочем окне грани, на которой произведена обрезка;
- 2 – кнопка **Обрезанные кривые**, позволяет указать в рабочем окне контур обрезки;
- 3 – кнопка **Линейные сегменты**, служит для указания двух сегментов, между которыми будет рассчитан угол обрезки;
- 4 – список выбора **Фильтр**, служит для выбора типа геометрии;
- 5 – список выбора **Направление обрезки**, позволяет указать вектор обрезки;
- 6 – строка ввода **Максимальный угол**, служит для ввода наибольшего значения угла обрезки, по умолчанию 30°;
- 7 – строка ввода **Минимальный угол**, позволяет ввести минимальное значение угла обрезки, по умолчанию -20°;
- 8 – строка ввода **Проверить шаг между точками**, указывает количество проверок, которые будут выполнены вдоль контура;
- 9 – **таблица Угол/X1Y1Z1/X2Y2Z2**, содержит сведения обо всех сегментных линиях, включает семь значений: угол, три координаты первой точки сегмента, три координаты второй точки сегмента;
- 10 – кнопка **Сменить стороны обрезки**, позволяет изменить направление обрезки относительно кривой обрезки;



11 – кнопка **Сохранить подсвеченные строки**, позволяет сохранить выбранные точки и отрезки для вывода их на экране;

12 – кнопка **Записать в информационное окно**, при нажатии открывает окно со значением угла и координат указанных сегментов.

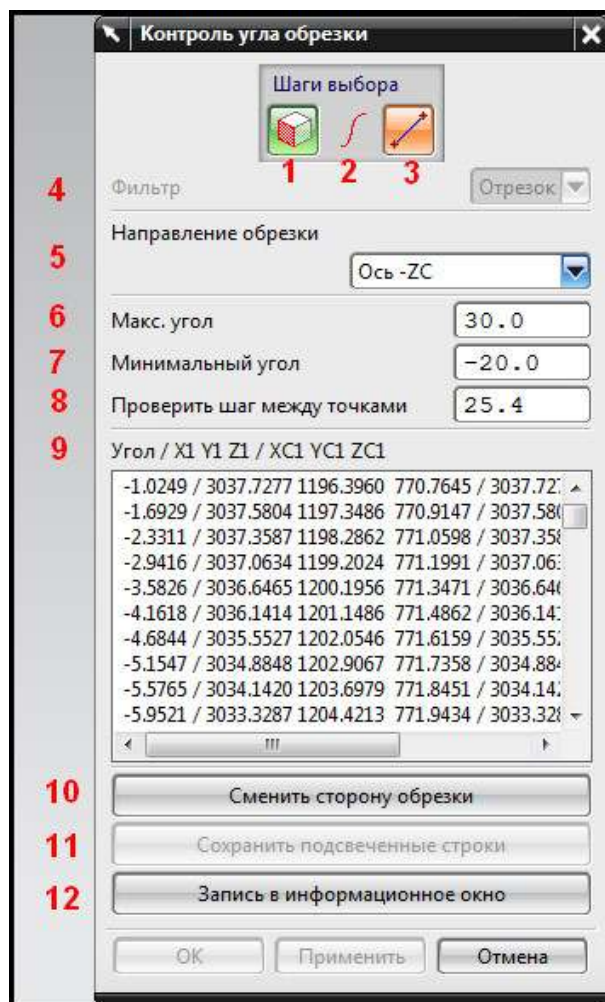


Рис. 5.97. Контроль углов обрезки

Для проведения контроля углов можно придерживаться следующего алгоритма (у вас должен быть создан хотя бы один контур обрезки).

1. Вызовите окно диалога **Контроль углов обрезки**.
2. Задайте параметры контроля угла обрезки в соответствии с требованиями, используя строки ввода **Макс. угол**, **Минимальный угол**, **Проверить шаг между точками**.
3. Нажмите кнопку **Обрезанные грани** и выберите грань, для которой создана кривая обрезки.
4. Нажмите кнопку **Обрезанные кривые** и в рабочем окне укажите контур или контуры обрезки.
5. Укажите направление обрезки, выбрав нужный способ задания вектора направления.
6. Нажмите кнопку **Применить**.
7. При нажатии в рабочем окне вдоль контура будут созданы отрезки, нормальные к грани, содержащей контур (рис. 5.98). Отрезки могут быть окрашены в различные



цвета: красный для непрошедших контроль углов, желтый для значения, близкого к пределу, зеленый для прошедших контроль углов. Длина сегмента равна величине угла обрезки в данной точке.

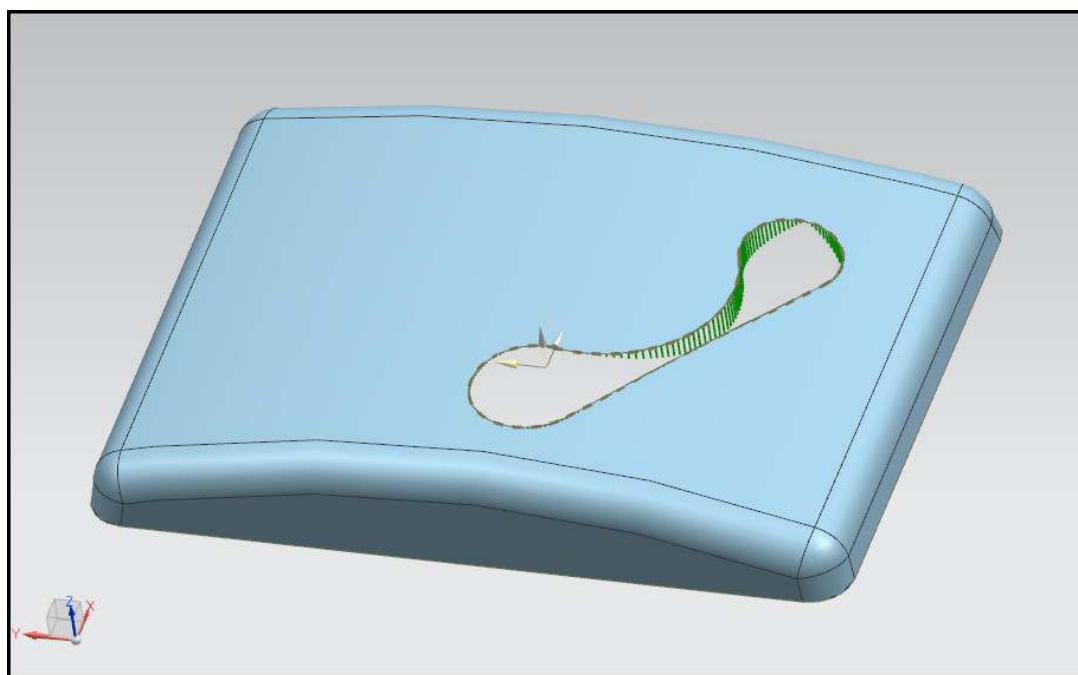


Рис. 5.98. Визуализация углов обрезки

8. Для вывода информации об одном, нескольких или всех сегментах кривой нажмите кнопку **Запись в информационное окно**. В открывшемся окне будет представлена информация об угле обрезки в каждой выбранной точке, а также координаты вершин сегмента.

На данном этапе работа по заданию параметров операций обрезки заканчивается. В результате работы пользователь создает контуры обрезки или вырубки, указывает направление движения инструмента и технологические параметры обрезки, проводит проверку технологичности операции обрезки.

## 5.6. Разработка операции «пробивка»

Пробивкой называется разделительная операция, позволяющая отделять часть металла в полуфабрикate по замкнутому контуру. Отделяемая часть при пробивке уходит в отход. В приложении **Die Engineering** под пробивкой подразумевается образование отверстий разных форм.

Для вызова окна диалога **Операция пробивки** воспользуйтесь одноименной кнопкой на панели приложения.

Интерфейс представлен на рис. 5.99 и содержит следующие разделы:

1 – **Ориентация**, служит для выбора в рабочем окне ориентации детали, на которой будет совершаться пробивка отверстия;

2 – **Отверстия для разделения**, позволяет выбрать замкнутые кривые или ребра, образующие отверстие;



3 – **Определения пробивки**, задает основные параметры операции – форму отверстия, его размеры и представляет список всех отверстий;

4 – **Направление кулачка**, позволяет пользователю задать направление движения инструмента;

5 – **Ассоциативные объекты**, позволяет создать данные, связанные с операцией пробивки;

6 – **Настройки**, содержит различные элементы настройки операции пробивки;

7 – **Просмотр**, позволяет отображать возможный результат в процессе задания параметров пробивки.

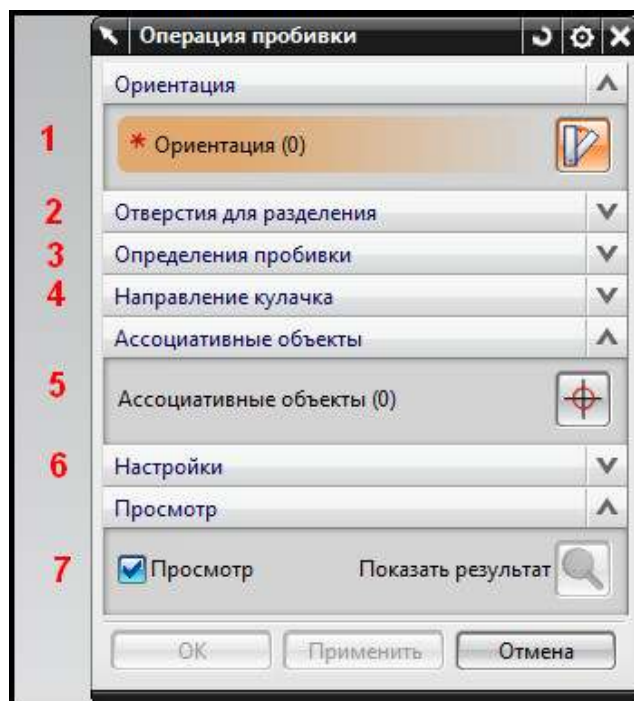


Рис. 5.99. Операция пробивки

Раздел **Отверстия для разделения** содержит следующие элементы (рис. 5.100):

1 – кнопка **Выберите кривую**, позволяет указать кривые или ребра, образующие отверстие;

2 – кнопка **Выберите необработанные отверстия**, служит для автоматического выбора всех отверстий, для которых не были созданы операции обрезки или пробивки. Данная функция позволяет автоматически указать лишь круглые отверстия.

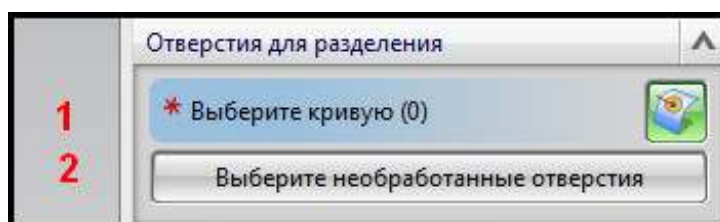


Рис. 5.100. Отверстия для разделения

Раздел **Определения пробивки** представлен на рис. 5.101 и содержит следующие элементы:



1 – строка выбора **Метод калибровки**, может принимать значения **Авто** и **Вручную**, первое значение позволяет задать параметры пробивки автоматически, второй вариант – указать направление, форму и размеры отверстия вручную;

2 – строка выбора **Форма отверстия**, служит для выбора формы отверстия для проектируемой операции, при выборе метода калибровки **Авто** данная операция выполняется автоматически;

3 – строка выбора **Диаметр пуансона**, выбор формы отверстия **Круговой** позволяет задать диаметр пуансона пробивки, размер высчитывается автоматически;

4 – кнопка **Использовать размеры отверстия**, при нажатии автоматически рассчитывает форму и размер указанного отверстия;

5 – **Список отверстий**, при задании замкнутого контура в данный список добавляется новая строка.

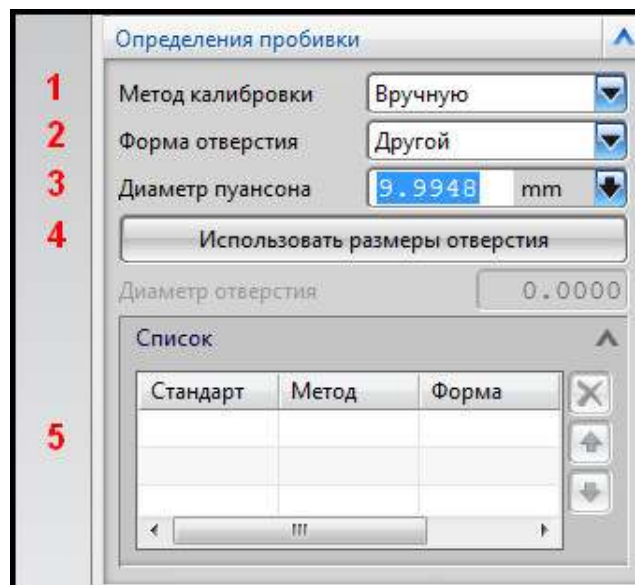


Рис. 5.101. Определение пробивки

Раздел **Направление кулачка** состоит из следующих элементов интерфейса (рис. 5.102):

1 – кнопка **Задать вектор**, служит для указания вектора пробивки;

2 – список выбора **Тип кулачка**, служит для указания характера движения клина при клиновой операции;

3 – кнопка **Расчет направления кулачка**, при нажатии автоматически определяет вектор клина, по умолчанию вектор является нормальным к поверхности отверстия.

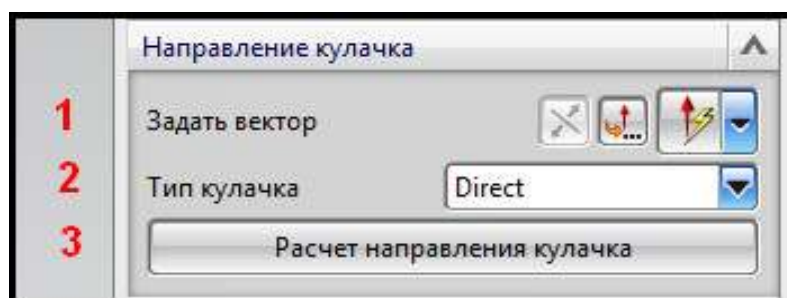


Рис. 5.102. Направление кулачка



Раздел **Настройки** представлен на рис. 5.103 и содержит следующие элементы:

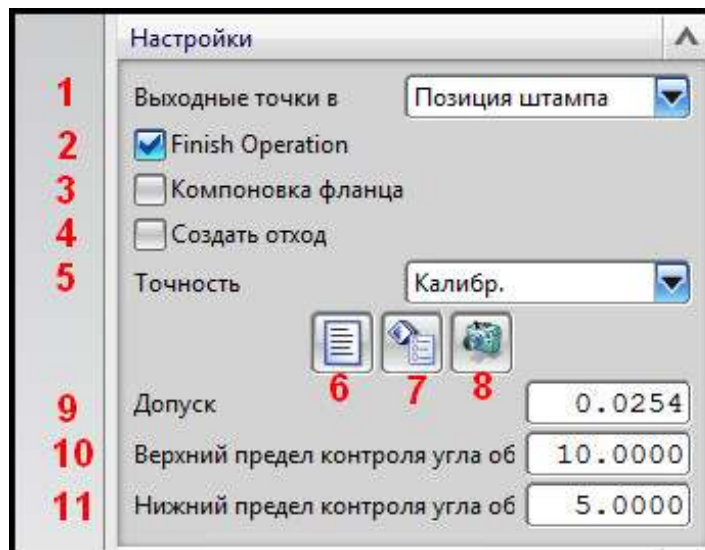


Рис. 5.103. Раздел **Настройки**

- 1 – список выбора **Выходные точки в**;
- 2 – кнопка **Finish Operation**, при активации создает в **DOL отчете** запись о том, что операция является чистовой;
- 3 – кнопка **Компоновка фланца**, при активации указывает, что пробивка осуществляется на еще не сформированном фланце;
- 4 – кнопка **Создать отход**, при активации создает тело отхода на месте отверстия;
- 5 – список выбора **Точность**, позволяет задать точность выполнения операции;
- 6 – кнопка **Более подробно**, открывает окно для записи комментария;
- 7 – кнопка **Свойства**, позволяет задать слой, цвет, ширину и тип линии пробивки;
- 8 – кнопка **Захват вида**;
- 9 – строка ввода **Допуск**, служит для задания линейного допуска;
- 10 – строка ввода **Верхний предел контроля угла обрезки**, задает границу значения угла обрезки;
- 11 – строка ввода **Нижний предел контроля угла обрезки**, задает минимальное значение угла обрезки.

*Процесс заданий операции пробивки можно представить в виде краткого алгоритма.*

1. Вызовите окно диалога **Операция пробивки** на панели **Die Engineering**.
2. В разделе **Ориентация** нажмите кнопку, в рабочем окне укажите ориентацию модели, на которой вы хотите совершить пробивку.
3. Выберите раздел **Отверстия для разделения**, если у вас есть несколько круглых отверстий, нажмите кнопку **Выберите необработанные отверстия**, иначе выберите ручную кривые или ребра, образующие отверстия.
4. В разделе **Определение пробивки** в списке отверстий выберите одно отверстие и задайте ему параметры:
  - если вы собираетесь указывать параметры вручную, укажите форму и размер отверстия в соответствующих строках выбора;
  - если вы хотите задать параметры автоматически, нажмите кнопку **Использовать размеры отверстия**.



5. Задайте направление движения рабочего инструмента для каждого отверстия, для этого в разделе **Направление кулачка** задайте вектор:

- если вы хотите задать направление вручную, воспользуйтесь кнопкой **Задать вектор** и постройте его;
- если вы хотите определить вектор автоматически, нажмите кнопку **Расчет направления кулачка**, вектор будет перпендикулярен поверхности отверстия в его геометрическом центре.

6. Определите, будет ли создано тело отхода или нет, является ли операция конечной, укажите границы угла обрезки в разделе **Настройки**, если это необходимо.

7. Нажмите **ОК**.

В результате работы с разделом пользователь задает операции пробивки для указанных отверстий с информацией о размерах и форме отверстий, направлении движения пуансонов и других параметрах пробивки.

Данные о пробивке присутствуют в **Навигаторе модели** (рис. 5.104), в **DOL отчете** операция пробивки содержит информацию о направлении вектора, длине контура, форме, точности и координатах пробитого отверстия (рис. 5.105).

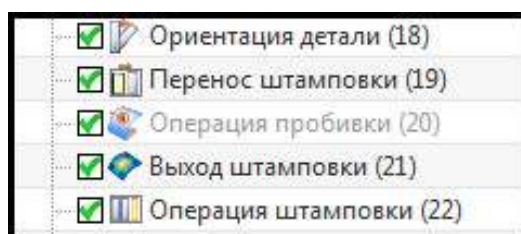


Рис. 5.104. Навигатор модели

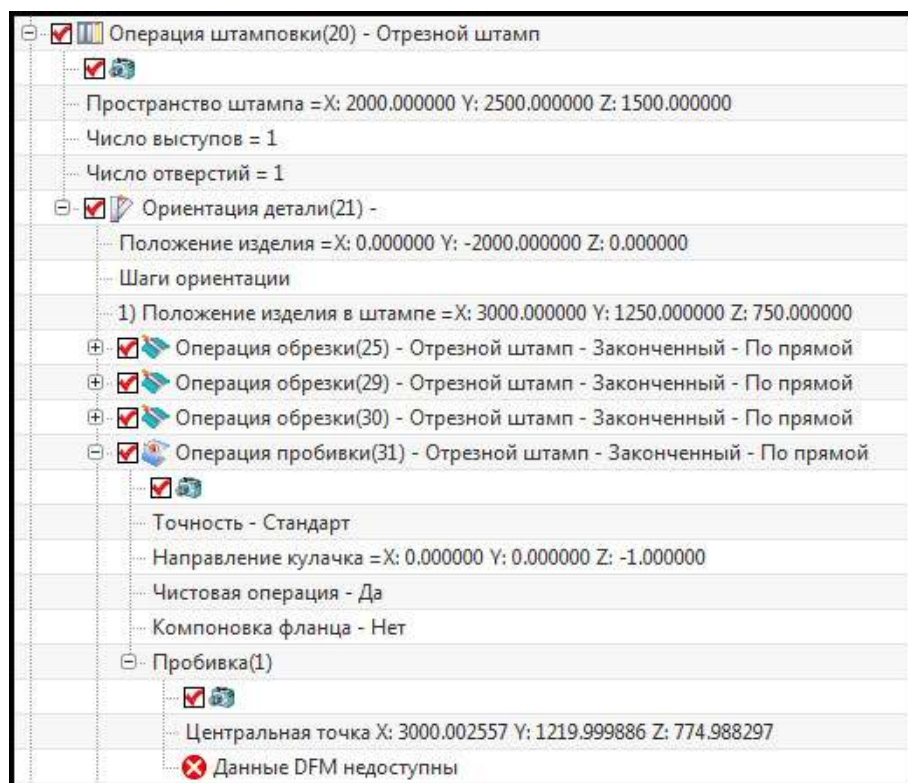


Рис. 5.105. DOL отчет



### 5.6.1. Технологичность обрезки: контроль углов пробивки

Проверка технологичности пробивки осуществляется как с помощью инструмента **Контроль углов обрезки** (см. подраздел 5.5), так и функций операции обрезки. Контроль проводится автоматически и отображается на этапе задания вектора движения рабочего инструмента.

Угол пробивки отображается значением около оси пробивки (рис. 5.106). Соответствие угла пробивки контрольному обозначается цветом оси пробивки. Красный цвет – угол пробивки не соответствует контрольному, желтый – угол пробивки лежит в пределах контрольного угла, зеленый – угол пробивки соответствует контрольному, операция будет произведена безопасно.

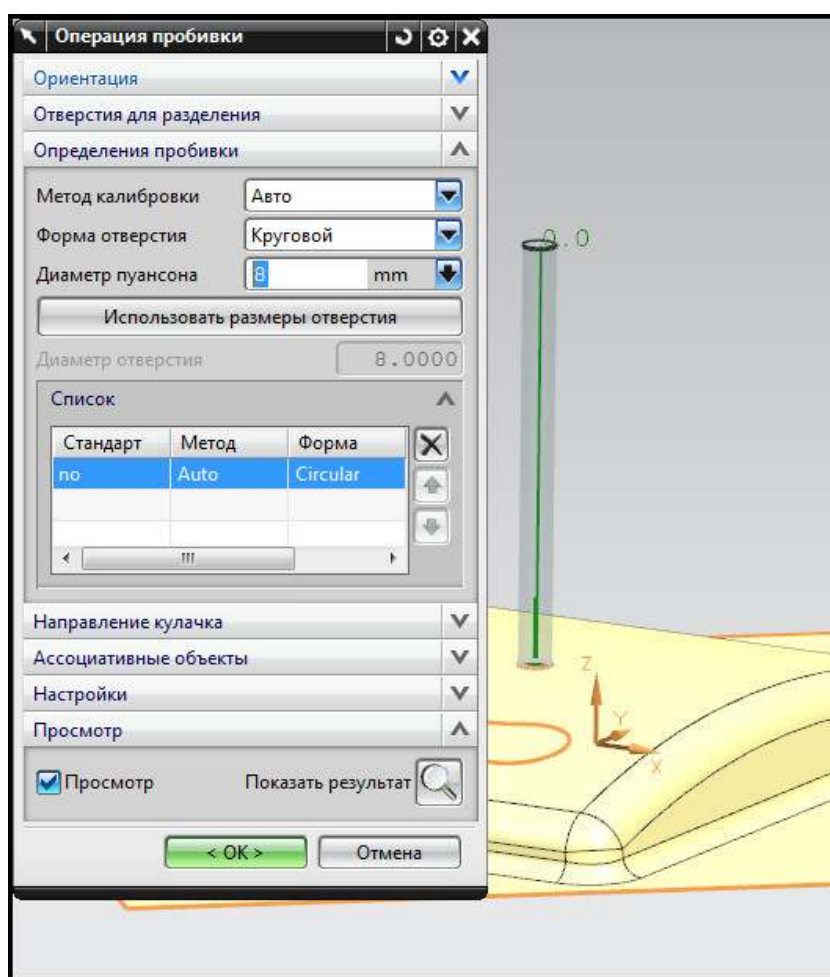


Рис. 5.106. Визуализация значения угла пробивки и его контроль

Границы угла пробивки задаются в разделе **Настройки** в строках выбора **Верхний** и **Нижний предел контроля угла обрезки**.

### 5.7. Разработка операции «фланцовка»

Фланцевкой называется операция холодной штамповки, в результате которой образуются фланцы по краю полуфабриката. Фланцевка чаще всего является заключительной формоизменяющей операцией в технологии. Фланцы могут быть предна-



значены, например, для сварки или спаивания двух деталей, для крепления болтовым соединением и др.

Приложение **Die Engineering** позволяет указать часть детали в качестве фланца, а также задать параметр упругого пружинения. Для запуска окна диалога **Отгибка фланцев** нажмите одноименную кнопку на панели приложения.

На рис. 5.107 представлен интерфейс окна диалога, он содержит следующие элементы:

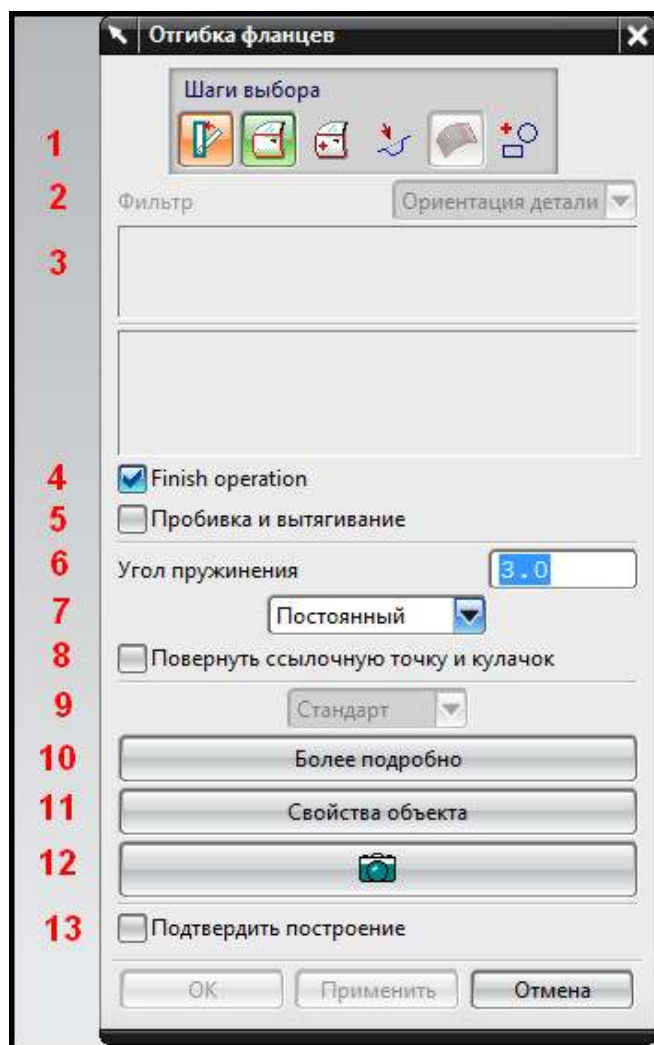


Рис. 5.107. Окно диалога **Отгибка фланцев**

- 1 – раздел **Шаги выбора**, служит для поэтапного выбора геометрии фланца;
- 2 – список выбора **Фильтр**, необходим для выбора типа указанной геометрии в рабочем окне;
- 3 – **область дополнительных опций**, позволяет указать параметры выбранной геометрии; доступна для некоторых шагов;
- 4 – кнопка **Finish operation**, при активации задает выбранную операцию чистовой для указанного фланца;
- 5 – кнопка **Пробивка и вытягивание**, при активации задает совмещенную операцию фланцовки и пробивки;
- 6 – строка ввода **Угол пружинения**, позволяет указать параметр угла пружинения;



7 – строка **выбора функции угла пружинения**, служит для указания закона изменения угла пружинения;

8 – кнопка **Повернуть ссылочную точку и кулачок**, задает точку в области фланца и направление вращения клинового инструмента;

9 – строка **выбора точности**, активна при выборе операции совмещенной формовки и пробивки;

10 – кнопка **Более подробно**, при нажатии открывает окно для ввода комментария;

11 – кнопка **Свойства объектов**, служит для задания слоя, типа линии, цвета фланца;

12 – кнопка **Захват вида**, создает ориентацию вида;

13 – кнопка **Подтвердить построение**, при нажатии позволяет предварительно просматривать результат для его принятия или отклонения.

Раздел **Шаги выбора** включает следующие кнопки (рис. 5.108):

1 – **Ориентация изделия**, позволяет указать ориентацию, на которой будет совершена операция фланцовки;

2 – **Граница области**, служит для выбора кривой, отделяющей фланец от остального тела полуфабриката, может указываться как существующая кривая, так и ребро;

3 – **Точка в области**, позволяет определить точку на фланце;

4 – **Направление кулачка**, позволяет указать вектор инструмента фланцовки для клиновых операций;

5 – **Уточнение формы**, активна при отключении кнопки Окончательная операция, служит для выбора промежуточной формы фланца, получаемого за несколько операций;

6 – **Ассоциативные объекты**, позволяет связать объекты модели с операцией фланцовки.

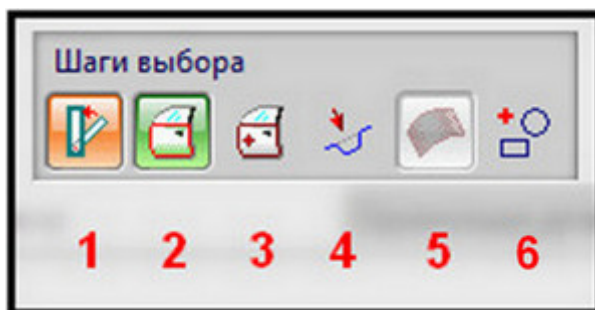


Рис. 5.108. Шаги выбора

Раздел дополнительных опций при выборе шага **Направление кулачка** содержит элементы (рис. 5.109):

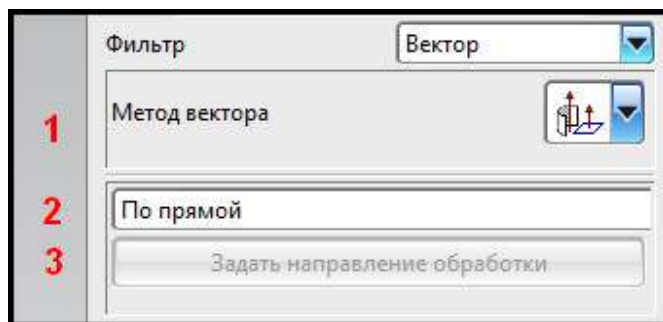


Рис. 5.109. Раздел **Направление кулачка**



- 1 – список выбора **Метод вектора**, позволяет выбрать метод построения вектора;
- 2 – список выбора **типа движения клинового механизма**;
- 3 – кнопка **Задать направление обработки**.

Для задания параметров упругого пружинения воспользуйтесь строкой ввода **Угол пружинения**. Пользователь может ввести значение угла пружинения либо задать закон изменения пружинения вдоль кривой. В приложении представлены следующие законы изменения (рис. 5.110):

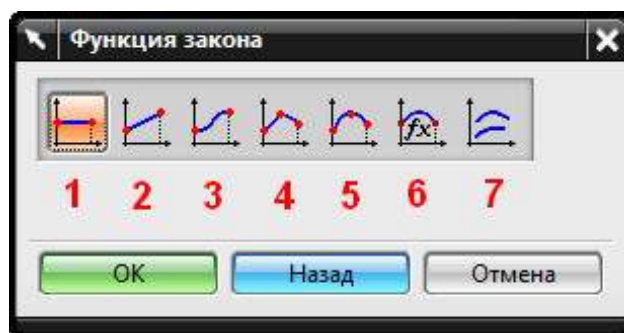


Рис. 5.110. Функции закона

- 1 – **Постоянный**;
- 2 – **Линейный**;
- 3 – **Кубический**;
- 4 – **Значение вдоль направляющей – линейный**;
- 5 – **Значение вдоль направляющей – кубический**;
- 6 – **По выражению**;
- 7 – **По кривой закона**.

После указания функции пружинения вдоль ребра, соединяющего фланец и тело детали, вы можете его изменить, еще раз выбрав строку выбора **По закону**. Открывается окно диалога, в котором можно изменить тип закона, его параметр и допуск.

Для создания операции фланцовки вы можете следовать следующему алгоритму.

1. Откройте окно диалога **Отгибка фланцев** на панели приложения.
2. В разделе **Шаги выбора** выберите кнопку **Ориентация детали**, укажите ориентацию, на которой будет происходить фланцовка.
3. Нажмите кнопку **Граница области** и укажите кривую, отделяющую фланец от остальных поверхностей полуфабриката.
4. Выберите кнопку **Точка в области** и укажите в рабочем окне точку на поверхности фланца.
5. Определите вектор движения рабочего инструмента фланцовки:
  - если инструмент движется вертикально, то пропустите данный шаг;
  - если используется клиновая фланцовка, укажите вектор движения инструмента в разделе **Направление кулачка**, выбрав в строке выбора метод **Вектор**.
6. Определите параметры процесса: является ли операция окончательной для данного фланца, будет ли происходить совмещённая фланцовка-пробивка.
7. Укажите параметр угла пружинения.
8. Нажмите **ОК**.

В результате пользователь выполняет операцию фланцовки. В **Навигаторе модели** создается элемент **Отгибка фланцев** (рис. 5.111), в **DOL отчете** на операции штамповки



**Штамп гибки фланцев** – элемент **Отгибка фланцев** (рис. 5.112) с информацией о площади фланца, угле пружинения, длине линии сгиба, параметрах углов фланцовки и др.

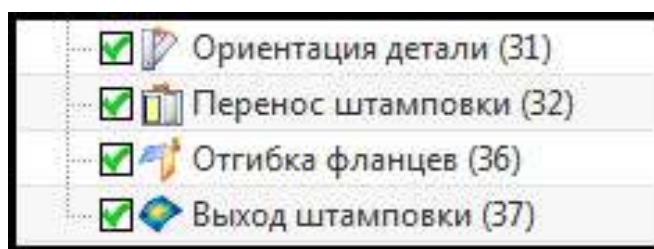


Рис. 5.111. Навигатор модели

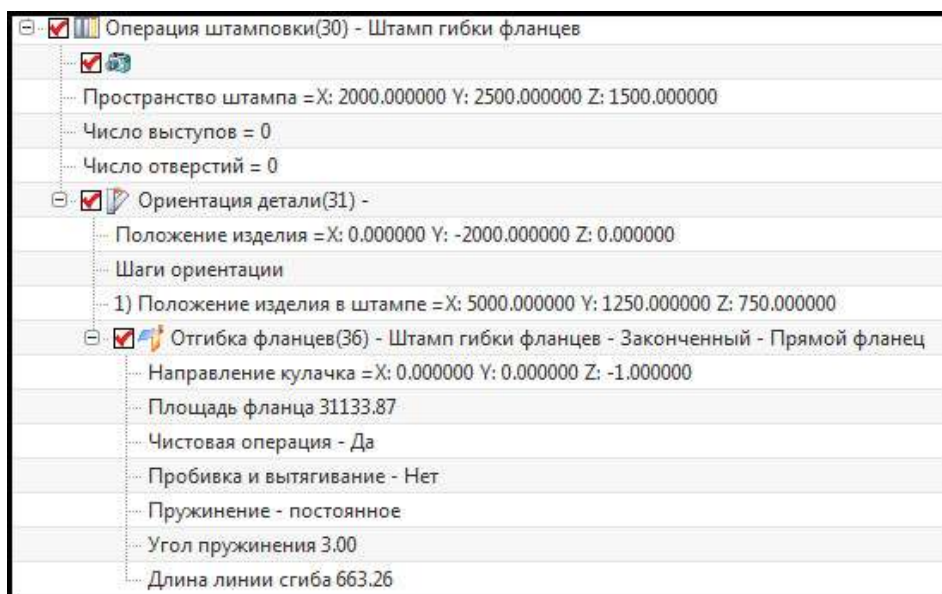


Рис. 5.112. DOL отчет

## 5.8. Назначение компенсации пружинения для геометрии инструмента

При штамповке происходит такое явление, как упругое пружинение. Пружинением называется изменение размеров при штамповке под действием упругих напряжений. После создания операций штамповки, указания типа операций на каждой из них, настройки параметров процесса можно задать дополнительные настройки и параметры просмотра пружинения.

Данные явления при проектировании технологического процесса в **Проектировании штампов** можно задать численным образом, а также вывести фасетные (триангулированные) модели тел, полученных при воздействии пружинения и утонения.

### 5.8.1. Опции компенсации пружинения

Оценить влияние пружинения на форму изделия пользователь может на этапе задания параметров фланцовки при вызове функции **Поверхность штампа** (см. п. 5.8.3). Если же есть необходимость представить листовое тело перехода, то используется функция **Компенсация пружинения**. Данная операция позволяет на основе геометрии



детали и фасетного тела пружинения, полученного на этапе одношагового анализа формуемости, создать листовое сшитое тело перехода с учетом пружинения.

Для вызова окна диалога функции **Компенсация пружинения** необходимо нажать одноименную клавишу на панели приложения **Проектирование штампов**. Интерфейс представлен на рис. 5.113 и содержит следующие разделы:

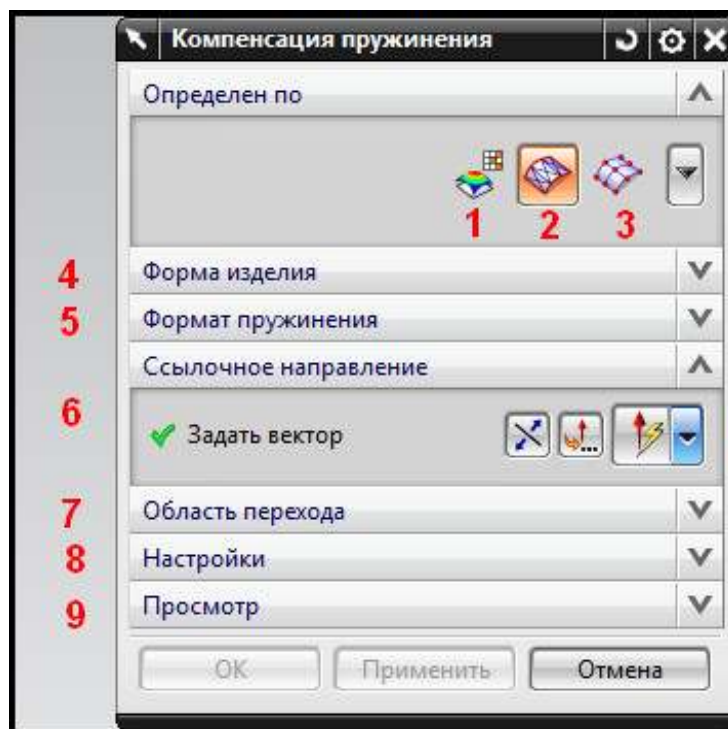


Рис. 5.113. Компенсация пружинения

1 – **Одношаговый элемент**, задает метод определения формы поверхности пружинения с помощью элемента **Одношаговая развертка**;

2 – **Фасетные тела**, задает метод построения через созданное фасетное тело пружинения, выполненное при использовании одношагового анализа формуемости;

3 – **Точки из файла**, задает метод построения по точкам, загружаемым из файла для указанной поверхности;

4 – **Задание параметров выбранного метода** (на рисунке отображены параметры создания на основе одношагового анализа);

5 – **Формат пружинения**, служит для указания файла набора точек или фасетной поверхности, на основе которых будет создана модель, содержит аналогичные функции, расположенные в разделе задания параметров;

6 – **Ссылочное направление**, служит для указания направления поверхности;

7 – **Область перехода**, позволяет указать внутреннюю и верхнюю границы области прижима;

8 – **Настройки**, задает параметры построения;

9 – **Просмотр**, при нажатии кнопки выводит на экране предварительный результат построения.

При выборе метода создания поверхности на основе одношагового элемента окно диалога содержит кнопку **Выбрать одношаговый элемент**. Пользователю необходимо указать результат одношагового анализа формуемости (элемент **Одношаговая развер-**



тка в Навигаторе модели), на основании которого будет создана поверхность перехода с учетом пружинения (рис. 5.114).

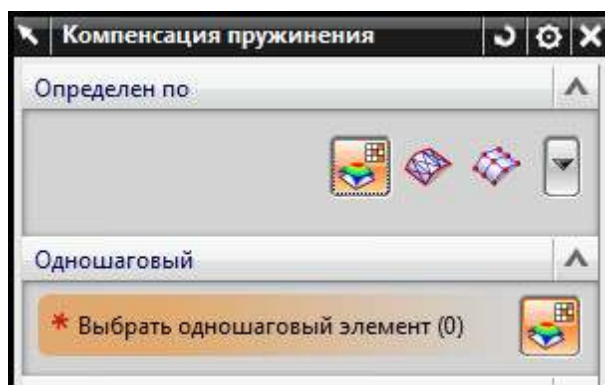


Рис. 5.114. Раздел **Одношаговый элемент**

Метод **Фасетные тела** подразумевает выбор модели перехода и фасетной модели пружинения. Фасетная модель создается при использовании одношагового анализа формуемости. Подробнее о выводе фасетного тела см. п. 5.3.1. Интерфейс раздела **Фасетное тело** представлен на рис. 5.115:

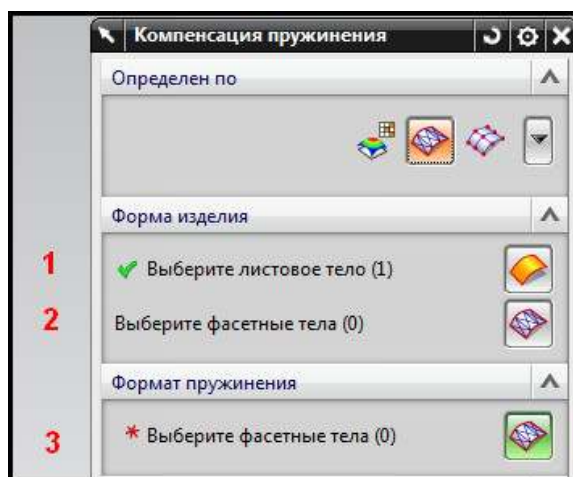


Рис. 5.115. Раздел **Фасетное тело**

- 1 – кнопка **Выберите листовое тело**, позволяет выбрать тело перехода или детали;
- 2 – кнопка **Выберите фасетное тело**, позволяет указать фасетное тело для указанной выше модели перехода или детали;
- 3 – раздел **Формат пружинения**, несет ту же функцию, что кнопка **Выберите фасетное тело**.

Метод **Точки из файла** позволяет создать тело по набору точек на основе модели перехода и точек, которые соответствуют переходу с учетом пружинения. Интерфейс окна представлен на рис. 5.116:

- 1 – кнопка **Выберите листовое тело**, позволяет указать тело, на основании которого был создан набор точек пружинения;
- 2 – кнопка **Файл точек**, позволяет открыть файл набора точек тела пружинения, созданного для указанной модели перехода;
- 3 – кнопка **Показать точки**, отображает на экране точки файла, активна при загрузке файла набора точек.



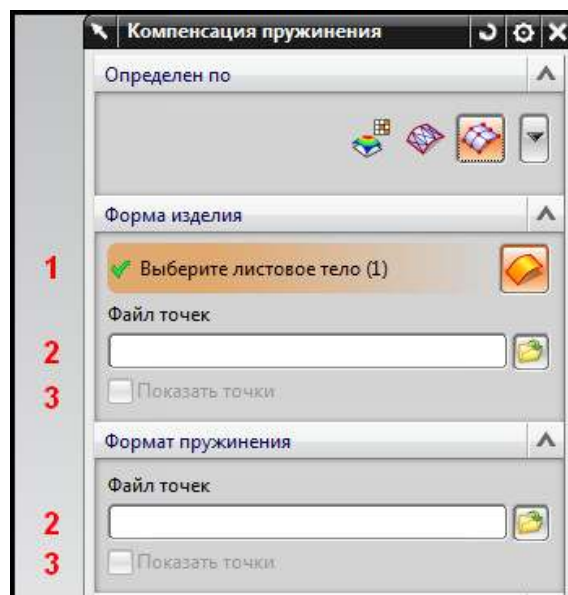


Рис. 5.116. Раздел **Точки из файла**

Раздел **Область перехода** содержит следующие элементы (рис. 5.117):

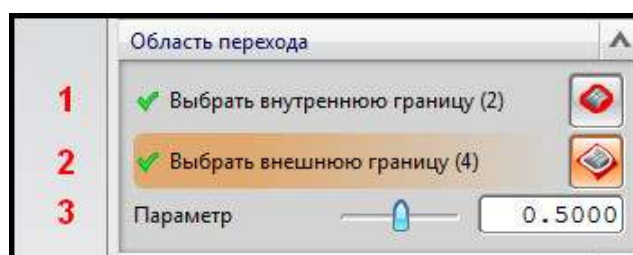


Рис. 5.117. Раздел **Область перехода**

1 – кнопка **Выбрать внутреннюю границу**, служит для указания кривых или ребер, определяющих внутренний контур прижимной поверхности;

2 – кнопка **Выбрать внешнюю границу**, позволяет задать внешний контур прижимной поверхности перехода;

3 – ползунок **Параметр**.

Раздел **Настройки** представлен на рис. 5.118:

1 – строка выбора **Результирующее тело**, позволяет задать вывод поверхности с учетом компенсации пружинения;

2 – кнопка **Создать фасеты**, при активации выводит дополнительную фасетную поверхность;

3 – строка ввода и ползунок **Деформация**, задает коэффициент деформации фасетов;

4 – строка ввода **Коэффициент сглаживания**, задает коэффициент сглаживания на границах фасетов;

5 – строка ввода **Размер сетки**;

6 – строка ввода **Степень**;

7 – строка ввода **Разрешить ограничение выпуклости**;

8 – кнопка **Задать вектор**;

9 – строка ввода **Размер шага**;



10 – кнопка **Вычислить максимальное отклонение**;

11 – строка ввода **Линейный допуск**.

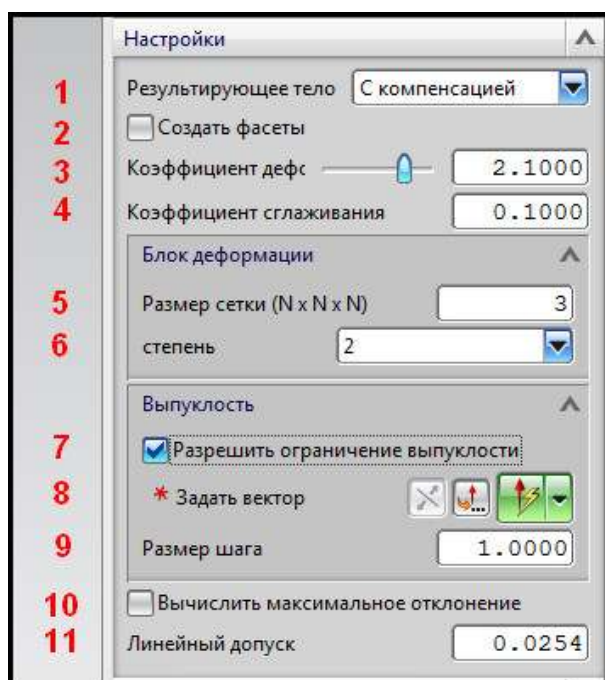


Рис. 5.118. Раздел **Настройки**

***Краткий алгоритм задания компенсации пружинения для модели детали или модели перехода***

1. Вызовите окно диалога **Компенсация пружинения** на панели приложения.

2. Укажите метод создания поверхности:

- если вы собираетесь отобразить поверхность пружинения на основе поверхности одношагового анализа формуемости, выберите шаг **Одношаговый** и укажите элемент **Одношаговая развертка**;
- если вы хотите использовать фасетное тело, укажите способ **Форма изделия**, модель перехода и фасетную модель пружинения;
- если вы используете метод **Точки из файла**, загрузите файл набора точек.

3. При необходимости задайте области перехода (прижима) в одноименном разделе.

4. Нажмите **ОК**.

В результате выполнения алгоритма будет выведено листовое тело, отображающее геометрию перехода с учетом упругого пружинения. В **Навигаторе детали** будет создан элемент **Компенсация пружинения** (рис. 5.119).

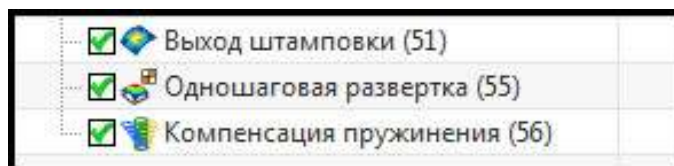


Рис. 5.119. **Навигатор детали**



## 5.8.2. Опции компенсации пружинения за счет утонения

Для вызова функций компенсации явлений пружинения за счет утонения необходимо в навигаторе модели выбрать элемент **Выход штамповки**, правой кнопкой мыши вызвать контекстное меню и выбрать пункт **Изменить параметры** (рис. 5.120).

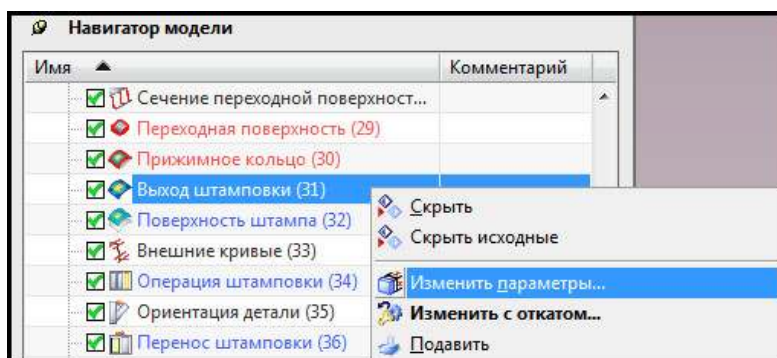


Рис. 5.120. Изменение параметра элемента **Выход штамповки**

Выход штамповки представляет собой завершенный элемент геометрии, получаемый на определённой операции. Если после операции расположена еще одна, выход штамповки копируется на следующую операцию. **Выход штамповки** на последней операции в технологическом процессе представляет собой готовое изделие.

Утонение реализовано как масштабирование модели перехода по определенному закону или относительно какого-либо объекта. Отображение модели перехода с учетом утонения возможно после создания элемента **Поверхность штампа** (см. ниже).

Окно диалога **Выход штамповки** представлено на рис. 5.121:

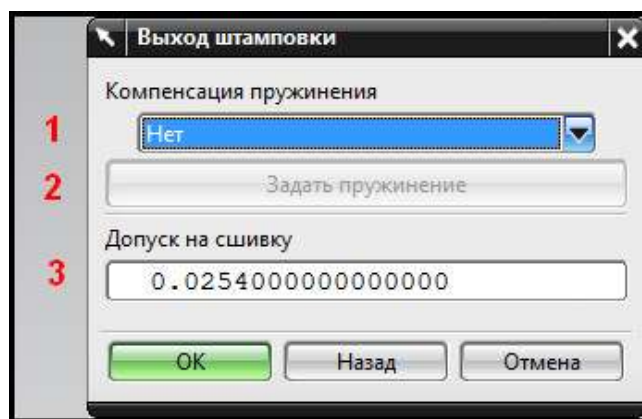


Рис. 5.121. **Выход штамповки**

1 – строка выбора **Компенсация пружинения**, указывает метод компенсации пружинения, можно выбрать методы **Равномерное мембранное расширение**, **Деформация по функции** и **Деформация по поверхности**;

2 – кнопка **Задать пружинение**, активна при выборе метода компенсации, открывает окно задания параметров пружинения;

3 – строка ввода **Допуск на сшивку**, позволяет изменить допуск сшивки граней тела пружинения.



Первый метод компенсации пружинения за счет утонения – **Равномерное мембранное расширение**. При выборе этого метода и нажатии кнопки **Задать пружинение** открывается дополнительное окно диалога, представленное на рис. 5.122:

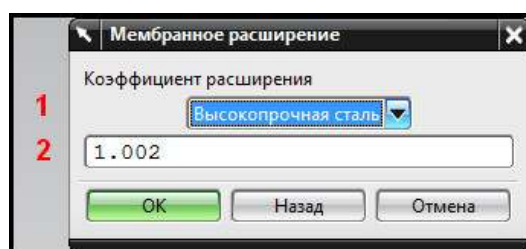


Рис. 5.122. Метод **Равномерное мембранное расширение**

1 – выбор **материала детали**, позволяет указать тип материала, реализованы три типа: высокопрочная сталь, сталь марки 1-5 и алюминий;

2 – **информационная строка**, указывает значение коэффициента масштабирования детали, деталь будет изменена в соответствии с данным коэффициентом.

Второй метод компенсации пружинения за счет утонения – **Деформация по функции**. Позволяет создать фасетную модель перехода с учетом утонения на основе изменения размеров перехода по математическому закону. Интерфейс окна представлен на рис. 5.123:

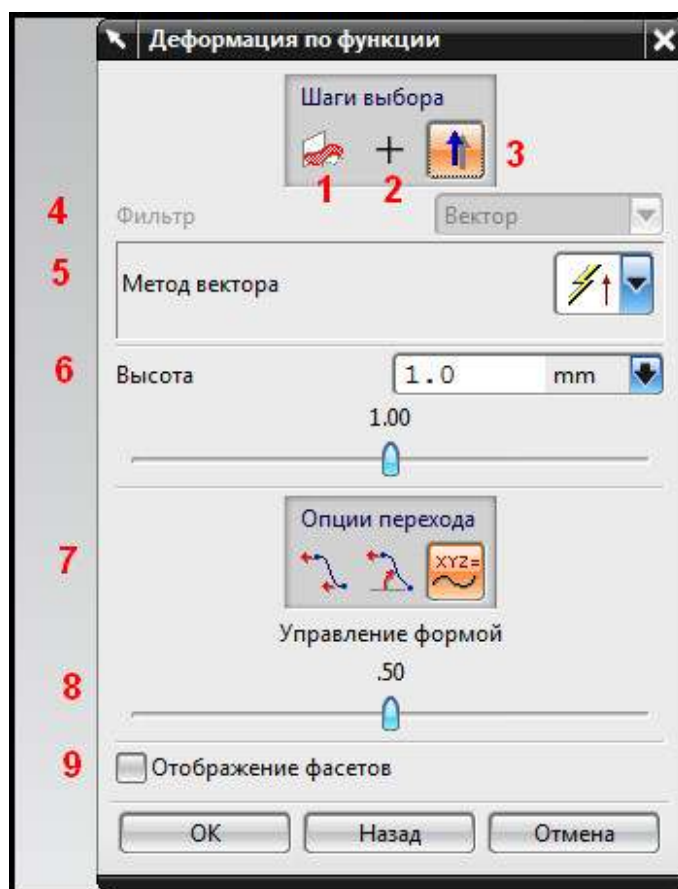


Рис. 5.123. Метод **Деформация по функции**



1 – кнопка **Граница области**, служит для указания границы области перехода, в котором будет происходить утонение детали;

2 – кнопка **Точка/кривая в области**, позволяет установить точку внутри границы для задания области перехода;

3 – кнопка **Направление**, позволяет задать направление изменения масштаба перехода;

4 – строка ввода **Фильтр**, служит для указания типа выбираемой геометрии в рабочем окне;

5 – кнопки **Метод вектора**, активны при нажатии кнопки **Направление**, позволяет указать способ создания вектора из стандартных;

6 – строка ввода **Высота**, позволяет задать высоту расположения геометрии перехода с утонением в указанной точке в указанном направлении; ползунок **Высота**, позволяет указать высоту расположения передвиганием ползунка;

7 – шаги выбора **Опции перехода**, задают функции переноса, реализованы две функции переноса и возможность создания пользовательской функции по двум точкам;

8 – ползунок **Управление формой**, позволяет управлять наклоном функции перехода, максимальное значение функции принимается в точке, указанной пользователем, минимальное равно нулю;

9 – кнопка **Отображение фасетов**, при активации отображает фасетную модель перехода с учетом масштабирования.

Третий метод задания компенсации пружинения за счет утонения – функция **Деформация по поверхности**. Позволяет отредактировать созданную поверхность двумя предыдущими методами – фасетными поверхностями с учетом утонения. Для использования этой функции предварительно необходимо вывести изображение фасетной модели перехода с утонением и создать элемент **Поверхность штампа** (см. п. 5.8.3). Для редактирования в **Навигаторе модели** выберите элемент **Выход штамповки**, для которого уже был создан параметр, вызовите контекстное меню, щелкнув правой кнопкой мыши по элементу, и выберите строку **Изменить параметры**. С помощью **Деформации по поверхности** пользователь может изменять полюса фасетов для задания необходимой формы поверхности утонения. Интерфейс окна диалога представлен на рис. 5.124:

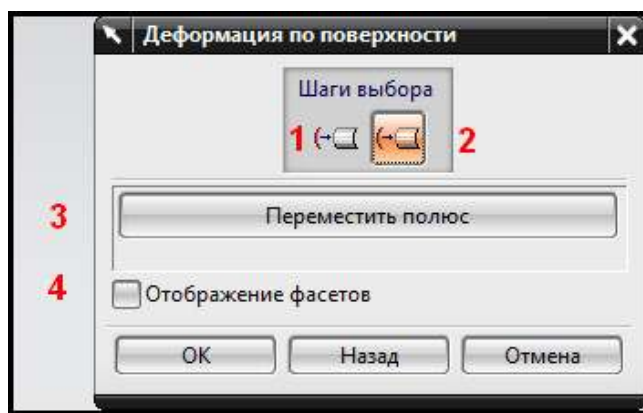


Рис. 5.124. Деформация по поверхности



- 1 – кнопка **Базовый**, служит для указания базовой поверхности; данную поверхность можно будет изменять в дальнейшем по управляющим полюсам;
- 2 – кнопка **Управление**, позволяет отредактировать выбранную поверхность;
- 3 – кнопка **Переместить полюс**, при нажатии открывает стандартное окно управления полюсами поверхности, позволяет отредактировать поверхность, изменяя положения задающих полюсов;
- 4 – кнопка **Отображение фасетов**, служит для вывода изображения триангулированных элементов, из которых будет составлен переход.

Для задания *компенсации пружинения за счет утонения на указанном переходе* можно следовать *следующему алгоритму*.

1. Запустите окно диалога **Выход штамповки**, щелкнув правой кнопкой мыши по одноименному элементу в **Навигаторе модели** и вызвав контекстное меню.
2. Выберите метод задания утонения из списка **Компенсация пружинения**.
3. Нажмите кнопку **Задать пружинение**.
4. В зависимости от выбранного метода укажите необходимые параметры:
  - a) для **Равномерного мембранного уширения** установите тип материала из предложенных материалов, автоматически будет указан коэффициент масштабирования модели;
  - b) для **Деформации по функции** укажите границу перехода, на котором будет происходить утонение материала, установите точку, в которой будет максимальное утонение, и направление вектора толщины в этой точке; задайте минимальную величину утонения материала с помощью ввода числового значения или движением ползунка;
  - c) для **Деформации по поверхности** выберите поверхность перехода и отредактируйте управляющие полюса.
5. После внесенных изменений нажмите **ОК** для возврата в окно **Выход штамповки**.
6. Установите **допуск** на сшивку фасетной поверхности.
7. Нажмите **ОК**.

В результате работы пользователь устанавливает численный параметр утонения. Для вывода фасетного тела с определенным параметром утонения необходимо создать окончательную поверхность перехода. Элемент **Выход штамповки** после внесенных изменений также будет находиться в **Навигаторе модели**.

### 5.8.3. Окончательная поверхность штампа

При задании различных численных параметров процесса, например утонение и пружинение, модель перехода на операции штамповки не изменяется. Иногда может возникнуть необходимость просмотра фланца с учетом пружинения. Для решения этой задачи в приложении **Проектирование штампов** реализована функция создания фасетных тел переходов с учетом дополнительных параметров.

Данная операция вызывается нажатием кнопки **Поверхность штампа** на панели приложения. Интерфейс окна диалога представлен на рис. 5.125.

- 1 – кнопка **Выходная грань штампа**, позволяет выбрать элемент **Выход штамповки** на операции;
- 2 – кнопка **Подтвердить построение**, служит для предварительного просмотра создаваемого объекта.



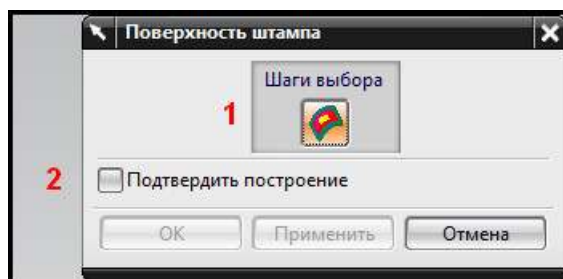


Рис. 5.125. Поверхность штампа

***Краткий алгоритм создания окончательной геометрии перехода с учетом различных факторов***

1. Вызовите окно диалога **Поверхность штампа** на панели приложения.
2. Укажите в рабочем окне элемента **Выход штамповки** на той операции, где будет учтено утонение или пружинение.
3. Нажмите **ОК**.

В результате проектируется фасетное тело с учетом различных факторов. В навигаторе модели появится набор непараметрических поверхностей, образующих тело. Также будет создан элемент **Поверхность штампа**, расположенный после элемента **Выход штамповки** (рис. 5.126).

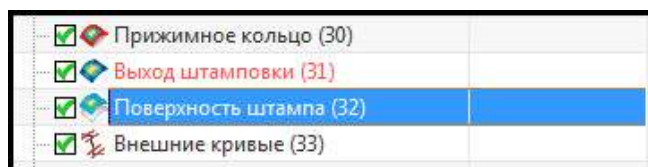


Рис. 5.126. Поверхность штампа



## 6. ОБЩИЕ ОПЕРАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХПРОЦЕССОВ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Приложение **Проектирование штампов** помимо основных инструментов содержит ряд общих команд, позволяющих облегчить процесс моделирования техпроцессов листовой штамповки. К таким опциям относятся:

- Редактирование порядка операций штамповки;
- Захват вида;
- Свойства объекта;
- Добавление подробной информации об объекте.

Рассмотрим более подробно каждую из вышеперечисленных команд.

### 6.1. Редактирование порядка операций штамповки: перестановка, удаление

Для изменения порядка операций штамповки, а также их удаления из компоновки вызывается контекстное меню в навигаторе модели для любого элемента – **Операция штамповки (...)** (рис. 6.1). В контекстном меню пользователь активирует опцию **Перестановка операций**, что приводит к появлению одноименного окна диалога (рис. 6.2).

Интерфейс окна диалога **Перестановка операций** содержит базовый переключатель между инструментами:

1 – кнопкой **Упорядочить**, предназначенной для перестановки операций штамповки;

2 – кнопкой **Удалить**, которая служит для исключения операции из технологического процесса.

При активации кнопки **Упорядочить** интерфейс окна диалога **Перестановка операций** (рис. 6.2) представлен следующими опциями:

3 – списком **Ссылочная операция** (содержит названия всех операций проектируемой штамповки);

4 – переключателем **Позиция** между командами:

**а) Перед** (перемещает первую выбранную операцию перед выделенной второй);

**б) После** (размещает первую выбранную операцию после указанной второй);

5 – списком **Операция перепозиционирования** (отражает названия отсортированных операций проектируемой штамповки, относительно которых можно выполнить перемещение первой выбранной операции с учетом положения переключателя **Позиция**).

*Алгоритм перестановки операций* соответствует следующей последовательности действий:

- в навигаторе модели для одного из элементов **Операция штамповки (...)** вызовите контекстное меню;
- в списке опций контекстного меню активируйте команду **Перестановка операций**;
- в открывшемся окне диалога **Перестановка операций** нажмите кнопку **Упорядочить**;
- в списке **Ссылочная операция** курсором выберите строку с названием той операции, которую требуется переместить (необходимо отметить, что выбор операций возможен не только в списке, но и с помощью выделения курсором блока соответствующей операции в графическом окне);



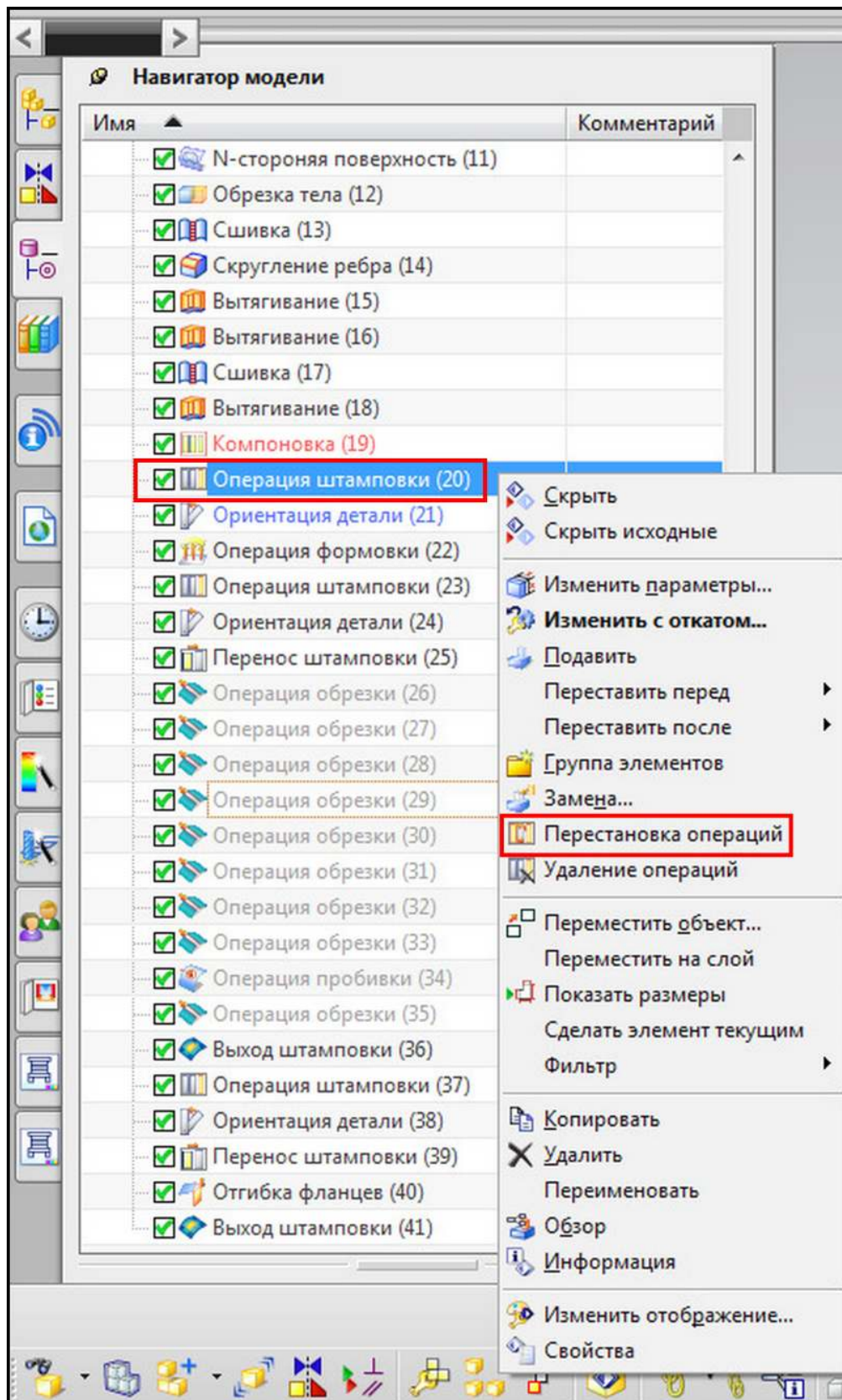


Рис. 6.1. Вызов опции **Перестановка операций** из контекстного меню



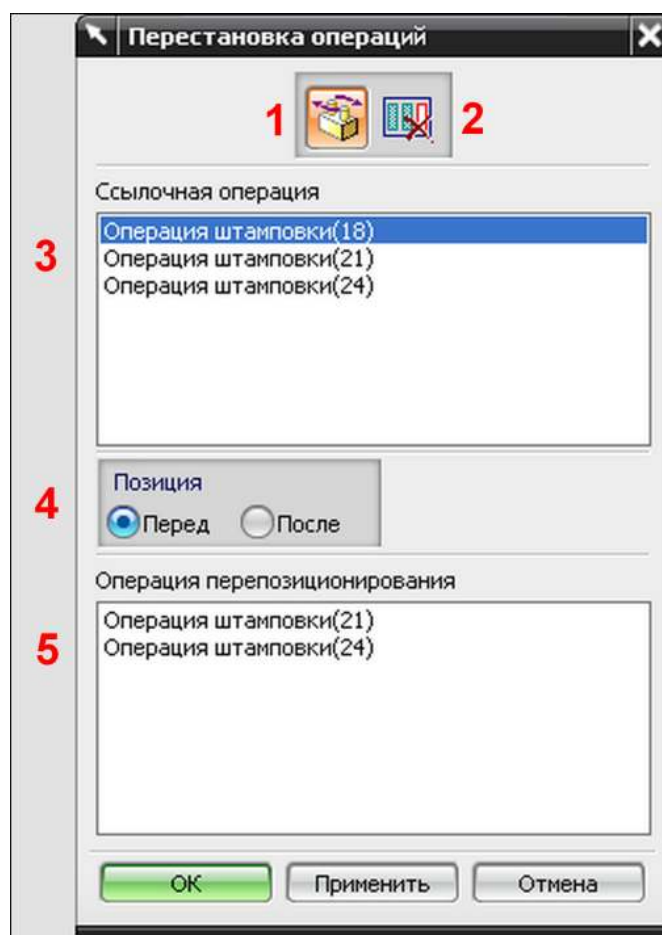


Рис. 6.2. Интерфейс окна диалога **Перестановка операций**, опция **Упорядочить**

- переключатель **Позиция** переведите в одно из возможных положений (если выбранную операцию из списка **Ссылочная операция** необходимо поставить перед другой, то выберите положение переключателя – **Перед**, в противном случае – **После**);
- в списке **Операция перепозиционирования** укажите операцию, относительно которой будет перемещаться ранее выбранный элемент из списка **Ссылочная операция**;
- для осуществления перепозиционирования нажмите клавишу **Применить**.

При активации кнопки **Удалить** окно диалога **Перестановка операций** обновляется (рис. 6.3), что приводит к появлению следующих инструментов:

6 – списка **Фильтр**, представленного опциями:

- **Операция штамповки/Ориентация**;
- **Операция штамповки**;
- **Ориентация детали**;

7 – списка **Операция для удаления** (содержит названия элементов операции, которые задействованы в проекте и могут быть удалены).

*Алгоритм удаления операций* соответствует следующей последовательности действий:

- в навигаторе модели для одного из элементов **Операция штамповки (...)** вызовите контекстное меню;
- в списке опций контекстного меню активируйте команду **Перестановка операций**;
- в открывшемся окне диалога **Перестановка операций** нажмите кнопку **Удалить**;
- в списке **Фильтр** выберите одну из трех предлагаемых строк;



- в списке **Операция для удаления** курсором выберите строку с названием той операции, которую требуется удалить (необходимо отметить, что выбор операций возможен не только из рассматриваемого списка, но и с помощью указания курсором блока соответствующей операции в графическом окне);
- для удаления операции нажмите клавишу **Применить**.

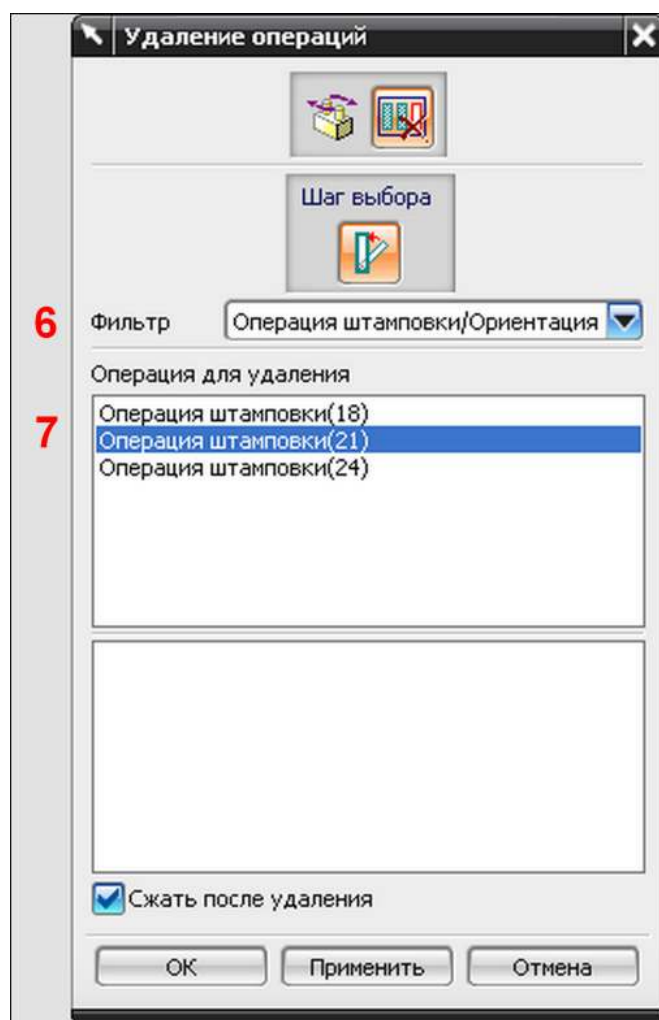


Рис. 6.3. Интерфейс окна диалога **Перестановка операций**, опция **Удалить**

## 6.2. Захват вида

Для быстрого переключения между изображениями видов различных элементов компоновки в **NX** предусмотрена опция — **Захват вида**. Для обращения к этой команде вызывается опция **DOL отчет** на панели **ПШ**. В открывшемся информационном окне **DOL отчет** представлены строки с изображением фотокамеры (опция **Захват вида**) (рис. 6.4).

Переключение между видами можно выполнять для компоновки, а также для операций штамповки.

Замена вида в графическом окне на изображение определенной операции или компоновки выполняется с помощью одинарного клика мышью по «рисунку» фотокамеры, относящейся к этому элементу в **DOL отчете**.



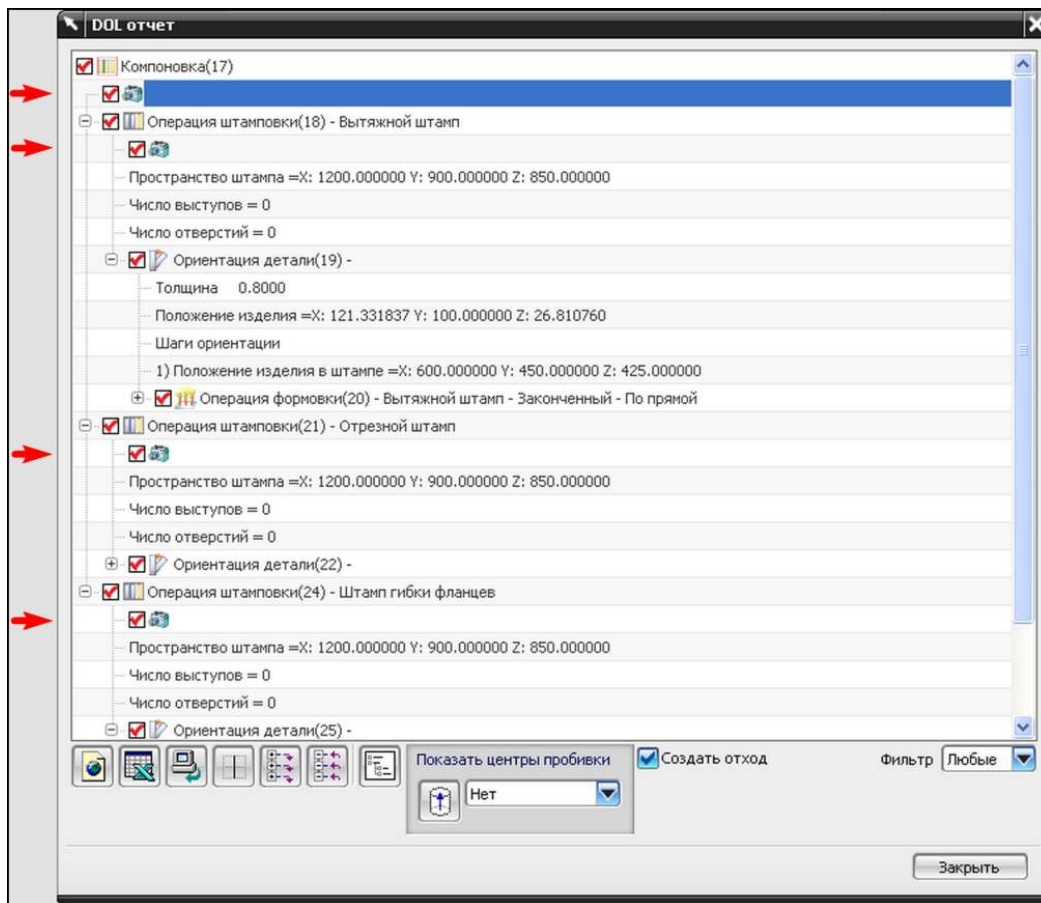


Рис. 6.4. Интерфейс информационного окна **DOL отчет**, опция **Захват вида**

Алгоритм замены вида для компоновки и ее элементов соответствует следующей последовательности действий:

- на панели ПШ вызовите опцию **DOL отчет**;
- в открывшемся окне **DOL отчет** отыщите строки, относящиеся к компоновке либо операции штамповки, изображение которых необходимо получить в графическом окне;
- для выбранного элемента выполните одинарный клик мышью по «рисунку» фотокамеры (опция **Захват вида**);
- изображение в графическом окне должно замениться на вызываемый вид элемента.

### 6.3. Свойства объекта

Для улучшения качества восприятия графической информации при проектировании штампов **NX** предусматривает в своем инструментарии опцию **Свойства объекта**, которая позволяет задать слой, а также визуальные характеристики объектов компоновки.

Вызов команды **Свойства объекта** может осуществляться в таких окнах диалога, как **Компоновка**, **Операция штамповки**, **Ориентация детали**, **Операция формовки** и т. д.

Активация опции **Свойства объекта** приводит к обновлению окна диалога, из которого она была вызвана, и появлению следующих команд (рис. 6.5):

- 1 — поля ввода **Слой** (задает номер слоя, на котором будет находиться объект);



- 2 – списка **Фонт** (устанавливает тип линии, которая используется для обозначения контура объекта);
- 3 – списка **Ширина** (обозначает величину ширины линии контура объекта);
- 4 – кнопки **Цвет**, предназначенной для вызова палитры (задает цвет объекта).

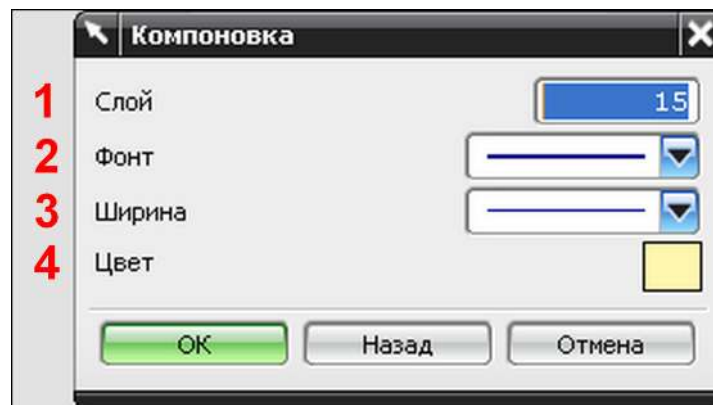


Рис. 6.5. Интерфейс окна диалога **Компоновка**, активация кнопки **Свойства объекта**

#### 6.4. Добавление подробной информации об объекте

Для включения дополнительной информации об объекте компоновки в отчет **DOL** применяется опция **Более подробно**. Вызов команды **Более подробно** может осуществляться в таких окнах диалога, как **Компоновка**, **Операция штамповки**, **Ориентация детали**, **Операция формовки** и т. д.

Активация опции **Более подробно** приводит к обновлению окна диалога, из которого она была вызвана, и появлению (рис. 6.6):

- 1 – текстового поля (позволяет вводить информацию для передачи в отчет **DOL**);
- 2 – кнопки **Очистить** (стирает информацию из текстового поля и отчета **DOL**).

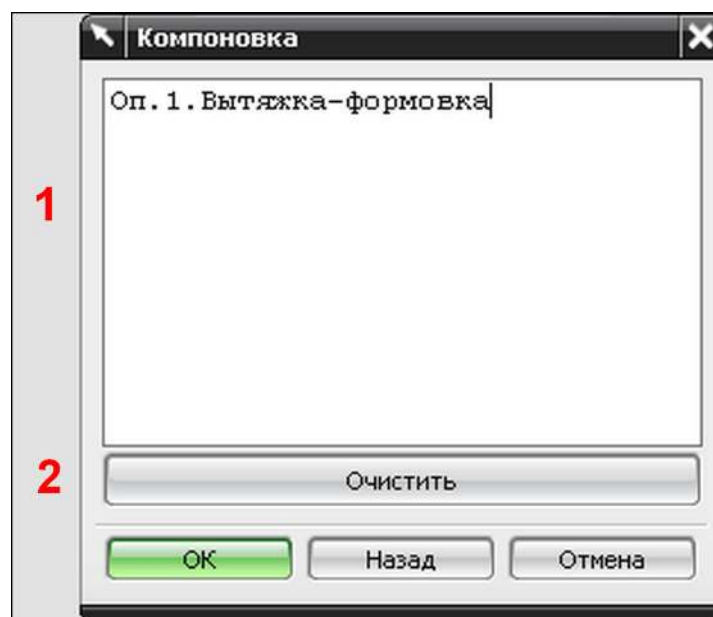


Рис. 6.6. Интерфейс окна диалога **Компоновка**, результат вызова опции **Более подробно**



## 7. ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ШТАМПОВКИ ДЕТАЛИ

Рассмотрим процесс работы с приложением **Die Engineering** на примере листовой детали (рис. 7.1).

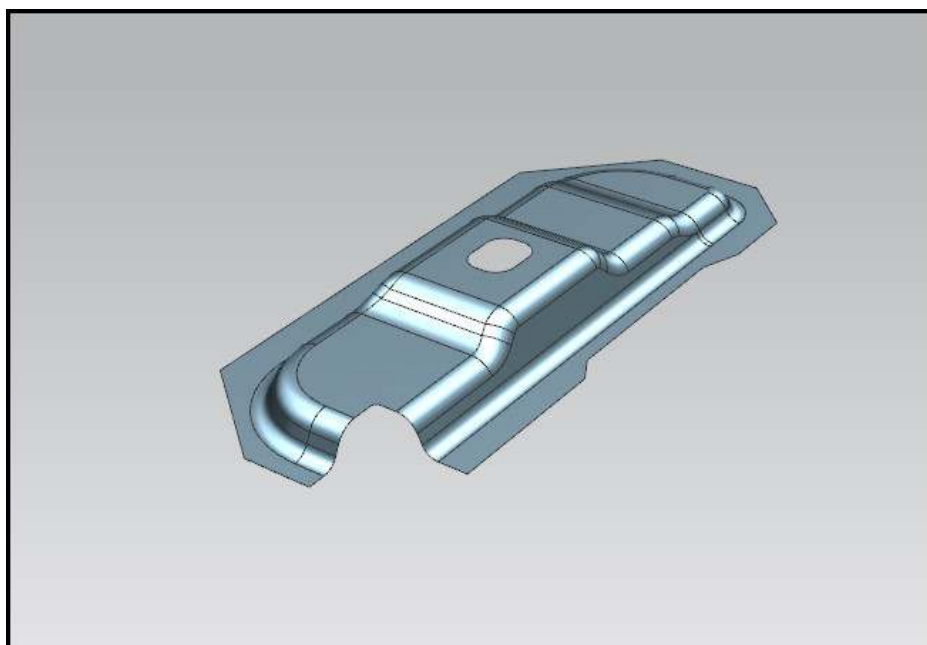


Рис. 7.1. Деталь

### *Создание шаблона с категориями слоев*

- Для начала работы создайте файл-шаблон, в котором будут указаны все слои, с которыми пользователь будет работать. Слои необходимы для помещения на них элементов – геометрии разного назначения, несущих определенные функции. Например, элемент заливки области, элемент переходной поверхности и т. д.
- В созданном файле в главной панели укажите **Формат – Категория слоев**.
- В открывшемся окне Категория слоев в строке **Категория** введите имя слоя, после чего нажмите кнопку **Создать/Изменить**.
- В новом окне в таблице Слои выберите слои, которые будут принадлежать созданной вами категории. После выбора нажмите кнопку **Добавить**. Нажмите **ОК**.
- После создания всех необходимых слоев нажмите **ОК**.
- Сохраните созданный шаблон под именем **Layer\_Template.prt**.

Ниже приведена таблица необходимых слоев.

Слой	Категория
1	PRODUCT PART
2	AREA_FILL
20	BINDER_WRAP
21	ADDENDUM



Слой	Категория
25	DATUM_PLANES
26	TRIM_CARRYOVER
31	PUNCH_OPENING_LINES
35	PUNCH_PROGRESSION
36	TRIM_SURFACE
41–60	CURVES
50	FORM_TASK
51	TRIM_CURVES
61–80	REFERENCE_GEOMETRY
81–100	SHEETS
100	CENTROID_AXES

### *Создание сборки проекта Die Engineering*

- Откройте файл шаблона со слоями **Layer\_Template.prt**.
- Сохраните его в качестве файла сборки **Die\_Eng\_Project**.
- В навигаторе сборок включите поддержку технологии **Wave**, щелкнув правой кнопкой мыши и выбрав строку **Режим Wave** (рис. 7.2).

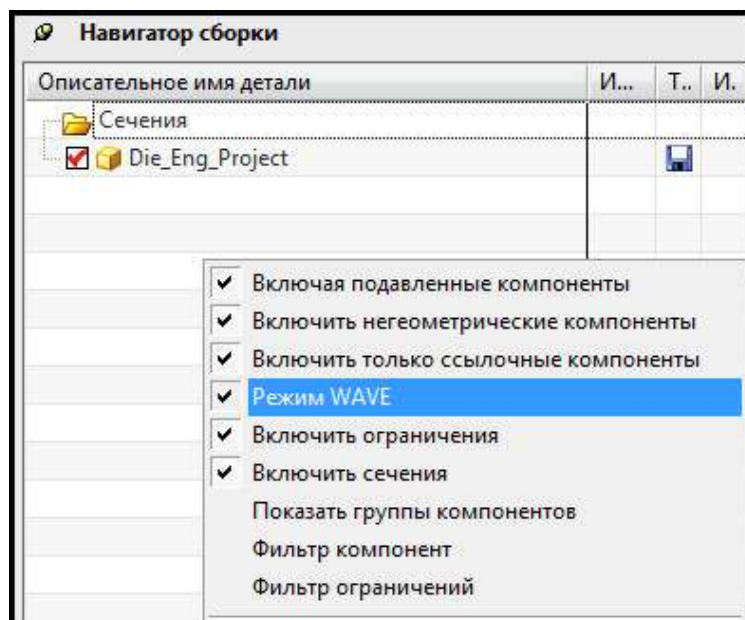


Рис. 7.2. Включение режима Wave

- Добавьте новый компонент **IGES.prt**. Данный файл содержит геометрию детали (рис. 7.3), для которой будет разрабатываться технологический процесс.



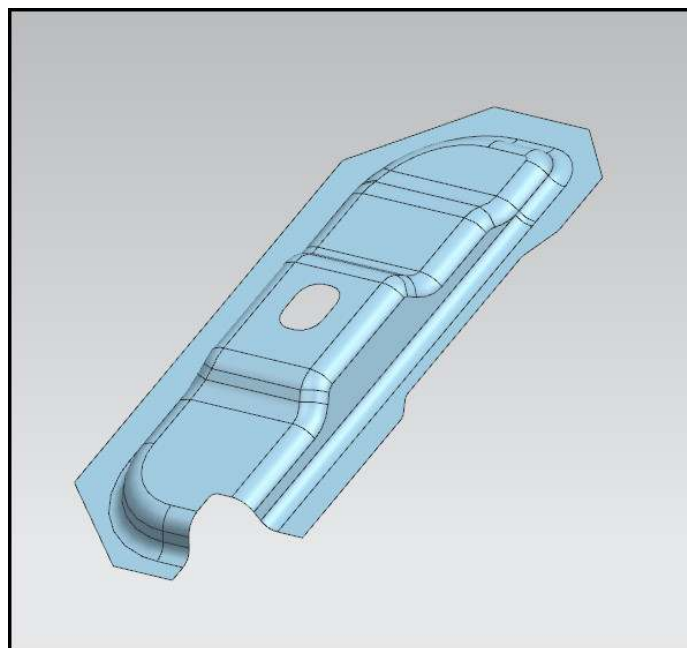


Рис. 7.3. Загруженная в проект деталь

- Деталь представлена листовым телом без параметров и ограничений. Ее ориентация относительно абсолютной системы координат случайна.
- Создайте новый пустой компонент, в котором будет происходить компоновка техпроцесса, выбрав правой кнопкой мыши файл сборки **Die\_Eng\_Project**. Укажите строку **Создание нового уровня** (рис. 7.4).

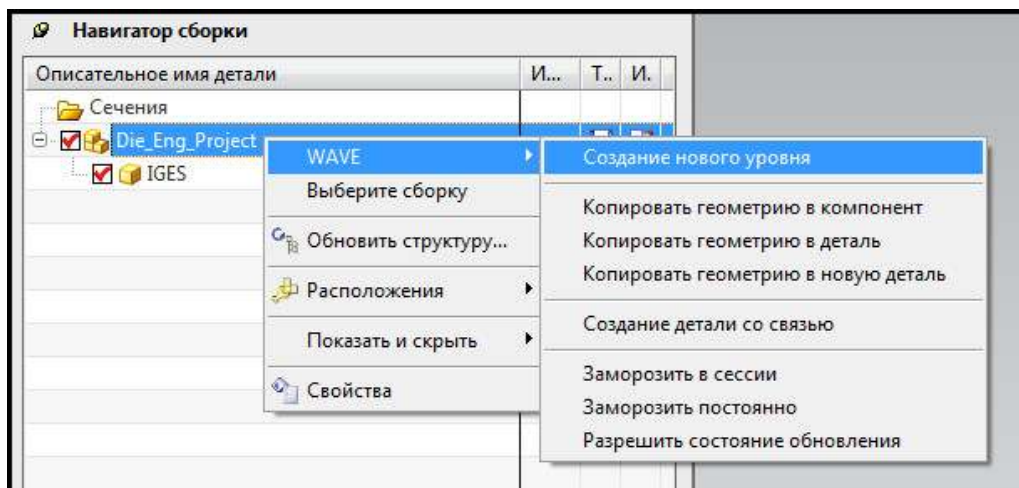


Рис. 7.4. Создание нового компонента

- В окне диалога **Создание нового уровня** нажмите кнопку **Задать имя детали**. В открывшемся окне введите имя компонента **Die\_Eng\_Composition** и нажмите **ОК**.  
Скопируйте файл модели детали на пустой уровень компоновки.
- Выберите правой кнопкой мыши компонент с геометрией модели **IGES**, укажите строку **Wave** и выберите **Копировать геометрию в деталь**.
- При выборе шага **Геометрия** укажите в рабочем окне модели детали. Нажмите кнопку **Компоненты** и укажите в **Навигаторе сборки** компонент **Die\_Eng\_Composition** (рис. 7.5).



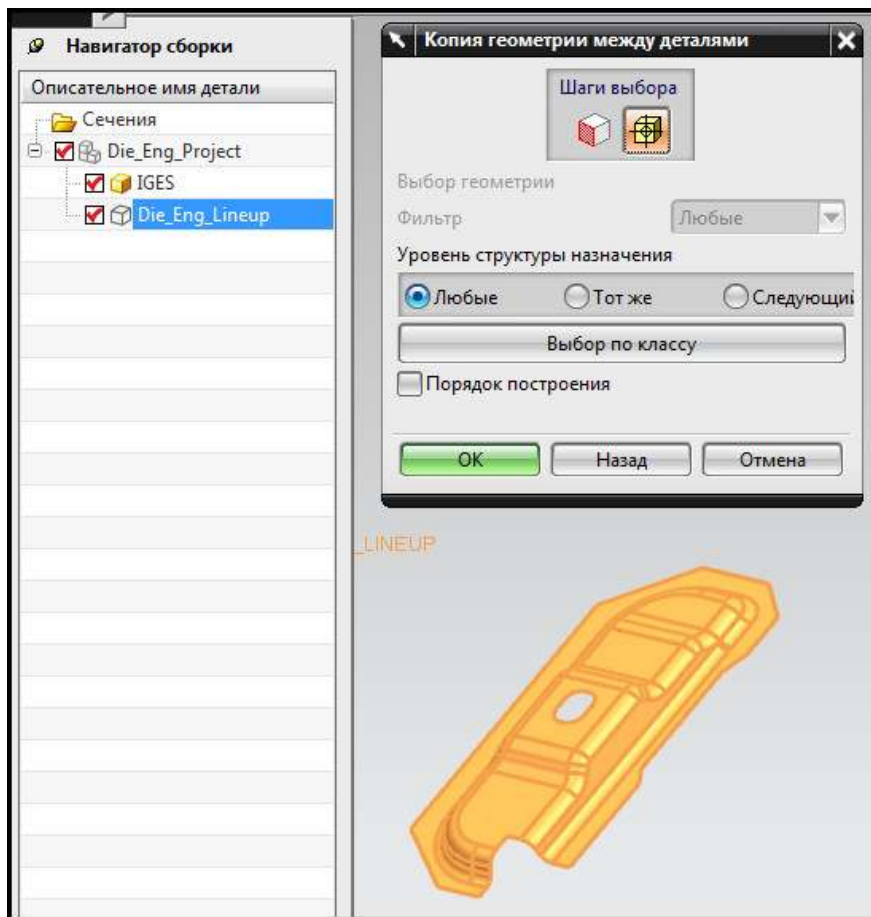


Рис. 7.5. Копирование геометрии

Создайте оси центраида.

- В главной панели нажмите **Анализ – Расширенные массовые характеристики – Масса с использованием кривых и поверхностей**.
- В окне **Анализ массы** нажмите кнопку **Тонкий лист**, далее **Точность**. Оставьте значения **Параметр** и **Точность по умолчанию**. При выводе строки ввода **Имя** в рабочем окне укажите геометрию детали. Нажмите **ОК**.
- В окне **Анализ массы** укажите кнопку **Создание центраида**. Активируйте кнопки **Центроид модели** и **Главные оси модели**. Нажмите **ОК**.
- Задайте материал детали. Нажмите **Инструменты – Материалы – назначить материалы**. Укажите материал **Steel Rolled**, выберите геометрию детали и нажмите **ОК**.
- Включите отображение атрибутов. Выберите **Настройки – Визуализация – Имя/граница**, укажите отображение атрибутов в рабочем виде. Нажмите **ОК**.

#### *Разработка компоновки технологических операций*

- Данная деталь будет получена одной операцией вытяжки, операцией пробивки и обрезки. Компоновка будет создана вручную (без применения **Помощника**). Сделайте компонент **Die\_Eng\_Composition** рабочим, выбрав его правой кнопкой мыши и указав строку **Сделать рабочей деталью**.
- Нажмите кнопку **Компоновка**. Нажмите кнопку **Свойства** и укажите в качестве рабочего слой 10. Нажмите **ОК**.
- В разделе **Шаги выбора** нажмите **Изделие** и укажите в рабочем окне деталь. Нажмите **ОК**. В результате будет создана компоновка процесса как плоскость.



### *Создание операций штамповки*

Элемент операции штамповки по умолчанию содержит каркасное представление модели детали.

- Нажмите кнопку **Операция штамповки**. В окне диалога укажите создание вытяжного штампа (**Draw Die**).
- Укажите параметры Размеры окна штампа. Длина по X 500, Длина по Y 750, Длина по Z 300. Нажмите кнопку **Свойства объектов** и укажите слой 10. Нажмите **ОК**. Созданная операция представлена на рис. 7.6.

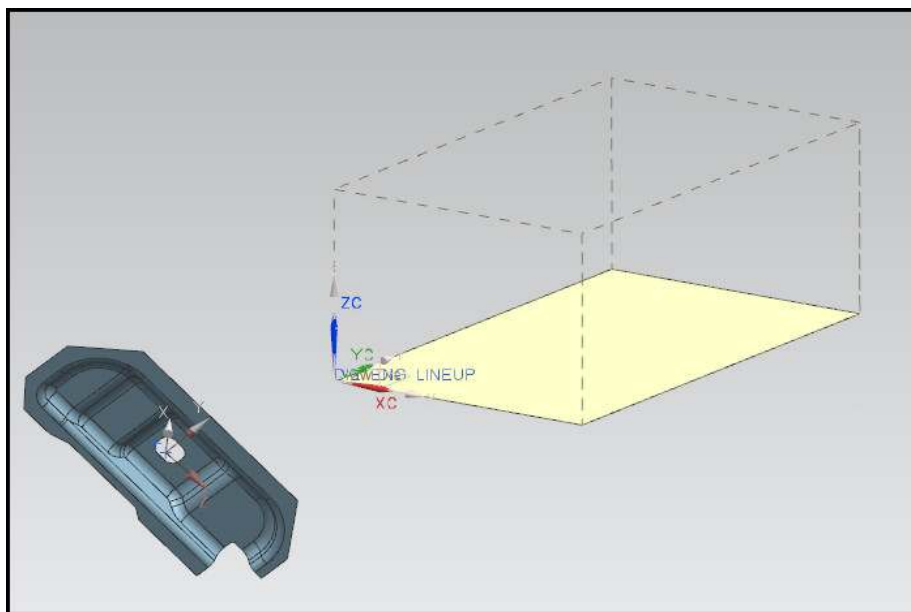


Рис. 7.6. Созданная операция штамповки

### *Создание ориентаций детали на операции*

- Нажмите кнопку **Ориентация детали**. В разделе **Шаги выбора** нажмите кнопку **Операция штамповки** и выберите в рабочем окне операцию вытяжки.
- Нажмите кнопку **Изделие** и укажите в рабочем окне геометрию детали.
- Выберите шаг **Начало** и укажите центр **Главных осей центроида модели**.
- Нажмите кнопку **Задать ориентацию изделия**.
- В открывшемся окне **Ориентация детали** укажите **Задать оптимально**. Выберите опцию **Минимум поднутрений** и нажмите **ОК**.
- Нажмите кнопку **Новый** и выберите задание угла относительно оси **Z**, вручную установите значение  $32^\circ$  (рис. 7.7).
  - Нажмите **ОК**. В окне **Ориентация детали** нажмите кнопку **Свойства объекта** и укажите слой 10. Нажмите **ОК**. В итоге должен быть создан контур детали на операции вытяжки (рис. 7.8).
- Создайте еще две операции штамповки, задайте им тип **Trim Die** (разделительные операции). Предварительная компоновка представлена на рис. 7.9.



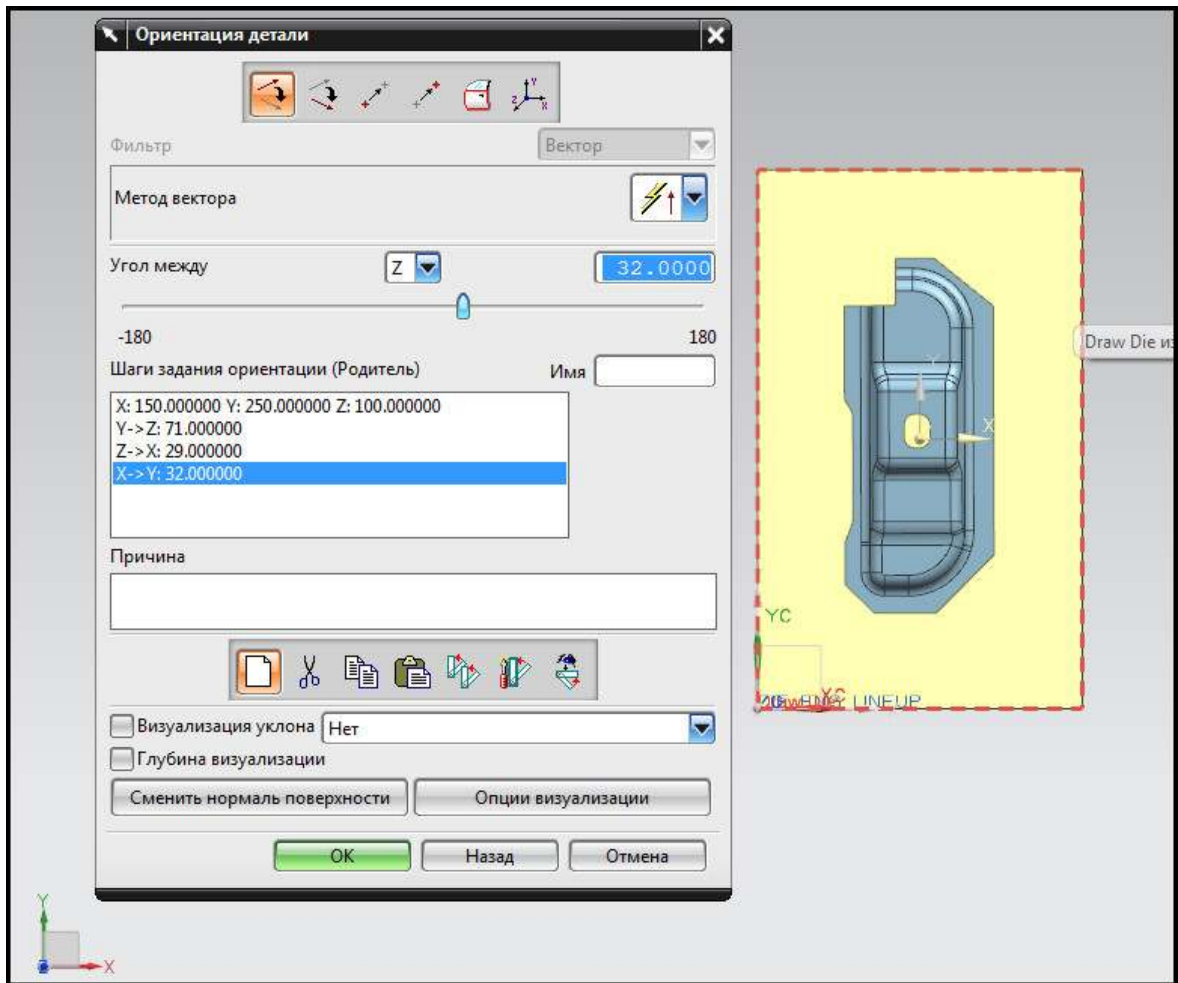


Рис. 7.7. Задание ориентации перехода на операции вытяжки

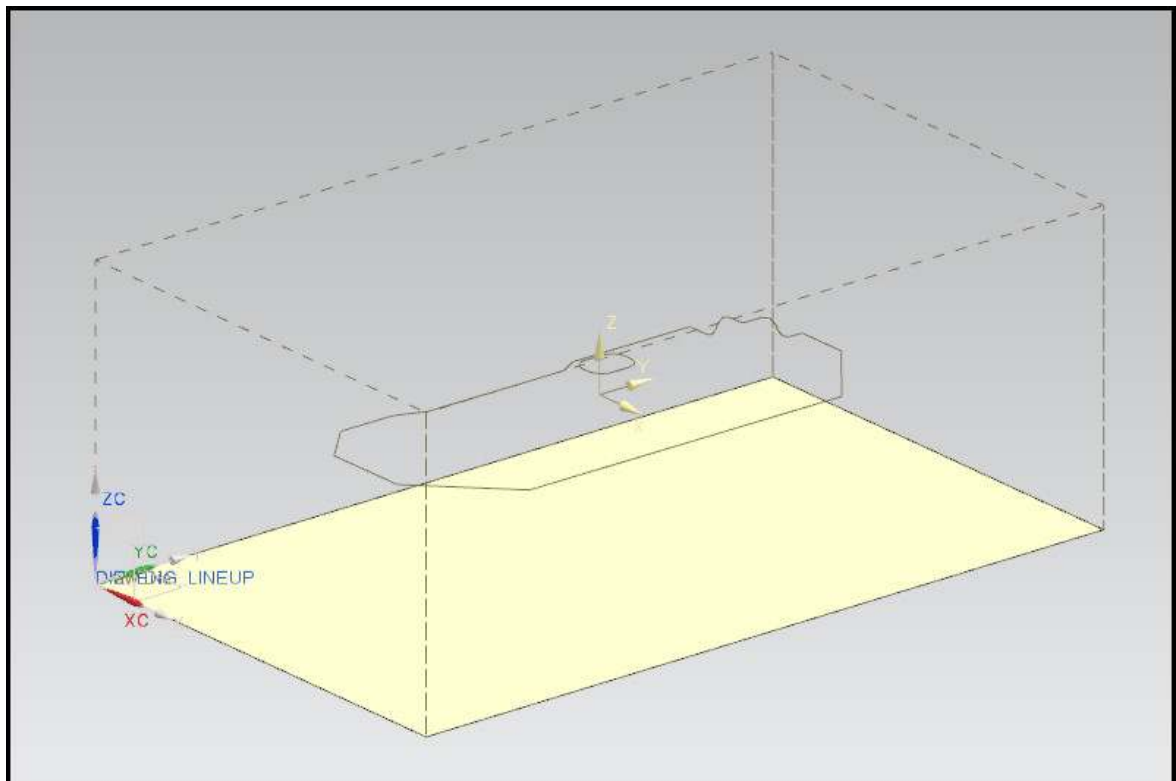


Рис. 7.8. Ориентация детали на операции вытяжки



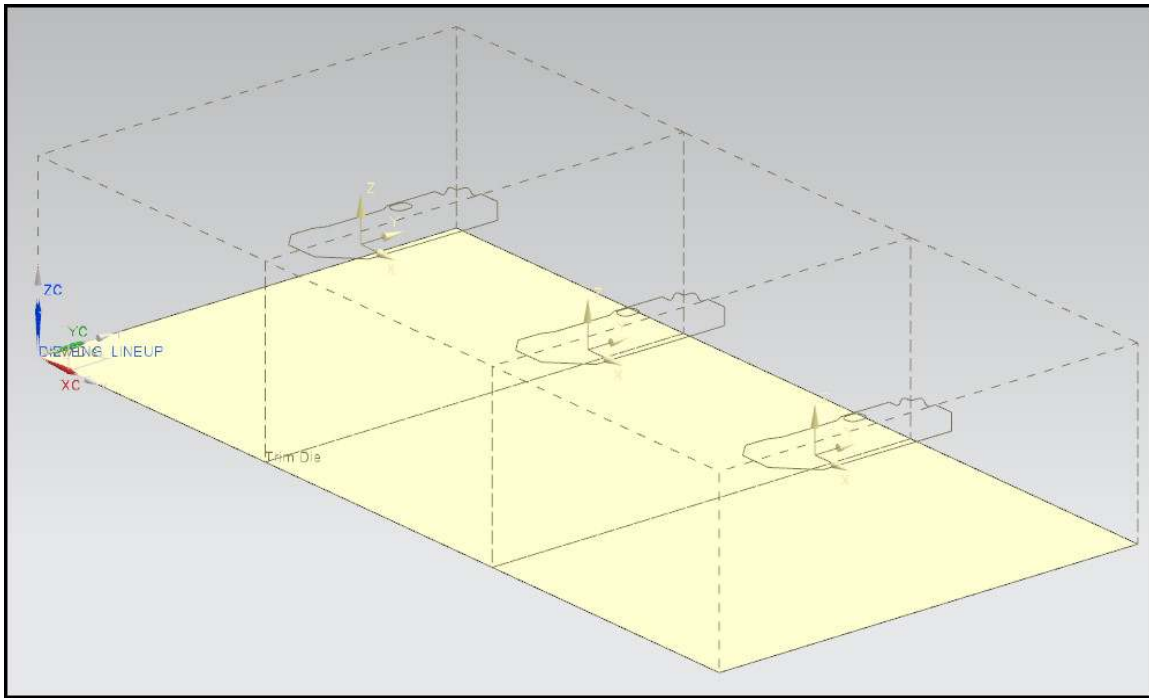


Рис. 7.9. Предварительная компоновка

***Создание области формовки на операции вытяжки***

Необходимо указать, какие поверхности будут изменять форму на первой операции вытяжки. Поскольку данная деталь может быть получена за одну операцию вытяжки, формоизменению будут подвергнуты все поверхности детали.

- Для начала работы необходимо изменить геометрию детали, чтобы ее можно было получить вытяжкой. Необходимо создать дополнительные поверхности на местах, отмеченных на рис. 7.10.

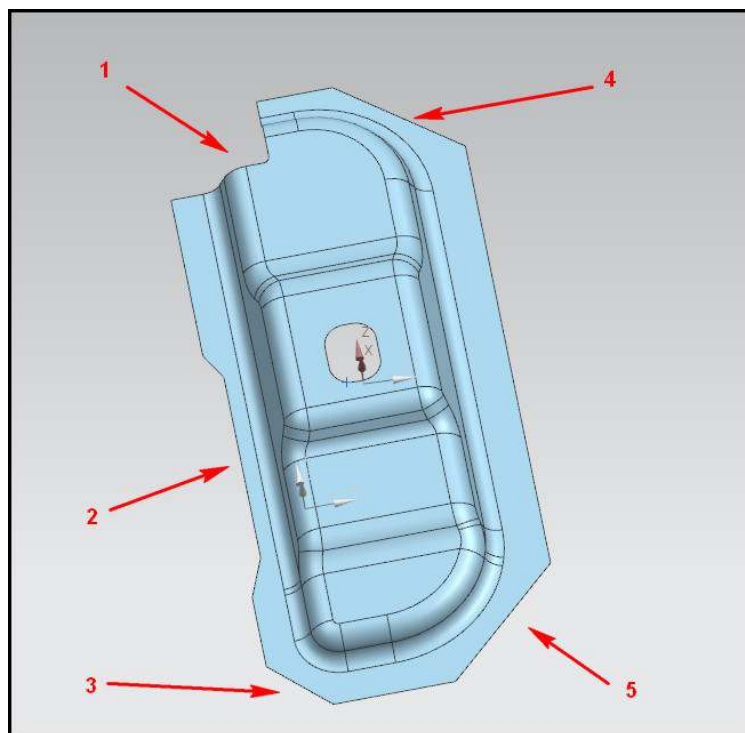


Рис. 7.10. Места редактирования поверхности



- Воспользуйтесь стандартными средствами моделирования кривых и поверхностей. С помощью операции **Мостик (Вставить – Кривая по кривой – Мостик)** задайте новые границы детали. Создайте границы, как показано на рис. 7.11. В данном примере в окне диалога **Мостик** в разделе **Ограничения радиуса** установлен тип **Минимум** и радиус 10 мм.

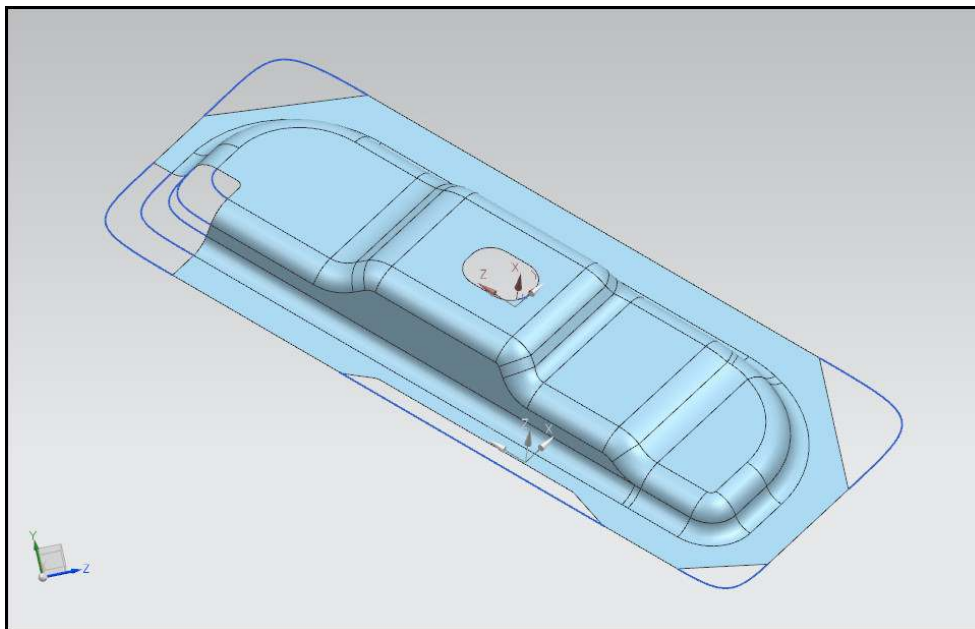


Рис. 7.11. Кривые границы

- После создания кривых можно сразу создать поверхности, которые будут использованы в качестве заливки на следующих шагах. Используйте операции **Вставить – Поверхность по сетке кривых – По сетке кривых**. С помощью данной функции создайте поверхности, ограниченные созданными кривыми и ребрами модели. Результат представлен на рис. 7.12.

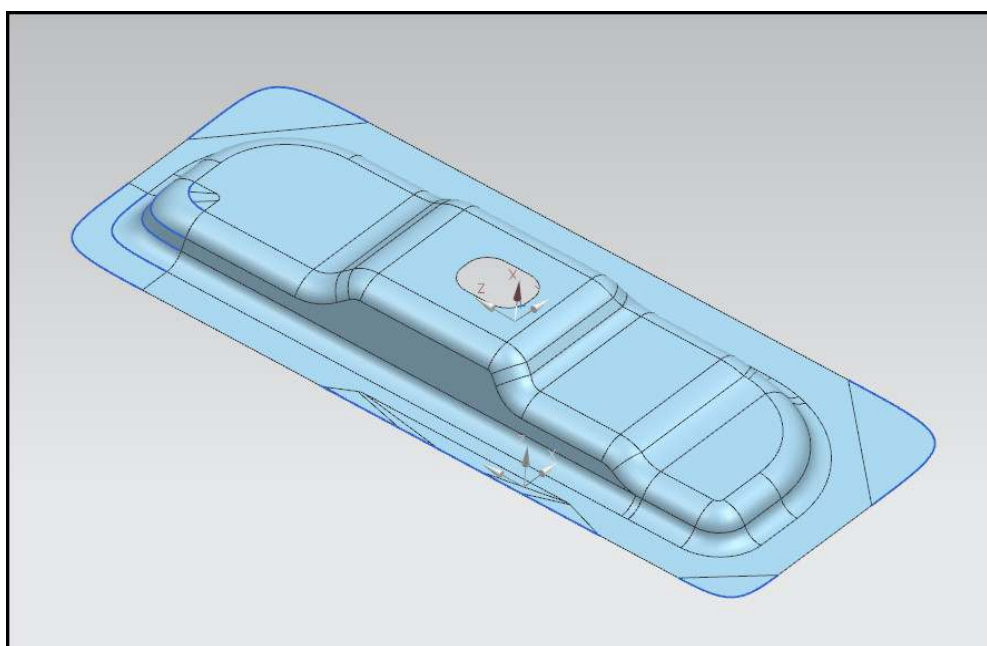


Рис. 7.12. Создание вспомогательных поверхностей



### *Создание заливки областей*

- Нажмите кнопку **Заливка области**. Нажмите кнопку **Свойства объектов** и задайте слой 2.
- Нажмите кнопку **Ориентация изделия** и в рабочем окне укажите операцию вытяжки.
- Нажмите кнопку **Форма зашивки**. В рабочем окне укажите одну созданную на детали поверхность. Нажмите **Применить**.
- Повторите данный шаг для всех созданных поверхностей. В результате операция вытяжки будет выглядеть следующим образом (рис. 7.13).

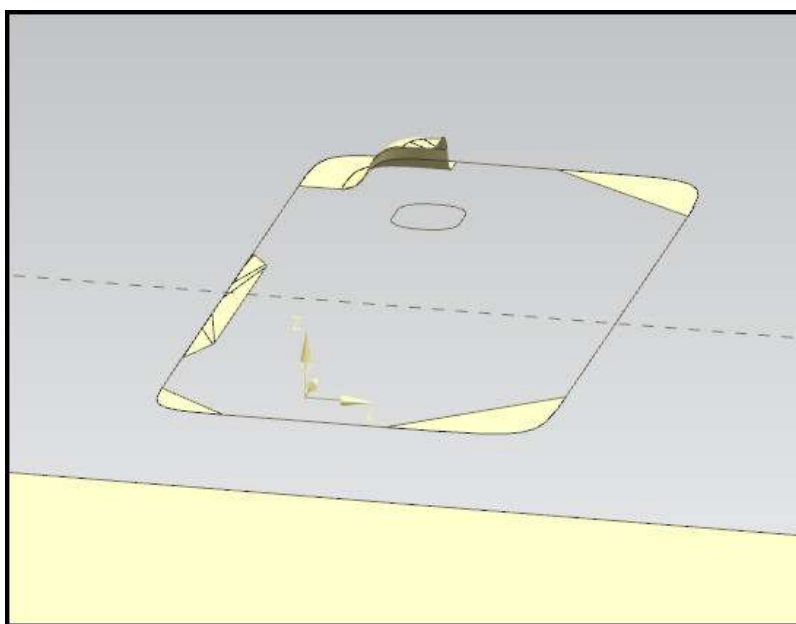


Рис. 7.13. Операция вытяжки

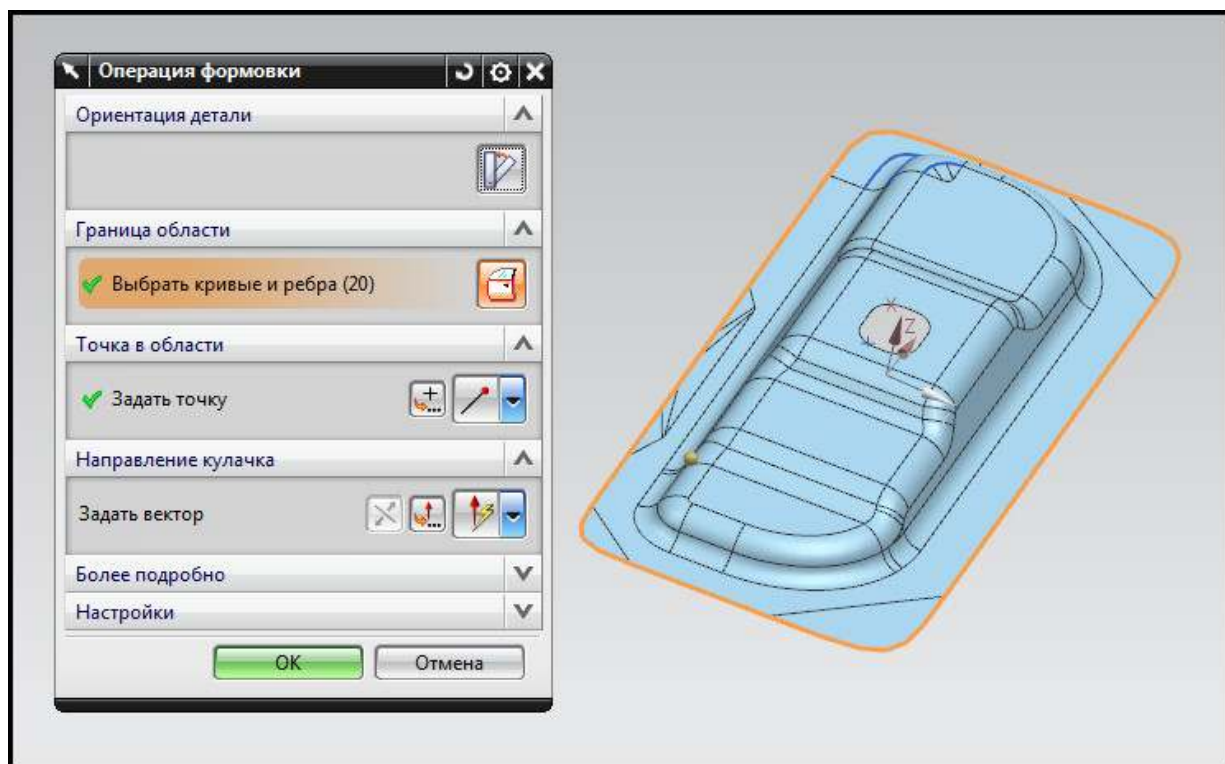


Рис. 7.14. Граница области формовки



- После создания поверхностей переходим к определению области формовки. Нажмите кнопку **Операция формовки**. В окне диалога укажите ориентацию перехода на операции вытяжки. Нажмите кнопку **Граница области**. В рабочем окне выберите ребра детали, как показано на рис. 7.14. Укажите любую точку внутри контура.
- В разделе **Настройки** активируйте кнопку **Finish Operation** и задайте слой 50, выбрав кнопку **Свойства объекта**. Нажмите **ОК**.
- Убедитесь, что область формовки в навигаторе модели у вас находится ДО элементов операций обрезки. Если элемент формовки расположен после операций обрезки, вручную перетащите его на позиции после операций заливки.  
Общий вид операции вытяжки представлен на рис. 7.15.

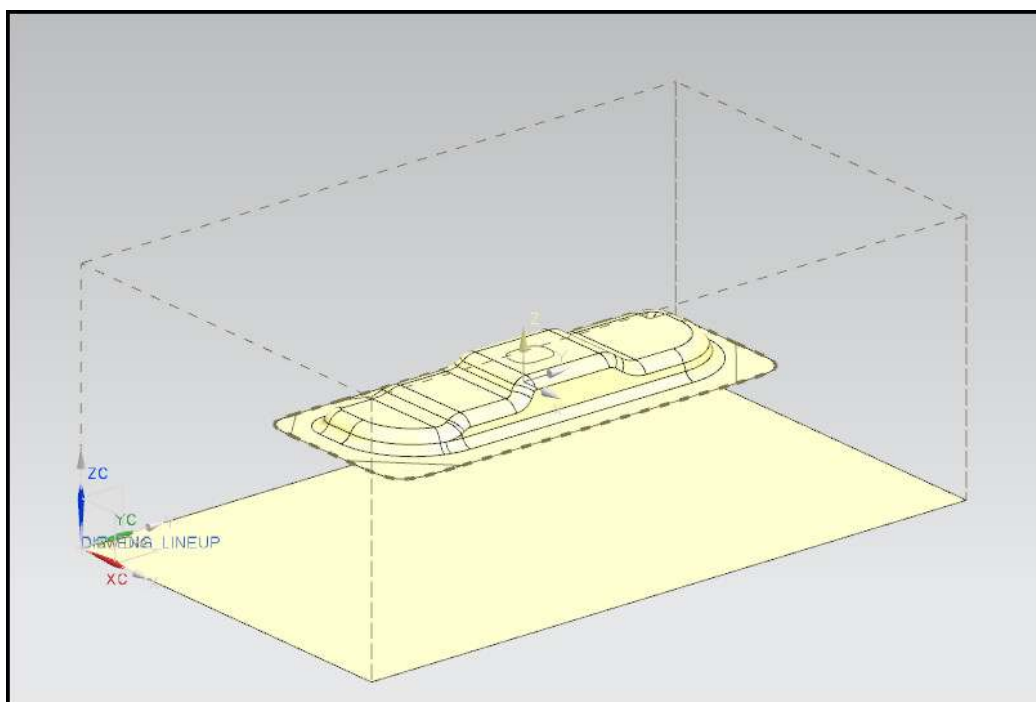


Рис. 7.15. Операция вытяжки

Теперь создадим геометрию вытяжного перехода. Для этого необходимо создать поверхность прижима и переходную поверхность, а после объединить их с областью формовки в единое тело вытяжного перехода.

#### *Создание прижима*

- В данном примере будет рассмотрен процесс создания прижима с помощью функции **Поверхность прижима**. Для работы с данной опцией необходимо предварительно создать контур (или тело), который будет отмечен в качестве прижима. Для создания контура можно воспользоваться стандартными средствами **Моделирования** и **Эскиза**. В данном примере прижим будет создан по границам ребер существующей поверхности, сама поверхность в последующем будет скрыта.
- Создайте в плоскости **OY** контур кривой, являющейся сечением плоского прижима, отстоящий от нижней грани детали на 15–25 мм. Используйте прямые (рис. 7.16).



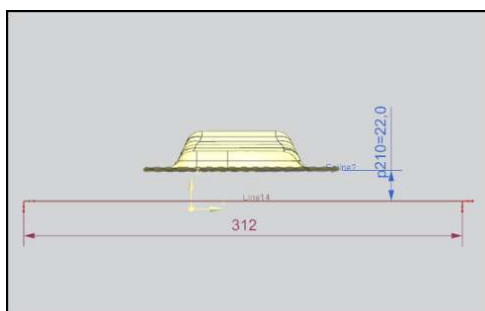


Рис. 7.16. Контур сечения прижимной поверхности

- Используя операцию **Вытягивание**, создайте поверхность на всю ширину компоновки операций. В последующем поверхность прижима будет отредактирована.
- Нажмите кнопку **Поверхность прижима**. Выберите шаг **Граничные линии**, установите в фильтре выбора тип геометрии **Ребра**. Укажите ребра созданной поверхности.
- Укажите слой, на котором будет располагаться прижимная поверхность, нажав кнопку **Свойства объектов** и указав слой 20. Нажмите **ОК**.
- Скройте поверхность вытягивания.

Результат созданного прижима указан на рис. 7.17.

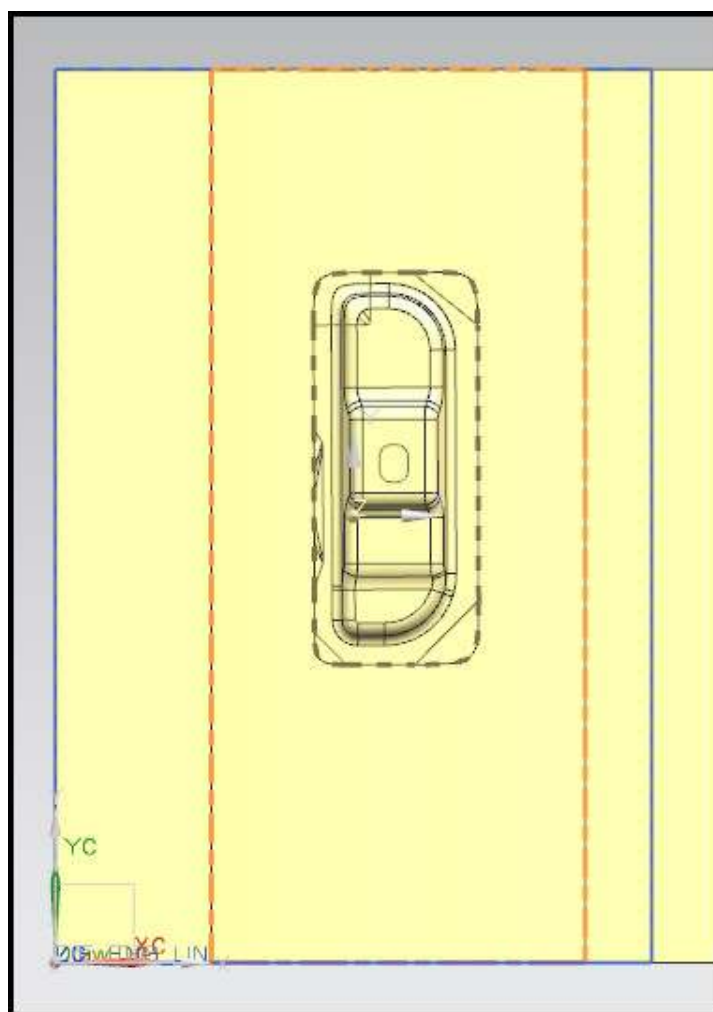


Рис. 7.17. Предварительная прижимная поверхность



### *Создание переходной поверхности*

Для проектирования прижима необходимо создать переходную поверхность, соединяющую область формовки и прижим. Переходная поверхность будет создана заметанием сечения вдоль контура области формовки. Первоначально создадим сечение переходной поверхности.

- Для создания сечения первоначально определим контур, соединяющий прижимную поверхность и переходную. Эта линия называется линией проема пуансона. Контур будет создан проецированием границы области формовки на поверхность прижима.
- Спроецируйте внешний контур области формовки на плоскость **Z**, используя опцию **Вставить – Кривые по кривой – Проецирование**.
- Используя операцию **Смещение (Вставить – Кривая по кривой – Смещение)**, создайте контур проема пуансона на плоскости **Z** смещением на 30 мм. Результат представлен на рис. 7.18 (поверхность прижима скрыта).

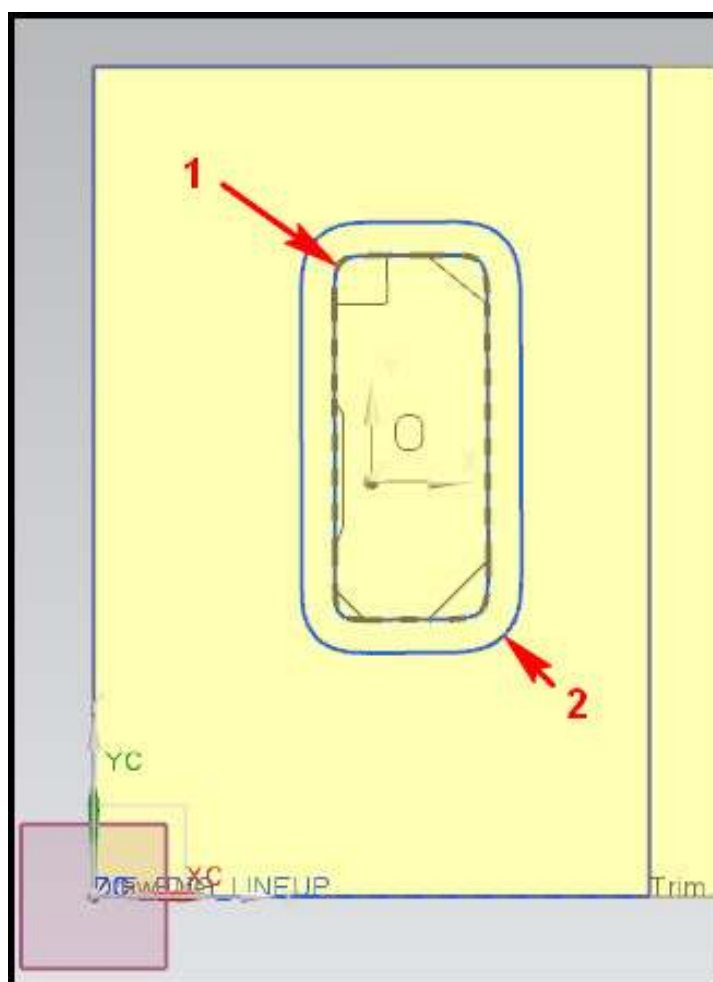


Рис. 7.18. Контур проема пуансона на плоскости **Z**

- Спроецируйте полученную смещением кривую на поверхность прижима. Поместите все три кривые на слой 31.
- Нажмите кнопку **Сечение переходной поверхности**. При этом действии автоматически будет указана область формовки в разделе **Изделие**.
- Укажите в разделе **Ограничение границы** спроецированную на прижимную поверхность кривую.



- В разделе **Сечение** укажите **Расположение В точке**. Установите область сечения **База**. Нажмите кнопку **Задать точку**. Откроется стандартное окно создания точки.
- Укажите в рабочем окне точку на ребре области формовки. Нажмите **ОК**.
- Открывается окно **Параметры сечения**. Установите параметры так, как указано на рис. 7.19. Нажмите **ОК**.

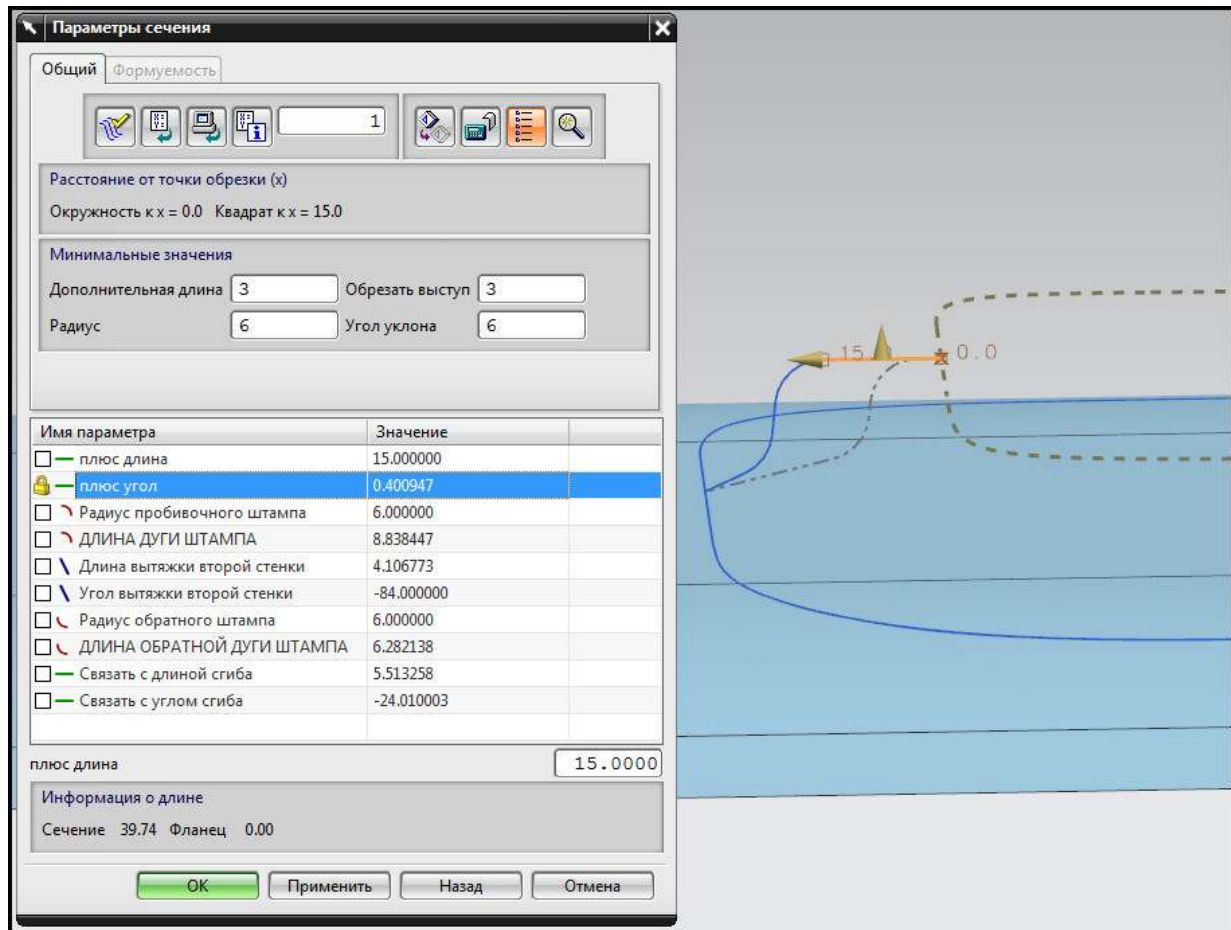


Рис. 7.19. Параметры сечения

В заново открывшемся окне **Сечение переходной поверхности** нажмите **ОК**. Результат представлен на рис. 7.20.

- Нажмите кнопку **Переходная поверхность**. Перейдите к разделу **Сечение переходной поверхности**, в рабочем окне укажите созданное сечение.
- В качестве метода укажите Заметание по сечению. В разделе **Настройка** нажмите кнопку **Свойства объектов** и задайте слой 21. Нажмите **ОК**.
- Нажмите **ОК**. Результат представлен на рис. 7.21.

Создайте окончательную форму прижима. Для этого необходимо объединить модели области формовки, переходную поверхность и предварительный прижим. На этом этапе необходимо также указать окончательную форму прижима. Для этого создадим внешний контур прижимной поверхности.



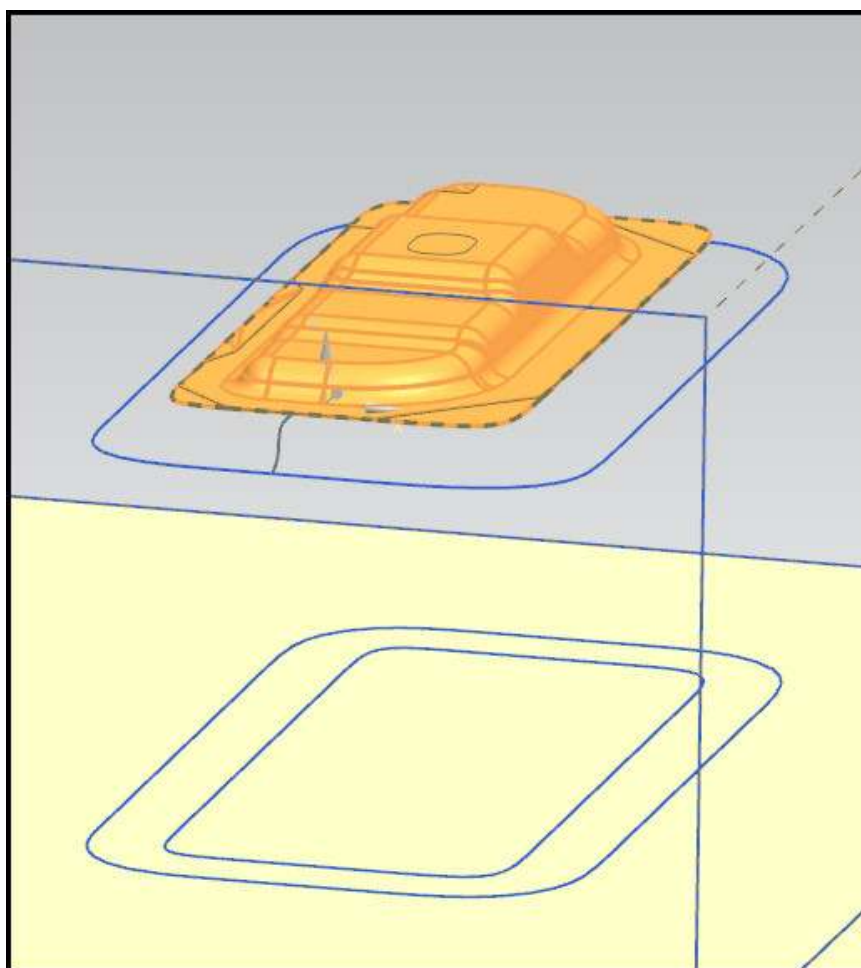


Рис. 7.20. Сечение переходной поверхности

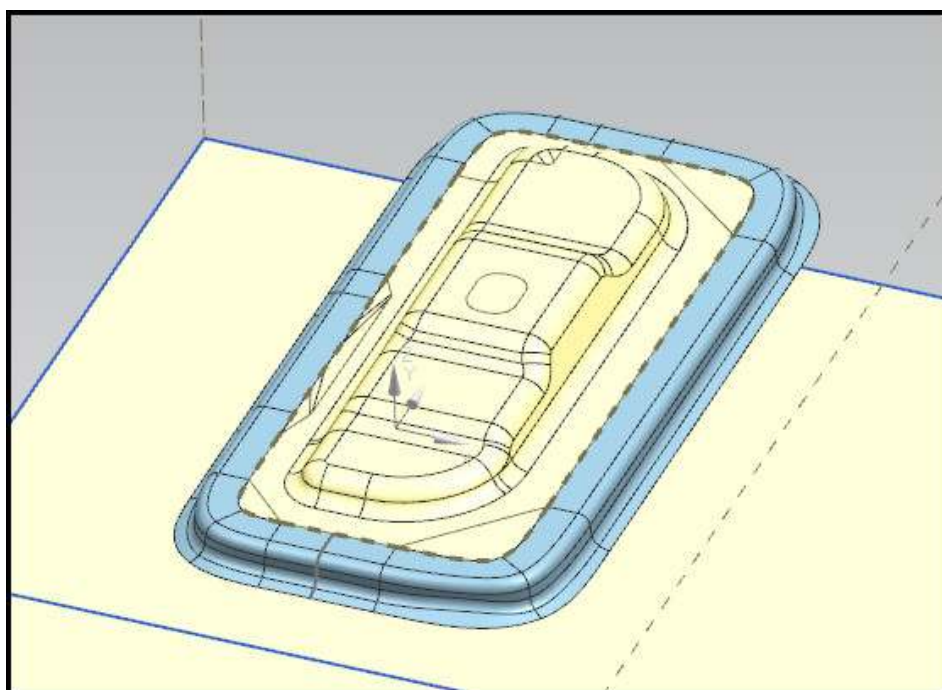


Рис. 7.21. Переходная поверхность



### Создание внешней кривой перехода

Создайте в плоскости **Z** прямоугольный контур, который будет границей созданного нами вытяжного перехода. Задайте прямоугольный контур, как указано на рис. 7.22. Переместите его на слой 41.

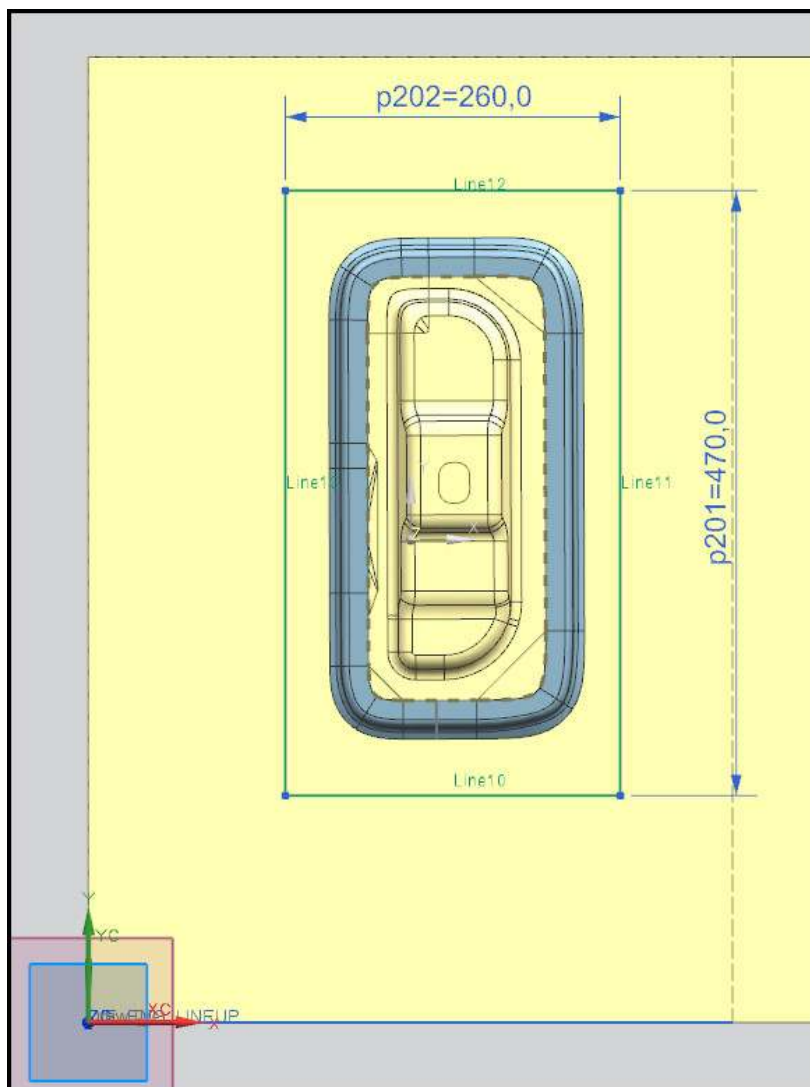


Рис. 7.22. Создание внешнего контура прижима

- После задания контура прижима, создайте окончательную поверхность прижима. Для этого нажмите кнопку **Кольцо прижима**.
- В разделе **Шаги выбора** нажмите кнопку **Элемент переходной поверхности прижима штампа** и укажите переходную поверхность.
- Нажмите кнопку **Прижимная поверхность** и укажите элемент **Прижим**.
- Нажмите кнопку **Ребро прижима** и укажите созданный на предыдущем этапе прямоугольный контур. Нажмите **ОК**.
- В результате будет создан элемент **Прижимное кольцо**. Данный элемент будет являться **Выходом штамповки**, изображен на рис. 7.23 (для удобства отображения некоторые слои отключены).



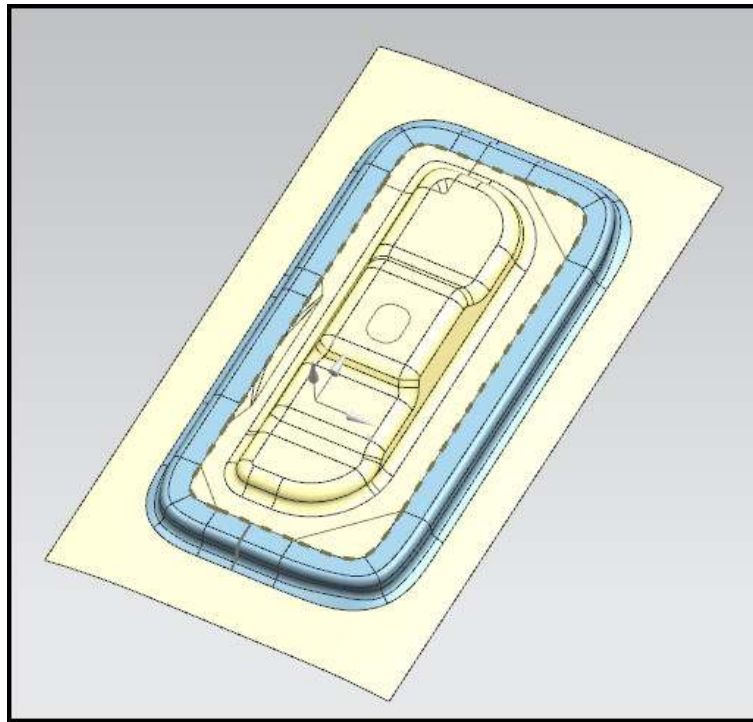


Рис. 7.23. Вытяжной переход

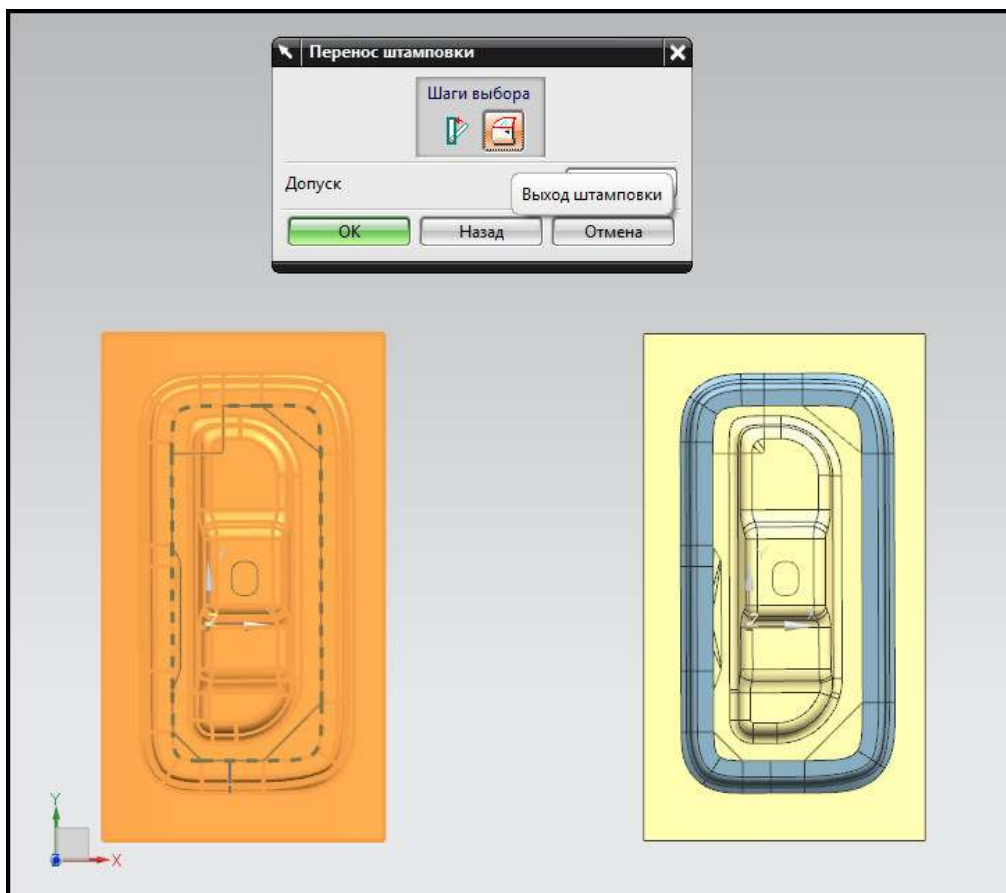


Рис. 7.24. Перенос штамповки



### *Копирование вытяжного перехода на следующую операцию*

После определения всех параметров вытяжки необходимо задать геометрию перехода на следующей операции. На основании вытяжного перехода будут созданы границы обрезки или пробивки на данном шаге.

- Нажмите кнопку **Перенос штамповки**.
- В разделе **Шаги выбора** нажмите кнопку **Ориентация**, в рабочем окне укажите ориентацию детали на шаге обрезки.
- Выберите шаг **Выход штамповки** и укажите в рабочем окне одноименный элемент, полученный на операции вытяжки. Нажмите **ОК**.

Результат операции представлен на рис. 7.24, компоновка скрыта.

### *Создание первой операции обрезки*

Необходимо задать контур обрезки на данной операции. Деталь сложно получить за одну операцию, поэтому на первой обрезке будет удаляться контур, указанный красными стрелками на рис. 7.25. Поскольку линия реза располагается на горизонтальной поверхности, направление инструмента обрезки будет совпадать с движением ползуна.

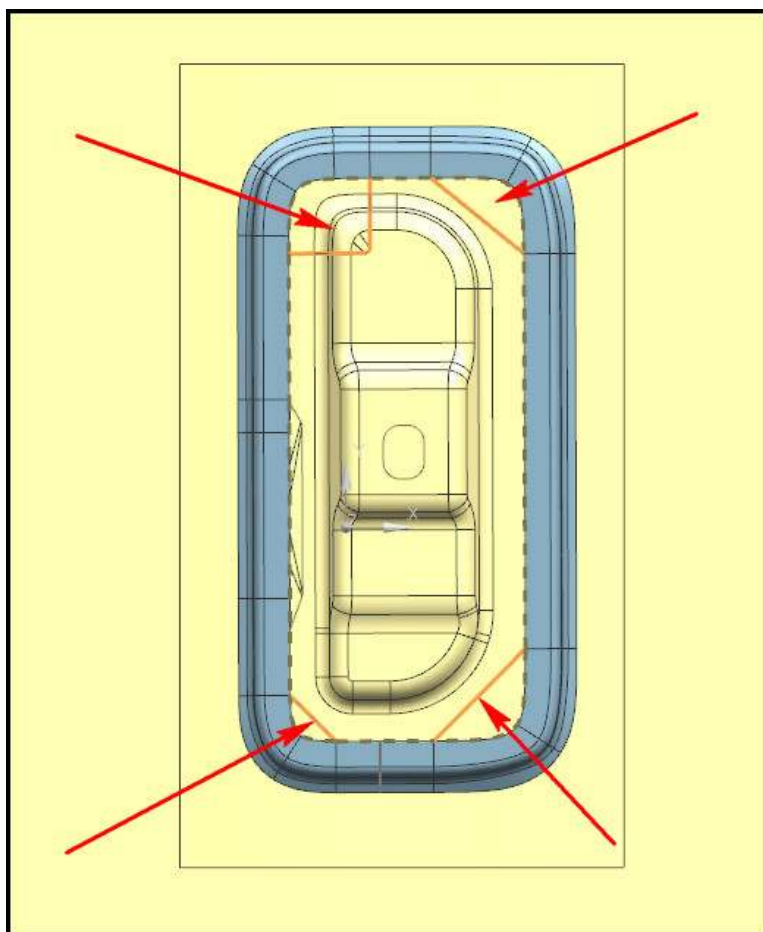


Рис. 7.25. Зоны для первой обрезки



- Нажмите кнопку **Операция обрезки**. Отключите кнопку **Finish Operation**, поскольку данная операция обрезки не является заключительной.
- В разделе **Шаги обрезки** нажмите кнопку **Ориентация изделия** и выберите ориентацию детали на операции обрезки.
- Нажмите кнопку **Границы обрезки** и задайте ребра, указанные на рис. 7.25.
- Поскольку длина ребра меньше длины вытяжного перехода, операция обрезки будет задана неверно. Необходимо продолжить границу обрезки за пределы перехода. Для этого создадим на концах ребра обрезки плоскости.
- Нажмите кнопку **Начальная плоскость**, постройте плоскость, как указано на рис. 7.26 (1), используя стандартное окно создания объекта. Нажмите **ОК**.

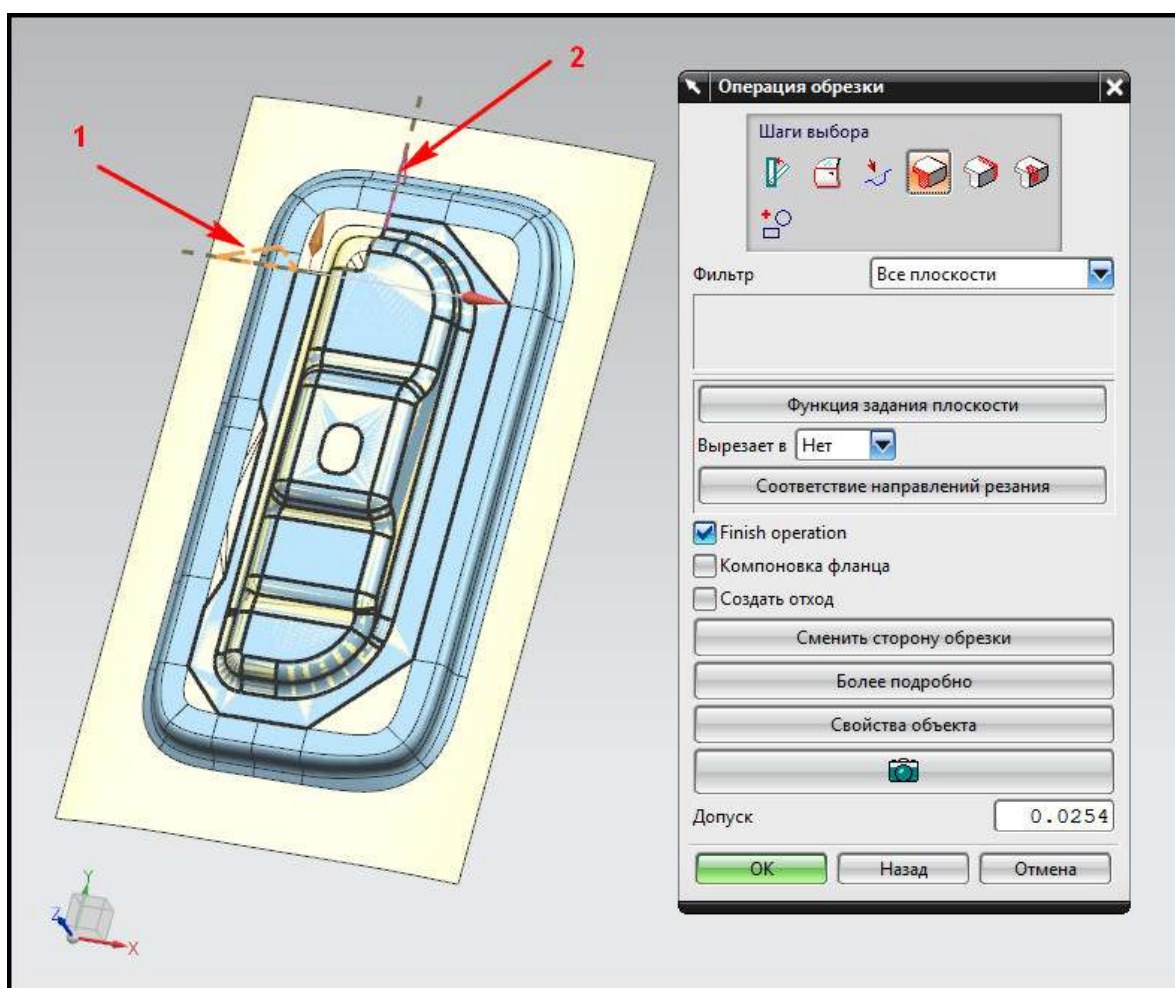


Рис. 7.26. Плоскости обрезки

- Нажмите кнопку **Конечная плоскость**, как указано на рис. 7.26 (2). Нажмите **ОК**.
- Задайте слой, на котором будет размещена первая операция обрезки. Нажмите кнопку **Свойства объектов** и задайте слой 51.
- Для удобства отображения отключите кнопку **Создать отход**. Нажмите **ОК**. Задайте все операции обрезки для данной операции. Результат представлен на рис. 7.27.



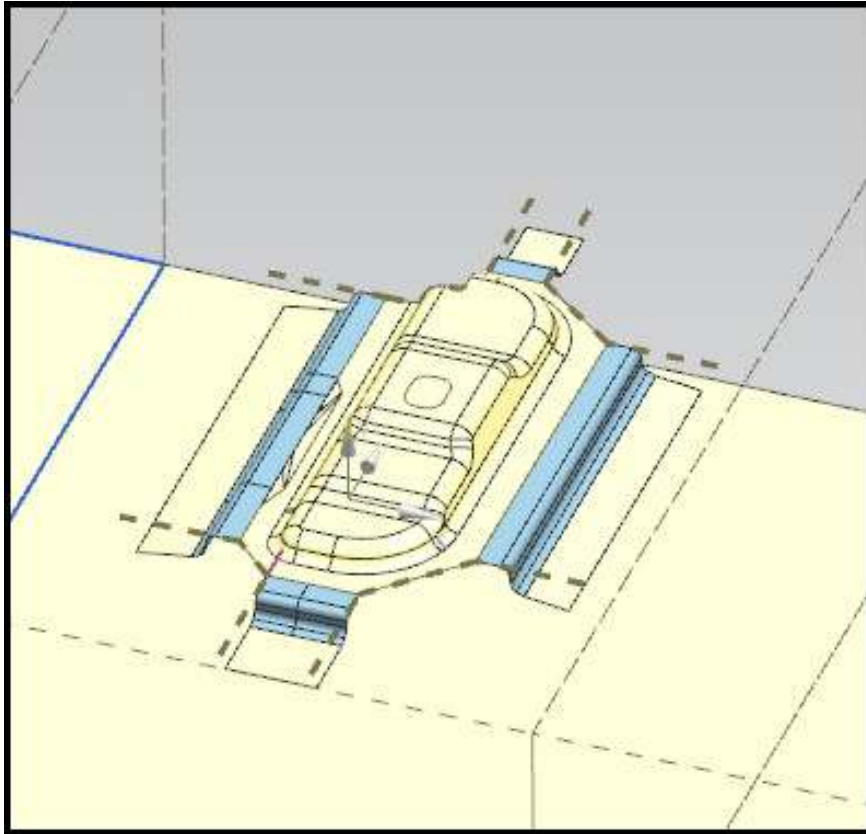


Рис. 7.27. Первая операция обрезки

### ***Создание операции пробивки***

Первоначально скопируйте геометрию перехода со второй операции на третью. Для этого воспользуйтесь инструментом Перенос штамповки, как было указано выше.

Деталь имеет отверстие овальной формы. Поскольку отверстие располагается на горизонтальной поверхности, будет использовано направление движения рабочего инструмента, совпадающее с направлением ползуна.

- Нажмите кнопку **Операция пробивки**. В разделе **Ориентация** нажмите одноименную кнопку и в рабочем окне на третьей операции укажите ориентацию перехода.
- Воспользуйтесь инструментом **Выберите необработанные отверстия** в разделе **Отверстия для разделения**. При этом выберется единственный замкнутый контур (рис. 7.28).
- В разделе **Определение пробивки** в таблице **Список** укажите строку с названием отверстия. Нажмите кнопку **Использовать размеры отверстия**.
- В разделе **Настройки** нажмите кнопку **Finish Operation**, поскольку данное отверстие получается за одну операцию пробивки, и отключите кнопку **Показать отход**.

На рис. 7.28 также показаны критерии технологичности операции. Зеленый цвет отрезка направления движения инструмента указывает на безопасность использования для данной операции движения ползуна в качестве движения рабочего инструмента. Угол между направлением движения ползуна и нормалью к поверхности отверстия равен 0,4.

Для создания операции нажмите **ОК**. Результат отображен на рис. 7.29.



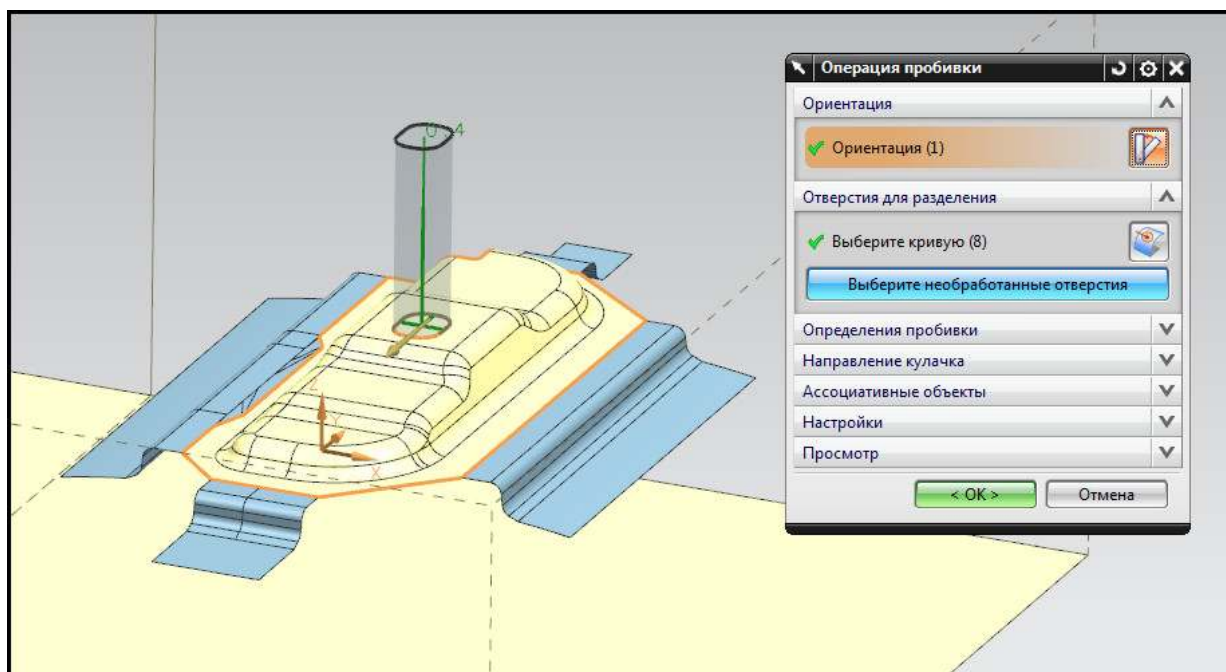


Рис. 7.28. Контур отверстия

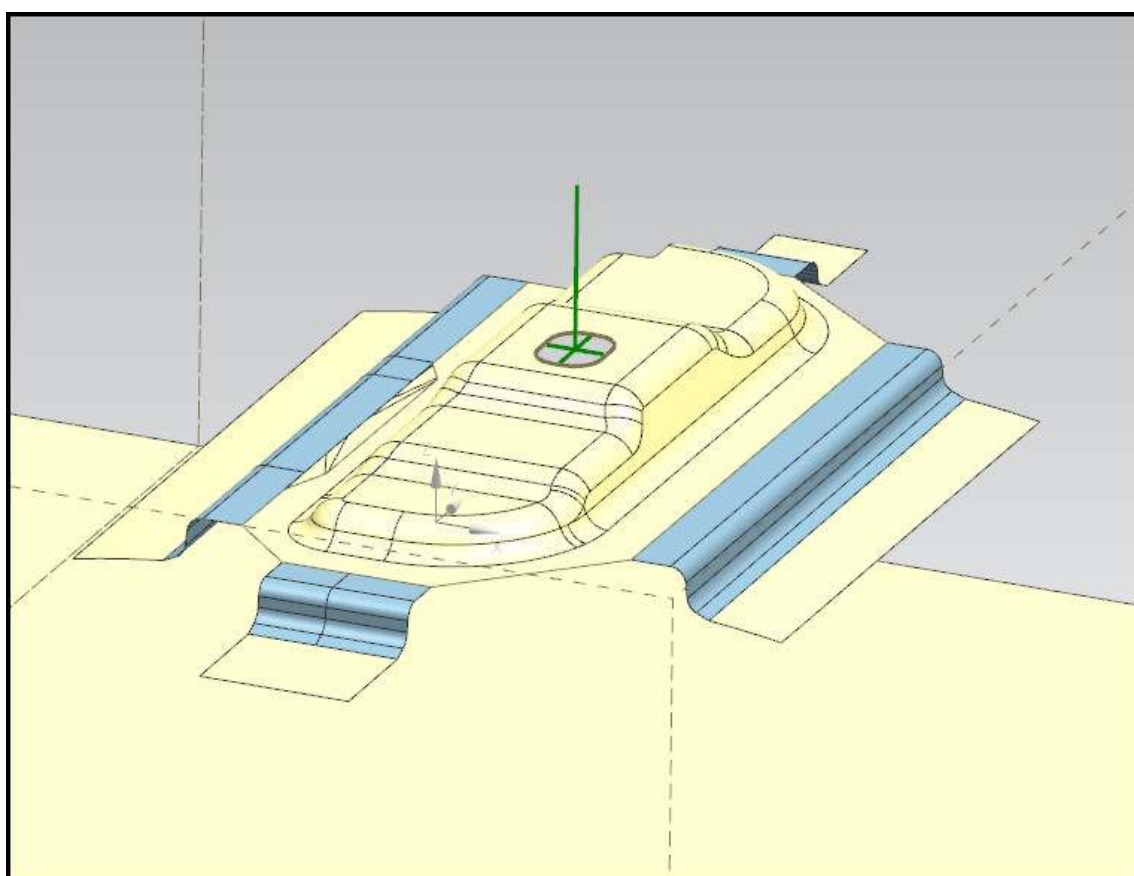


Рис. 7.29. Операция пробивки



### *Создание второй операции обрезки*

Создание второй обрезки подобно созданию первой операции обрезки. Следуйте тому же алгоритму для задания контура обрезки, как показано на рис. 7.30. Используйте плоскости для продолжения контура обрезки. Не забудьте указать слой 51. Результат представлен на рис. 7.31.

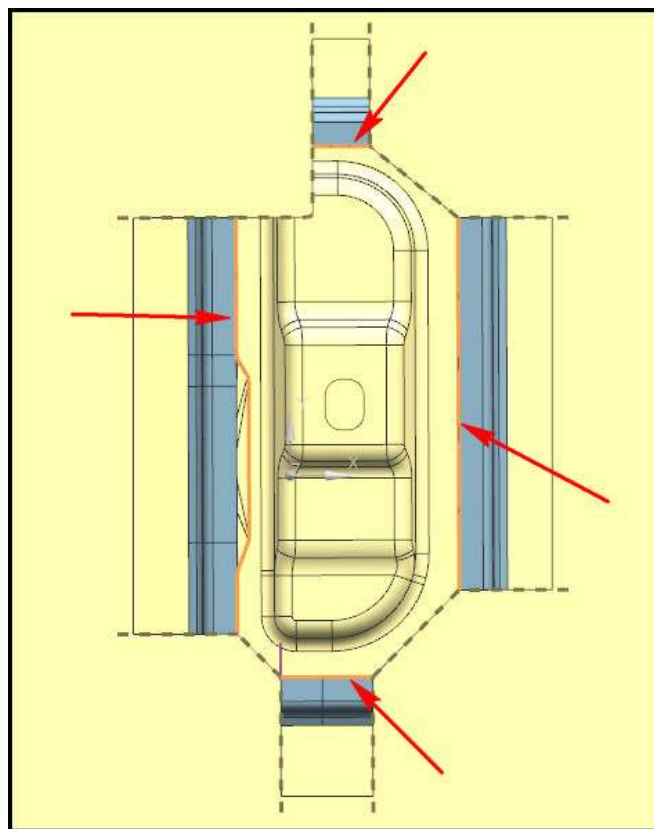


Рис. 7.30. Контурь обрезки на второй операции

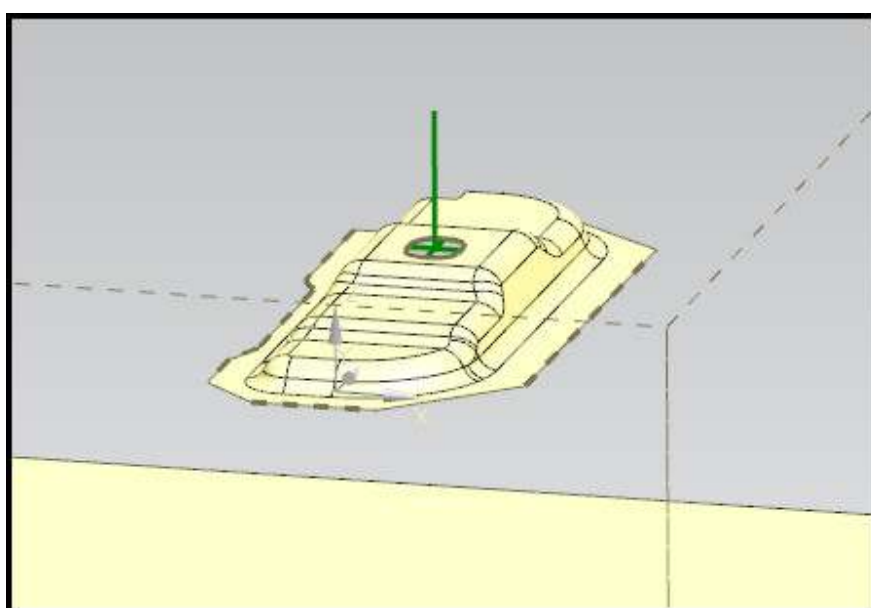


Рис. 7.31. Результат второй обрезки



В результате работы создан технологический процесс, содержащий три операции. Информация о техпроцессе представлена в **DOL отчете**. Нажмите кнопку **DOL отчет** для просмотра информации об операциях. На рис. 7.32 представлен техпроцесс с использованием реалистичной закраски.

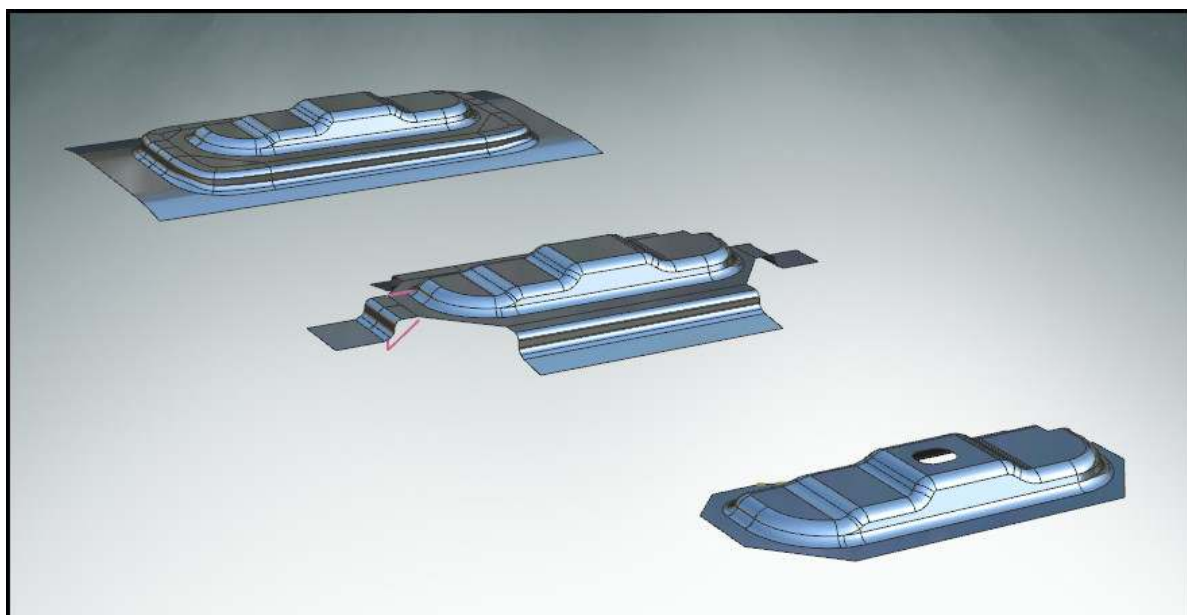


Рис. 7.32. Реалистичная закраска технологического процесса



## 8. ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Работе по созданию документации на технологический процесс холодной листовой штамповки должна предшествовать установка параметров по умолчанию.

Для вызова сеанса установки необходимых стандартов черчения используется следующая последовательность опций: **Файл – Утилиты – Настройки по умолчанию**.

В открывшемся окне диалога **Настройки по умолчанию** (рис. 8.1) в списке групп инструментов выделяются строки **Черчение**, далее **Общие**. Во вкладке **Стандарт** в списке **Стандарты черчения** пользователем выбирается необходимый комплекс стандартов (ISO, ESKD, DIN, AISI и т. д.). Нажимается клавиша **ОК**.

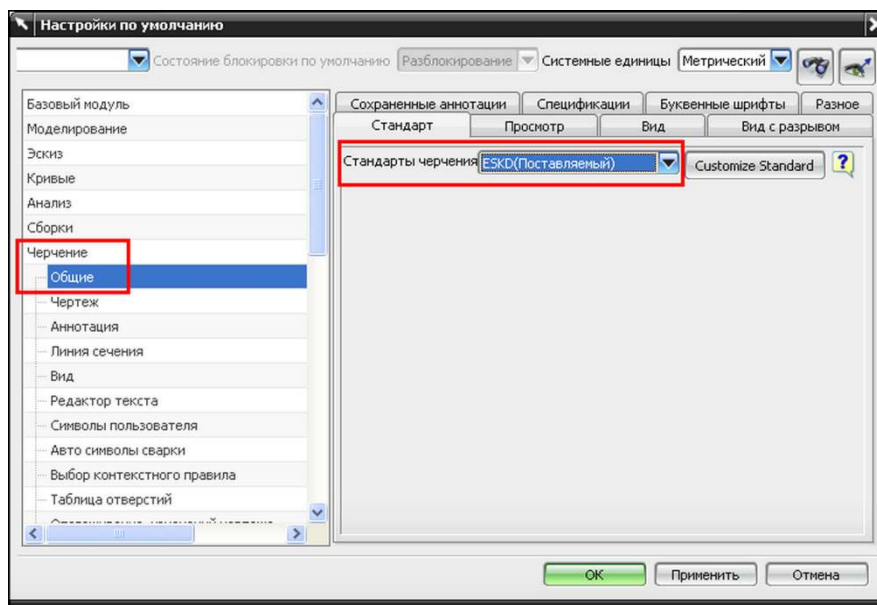


Рис. 8.1. Интерфейс окна **Настройки по умолчанию**, вкладка **Стандарт**

Если установка параметров по умолчанию не была выполнена, то в меню **Инструменты** запускается команда **Стандарт чертежа**, при выполнении которой открывается окно диалога **Загрузка стандарта чертежа** (рис. 8.2).

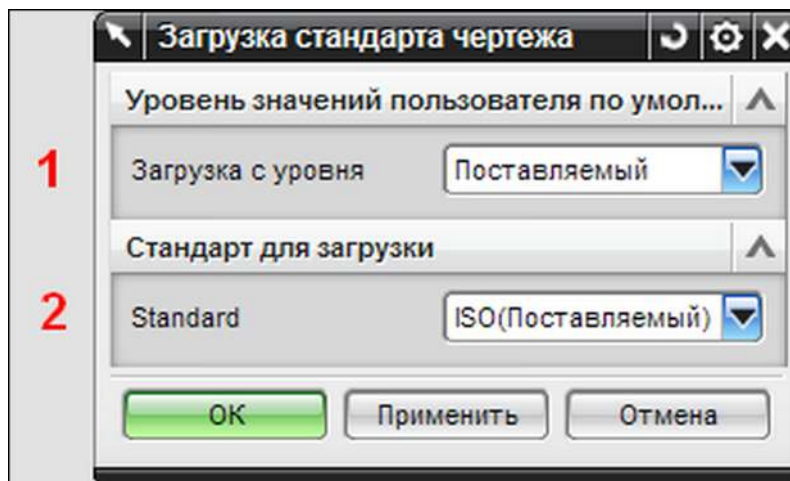


Рис. 8.2. Интерфейс окна диалога **Загрузка стандарта чертежа**



Окно диалога **Загрузка стандарта чертежа** содержит два раздела: **Уровень значений пользователя по умолчанию** и **Стандарт для загрузки**.

В разделе **Уровень значений пользователя по умолчанию** представлен

1 – список **Загрузка с уровня**, из которого пользователь выбирает способ загрузки стандартов.

Раздел **Стандарт для загрузки** содержит

2 – список **Standard**, в котором отражены комплексы государственных стандартов (ЕСКД, DIN, AISI, ISO и т. д.).

Создание документации на технологический процесс листовой штамповки, а также принципы ее формирования основываются на комплексе государственных стандартов ЕСКД. Таким образом, в списке **Standard** выбирается строка **ЕСКД**. Нажимается клавиша **ОК**.

Рассмотрим способы создания технологической документации для процессов холодной листовой штамповки с использованием инструментов приложения **Drafting**.

В комплект документов на технологический процесс холодной листовой штамповки входят:

- карты технологического процесса (карты типового технологического процесса);
- операционные карты;
- карты эскизов и т. д.

Для каждого типа документов выполняется формирование пользовательского шаблона. Создайте шаблон карты эскизов по следующему алгоритму:

- сформируйте отдельный файл для шаблона документа;
- с помощью инструментов приложения **Черчение** загрузите пустой лист формата А4;
- руководствуясь правилами ЕСКД, в среде эскиза создайте необходимый текст, а также таблицу с помощью отрезков (рис. 8.3);
- сохраните файл шаблона.

				ГОСТ 3.1105-84				Форма 7	
Изд.									
Взам.									
Лист							xxxxx . xxxxx	1	1
Разраб.				ЗАО "Глобус"	АБВГ xxxxxx.xxx	----		20140.00141	
Н. контр.								----	-
<div style="border: 1px solid black; width: 90%; margin: 5px auto; padding: 5px;"> <span style="float: left; margin-right: 10px;">кз</span> </div>									

Рис. 8.3. Пример пользовательского шаблона карты эскизов



Следует отметить, что загрузка пользовательского шаблона-документа в файл, содержащий компоновку технологического процесса, выполняется в интерактивном режиме с помощью опций **Файл – Импорт – Деталь**.

Вставку изображения на лист документа осуществите, руководствуясь следующей последовательностью действий:

- элементы геометрии компоновки расположите в графическом окне таким образом, каким хотите видеть их на листе документа;
- вызовите следующую последовательность опций **Вид – Операция – Сохранить как**;
- в открывшемся окне диалога **Сохранить рабочий вид** (рис. 8.4) в поле ввода **Имя** задайте название сохраняемому изображению модели в графическом окне;
- нажмите клавишу **ОК**;
- перейдите в приложение **Drafting**;
- переключитесь на лист документа;
- вызовите следующую последовательность опций: **Вставить – Вид – Мастер создания вида**;
- в окне диалога **Мастер создания вида** (рис. 8.5) выберите строку **Orientation** для обновления интерфейса окна;
- в разделе **Ориентация** в списке **Виды модели** укажите строку с названием сохраненного вида;
- выполните позиционирование появившегося изображения вида на листе документа (рис. 8.6).

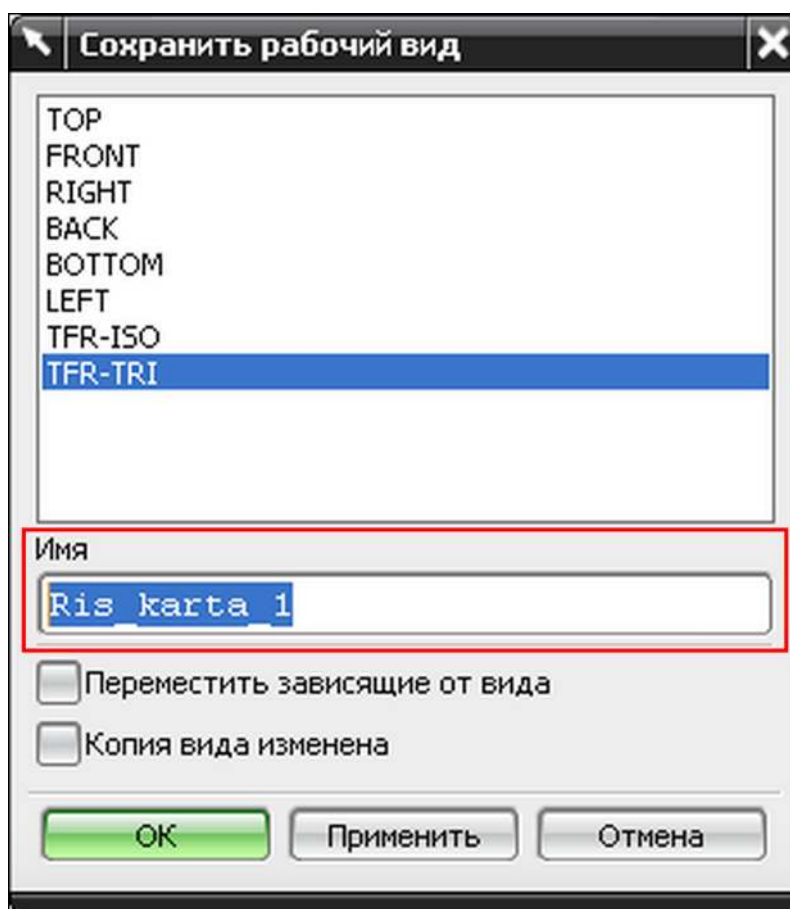


Рис. 8.4. Интерфейс окна диалога **Сохранить рабочий вид**



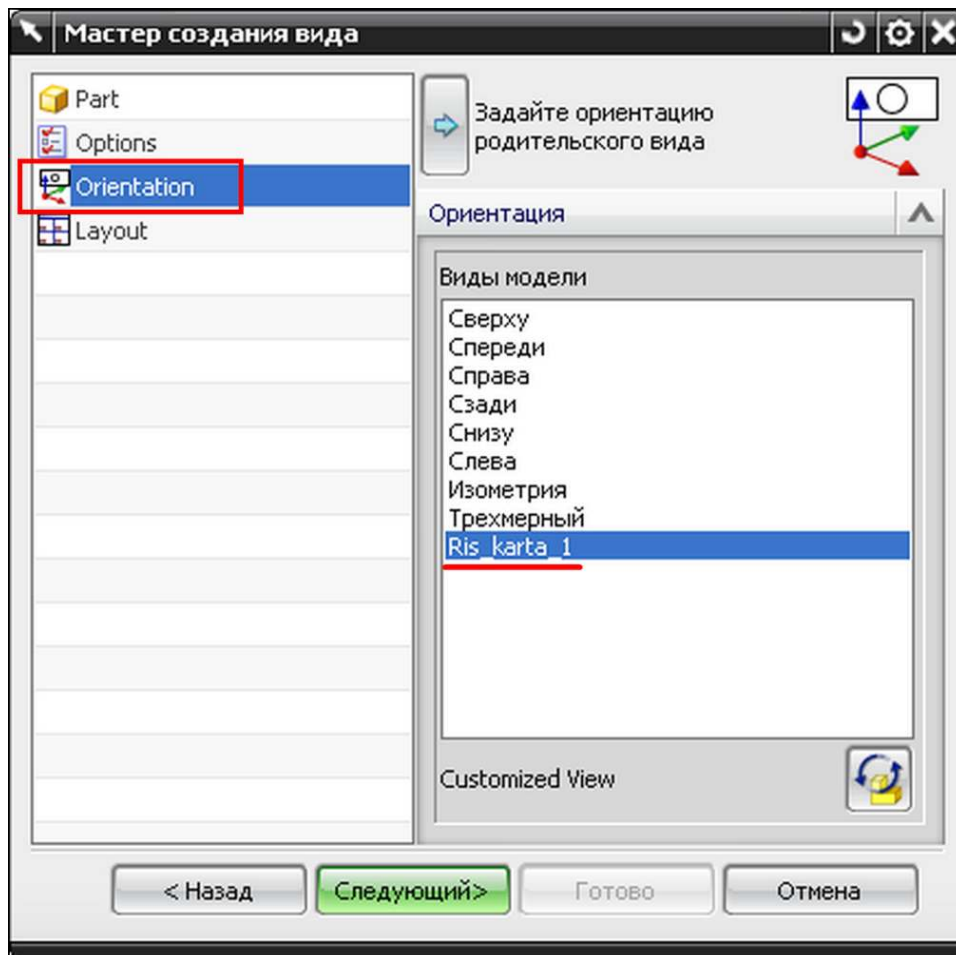


Рис. 8.5. Интерфейс окна диалога **Мастер создания вида**

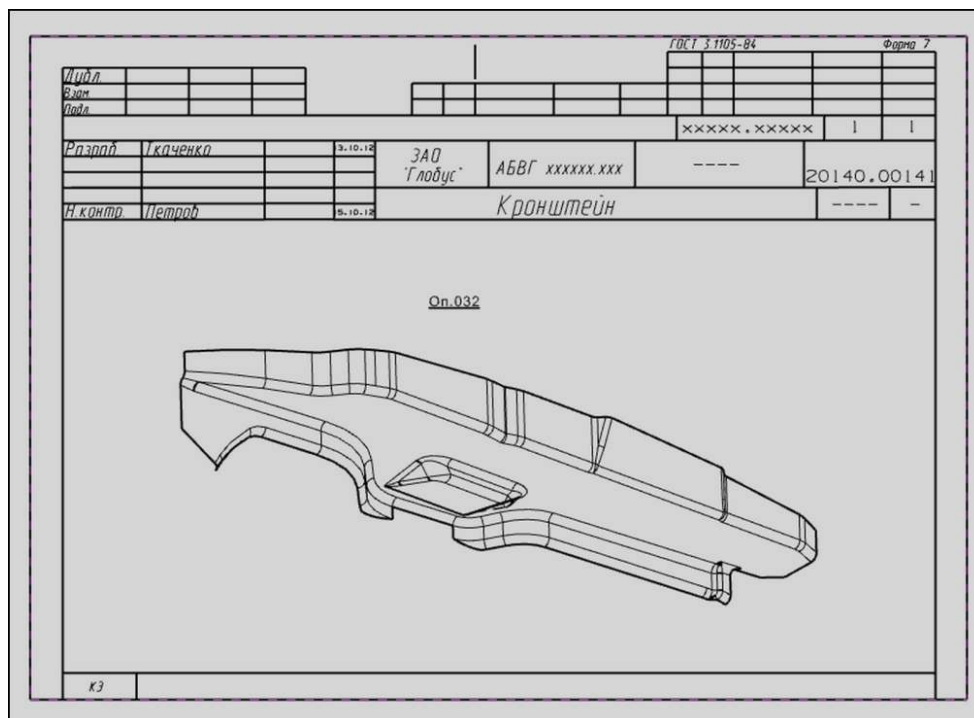


Рис. 8.6. Позиционирование изображения вида на карте эскизов



### Библиографический список

1. Ведмидь, П.А. Основы NX САМ / П.А. Ведмидь. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 216 с.
2. Гончаров, П.С. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ / П.С. Гончаров, И.А. Артамонов, Т.Ф. Халитов. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 504 с.
3. NX для конструктора-машиностроителя / П.С. Гончаров [и др.]. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 504 с.
4. Данилов, Ю.В. Практическое использование NX / Ю.В. Данилов, И.А. Артамонов. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 332 с.
5. Ельцов, М.Ю. Проектирование в NX под управлением Teamcenter / М.Ю. Ельцов, А.А. Козлов, А.В. Седойкин. – М. : ДМК Пресс, 2013. – 752 с.
6. Краснов, М. Unigraphics для профессионалов / М. Краснов, Ю. Чигишев. – М. : ЛОРИ, 2004. – 320 с.
7. Почекуев, Е.Н. Проектирование последовательных штампов для листовой штамповки в системе NX / Е.Н. Почекуев, П.А. Путеев, П.Н. Шенбергер. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 336 с.
8. Teamcenter. Начало работы / Д.Н. Тороп, В.В. Терликов. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 280 с.



## Содержание

Введение.....	3
<b>1. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ И ПОДГОТОВКИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ.....</b>	<b>4</b>
1.1. Построение листовых тел методами NX.....	4
1.2. Визуализация геометрических моделей листовых тел.....	31
1.3. Проверка корректности построения электронных моделей средствами HD3D.....	46
<b>2. ПОДГОТОВКА ПРОЕКТА РАЗРАБОТКИ ТЕХПРОЦЕССА ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ.....</b>	<b>52</b>
2.1. Распознавание электронных моделей геометрии изделия.....	52
2.2. Описание дерева проекта в Навигаторе модели.....	54
2.3. Разработка структуры слоев проекта.....	56
2.4. Назначение вида и свойств материала.....	58
<b>3. СОЗДАНИЕ ПРОЕКТА ТЕХПРОЦЕССА ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ.....</b>	<b>63</b>
3.1. Компоновка: назначение, опции, замена изделия, редактирование компоновки.....	63
3.2. Помощник процесса штамповки: установка параметров процесса, опции и атрибуты детали.....	81
<b>4. ПРОВЕРКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКОЙ.....</b>	<b>87</b>
4.1. Анализ функций проверки технологичности изделий.....	87
4.2. Использование мастер-процесса проверки технологичности.....	104
4.3. Окно несоответствий.....	106
<b>5. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛИ ПО ОПЕРАЦИЯМ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ.....</b>	<b>109</b>
5.1. Ориентация детали в штампе: опции.....	109
5.2. Последовательность ориентаций, ссылочные данные, перенос штамповки.....	114
5.3. Расчет размеров заготовки.....	120
5.4. Разработка электронной модели операции «вытяжка».....	131
5.5. Разработка операции обрезки.....	166
5.6. Разработка операции «пробивка».....	177
5.7. Разработка операции «фланцовка».....	182
5.8. Назначение компенсации пружинения для геометрии инструмента.....	186



6. ОБЩИЕ ОПЕРАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХПРОЦЕССОВ	
ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ.....	196
6.1. Редактирование порядка операций штамповки:	
перестановка, удаление.....	196
6.2. Захват вида.....	199
6.3. Свойства объекта.....	200
6.4. Добавление подробной информации об объекте.....	201
7. ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	
ШТАМПОВКИ ДЕТАЛИ.....	202
8. ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТАЦИИ	
НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС.....	224
Библиографический список.....	228

