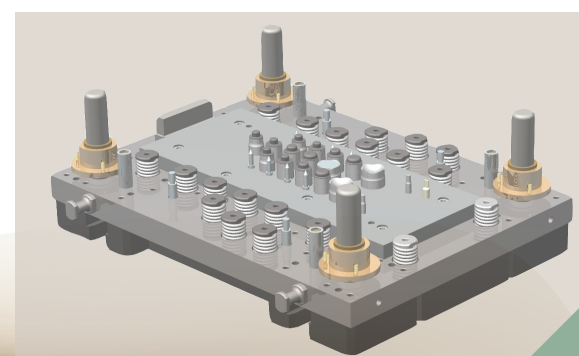
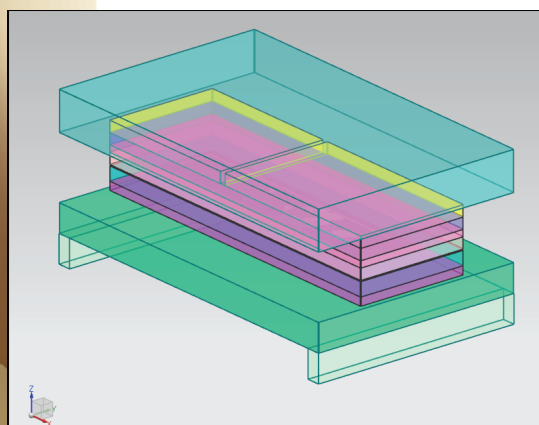
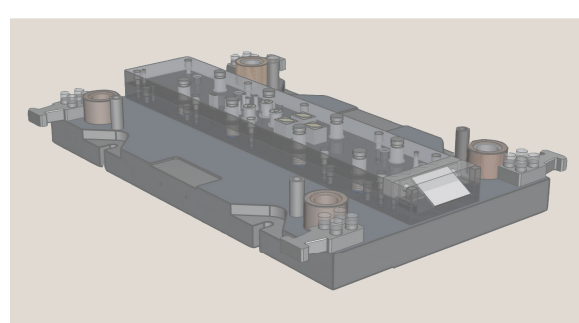
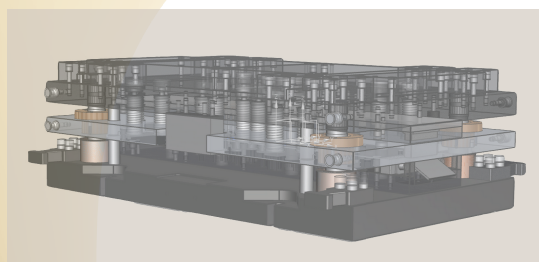
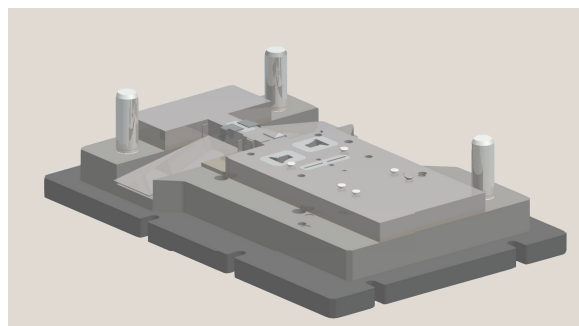
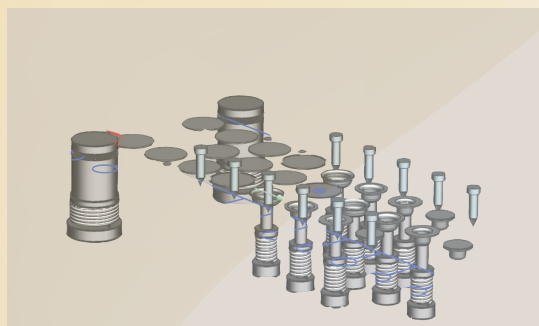


Министерство образования и науки Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет
Институт машиностроения
Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением
и родственные процессы»

Е.Н. Почекуев

Основы методов автоматизированного проектирования штампов листовой штамповки в САПР

Электронное учебно-методическое пособие



УДК 621.98(075.8)

ББК 30.2-5-05я73

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор, завкафедрой «Сервис технических и технологических систем» Поволжского государственного университета сервиса *Б.М. Горшков*;

канд. техн. наук, доцент, директор Института машиностроения Тольяттинского государственного университета *А.В. Скрипачев*.

Почекуев, Е.Н. Основы методов автоматизированного проектирования штампов листовой штамповки в САПР: электронное учеб.-метод. пособие / Е.Н. Почекуев. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 1 электрон. опт. диск.

В электронном учебно-методическом пособии представлены основные способы проектирования штампов листовой штамповки в популярной САПР Siemens PML Software NX.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 150700.62 «Машиностроение» (профиль «Машины и технология обработки металлов давлением»), 150200.65 «Машиностроительные технологии и оборудование», 150201.65 «Технология обработки металлов давлением», и магистрантов направления «Системы автоматизированного проектирования в машиностроении».

Текстовое электронное издание

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

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

Номер государственной регистрации электронного издания

© ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», 2014

Редактор *Е.Ю. Жданова*
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 31 Мб.
Комплектация издания: CD-диск, первичная упаковка.
Заказ № 1-38-13.

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

ВВЕДЕНИЕ

Технологические процессы листовой штамповки и штамповая оснастка имеют большое значение для всех отраслей машиностроения.

Разработка эффективных технологических процессов и штампов для листовой штамповки является не только производственной, но и научно-технической задачей.

Одной из отправных точек внедрения вычислительной техники и программного обеспечения наряду с моделированием процессов пластической деформации является проектирование штампов для листовой штамповки металлов.

Темпы развития специализированных программных продуктов для проектирования и изготовления листовых изделий и их количество особенно возросли в последнее десятилетие.

Так, в программных продуктах одного из мировых лидеров систем CAD/CAM/CAE SIEMENS PLM SOFTWARE представлено около десятка различных модулей и приложений, предназначенных для решения задач проектирования листовой штамповки.

В пособии рассмотрены методы использования современных компьютерных приложений NX SIEMENS PLM SOFTWARE для проектирования оснастки на листовую штамповку.

Большое внимание в книге также уделено методам проверки качества электронных моделей изделий и техпроцессов.

Анализ технологичности изделий листовой штамповки теперь является предметом не только эмпирических методов, но и численного моделирования на основе метода конечных элементов. Это направление особенно результативно для изделий сложной формы.

Разработка техпроцессов и штамповой оснастки теперь немислима в отрыве от информационных технологий. Поэтому разработка эффективных инструментов технолога и конструктора в области использования программного обеспечения как никогда актуальна.

1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ, ТЕХПРОЦЕССОВ И ШТАМПОВ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Проектирование различных изделий в машиностроении обычно начинается с создания их моделей. Современное производство немислимо без широкого использования в процессе технической подготовки САПР. Создание оснастки для изготовления изделий методом листовой штамповки основано на моделировании процессов и штампов.

1.1. Разработка электронных моделей изделий листовой штамповки

Разработка электронных моделей (ЭМ) изделий листовой штамповки осуществляется на основании требований ЕСКД и ГОСТ 2.052–2006 «Электронная модель изделия».

В производственной практике чаще всего встречаются твердотельные модели и их разновидности – электронные модели листовых тел.

Однако в авиационной, космической и автомобилестроительной отрасли нередко для представления сложной конфигурации пространственных изделий из листового материала применяют и поверхностные модели. Толщина электронных поверхностных моделей равна нулю, в отличие от электронных твердотельных и листовых металлов NX, толщина которых соответствует реальным размерам детали.

Электронная модель изделия из листового материала или чертеж конструкции листовой детали необходимы для начала процесса технической подготовки производства.

Разработка технологического процесса штамповки и конструкции штамповой оснастки начинается с изучения и анализа уже разработанной электронной модели либо с ее создания на основании чертежа изделия, который может быть получен на электронном или бумажном носителе.

1.1.1. Твердотельные электронные модели

В тех случаях, когда основанием для разработки техпроцесса и штампов является электронная твердотельная модель изделия, представление визуализации модели с указанием размеров, технических условий и других атрибутов и аннотаций следует выполнять в соответствии с ГОСТ 2.059–2006.

С этой целью в NX PLM Software используется модуль PMI [1; 3; 4] или ТУ (технические условия), которые позволяют произвести визуализацию электронной модели изделия.

Если модель создавалась в NX и сохранились эскизы, дерево построения, то удастся снизить и трудоемкость простановки размеров.

Начиная с версии NX 7.5, размеры в эскизах и элементах построения гибридных моделей можно показать автоматически.

Рассмотрим визуализацию электронной модели пуансонодержателя (рис. 1.1) одной из типовых деталей штампа.

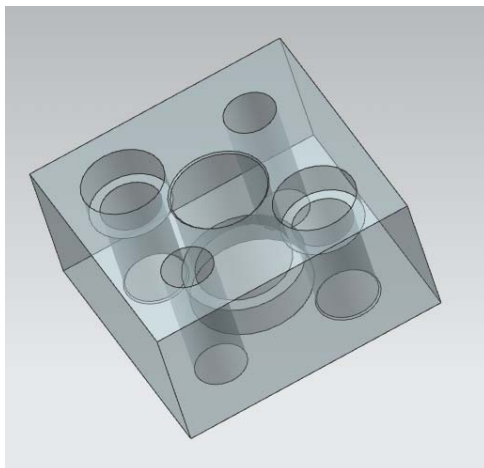


Рис. 1.1. Пуансонодержатель

Модель пуансонодержателя (рис. 1.1) была разработана на основе гибридного способа проектирования. Гибридное моделирование позволяет создавать параметризованные модели, сочетая проектирование на основе эскизов и конструктивных элементов. Этапы работы создания модели показаны на рис. 1.2 и 1.3.

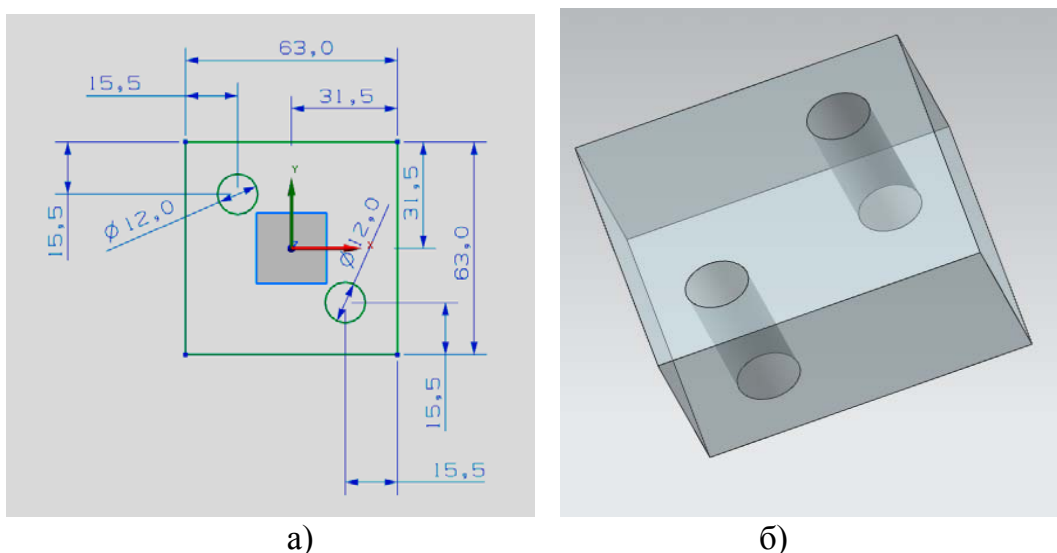


Рис. 1.2. Эскиз (а) и вытягивание (б)

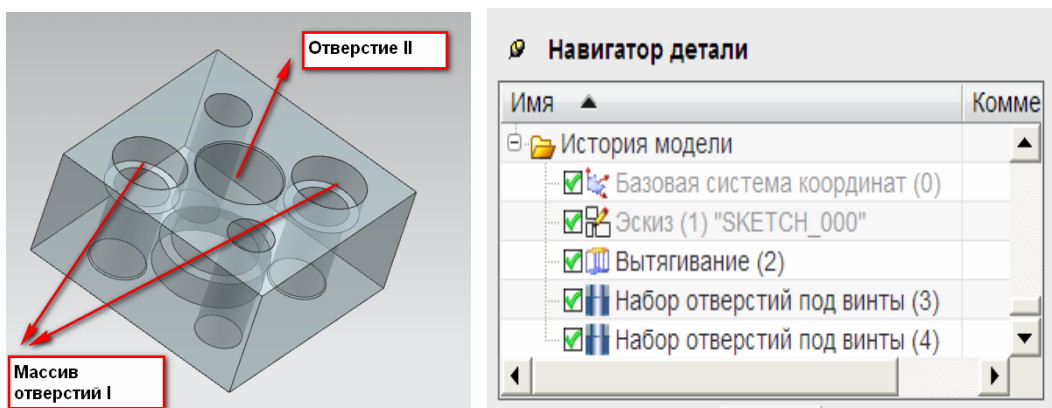


Рис. 1.3. Создание конструктивных элементов и дерево построения модели

Работу с модулем **ТУ** следует начинать с кнопки **НАЧАЛО** и подключения модуля **Технические условия (ТУ)** к работе (рис. 1.4).

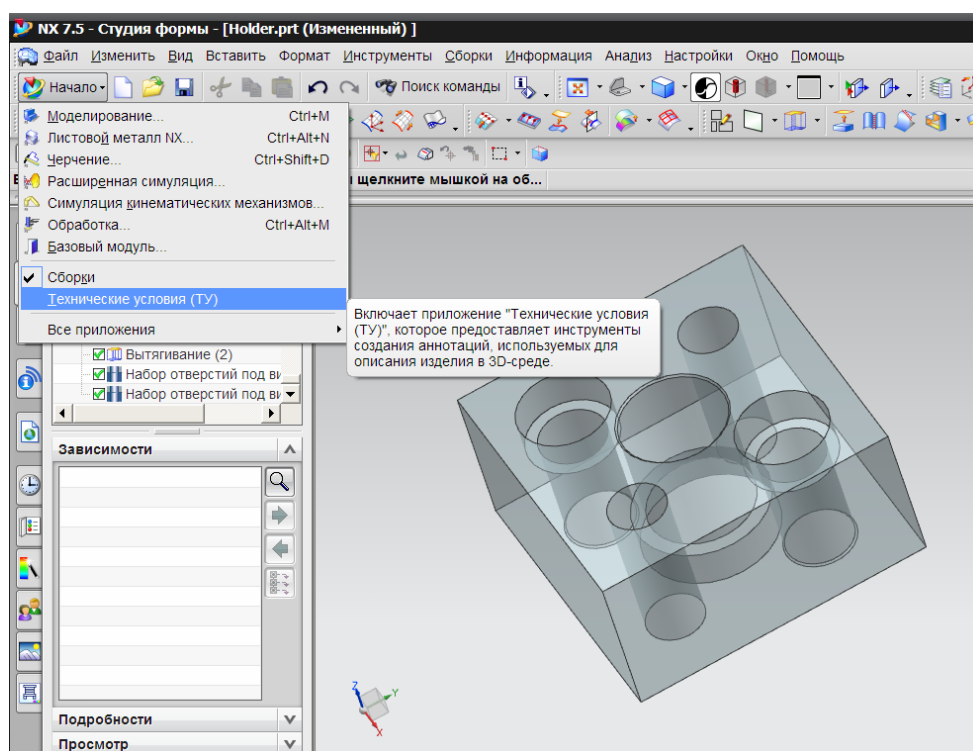


Рис. 1.4. Начало работы с ТУ

Команды меню **ТУ** и панель инструментов представлены на рис. 1.5 и 1.6 соответственно.

Далее производится переход с помощью контекстного меню в опцию ориентации видов **ИЗОМЕТРИЯ** (рис. 1.7). В браузере построений активируем режим редактирования (рис. 1.8). В результате этих действий на экране появляются размеры построения эскиза.

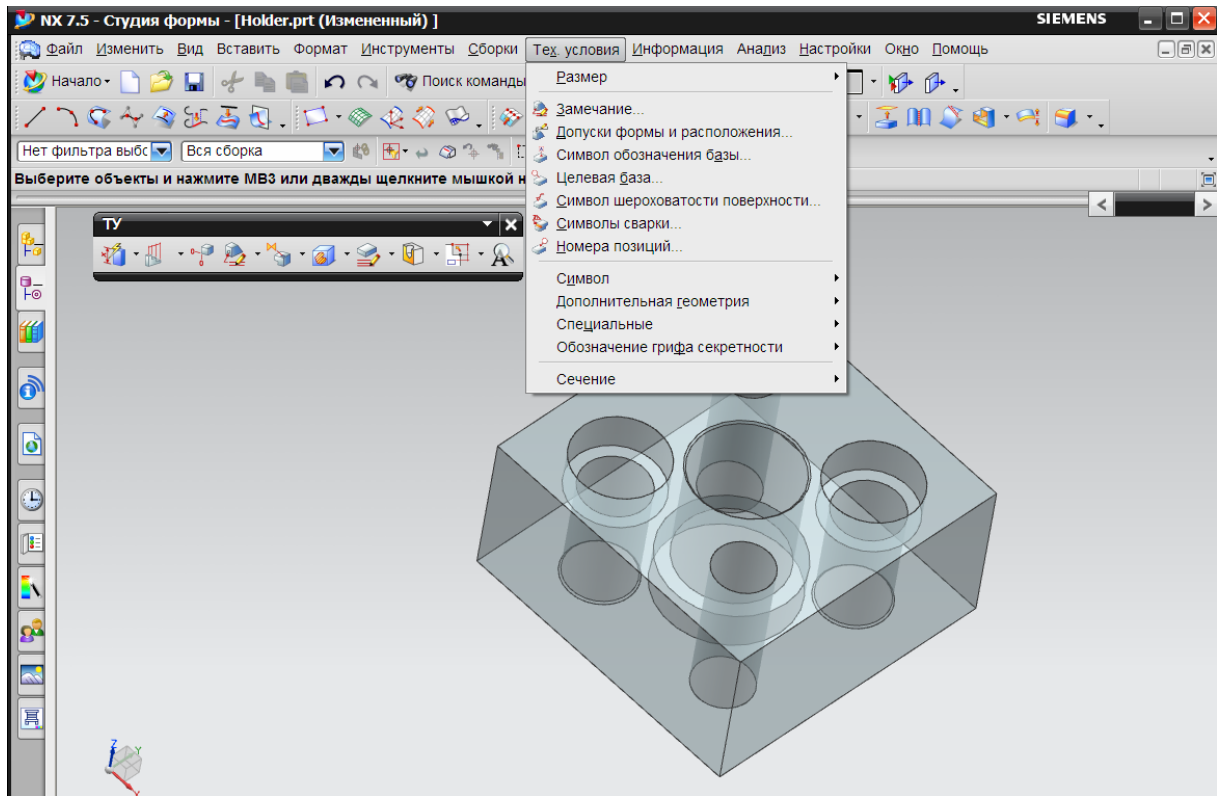


Рис. 1.5. Меню модуля

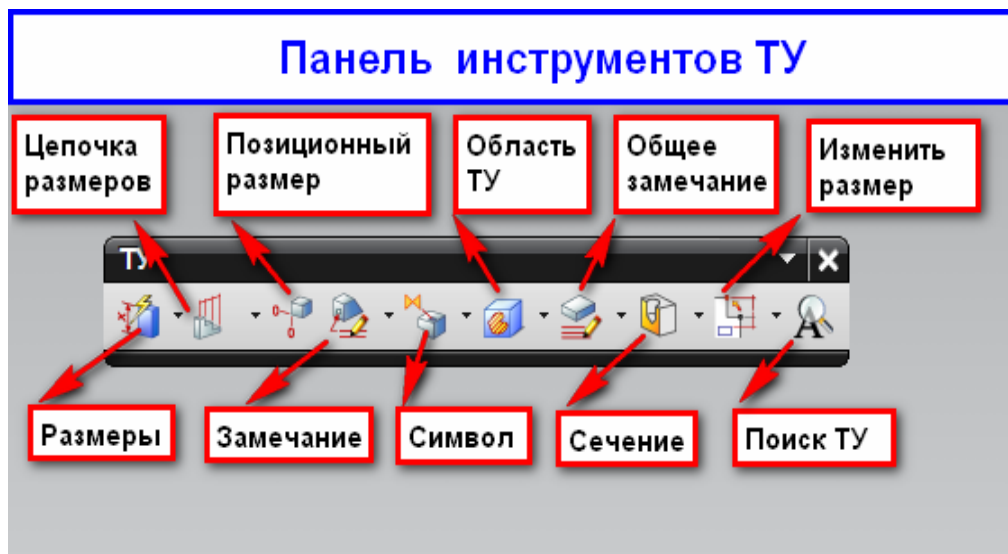


Рис. 1.6. Панель инструментов

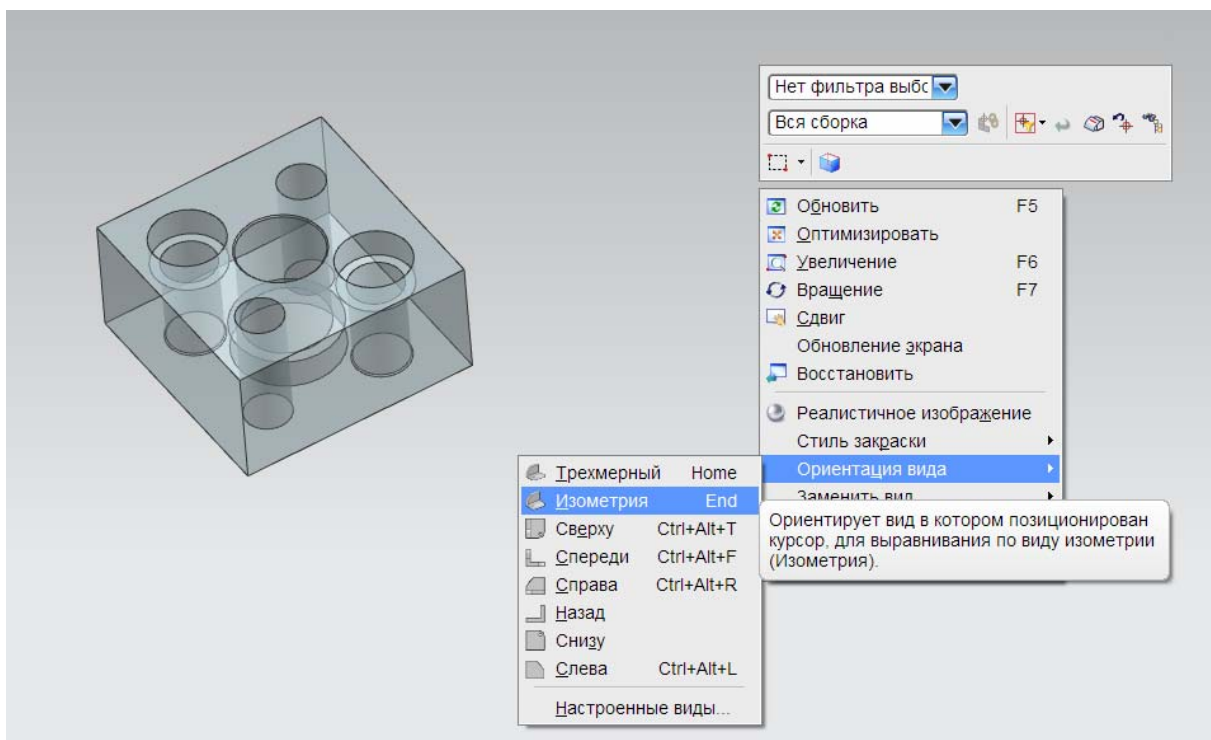


Рис. 1.7. Контекстное меню

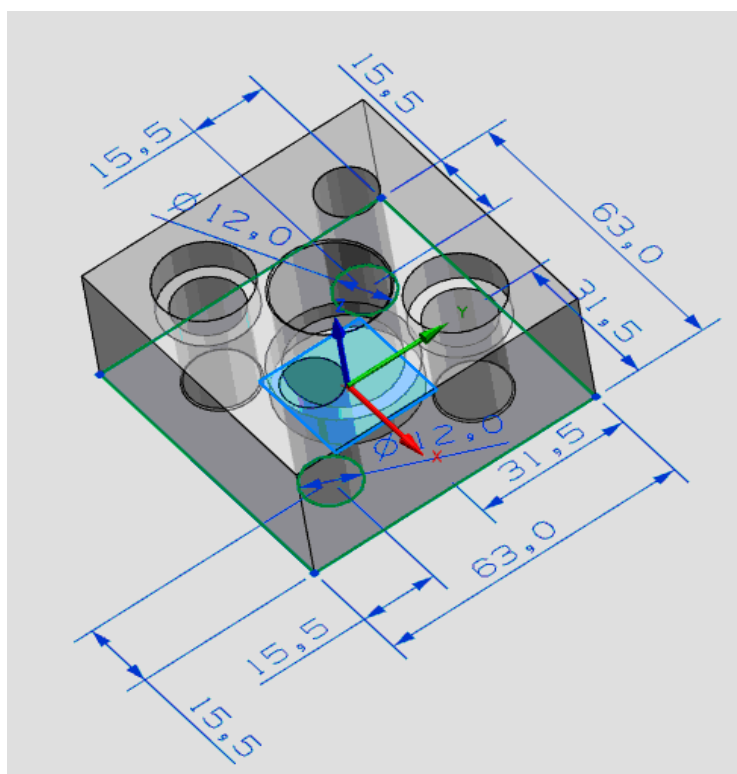


Рис. 1.8. Модель

После выбора каждого конструктивного размера эскиза с помощью контекстного меню назначаем ему свойство размера **ТУ** (рис. 1.9).

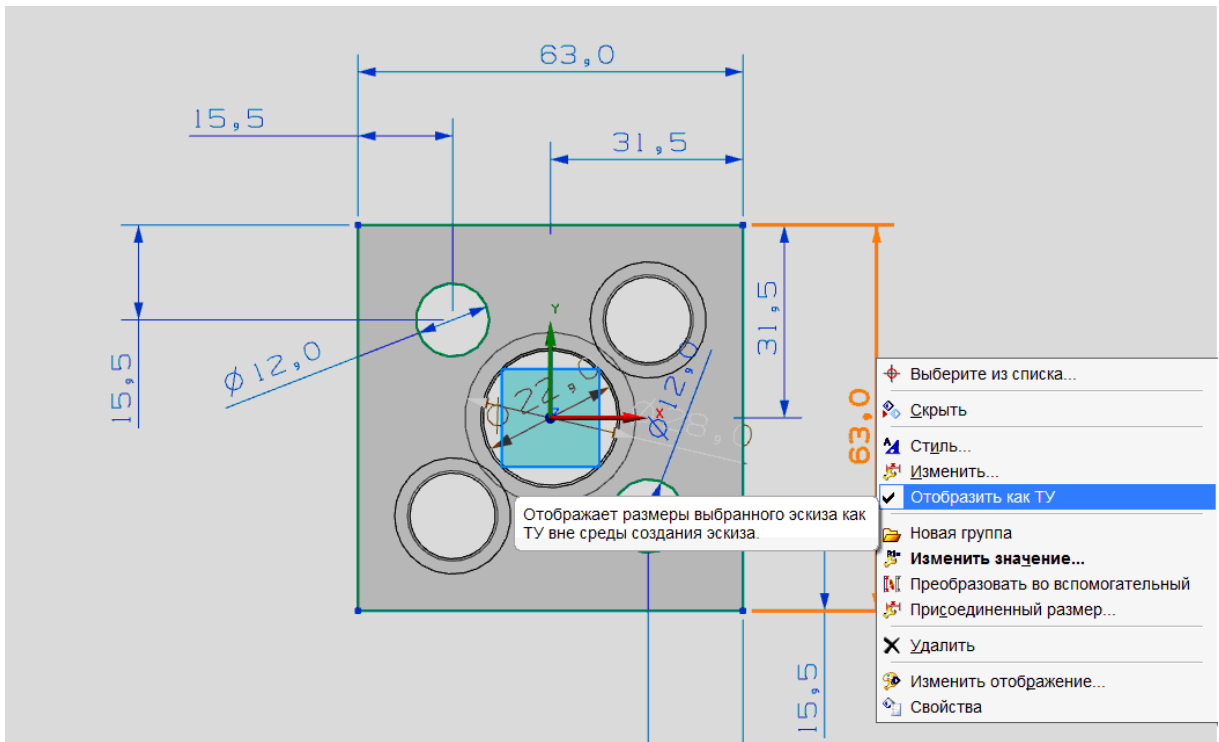


Рис. 1.9. Контекстное меню

Теперь все указанные размеры будут представлены во всех видах. Аналогичным способом поступают для показа размеров конструктивных элементов. С целью лучшей визуализации конструкции модели и размеров используют опцию **СЕЧЕНИЕ** (рис. 1.10).

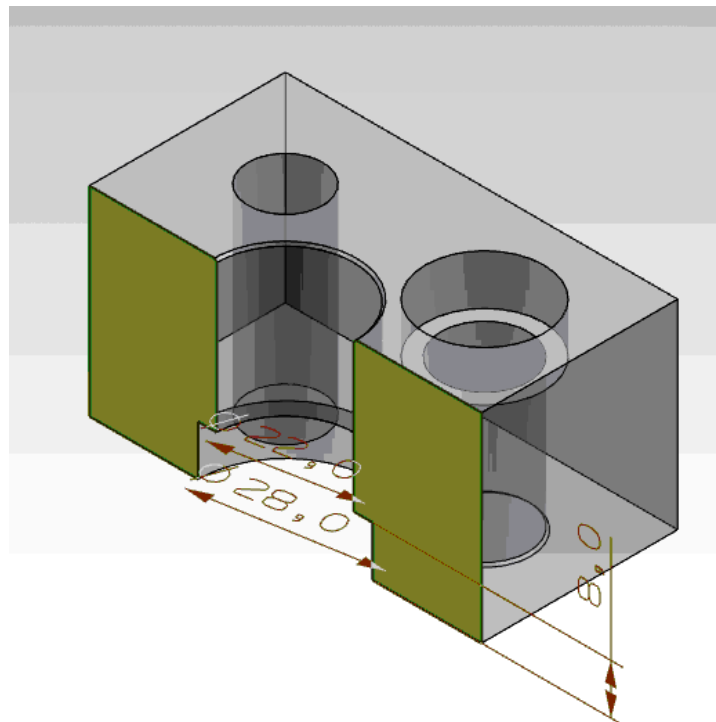


Рис. 1.10. Размеры сечения

Для создания технических условий создадим базу – поверхность *A* и покажем относительно нее допуски формы и положения центрального отверстия, а также укажем шероховатость поверхности (рис 1.11).

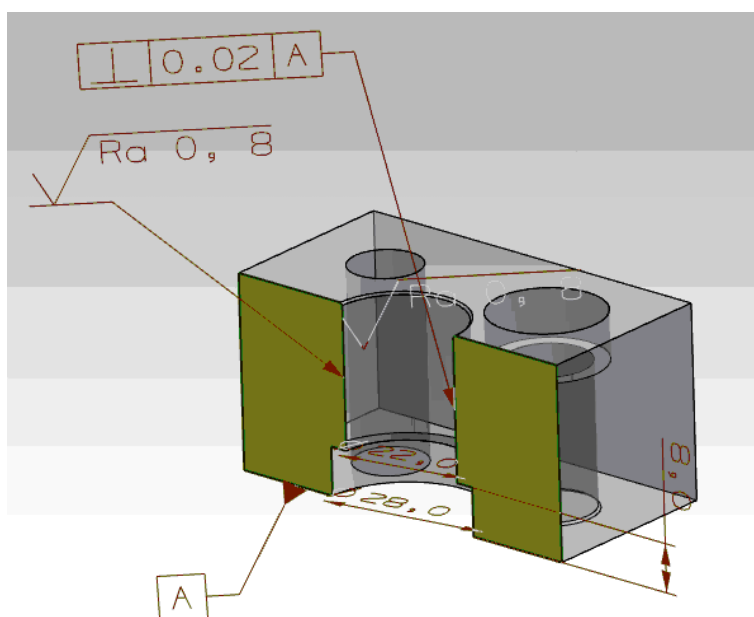


Рис. 1.11. Допуски формы и шероховатость поверхности

1.1.2. Электронные модели листовых тел

Создание модели листового тела зависит от того, какая исходная информация предоставлена разработчику.

Возможны три варианта [1; 2; 3; 4; 5].

1. Проектанту для разработки техпроцесса листовой штамповки предоставили параметризованную электронную модель листового металла, которую конструктор выполнил в приложении NX «Листовой металл NX» или «Авиационный листовой металл».

2. Проектанту предоставили не параметризованную электронную модель, которую могли выполнить в различных системах CAD, в том числе и в нейтральных форматах для передачи электронных моделей – IGES или VDA.

3. Проектанту предложили в виде исходной информации чертеж детали листового изделия на бумажном или электронном носителе.

В первом случае необходимо проверить качество электронной модели и при отсутствии дефектов можно приступить к разработке техпроцесса.

Во втором случае необходимо, используя возможности NX, построить параметризованную модель листового тела, или модель листового металла.

В третьем случае следует построить в приложении «Листовой металл NX» или «Авиационный листовой металл» параметризованную модель листового металла.

Покажем, как, применяя приложение «Листовой металл NX», можно провести конвертирование непараметризованной электронной модели в параметризованную модель листового металла.

Для разработки технологического процесса и штамповой оснастки в проектный отдел поступила непараметризованная электронная модель «Door_arm.prt» (рис. 1.12).

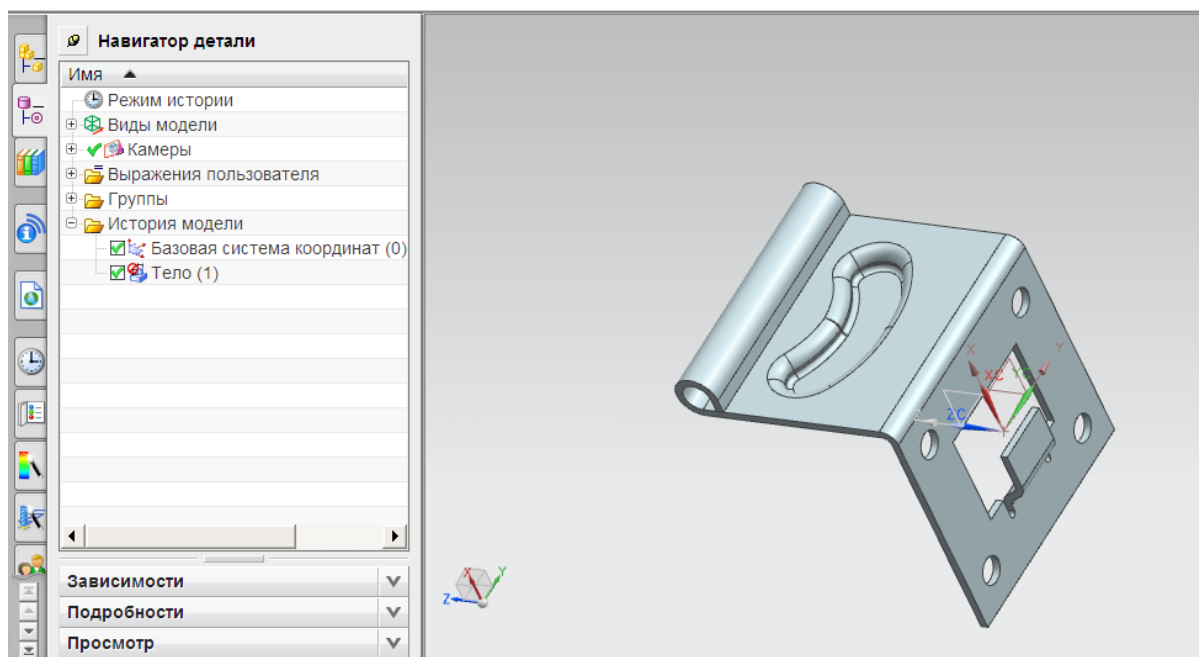


Рис. 1.12. Электронная модель

После анализа геометрии модели ее классифицировали как модель твердого тела. Было запущено приложение **Листовой металл NX** (рис. 1.13) для приведения модели исходного тела к модели **листового металла NX**.

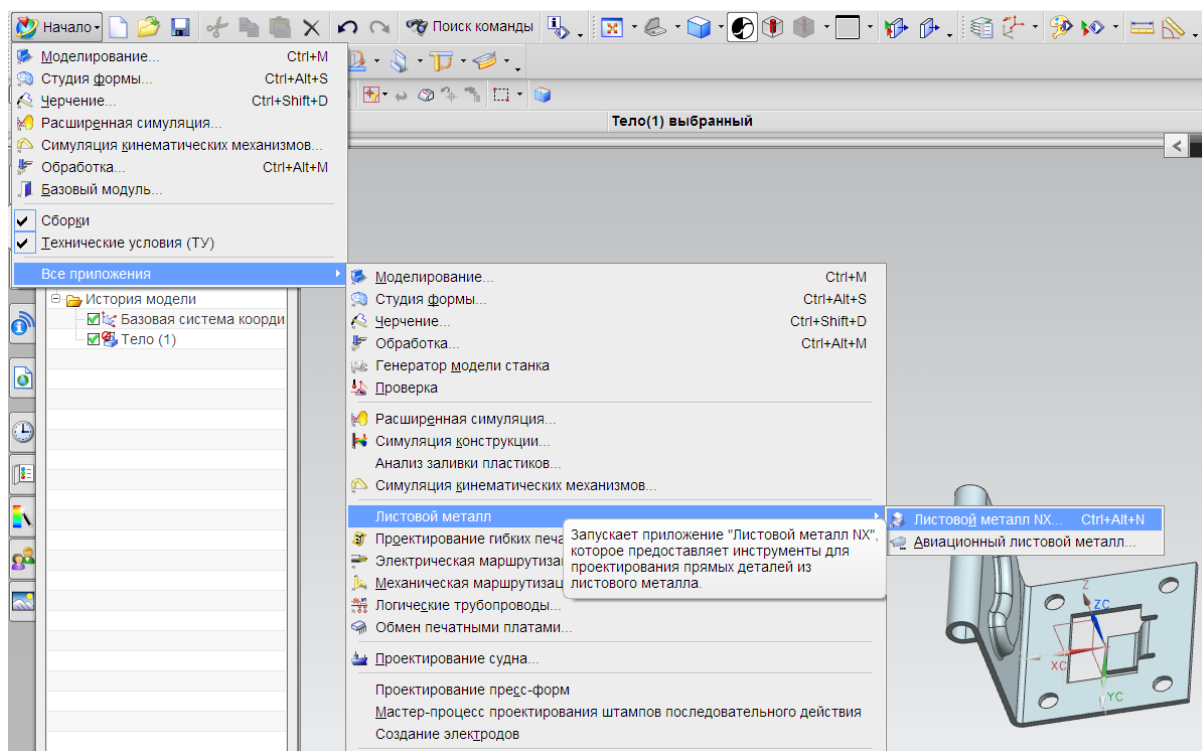


Рис. 1.13. Меню запуска приложения **Листовой металл NX**

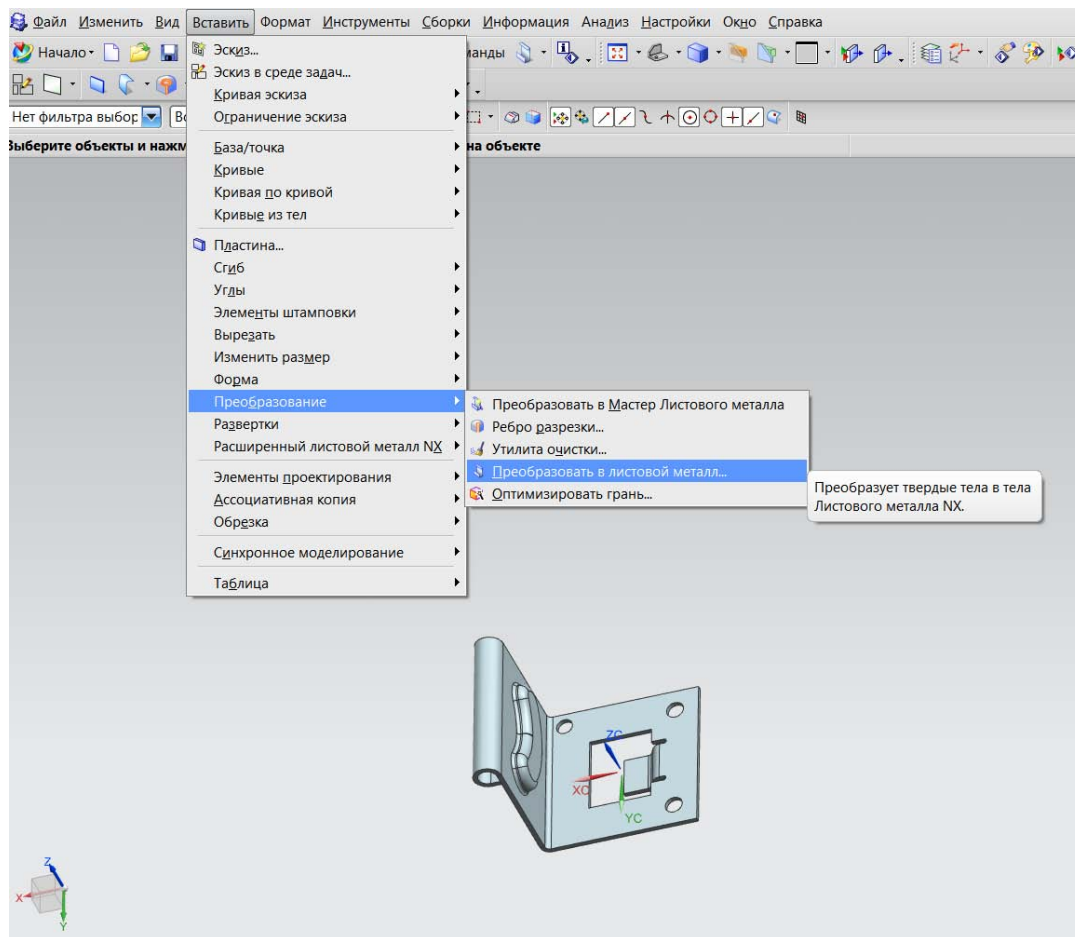


Рис. 1.14. Меню преобразования в листовой металл NX

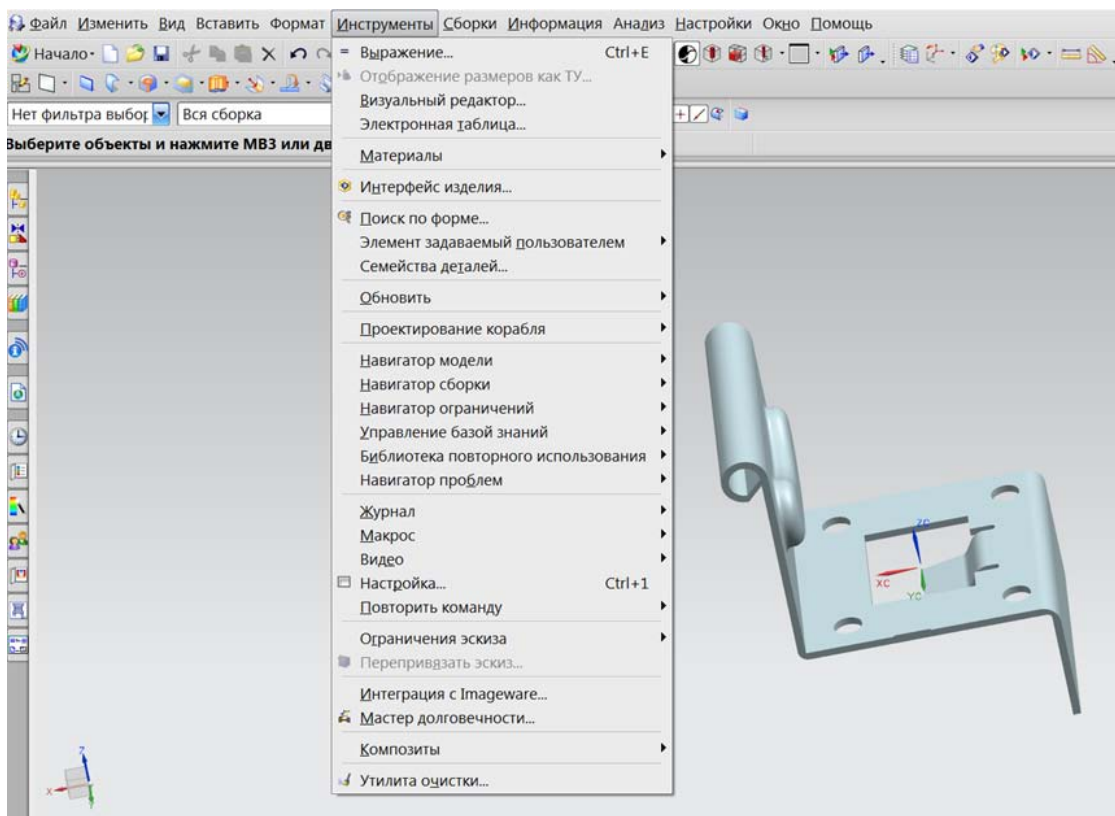


Рис. 1.15. Меню Утилита очистки

Для построения крайней части листовой детали потребуется построение пространственных кривых, а также выделение из ребер граничных кривых уже построенной модели (рис. 1.20).

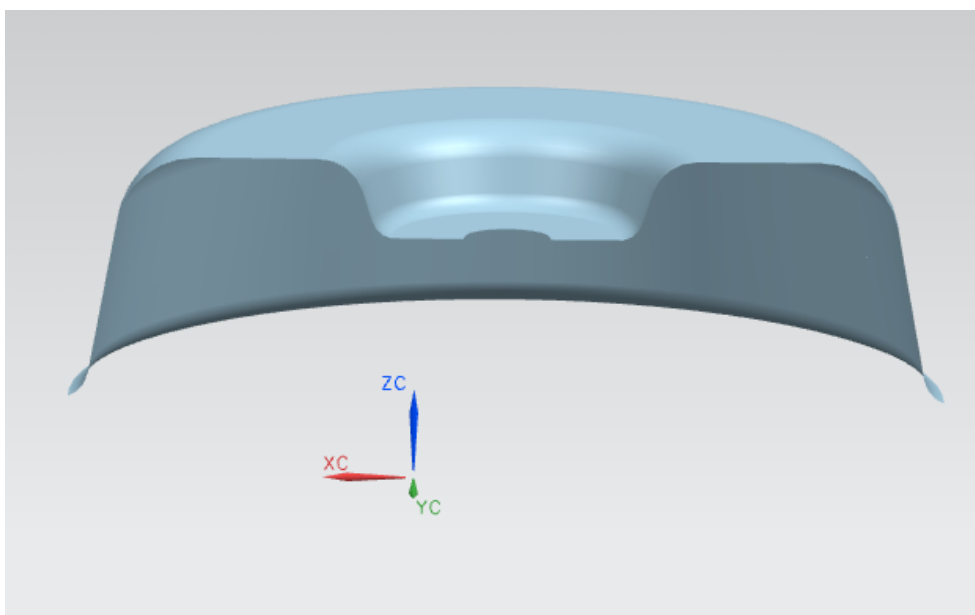


Рис. 1.19. Часть поверхности детали

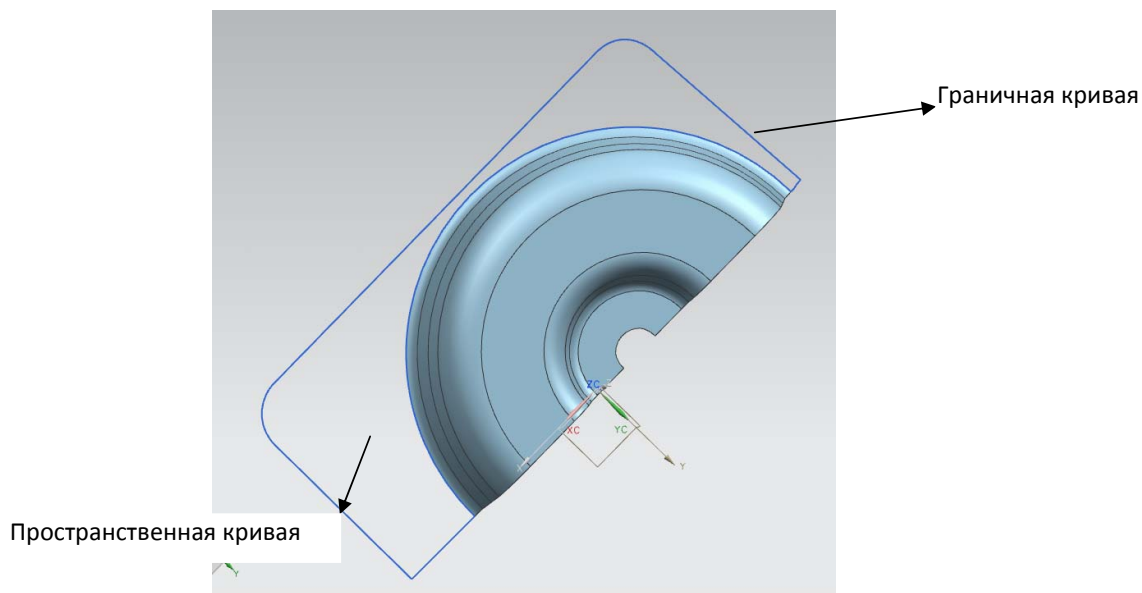


Рис. 1.20. Построение опорных кривых

Поверхность, которая следует за поверхностью вращения, построим на основе меню **ВСТАВИТЬ – Поверхность по сетке кривых – По сетке кривых** или с помощью клавиши **По сетке кривых** инструментальной панели.

В результате последовательного выделения продольных и поперечных кривых, принимая по умолчанию настройки функционала относительно непрерывности по-

поверхности G0 (рис. 1.22), после нажатия клавиши **ОК**, увидим окрашенную в зеленый цвет построенную поверхность (рис. 1.23).

Достроим поверхность на основе метода заметания поверхности вдоль направляющей кривой, которой будет являться выделенная из ребра кривая. На этой линии-траектории построим эскиз в одной из конечных точек, ориентируя его вдоль оси вращения (рис. 1.24).

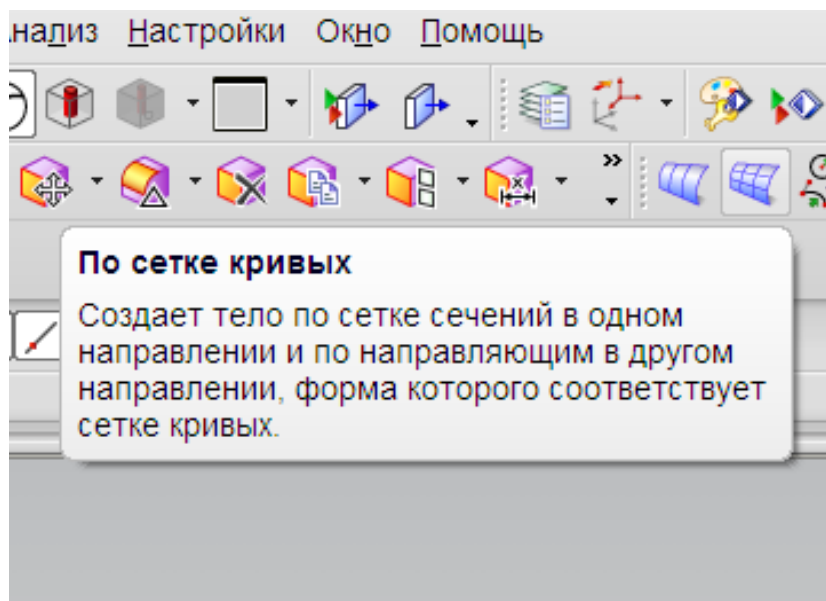


Рис. 1.21. Меню построения поверхности

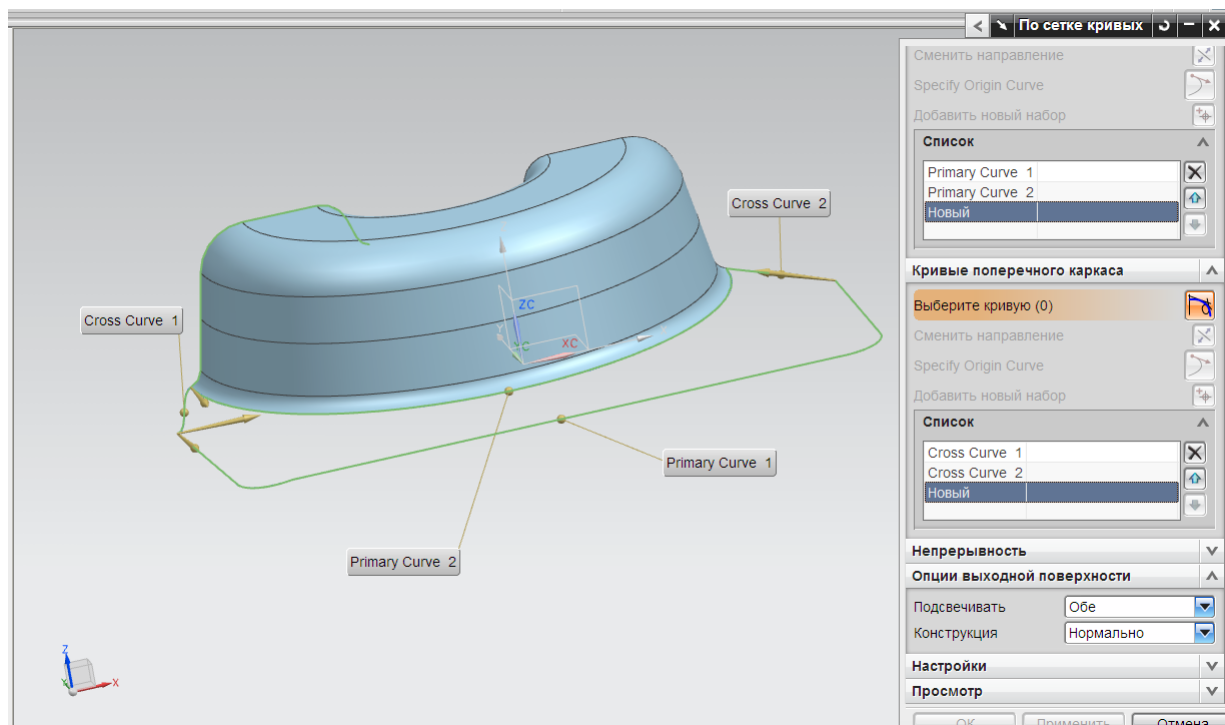


Рис. 1.22. Меню По сетке кривых

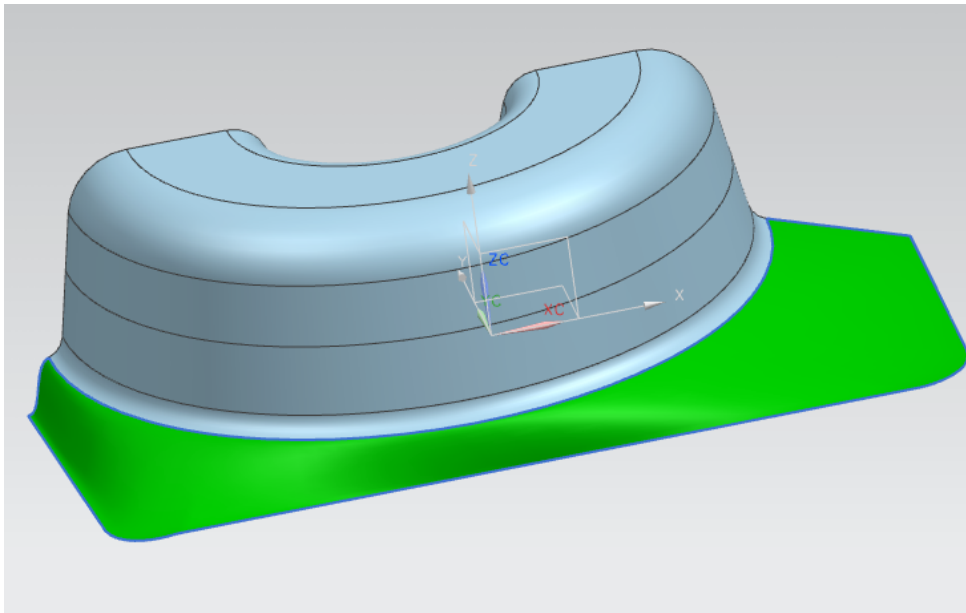


Рис. 1.23. Второй шаг построения модели

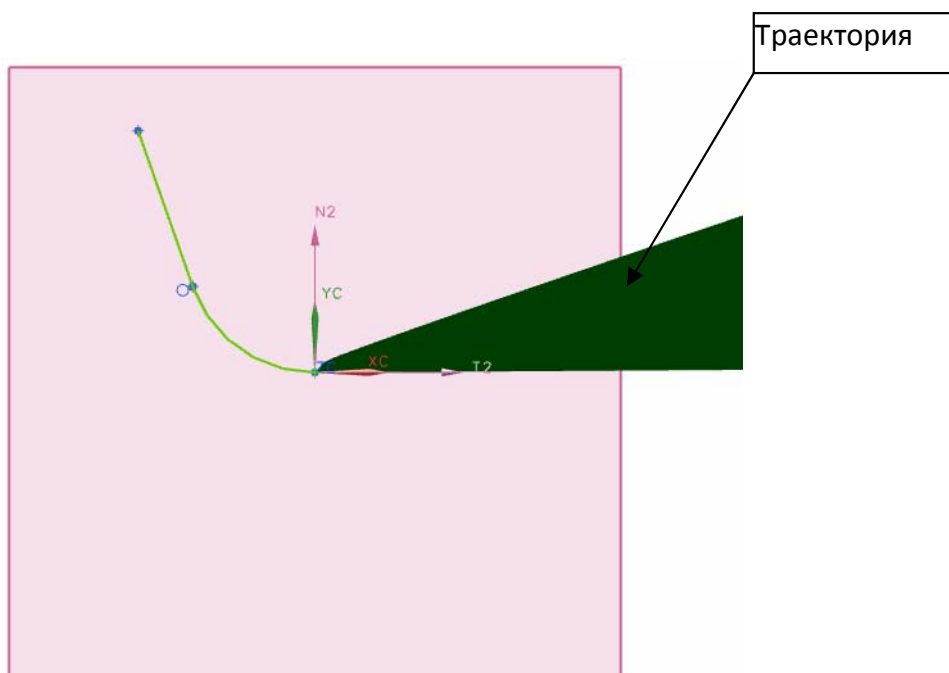


Рис. 1.24. Эскиз

Окончательно, по чертежу, представленному в начале технической подготовки, создана электронная модель листового тела, которая может быть применена для разработки техпроцесса штамповки.

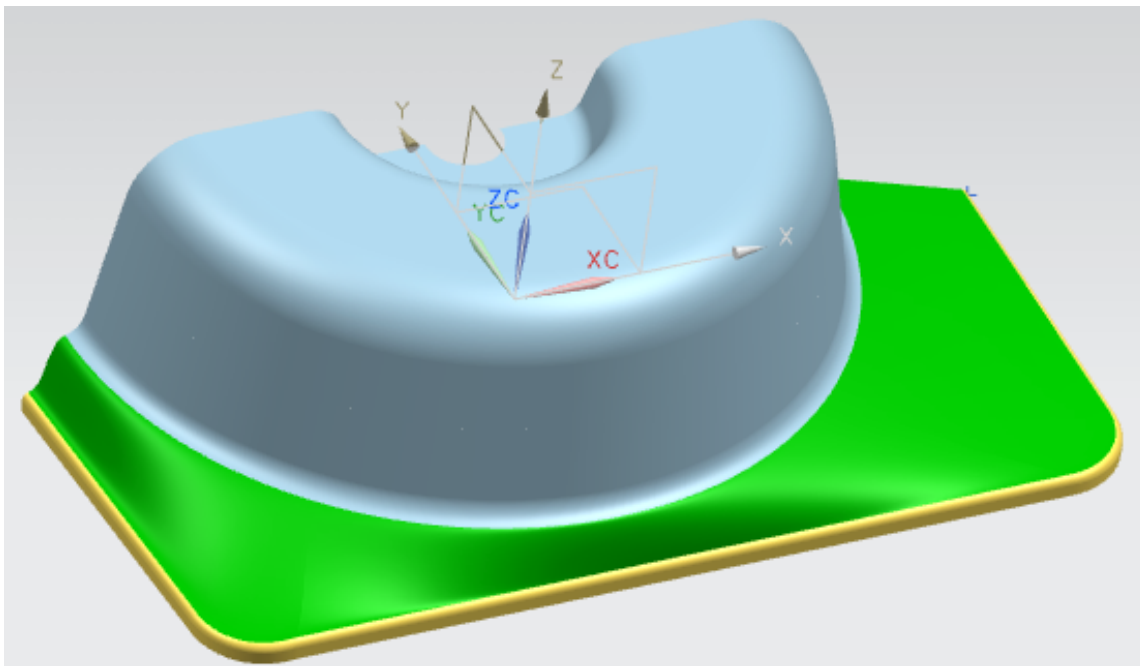


Рис. 1.25. Электронная модель поверхности детали «Накладка»

Проверка корректности электронных моделей

В NX существует более 800 критериев проверки и контроля ЭМ [1]. Эти критерии применяются в приложении HD3D Tools для визуализации различных отчетов о свойствах, атрибутах и качестве ЭМ. Полная проверка ЭМ реализуется средствами **Помощника анализа** меню **Анализ**. Так как нашей целью является проверка геометрии ЭМ, вполне достаточным на этом этапе является применение функционала **Проверка геометрии** меню **Анализ**.

На рис. 1.26 показан вид экрана во время запуска функционала **Проверка геометрии** после выбора модели и установки для проверки всех критериев.

После выполнения проверки были обнаружены следующие дефекты:

- крошечные объекты (рис. 1.27);
- негладкие ребра (рис. 1.28).

Крошечные объекты удаляются (рис. 1.29). Наличие крошечных объектов в ЭМ может привести к ошибкам при дальнейшей работе с ними.

Найденные в процессе проверки геометрии дефекты должны быть устранены.

Негладкие ребра, которые возникли в результате ошибки эскиза (сопряжение радиуса и прямой линии не было касательным), корректируются изменением эскиза (рис. 1.30).

Необходимость изменения диктуется технологичностью деталей листовой штамповки – острых ребер в деталях не должно быть.

После повторной проверки результаты показали, что дефекты устранены.

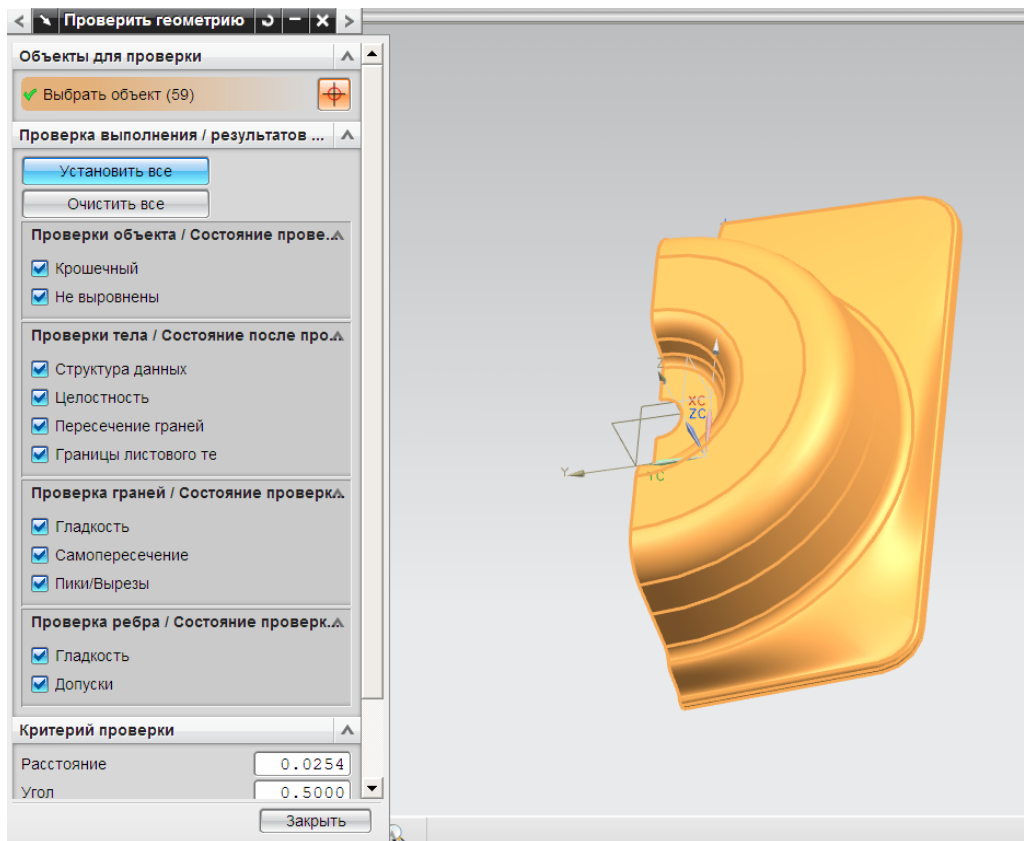


Рис. 1.26. Меню Проверить геометрию

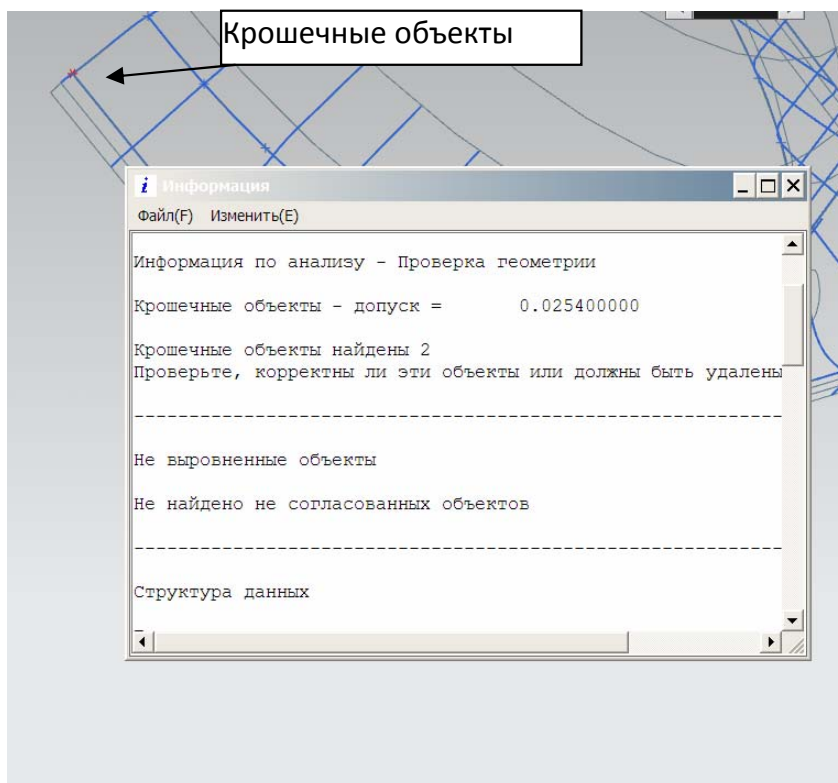


Рис. 1.27. Сообщения о проверке поверхности

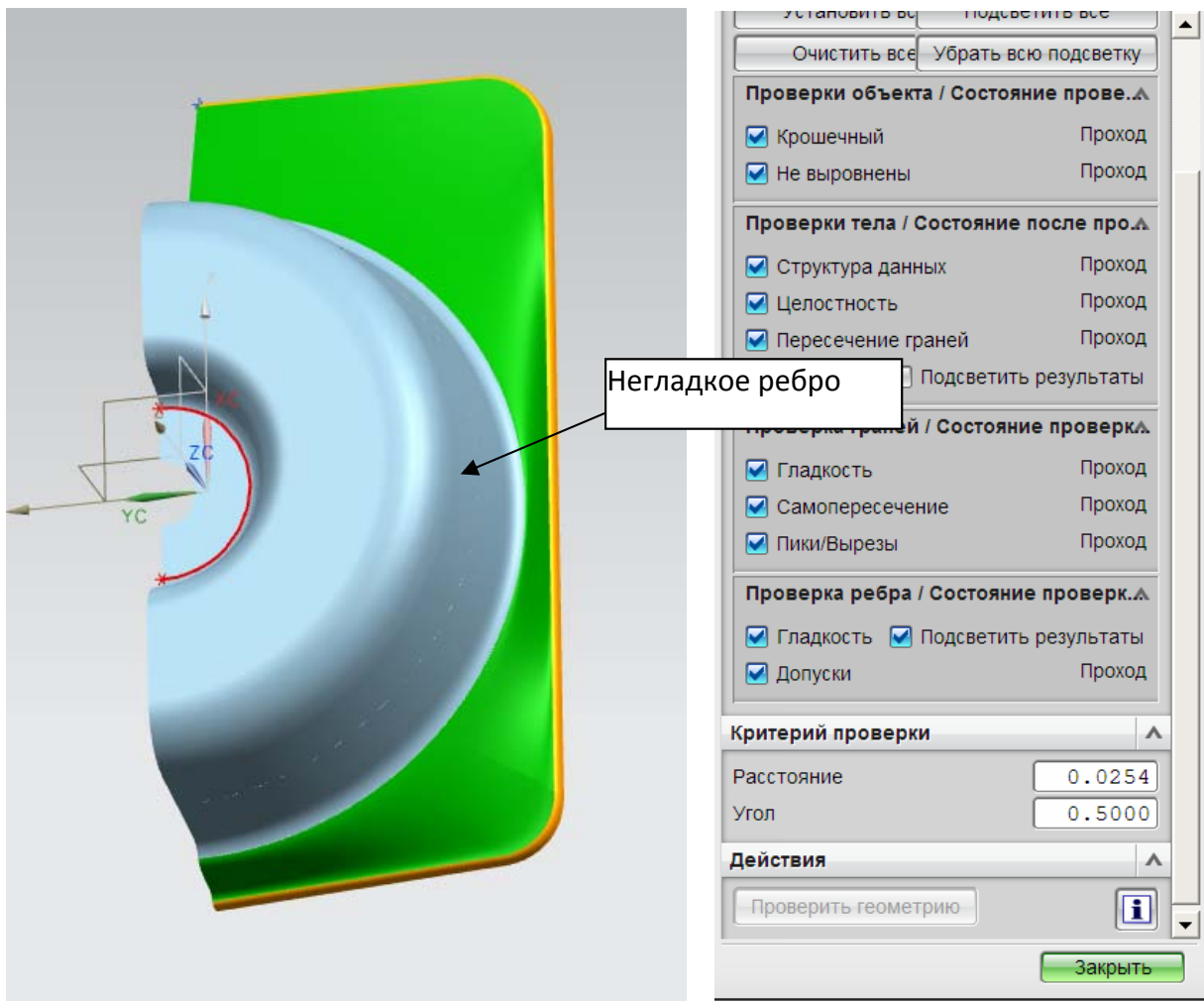


Рис. 1.28. Дефект поверхности **Негладкое ребро**

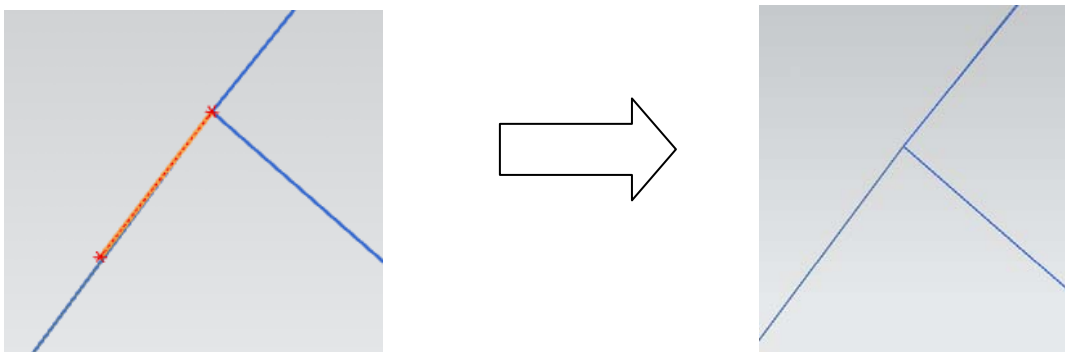


Рис. 1.29. Удаление крошечных объектов

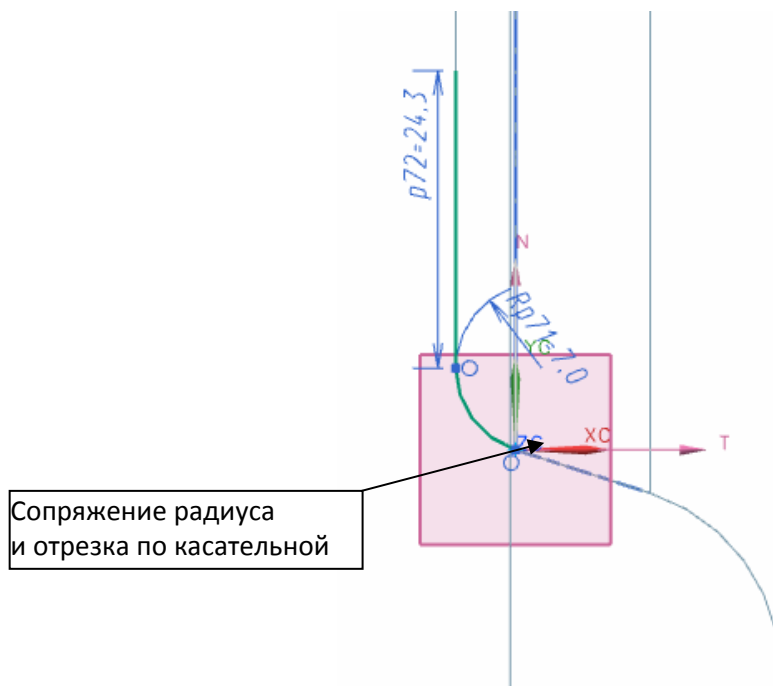


Рис. 1.30. Исправленный эскиз

1.2. Методы анализа и проверки технологичности изделий листовой штамповки

После разработки, получения и проверки ЭМ технолог приступает к анализу геометрии детали с целью идентификации ее технологичности и систематизации формы и размеров детали (классификации) [6].

Прежде чем проектировать, технологу предстоит выбрать типовую деталь и типовой технологический процесс.

Получение количественной и качественной информации о геометрии ЭМ детали – важная часть его работы. Помимо характерных размеров детали технологу необходимо знать такие показатели геометрии, как наличие поднутрений при заданном направлении движения инструмента, длину, площадь, объем детали и отдельных элементов, класс поверхности листового тела (непрерывность, кривизна). А также, технолог должен на стадии оценки технологичности сделать прогноз о возможности получения детали без разрывов, утонений и складок и определить возможное пружинение, которое оказывает влияние на точность получения листовых изделий.

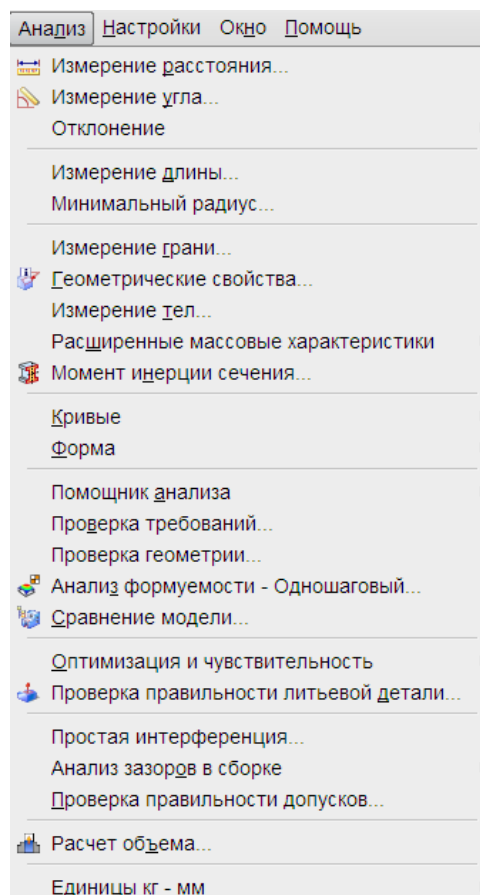


Рис. 1.31. Меню Анализ

По результатам анализа геометрии и технологичности детали технолог должен согласовать с конструктором изделия возможные изменения в геометрии листовой детали, которые исключают вероятные дефекты в процессе штамповки.

Эти показатели анализа геометрии и технологичности детали технолог может получить, используя приложение АНАЛИЗ [1; 2; 3; 4] (рис. 1.31).

1.2.1. Анализ размеров электронных моделей

Измерения длины, расстояний, радиусов, углов, длин, площадей, объемов, статических моментов инерции для различных тел и типовых видов измерений представлены в первых трех разделах меню АНАЛИЗ в опциях:

- Измерение расстояния...;
- Измерение угла...;
- Отклонение ►;
- Измерение длины...;
- Минимальный радиус...;
- Измерение грани...;
- Геометрические свойства...;
- Измерения тел...;
- Расширенные массовые характеристики ►;
- Момент инерции сечения....

Использование опций меню АНАЛИЗ, которые предназначены для проведения вышеперечисленных измерений, покажем на рисунках для различных деталей штампов:

1) измерение расстояния (рис. 1.32);

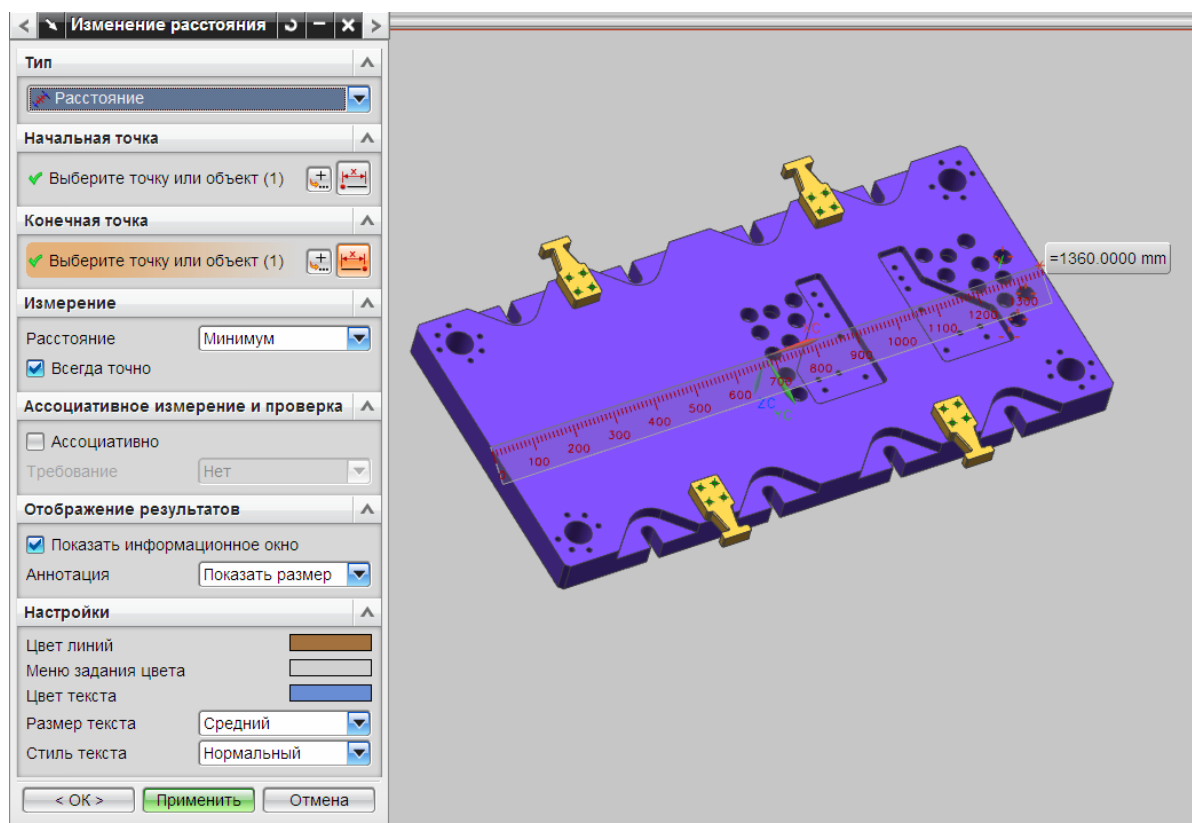


Рис. 1.32. Измерение расстояния между точками и гранями

2) измерение расстояния (рис. 1.33);

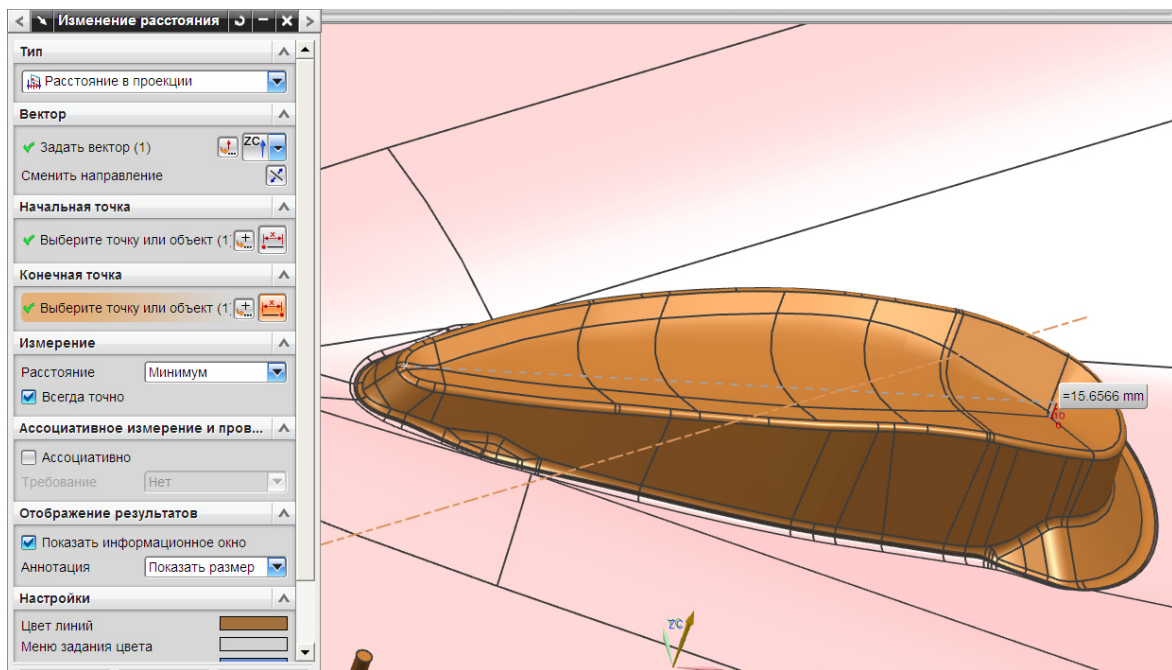


Рис. 1.33. Расстояние между точками в проекции на выбранное направление (ось Z)

3) измерение длины кривой (рис. 1.34);

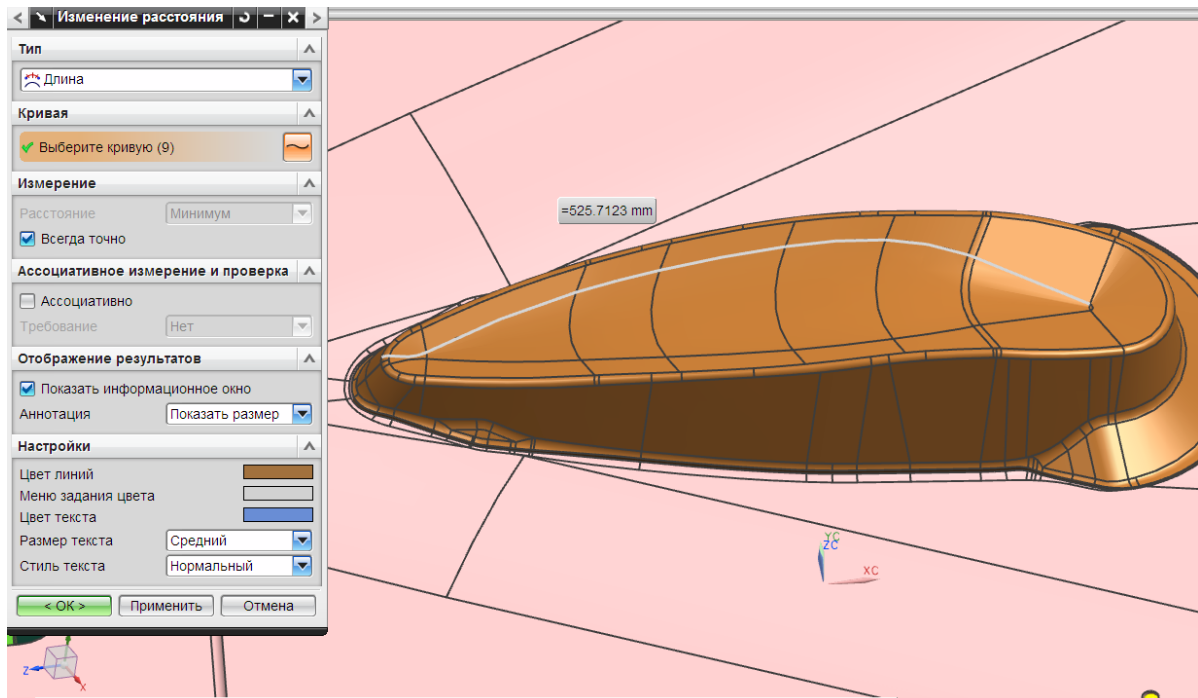


Рис. 1.34. Измерение длины кривой (белого цвета) на пуансоне

4) измерение радиуса (рис. 1.35);

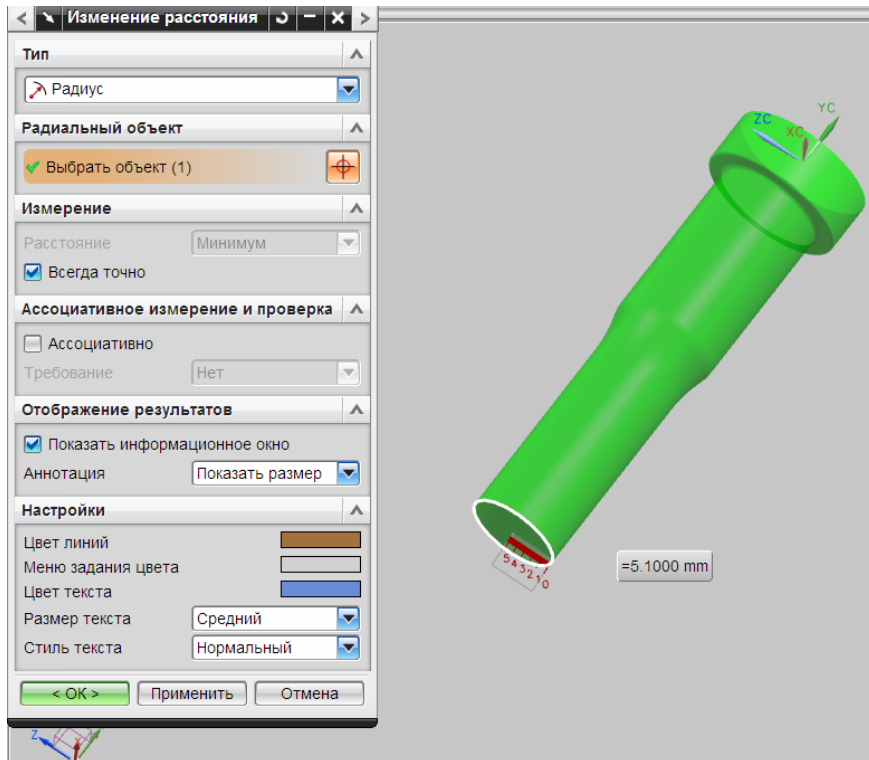


Рис. 1.35. Измерение радиуса пуансона для пробивки отверстия

5) измерение длины кривой между точками (рис. 1.36);

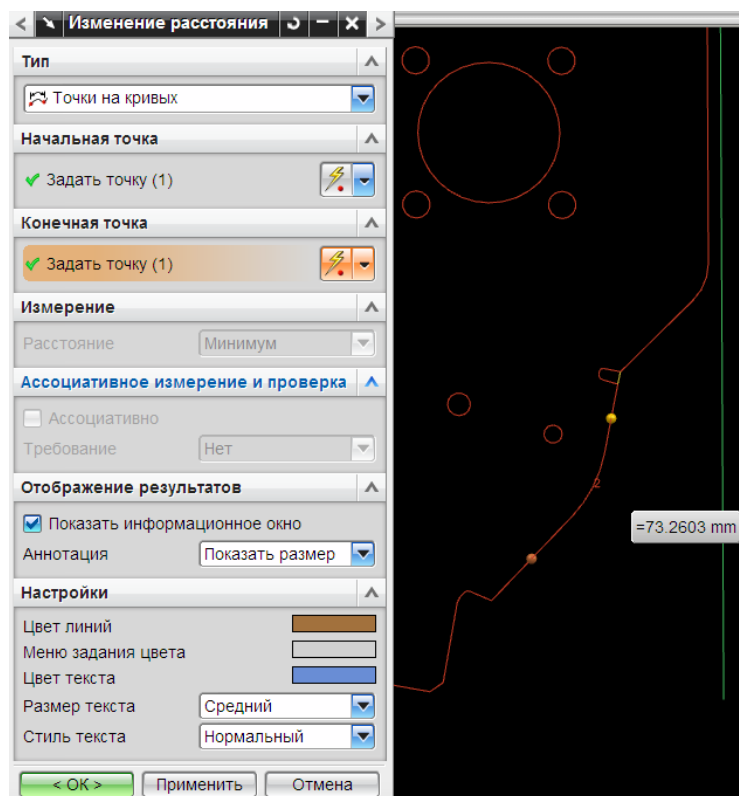


Рис. 1.36. Расстояние между точками на шаблоне развертки

7) измерение расстояния в сборках между наборами элементов (рис. 1.37);

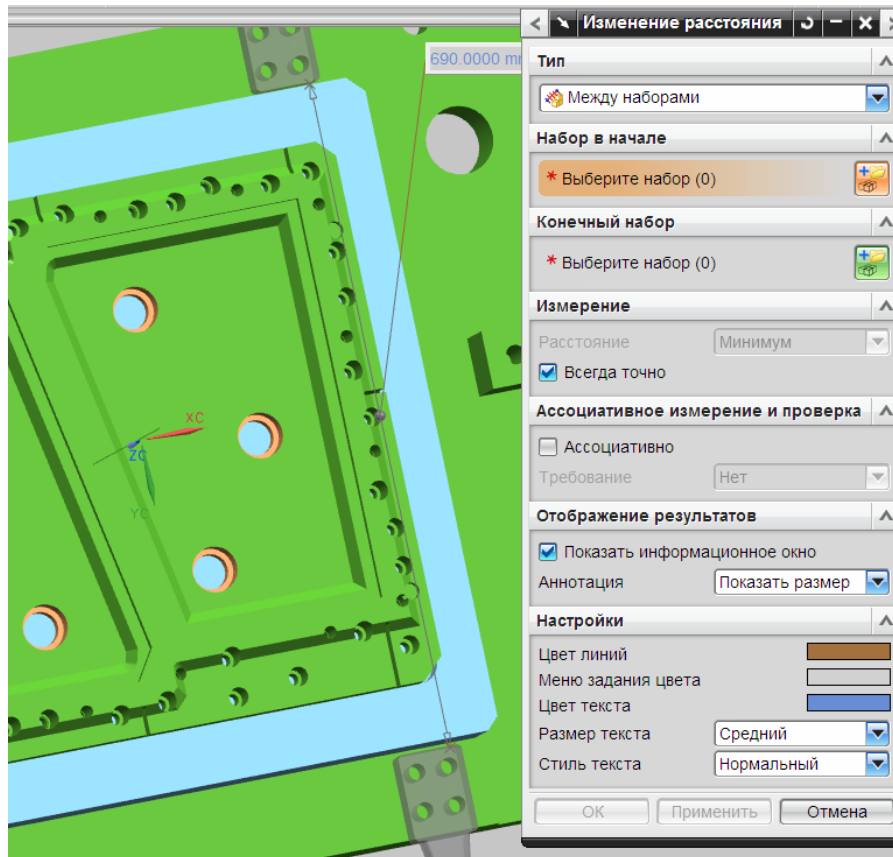


Рис. 1.37. Измерение расстояний в сборках между наборами элементов (транспортными штырями)

8) измерение площади грани (рис. 1.38);

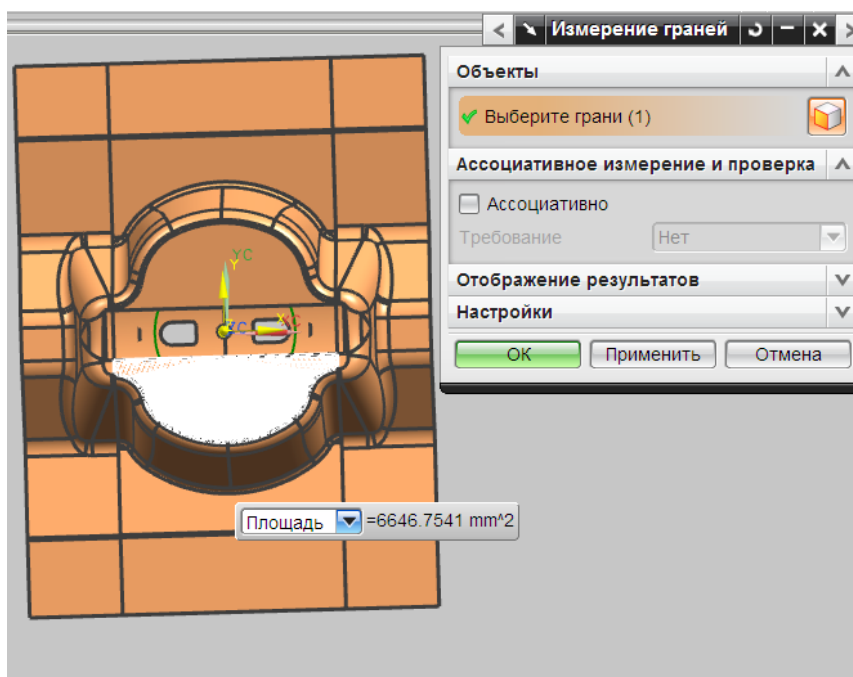


Рис. 1.38. Измерение грани детали

9) измерение геометрических свойств точек, кривых и граней (рис. 1.39);

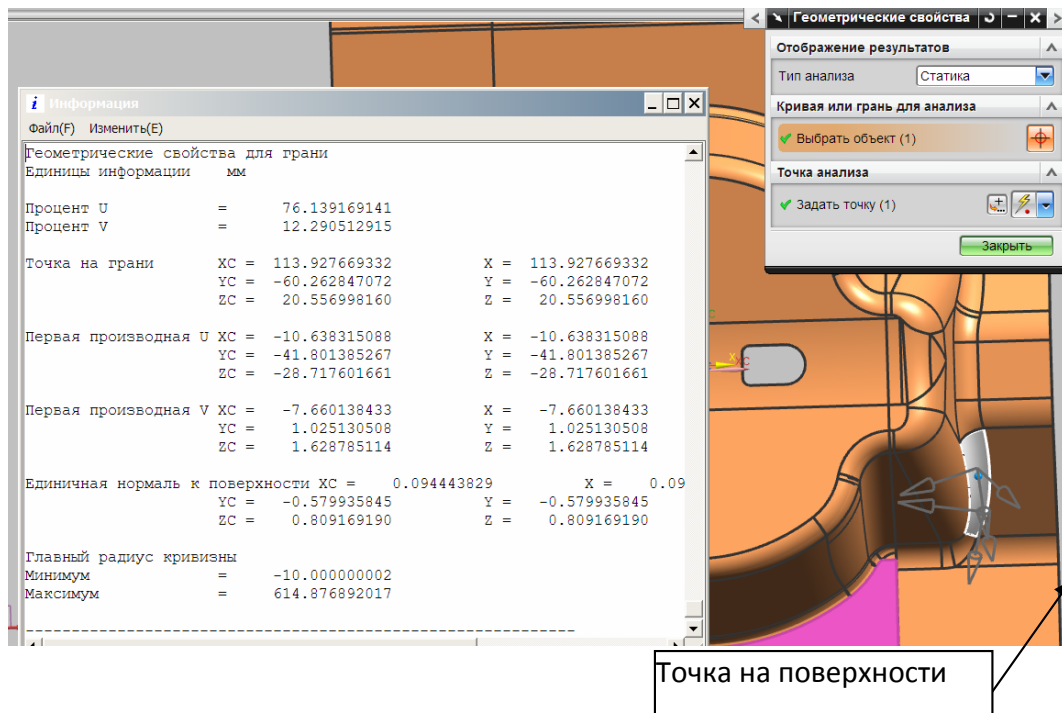


Рис. 1.39. Геометрические параметры точки поверхности на радиусной части контакта с матрицей

10) измерение свойств тела (рис.1.40);

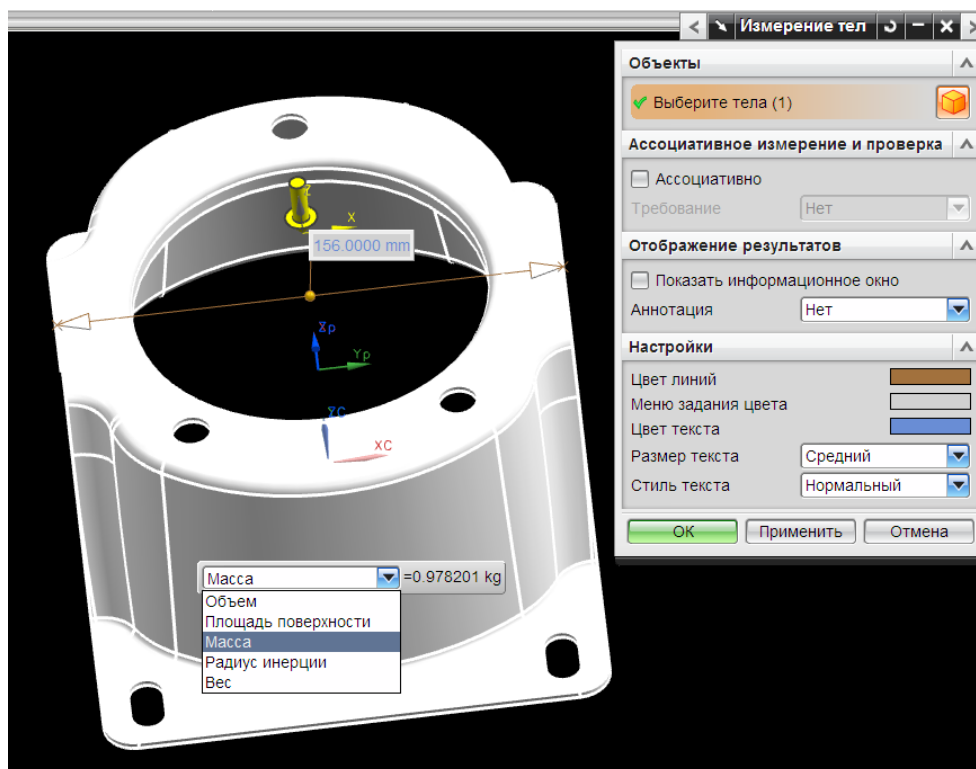


Рис. 1.40. Измерение тел (объем, площадь поверхности, масса, вес, радиус детали)

Меню вышеперечисленных и показанных измерений интуитивно понятны и не требуют дополнительных объяснений. Для специальных случаев их использования рекомендуется обратиться к технической документации описания NX для пользователя [1].

1.2.2. Анализ качества геометрии электронных моделей

Проектирование геометрии изделия по операциям штамповки осуществляется технологом. Разработанная им геометрия ЭМ должна удовлетворять требованиям качества. В первую очередь к ним следует отнести отсутствие на модели острых углов, непрерывность касательных и кривизны геометрических объектов.

Особое внимание на эти показатели обращают при разработке технологии штамповки на основе листовых тел с нулевой толщиной – поверхностей. Сложные поверхности состоят из отдельных кусков. Граница сопряжения отдельных кусков – объект пристального внимания при оценке качества геометрии.

Вопросы качества геометрии изделия имеют большое значение при штамповке лицевых деталей фюзеляжей и крыльев самолетов, корпусов морских и речных судов и кузовов автомобилей. Такие поверхности относятся к поверхностям класса А.

К качеству поверхности класса А предъявляется строгое требование непрерывности кривизны (второй производной геометрии поверхности).

Выполнение этого требования автоматически приводит к удовлетворению непрерывности касательных и, как следствие, к отсутствию острых углов.

Непрерывность кривизны поверхности имеет также важное функциональное значение для технологии штамповки. Отсутствие непрерывности кривизны (скачок, изменение в точке) приводит к локальному изгибу. Для больших значений кривизны (для малых радиусов) возможны разрывы, утонения, складки, ухудшение качества поверхности в результате значительных деформаций растяжения и сжатия при изгибе наружных и внутренних сторон детали.

Поэтому анализ качества геометрии ЭМ для таких изделий листовой штамповки необходимо выполнять.

Для этих целей используется меню АНАЛИЗ и его опции:

Кривые...; Форма....

Применение функционала **Форма – Отражение** позволяет визуализировать форму детали после отражения от нее прямолинейных источников света или специальных сцен, что дает основания судить о влиянии геометрии на кривизну поверхности, которая, в свою очередь, определяет функциональные показатели и дизайн изделия (рис. 1.41, 1.42, 1.43, 1.44).

Для количественной оценки необходимо построить эпюры и графики изменения кривизны изделия с помощью функционала **Кривые...** (рис. 1.45).

Примеры построения графиков кривизны поверхностей деталей автомобиля показаны на рис. 1.46, 1.47 и 1.48.

Коррекция ЭМ с целью повышения качества математических моделей обычно связана с изменением опорных кривых и требует трудоемкой работы и в этом пособии не рассматривается.

Иногда удается разрешить проблему с помощью построения сетки линий и поверхности по сетке кривых с выполнением граничных условий касания поверхностей по G1, G2 или G3.

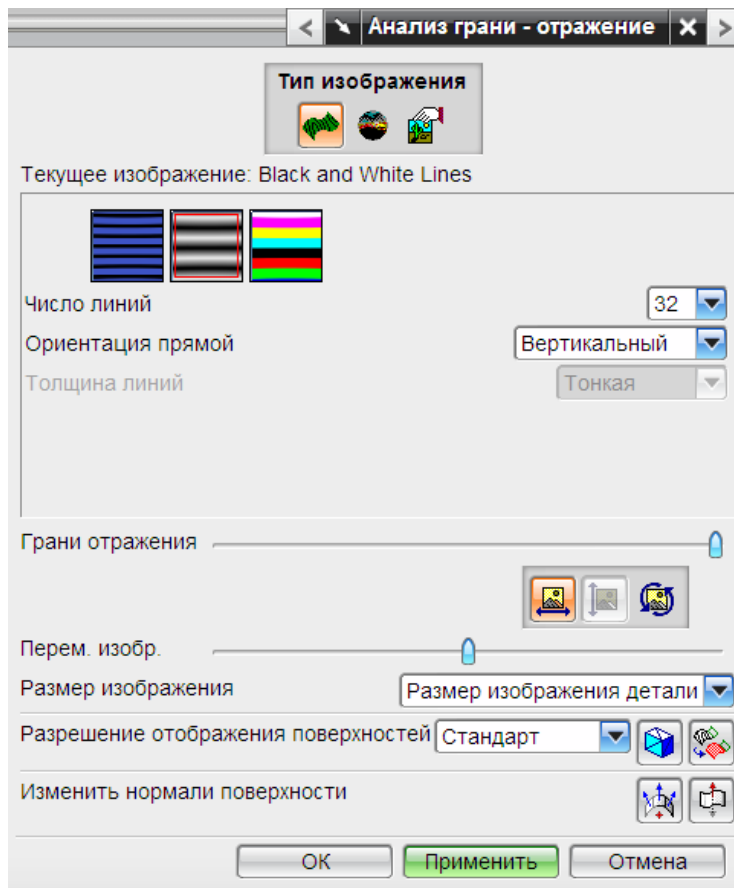


Рис. 1.41. Окно Анализ грани – отражение

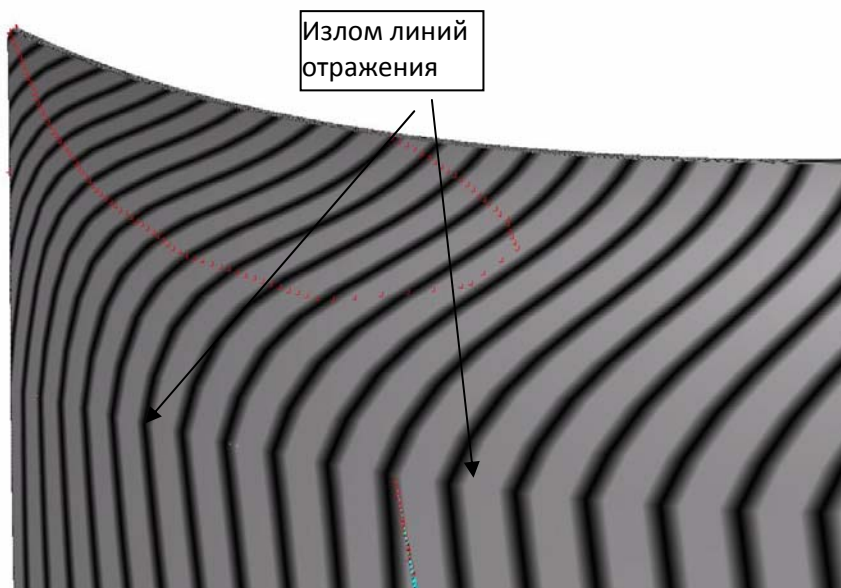


Рис. 1.42. Анализ лицевой детали автомобиля

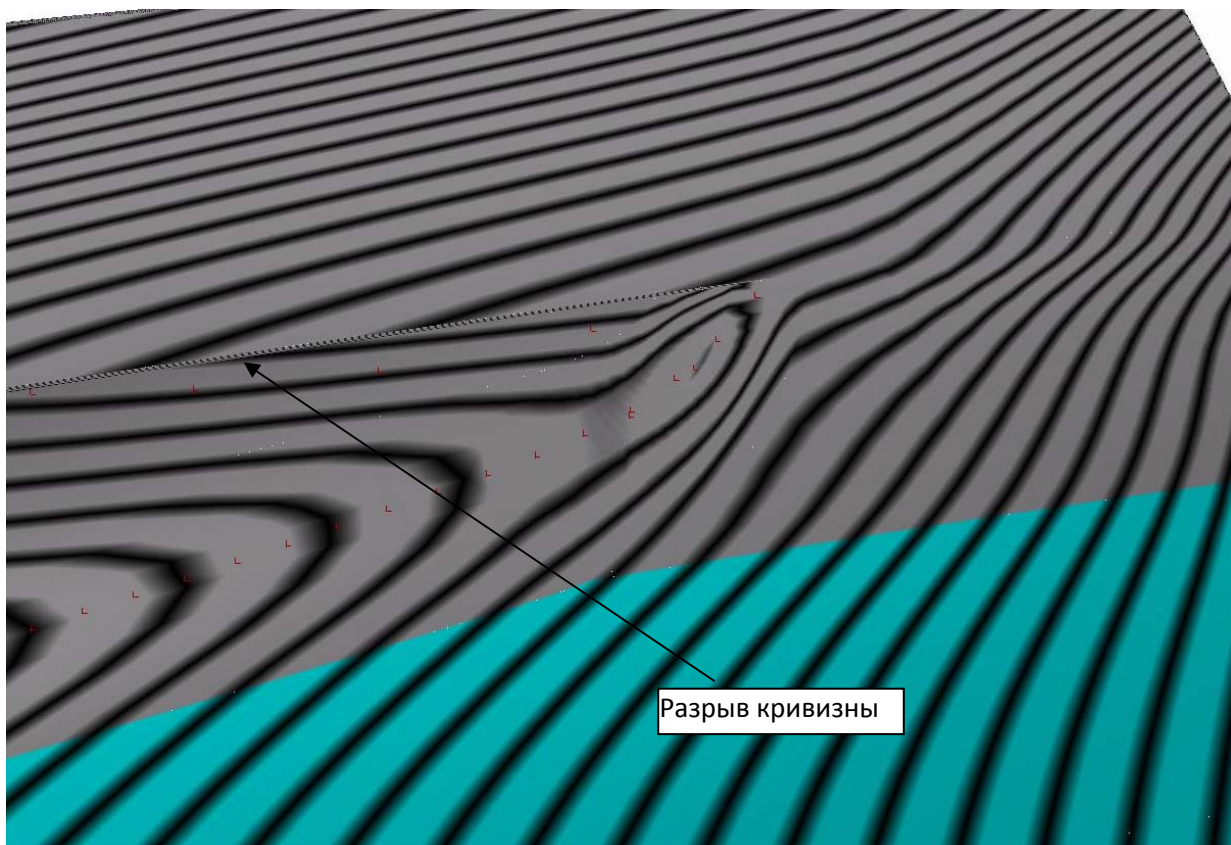


Рис. 1.43. Разрыв кривизны лицевой детали автомобиля

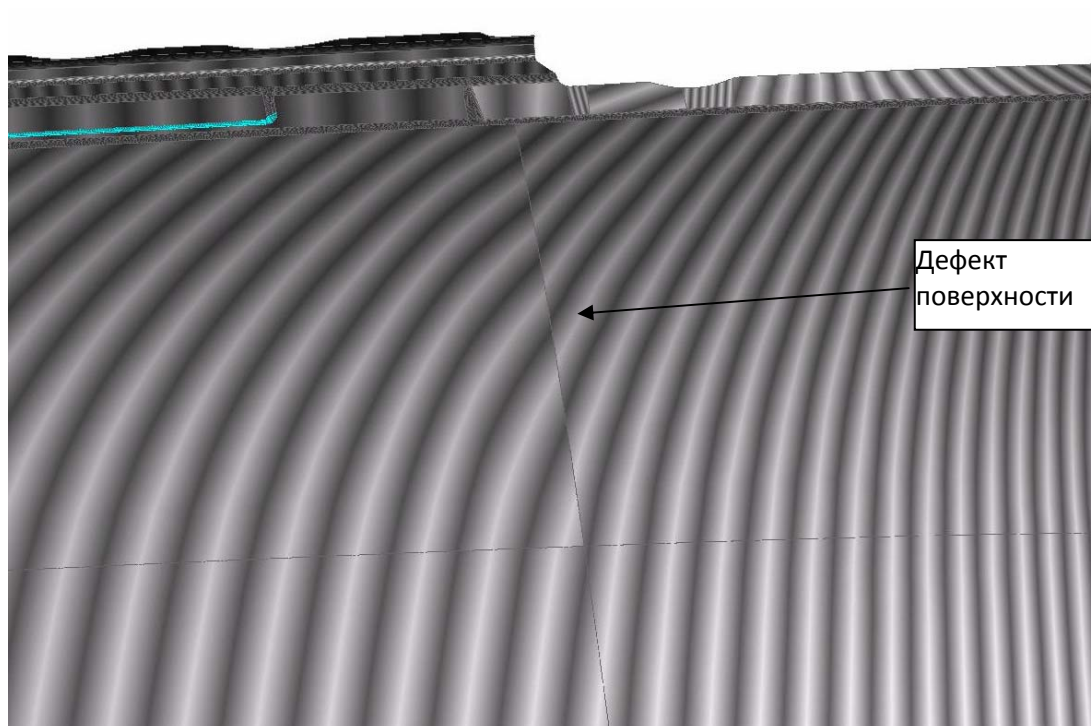


Рис. 1.44. Анализ кривизны лицевой детали автомобиля

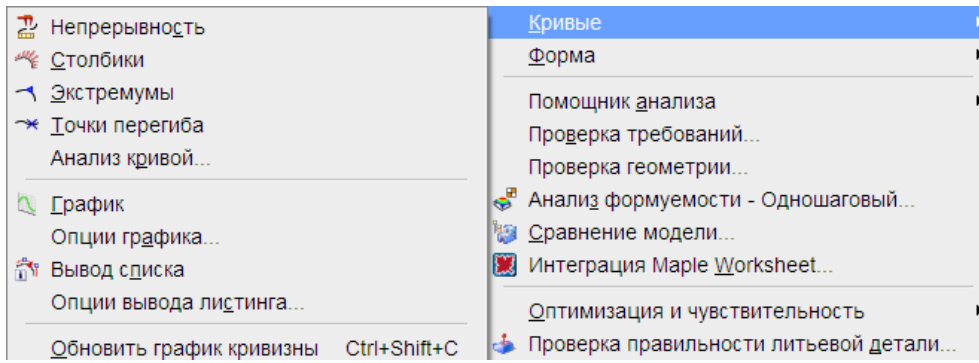


Рис. 1.45. Окно **Кривые** меню **Анализ**

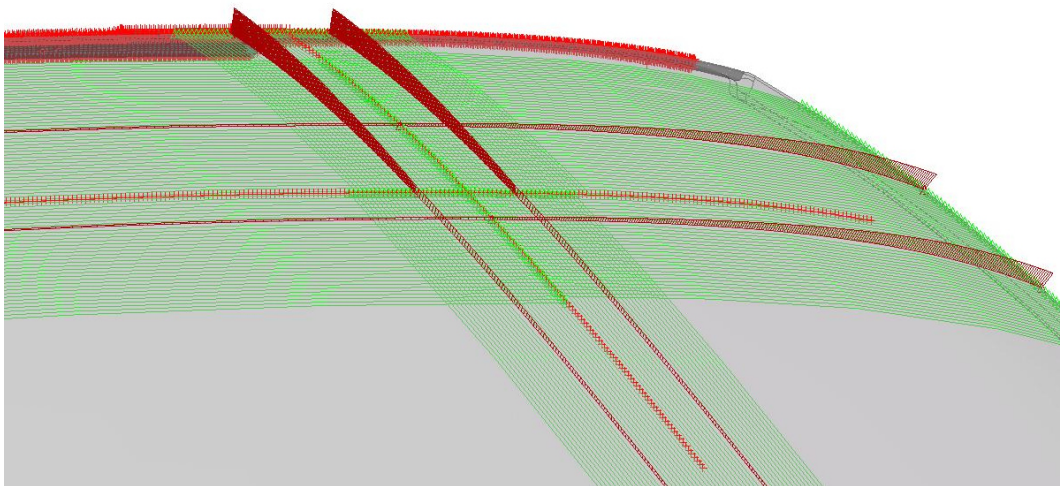


Рис. 1.46. График изменения кривизны детали «Крыша»

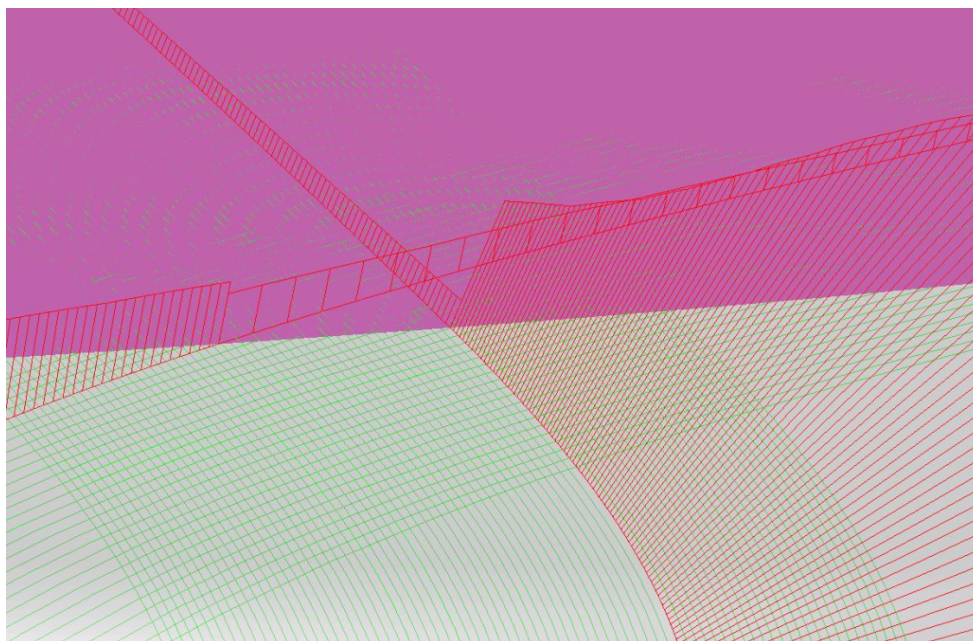


Рис. 1.47. Разрывы и скачки кривизны

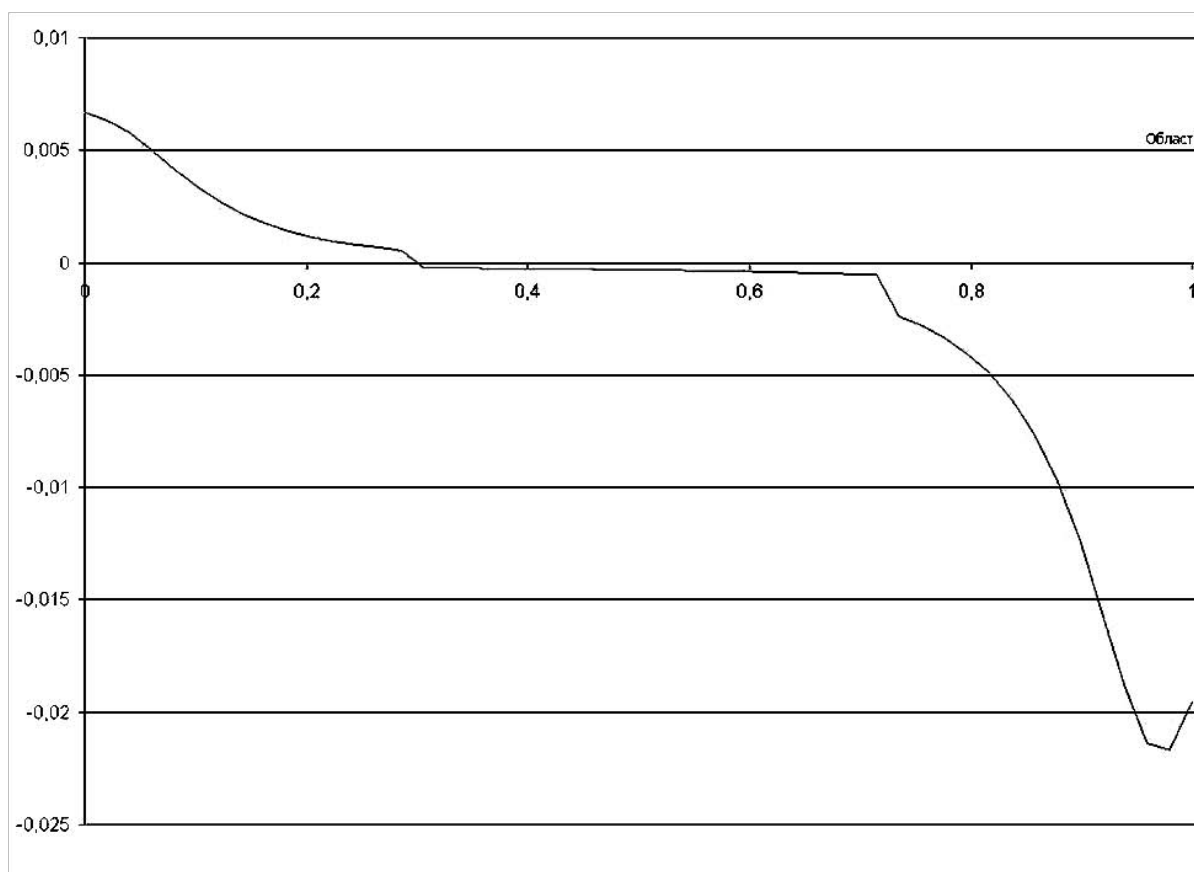


Рис. 1.48. График изменения кривизны после обработки в EXCEL

1.2.3. Методы анализа технологичности изделий листовой штамповки

Визуальный и размерный анализ

Оценка технологичности изделий, штампуемых из листового материала, подробно рассмотрена во многих литературных источниках по технологии листовой штамповки.

Технологичность определяется геометрией изделия, свойствами материала, программой выпуска, технологическим процессом изготовления и другими факторами.


Проверка на технологичность изделия включена в состав приложения **NX ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ** и содержит более 30 критериев [1], по которым определяется этот показатель. Эти проверки реализуются для ЭМ с нулевой толщиной поверхностей. Приложение **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ** предназначено для применения в автомобильной промышленности для массового производства изделий крупной штамповки.

Проверка на технологичность деталей, получаемых штамповкой, также содержится в приложении генерирования визуальных отчетов **HD3D** и представлена в функционале **Помощник анализа** меню **Анализ**.

Однако ряд параметров технологичности изделий можно определить с помощью элементарных проверок модели.

Например, выявление поднутрений изделия при заданном направлении вытяжки можно провести с помощью меню **Анализ > Форма > Наклон** (рис. 1.49). Особое

внимание при настройке работы следует обратить на выбор направления ссылочного вектора, который должен совпадать с направлением вытяжки. Угол наклона в каждой точке поверхности определяется между направлением ссылочного вектора и вектором касательной. Знак этого угла также зависит и от установки вектора нормали к поверхности (внутренняя или внешняя), поэтому следует проверить направление нормали. Это легко сделать путем реверса нормали или определения внутренней точки, относительно которой и будут выставлены нормали к кускам поверхности.

Подсветить для проверки разные грани можно с помощью клавиши **Подсветить грани** . Управление цветовой палитрой и выделение локальных участков производится с помощью различных настроек разделов: отобразить тип, диапазон коэффициента масштабирования, управление обозначениями цвета.

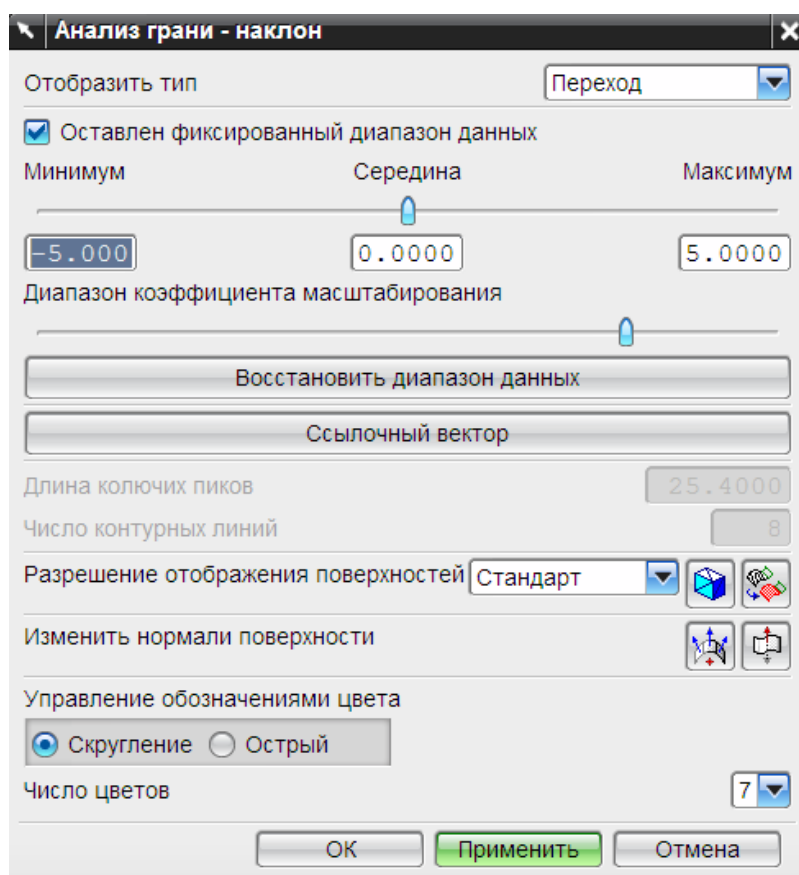


Рис. 1.49. Окно меню **Наклон**

Рассмотрим пример использования этого функционала для анализа поднутрения детали «Накладка» (рис. 1.50).

После вызова меню **Анализ > Форма > Наклон**, выбора ссылочного вектора – направления вытяжки ось Z и настройки параметров окна меню **Наклон** получим вид, как на рис. 1.51.

В области поднутрения на рис. 1.51 отклонения от направления вытяжки достигают 4–5°.

Проверим деталь «Накладка» после коррекции поверхности на поднутрение (рис. 1.52).

После исправления поверхности поднутрение было устранено.

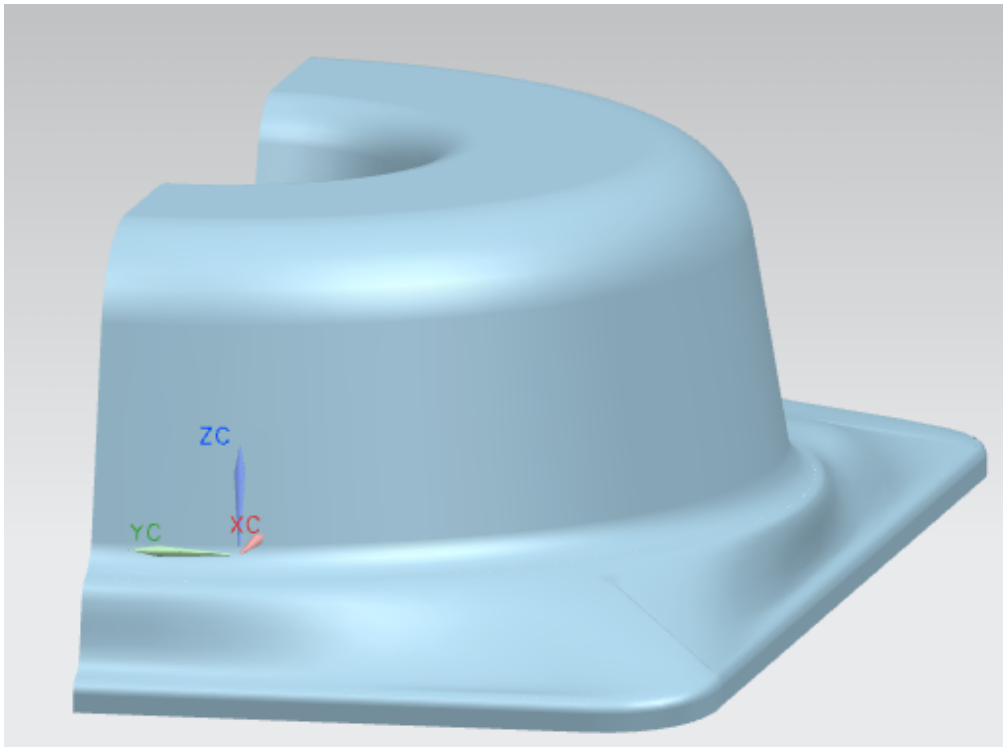


Рис. 1.50. Накладка

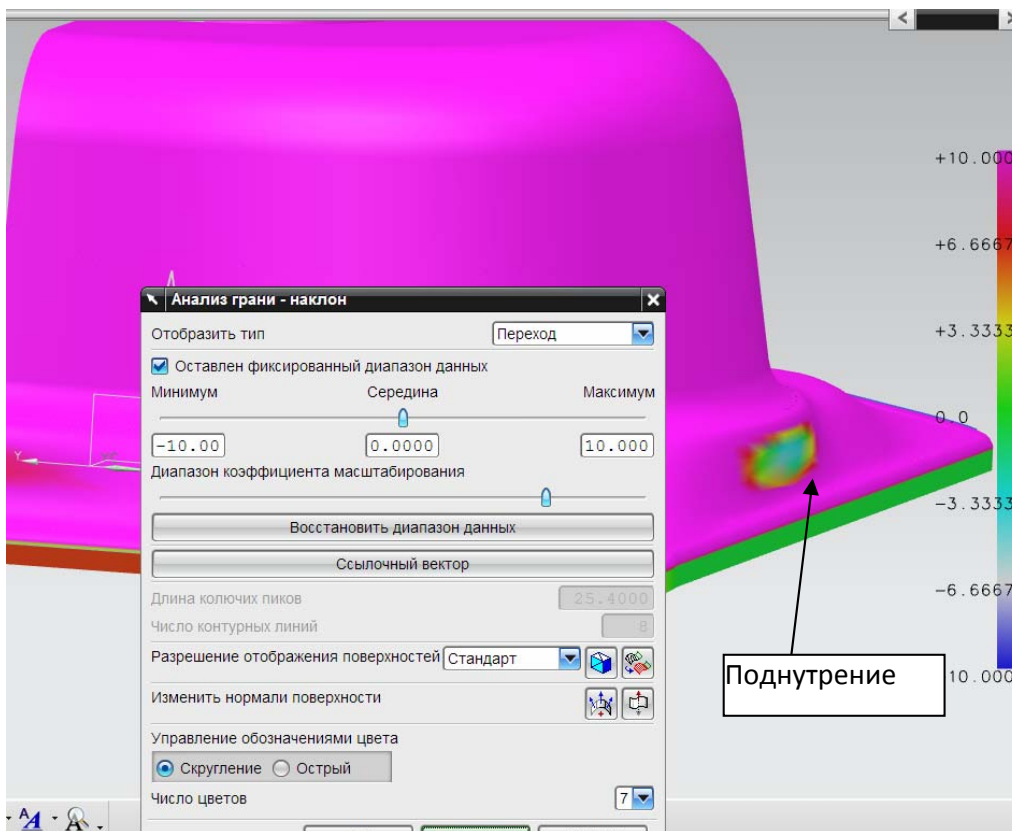


Рис. 1.51. Тест на поднутрение

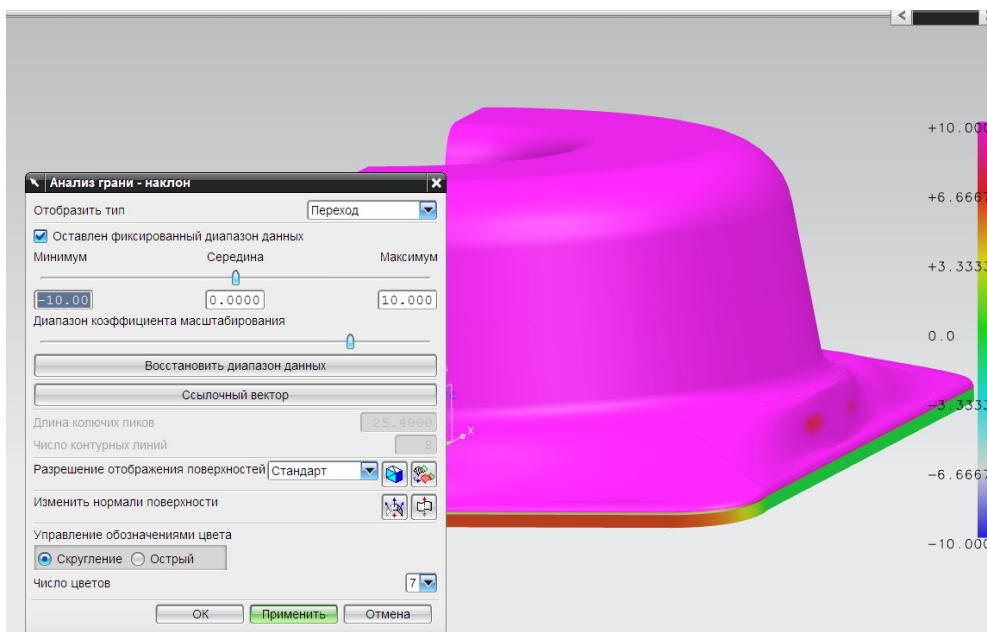


Рис. 1.52. Тест на поднутрение после коррекции

Простые проверки с помощью меню **Анализ** позволяют проверить технологичность изделия «Кронштейн» (рис. 1.53).

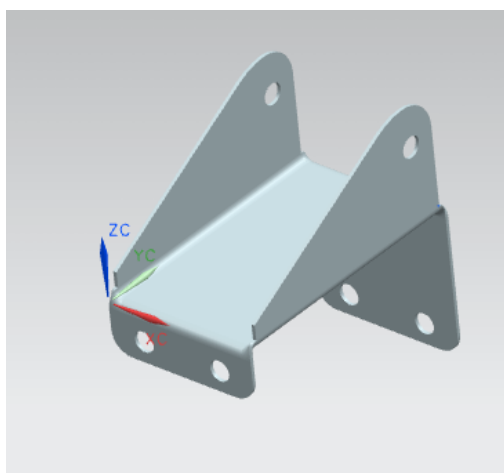


Рис. 1.53. Кронштейн

Для материала детали 08 кп толщиной, равной $S = 1$ мм, величина наименьшего внутреннего радиуса изгиба составляет 1,8 мм (рис. 1.54). Минимальная величина радиуса сгиба r_{\min} должна быть не меньше 1 мм для волокон, у которых линия сгиба направлена вдоль прокатки [6]. Поэтому этот показатель технологичности при изгибе листовых тел выполняется, а при изгибе волокон, перпендикулярных направлению прокатки, изгиб тем более произойдет – без утонения и разрушения.

Существуют и другие показатели технологичности (табл. 1).

Как показал размерный анализ детали, положение двух отверстий на фронтальной полке нетехнологично (позиционный размер выделен красным цветом на рис. 1.54), так как последующая гибка после пробивки отверстий может привести к их искажению и изменению позиционных размеров. Поэтому положение этих отверстий надо согласовать с конструктором детали.

Показатели технологичности

Наименование показателя технологичности	Допускаемое значение	Реальное значение
Минимальный диаметр отверстия	S	6 мм
Наименьшее расстояние до края другого круглого отверстия	S	3 мм
Наименьшее расстояние от полки до края отверстия	r^*+2S	3,1 мм
Наименьшая высота полки	$>3S$	12,2
Радиус закруглений	$>0,5S$	6...10 мм

* – r – радиус гибки.

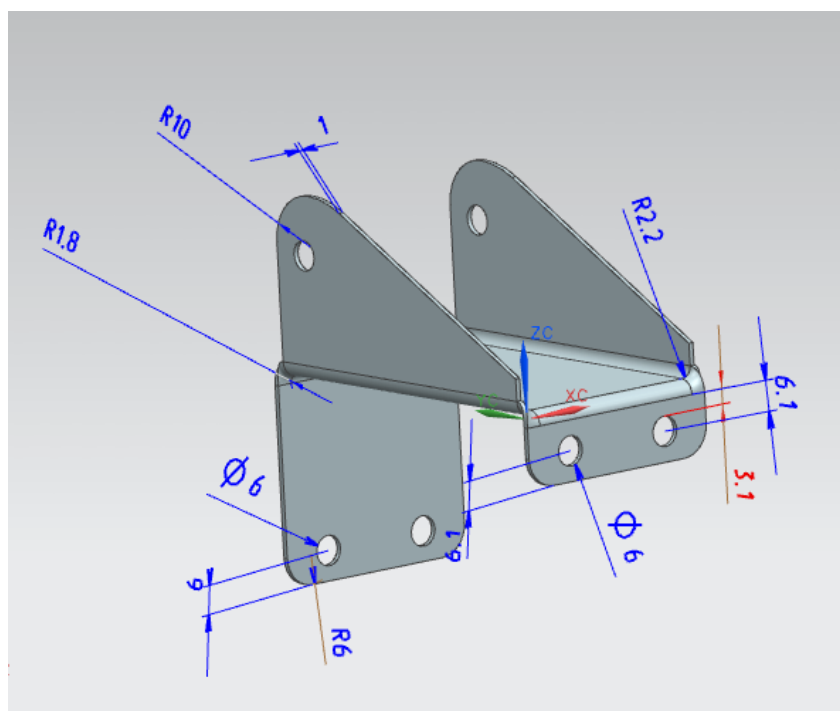


Рис. 1.54. Проверка размеров изделия на технологичность

Визуальный контроль изделия позволяет сделать несколько замечаний о технологичности детали. В зонах сопряжения полок в местах изгиба (рис. 1.55) следует выполнить освобождения, чтобы предотвратить разрывы и трещины в металле, а также появление заусенцев.

В качестве рекомендации и предложения о повышении технологичности детали в процессе ее изгиба отметим необходимость выполнения в детали двух дополнительных отверстий в ее основании для их технологического применения в качестве направляющих отверстий, для установки детали при изгибе с целью предотвращения ее смещения.

После исправления замеченных недостатков и внесения предложенных замечаний ЭМ детали может выглядеть следующим образом (рис. 1.56).

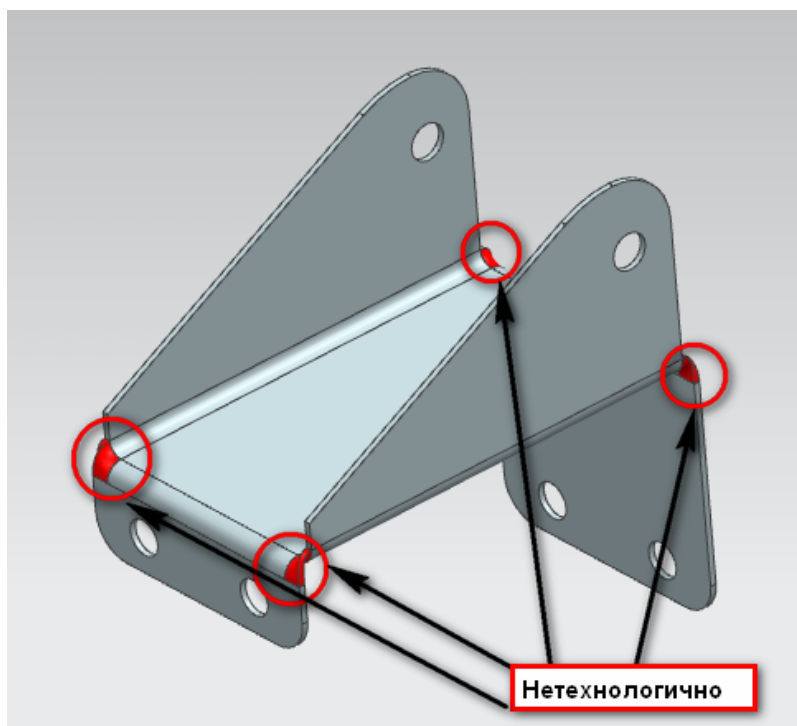


Рис. 1.55. Зоны изделия для создания освобождений

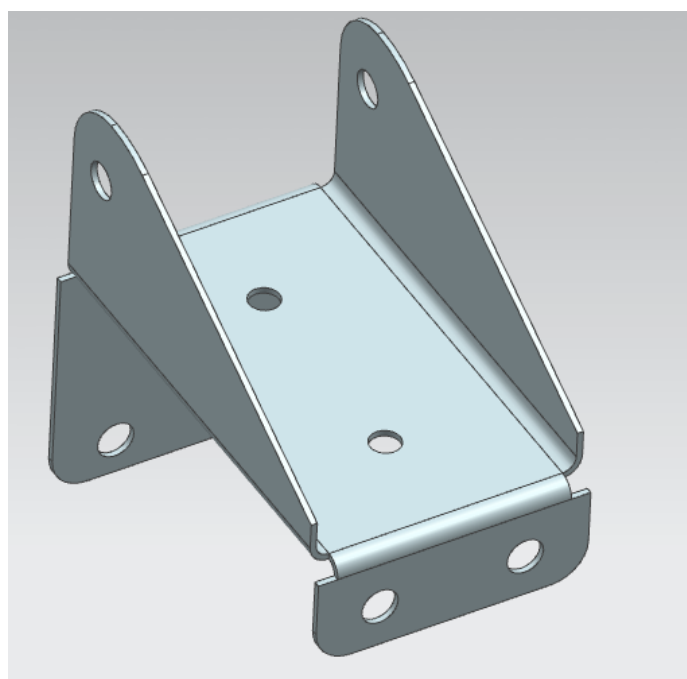


Рис. 1.56. Деталь после внесения изменений проверки на технологичность (созданы освобождения)

***Оценка технологичности детали с помощью функционала NX
«Анализ формуемости – Одношаговый»***

Анализ формуемости – Одношаговый функционал меню **Анализ** (рис. 1.57) – важное средство для оценки технологичности изделия из листового материала, которое подвергается штамповке.

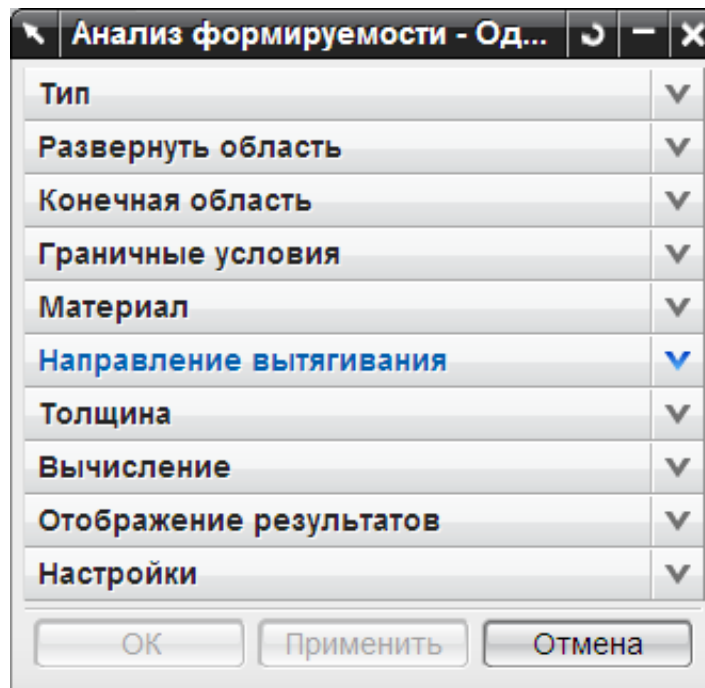


Рис. 1.57. Окно функционала **Анализ формируемости – Одношаговый**

Результатами анализа формируемости являются развертка заготовки; поле напряжений детали; поле деформаций детали; поле толщины материала детали; пружинение заготовки, которые возникают после штамповки.

Эти данные получаются с помощью численного метода конечных элементов на основе одношагового решателя. Так как решение осуществляется за один шаг, полученные результаты, конечно, желательно уточнить при помощи специального программного обеспечения и инкрементальных (многошаговых) решателей, например, AutoForm, PamStamp и др.

Однако эти полученные сведения можно использовать на этапе оценки технологичности изделия.

*Основные опции меню **Анализ формируемости – Одношаговый** инициируют выполнение следующих действий.*

- Выбор типа решаемой задачи (рис. 1.58).

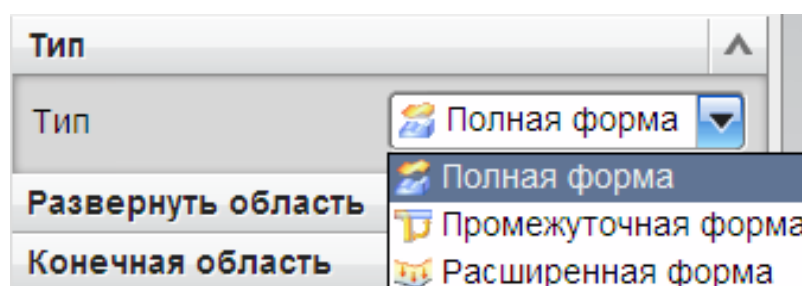


Рис. 1.58. Тип задачи

Полная форма – предназначена для определения развертки и полей толщин, напряжений, деформаций, штамповки без средств торможения заготовки: прижима, перетяжных ребер.

Промежуточная форма – предназначена для определения развертки отдельных операций штамповки.

Расширенная форма – предназначена для определения развертки и полей толщин, напряжений, деформаций, фасетного тела изделия после пружинения, причем в процессе анализа штамповки можно учесть торможение заготовки во фланце при вытяжке с прижимом и перетяжными ребрами.

- Выбор граней исходной и конечной поверхности (рис. 1.59).

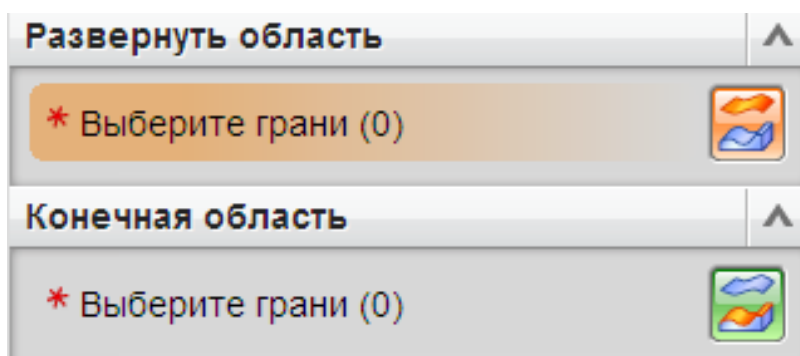


Рис. 1.59. Выбор граней

Развернуть область – опция предназначена для выбора граней исходной поверхности.

Конечная область – опция используется для указания граней конечной поверхности. Если эта поверхность является плоскостью для размещения на ней развертки, её можно не указывать.

- Выбор граничных условий (рис. 1.60).

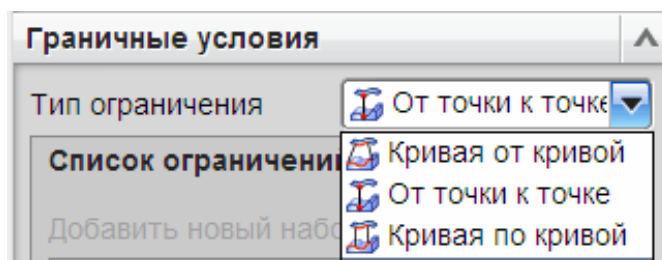


Рис. 1.60. Выбор граничных условий

Кривая от кривой – опция позволяет задать кривые, определяющие границу области развертки. Для промежуточной развертки это общие ребра между областью развертки и конечной областью.

От точки к точке – опция позволяет сделать привязку точки поверхности детали к точке развертки.

Кривая по кривой – позволяет задать кривые, которые определяют область полной развертки.

- Выбор материала (рис. 1.61).

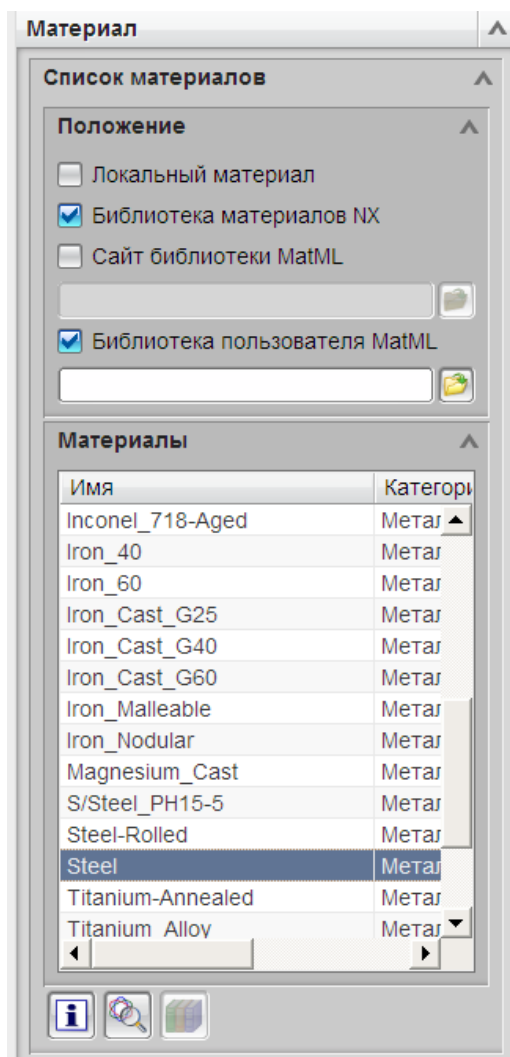


Рис. 1.61. Выбор материала

Локальный материал – материал детали, который был выбран открытием приложения **Анализ формуемости – Одношаговый**.

Библиотека материалов NX – традиционная библиотека материалов.

Библиотека пользователя MatML – библиотека материалов пользователя.

- Назначение направления движения рабочего инструмента (рис. 1.62).

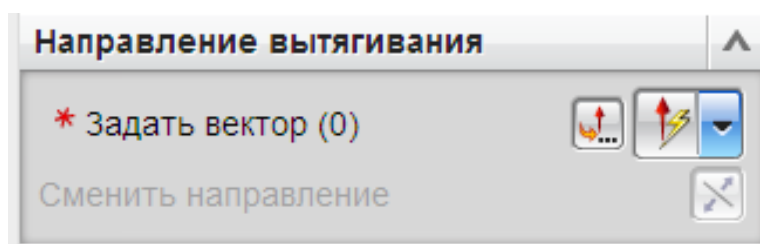


Рис. 1.62. Назначение вектора перемещения инструмента

Задать вектор – определяют вектор направления перемещения рабочего инструмента.

- Определение типа поверхности и толщины листового тела (рис. 1.63).

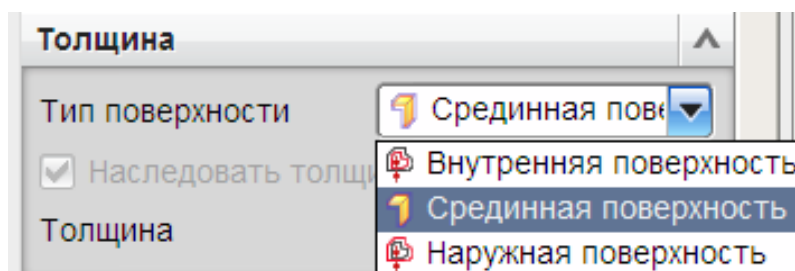


Рис. 1.63. Определение типа поверхности и толщины листового тела

Внутренняя поверхность – поверхность касания заготовки с пуансоном.

Срединная поверхность – срединная поверхность заготовки.

Наружная поверхность – поверхность касания заготовки с матрицей.

Толщина – толщина листового тела.

- Настройка параметров расчета (рис. 1.64, 1.65, 1.66).

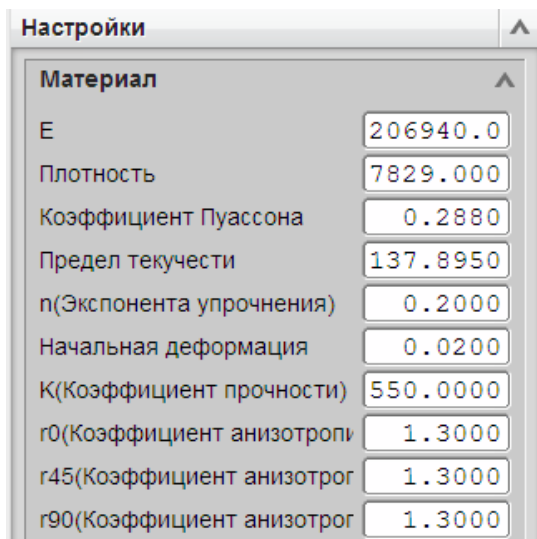


Рис. 1.64. Корректировка данных

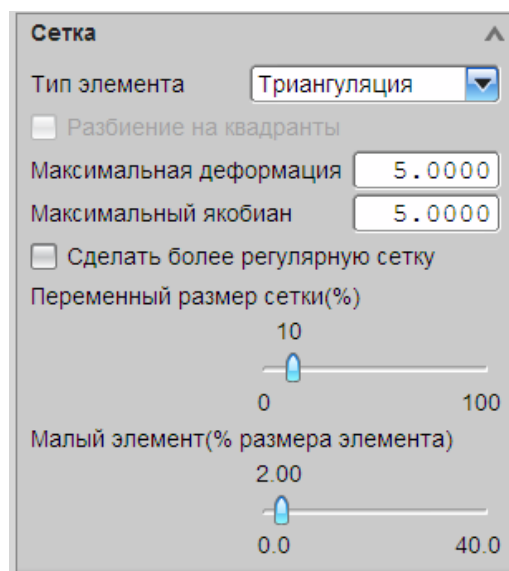


Рис. 1.65. Настройка параметров сетки конечных элементов

Часть окна приложения **Анализ формуемости – Одношаговый**, которое относится к опции **Настройки** и состоит из трех разделов:

- настройки параметров материала (рис. 1.64);
- настройки параметров сетки КЭ (рис. 1.65);
- настройки параметров процесса и решателя (рис. 1.66).

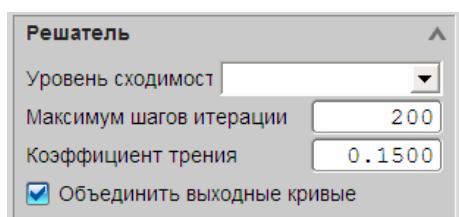


Рис. 1.66. Настройка параметров процесса и решателя

- Запуск выполнения действий (рис. 1.67).

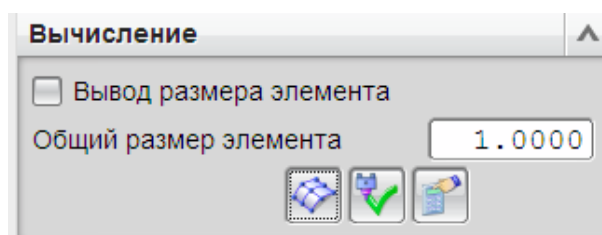





Рис. 1.67. Запуск выполнения действий

Общий размер элемента – размер ребра конечного элемента.

-  – запуск команды создания сетки конечных элементов.
-  – запуск команды проверки сетки конечных элементов.
-  – запуск команды вычисления результатов.

Проведем проверку на технологичность детали «Чашка» (рис. 1.68).

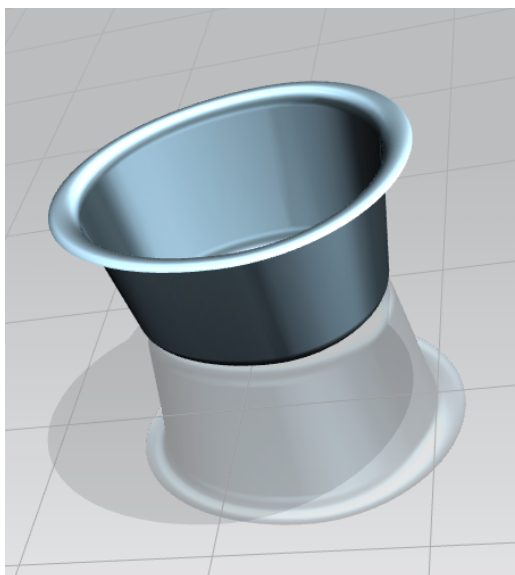


Рис. 1.68. Чашка

Назначим в препроцессоре модели «Чашка» следующие параметры и величины:

- материал – Steel из библиотеки материалов NX (рис. 1.64);
- толщина заготовки – 3 мм;
- поверхность – выполнена по пуансону;
- конечные элементы – треугольной формы;
- размер ребра элемента – 4,5 мм;
- коэффициент трения – 0,15;
- точность решателя – средняя.

Сетка конечных элементов, полученная приложением **Анализ формуемости – Одношаговый**, представлена на рис. 1.69.

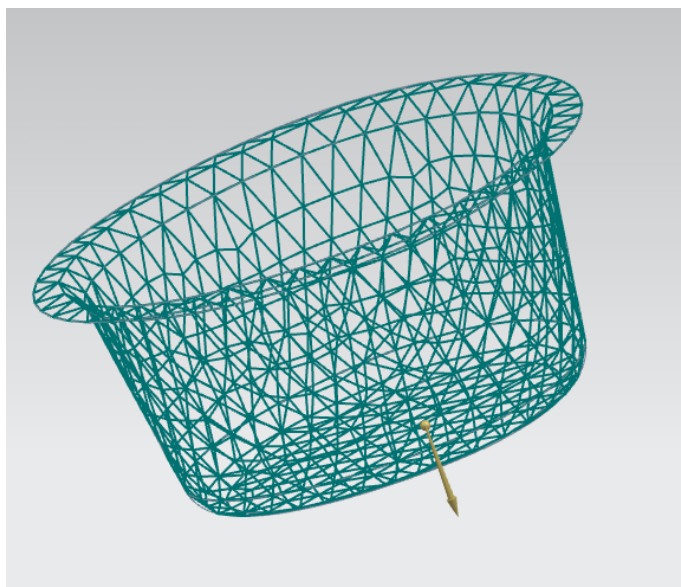


Рис. 1.69. Сетка конечных элементов

В результате расчета получим поля распределения толщины заготовки (рис. 1.70), деформаций (рис. 1.71), напряжений (рис. 1.72) и перемещений точек детали после пружинения (рис. 1.73).

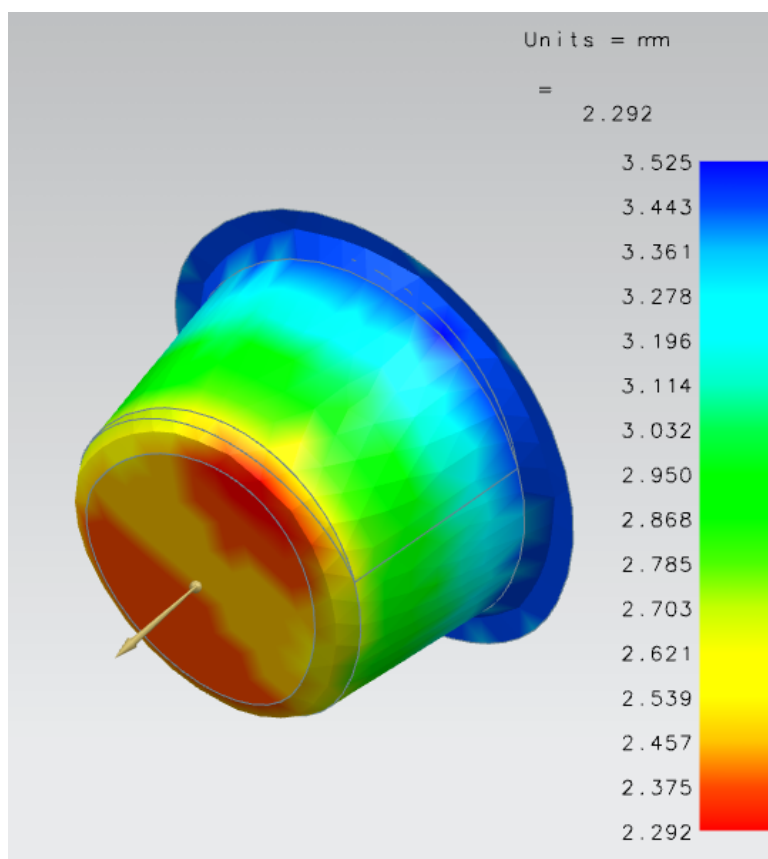


Рис. 1.70. Поле изменения толщины заготовки

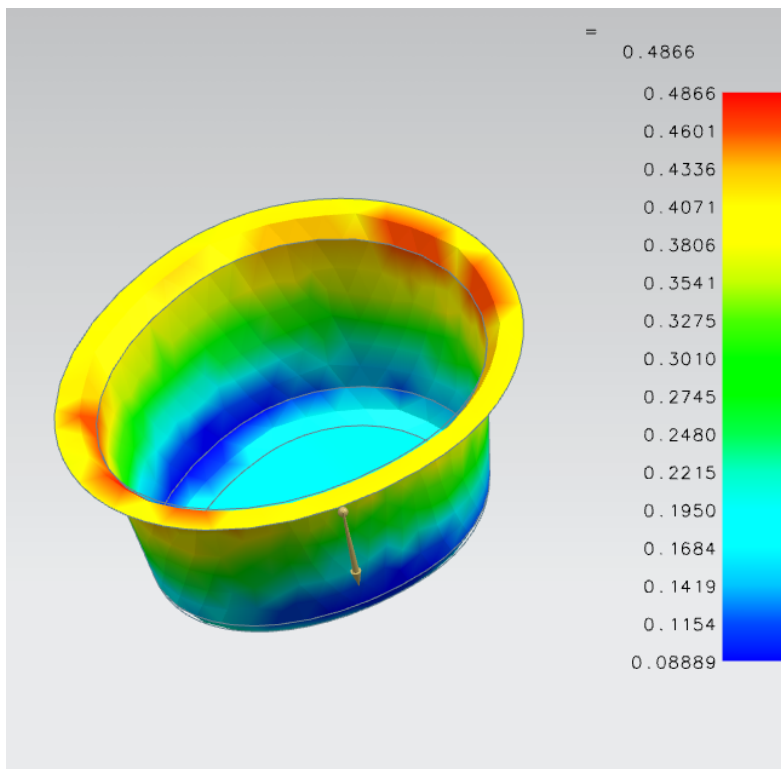


Рис. 1.71. Поле изменения интенсивности деформаций заготовки

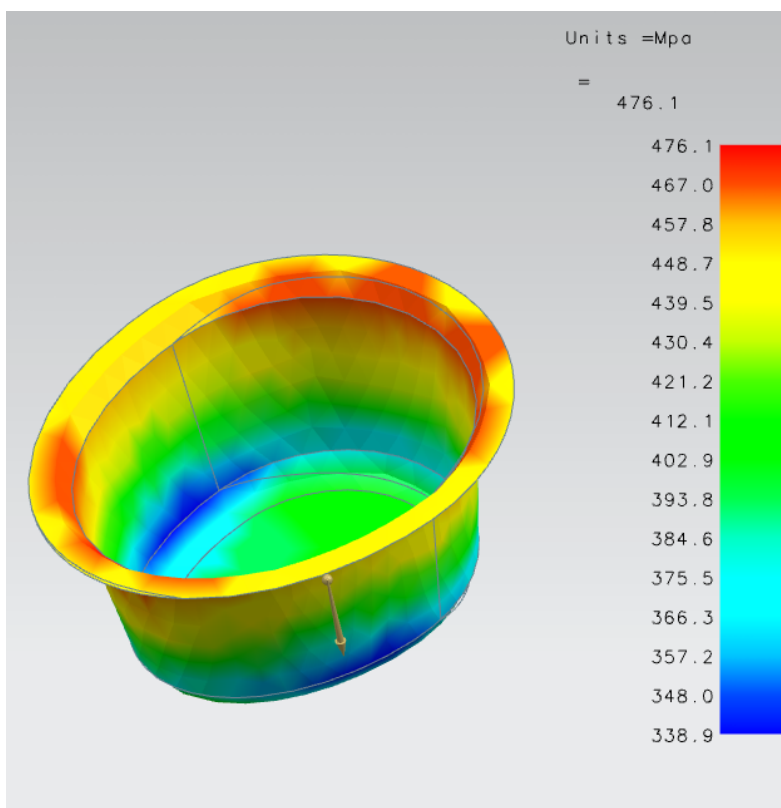


Рис. 1.72. Поле изменения интенсивности напряжений заготовки

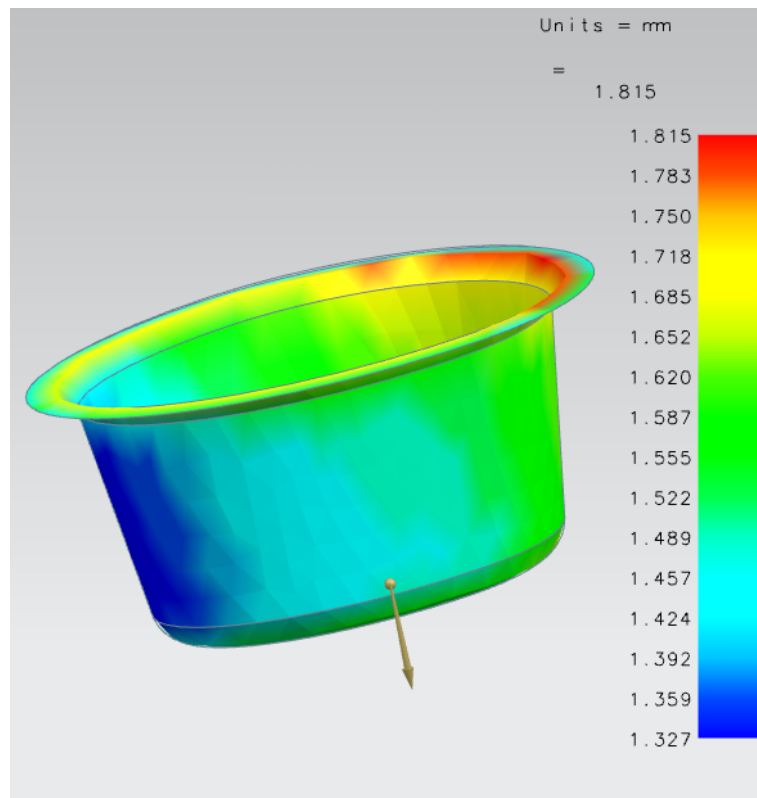


Рис. 1.73. Поле перемещения точек заготовки после пружинения

Анализ полученных результатов показывает, что утонения в углах дна заготовки являются предельными для данного материала и составляют $\geq 25\%$. Утолщения радиусного буртика детали после штамповки ($> 15\%$) свидетельствуют о том, что там возможны складки.

Значения интенсивностей деформаций и напряжений в несколько раз превышают деформационный предел текучести и исходное значение предела текучести.

Следует также обратить внимание на чертеж изделия и сопоставить допуски формы и положения детали со значениями перемещения точек заготовки после пружинения.

Поэтому, во-первых, полученный результат следует проверить для сетки конечных элементов с меньшими размерами, во-вторых – необходимо провести моделирование в специализированных программных пакетах AutoForm, PamStamp, в-третьих – после тщательной проверки в инкрементальных решателях следует принять решение о характере изменений.

Первое возможное изменение связано с варьированием радиусов матрицы и пуансона.

Второе возможное изменение касается технологического процесса штамповки, например, получение изделия за два и более перехода.

Третье возможное изменение – комбинация вышеперечисленных исправлений геометрии заготовки и техпроцесса.

1.3. Методы использования NX для разработки технологических процессов листовой штамповки

Ранее разработка технологических процессов листовой штамповки происходила на бумажном носителе информации. Вычислительная техника применялась весьма редко и исключительно для определения энергосиловых и геометрических параметров.

В настоящее время современная вычислительная техника и программное обеспечение позволяют значительно ускорить техническую подготовку производства.

С помощью NX можно не только визуализировать геометрию деталей листовой штамповки, но и рассчитать и создать ЭМ разверток листовых тел. NX дает возможность построить изменение ЭМ по операциям штамповки, рассчитать раскрой и выбрать оптимальное размещение разверток в полосе, определить усилия штамповки, съема и определить другие параметры.

В NX существуют несколько специализированных приложений, которые предназначены для работы по созданию технологии штамповки деталей автомобильной промышленности. Они позволяют решать широкий спектр задач проектирования технологии и оснастки для листовой штамповки.

Однако, используя возможности таких приложений, как **Моделирование, Сборки, Листовой металл NX, Авиационный листовой металл, Анализ**, можно также проводить разработку процессов листовой штамповки.

1.3.1. Способы разработки разверток листовых тел в NX

Способы создания разверток зависят от геометрии ЭМ изделий и типа ЭМ (листовые тела или поверхности). В качестве примера для получения разверток рассмотрим ЭМ детали «Кронштейн замка» (рис. 1.74).

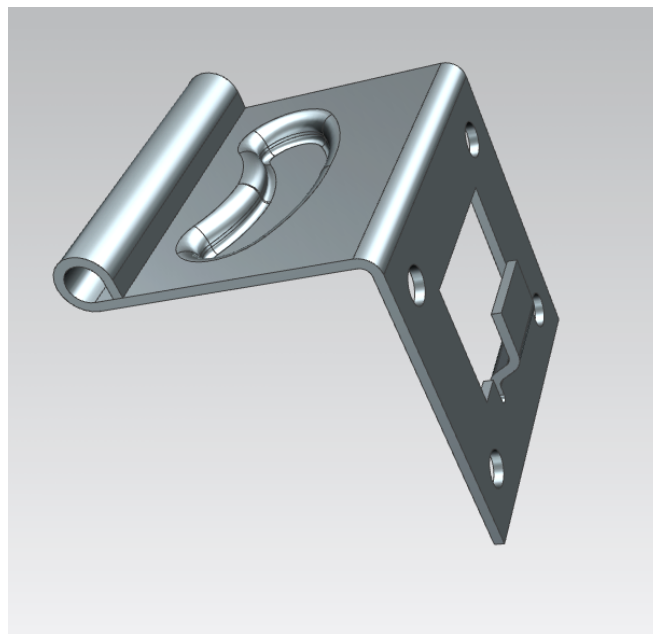


Рис. 1.74. Кронштейн замка

Способ 1. Развертки листовых тел, которые созданы или распознаны приложением Листовой металл NX, получаются при использовании пункта меню **Вставить**>**Развертки** приложения **Листовой металл NX** (рис. 1.75).

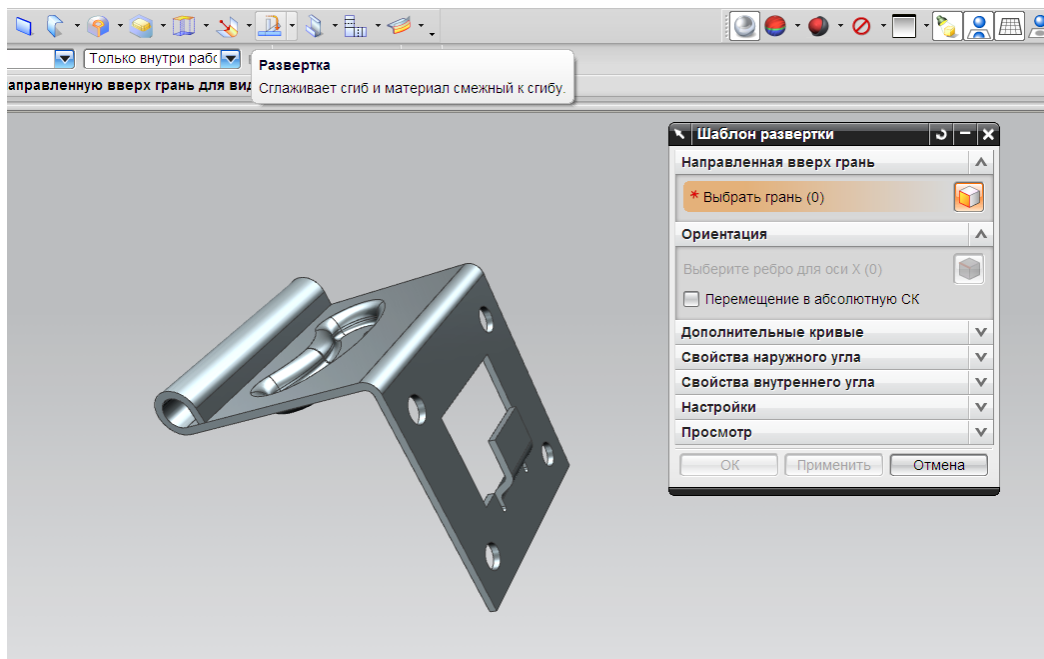


Рис. 1.75. Окно меню **Развертка**

С помощью меню **Развертка** можно получить шаблон (чертеж развертки на рис. 1.76).

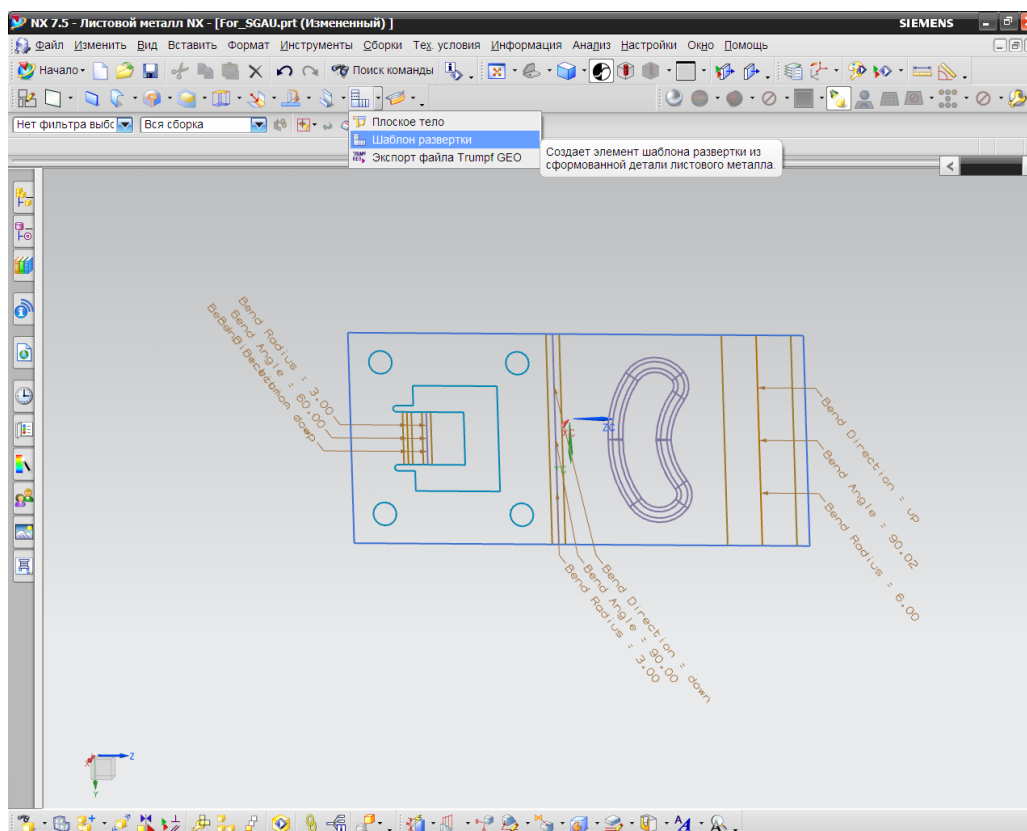


Рис. 1.76. Шаблон развертки

Или шаблон может быть построен с помощью опции **Плоское тело** рис. 1.77.

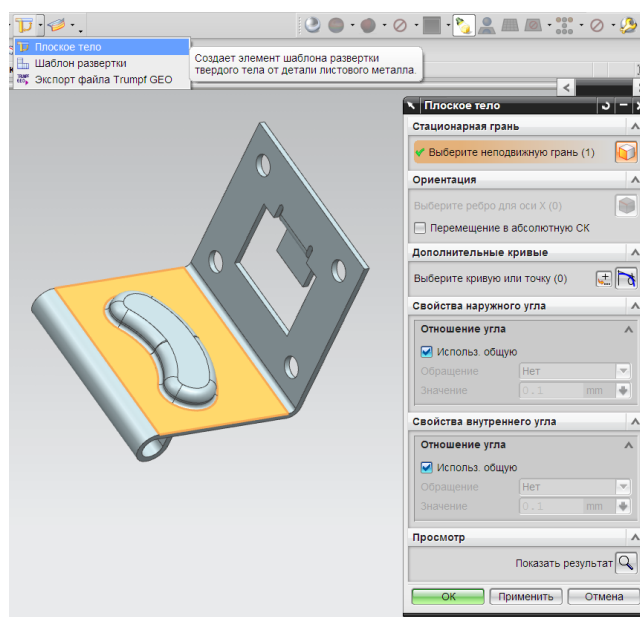


Рис. 1.77. Опция **Плоское тело** меню **Развертка**

ЭМ состоит из исходной модели и модели плоского тела развертки (рис. 1.78).

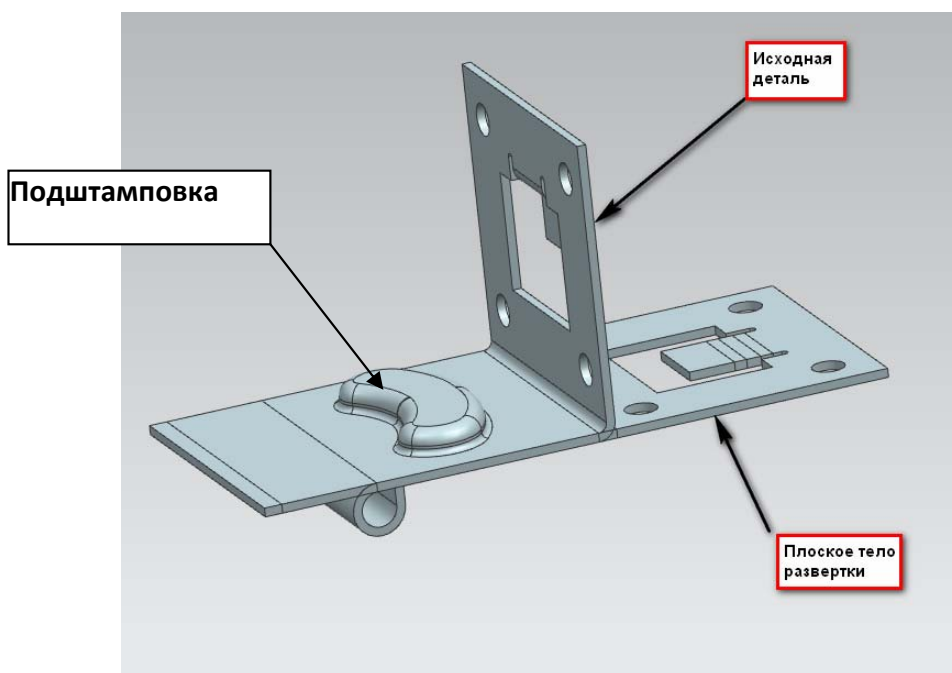


Рис. 1.78

Рис. 1.76 и 1.78 показывают, что инструментами функционала **Развертка** не разместить на плоской грани геометрию изделий, которая возникает в процессе вытяжки, формовки и подштамповки.

Способ 2. Для того чтобы произвести развертку геометрических объектов, получаемых формоизменяющими операциями (вытяжкой, формовкой), надо использовать функционал **Анализ формоустойчивости – Одношаговый** (рис. 1.79).

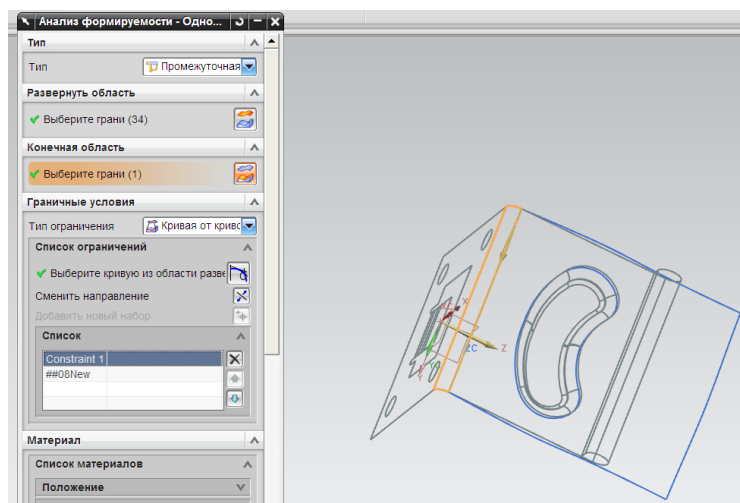


Рис. 1.79. Применение опции **Промежуточная форма** для получения развертки (синяя линия) замка с подштамповкой и петель

Следует также обратить внимание на примеры работы с функционалом **Анализ формуемости – Одношаговый** меню **Анализ**, которые были рассмотрены в пункте 1.2. Одним из результатов, который автоматически возникал при анализе штампуемости, являлось построение разверток.

Способ 3. С другой стороны, такие формоизменяющие операции, как отбортовка и фланцовка, могут быть развернуты с помощью инструментов **Листовой металл NX** (рис. 1.80 и 1.81).

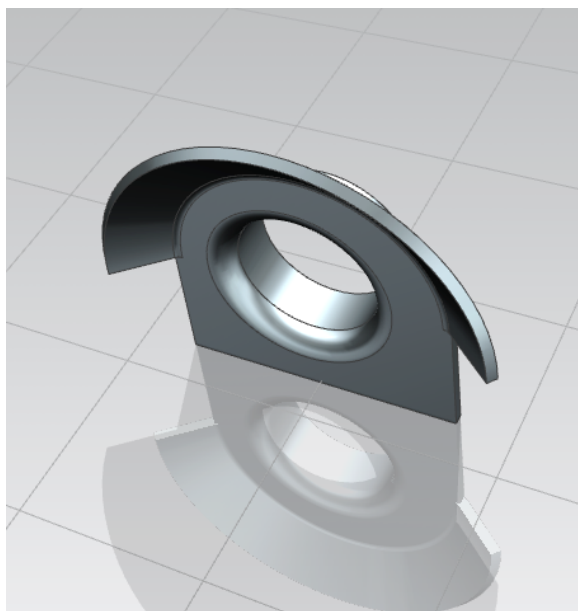


Рис. 1.80. Деталь с фланцем и отбортовкой центрального отверстия

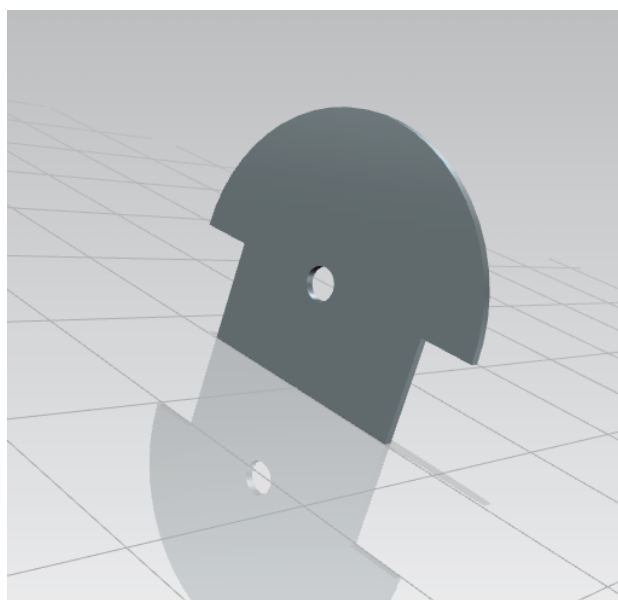


Рис. 1.81. Развертка детали с фланцем и отбортовкой центрального отверстия

Развертка отбортовки и фланцовки по криволинейной линии изгиба возможна, если фланцы были получены с помощью инструмента образования фланца с деформированием по кривой линии изгиба (рис. 1.82).

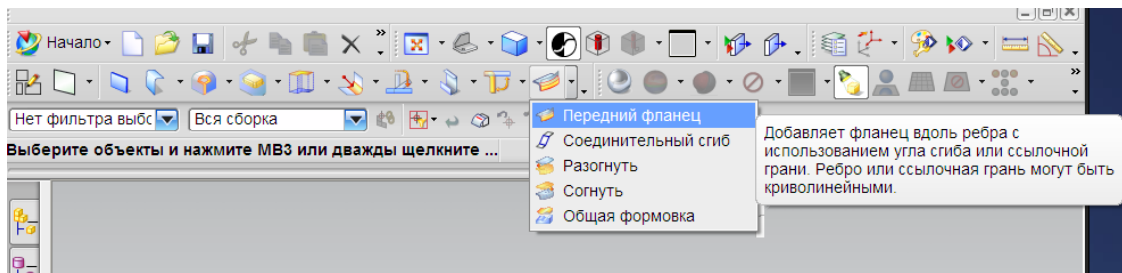


Рис. 1.82. Окно меню для работы с криволинейными фланцами

1.3.2. Разработка технологического процесса штамповки

К основным этапам разработки технологического процесса листовой штамповки относятся: проектирование раскроя и выбор заготовки, разработка разделительных и формоизменяющих операций штамповки.

Разработка электронной модели (ЭМ) раскроя материала и геометрии детали по операциям (переходам) штамповки – важнейший этап работы технолога. Он определяет решение экономических и технических вопросов изготовления детали.

В большой степени помогает в этом проектирование ЭМ деталей по операциям, расчет величин коэффициента использования материала и энергосиловых параметров штамповки.

Визуализация ЭМ по операциям штамповки ускоряет процесс разработки технологии и штампов и предотвращает возникновение ошибок.

Размещение ЭМ детали и заготовок в соответствии с операциями штамповки, конечно, можно выполнить и с помощью модуля **Моделирование**. Однако удобнее создать симуляцию последовательности операций штамповки с использованием ассоциативно связанных ЭМ с помощью модуля **Сборки**.

Для деталей, которые изготавливают последовательной штамповкой или на линиях крупной штамповки в автомобильной промышленности, лучше применить приложения **NX Мастер-процесс проектирования последовательных штампов** или **Проектирование штампов**.

В качестве примера, который покажет, каким образом можно создать симуляцию последовательности операций штамповки, изготовления детали, рассмотрим технологию «Опора» (рис. 1.83).

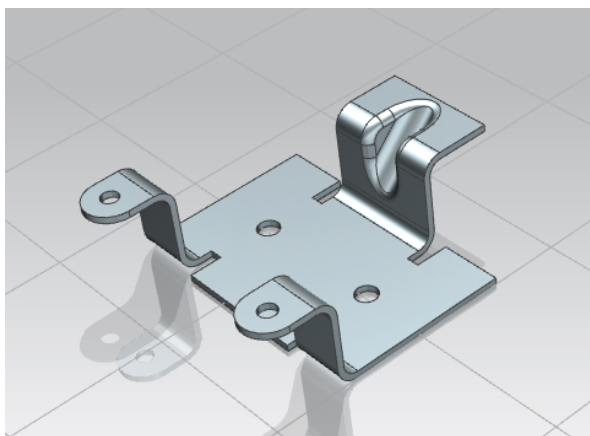


Рис. 1.83. Деталь «Опора»

Изготовление детали методом последовательной штамповки в случае раскрой полосы для варианта 1 (рис. 1.84) дает коэффициент использования материала (КИМ) 57,8 %.

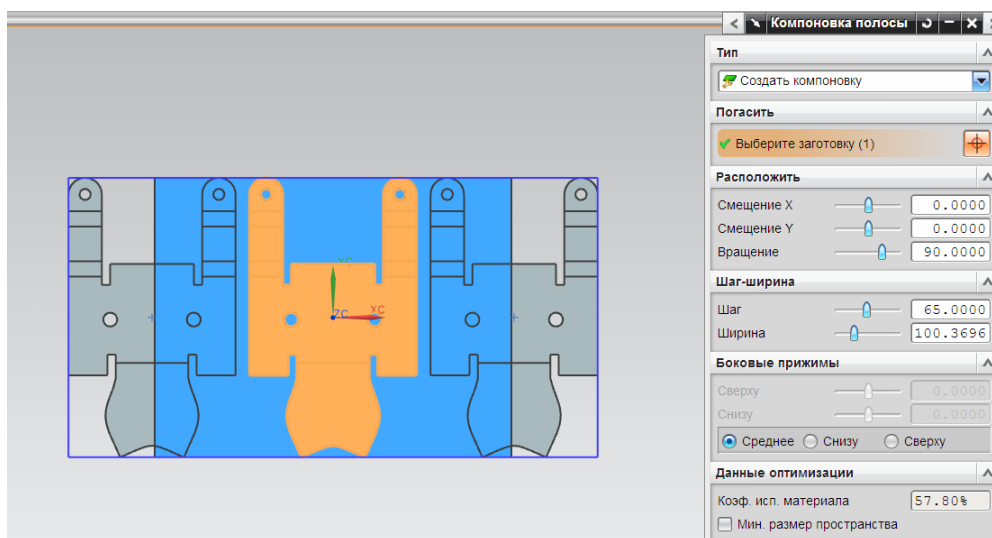


Рис. 1.84. Раскрой полосы по варианту 1

Значение КИМ слишком мало – почти половина материала станет отходом.

Найдем оптимальное положение заготовки в полосе, которое позволит снизить расход материала (рис. 1.85). С этой целью используем **Мастер-процесс проектирования последовательных штампов**, предварительно с помощью приложения **Листовой металл NX** подготовим ЭМ заготовки (рис. 1.85).

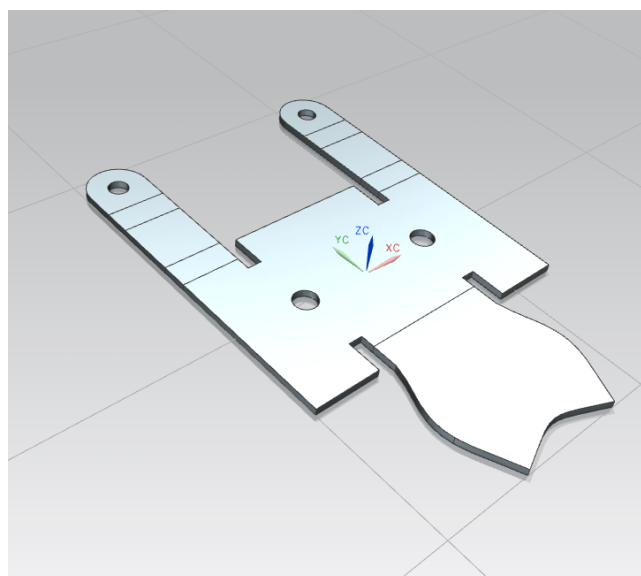


Рис. 1.85. Развертка детали «Опора»

Создадим проект и заготовку и далее, используя меню **Компоновка полосы**, разместим в полосе развертку так, чтобы добиться максимального КИМ (вариант 2, рис. 1.86).

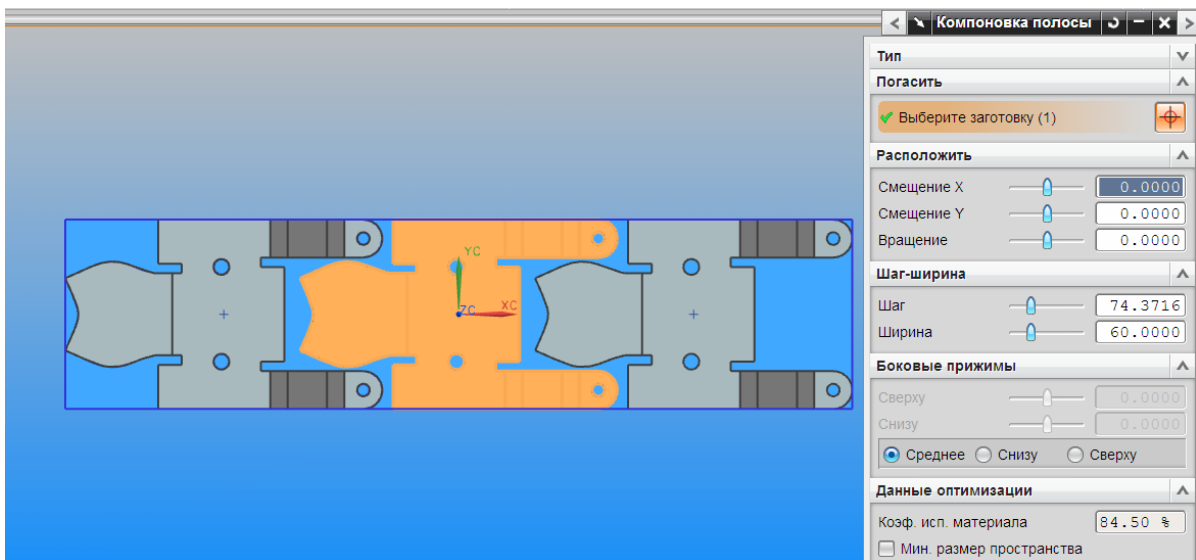


Рис. 1.86. Раскрой полосы (вариант 2)

Применяя методы проектирования отходов в приложении проектирования последовательных штампов (рис. 1.87), с учетом их технологичности и возможности размещения по отдельным позициям (станциям), получим карту отходов при условии, что ширина выбранной полосы равна ширине детали, а минимальная ширина перемычки для материала 08 кп больше двух толщин.

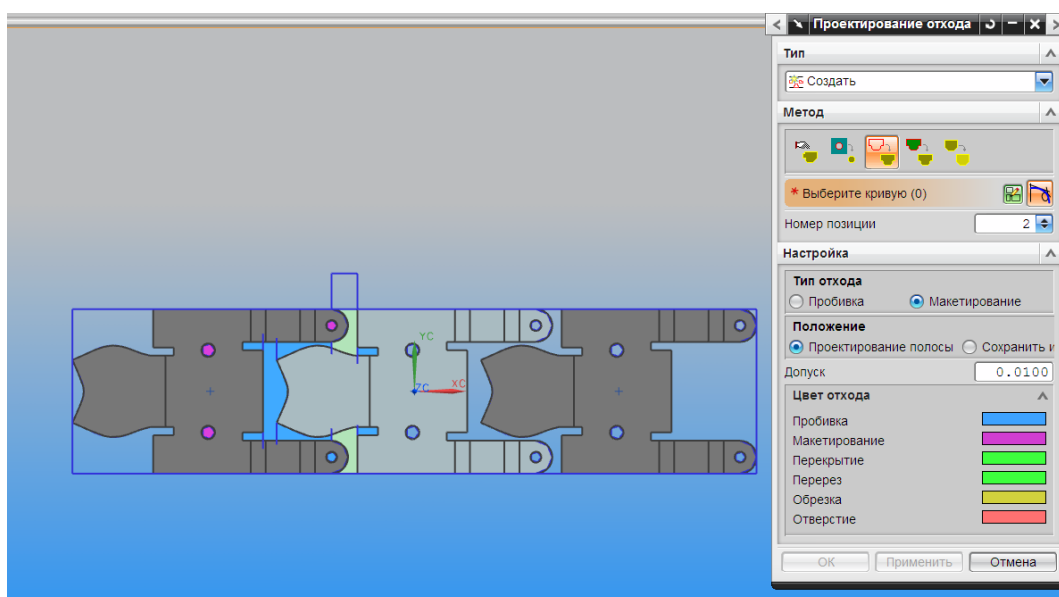


Рис. 1.87. Карта отходов

Размещение отходов в полосе по станциям произведем в соответствии с картой отходов (рис. 1.87) в окне меню **Компоновка полосы** (рис. 1.88).

Окончательный вид (симуляция полосы) представлен на рис. 1.89.

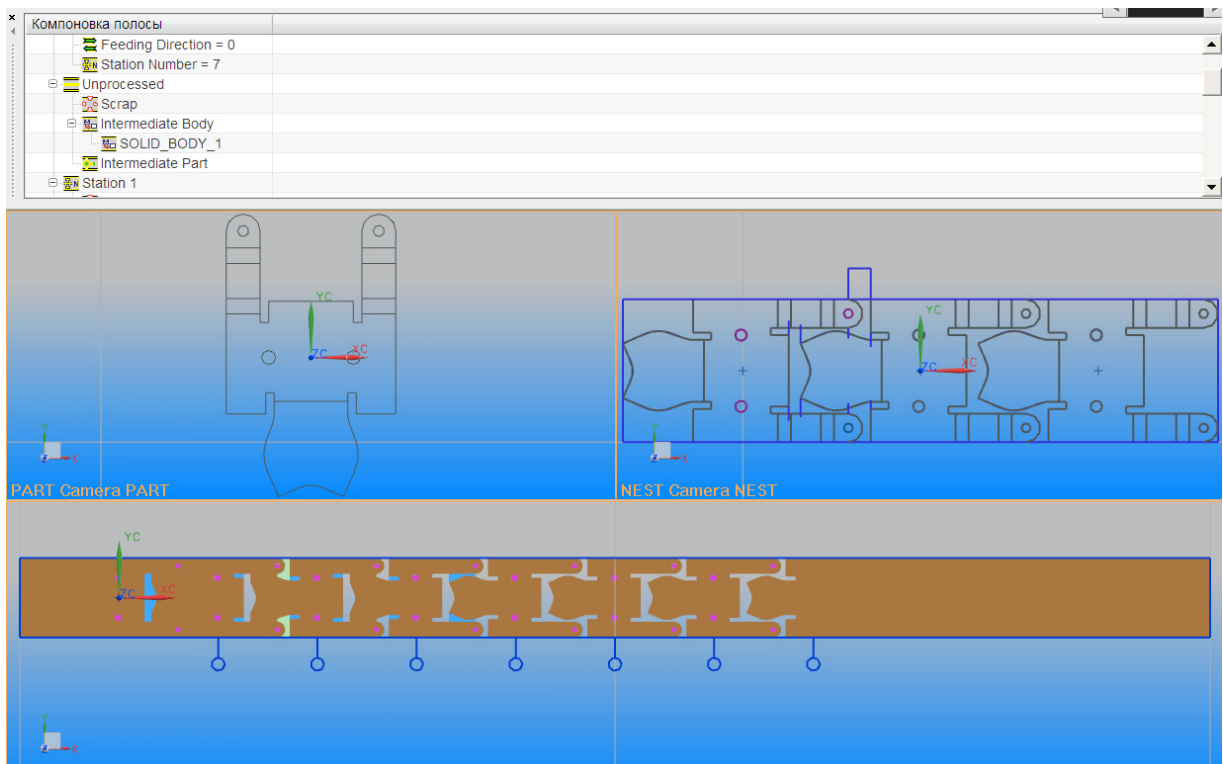


Рис. 1.88. Окно меню **Компоновка полосы**

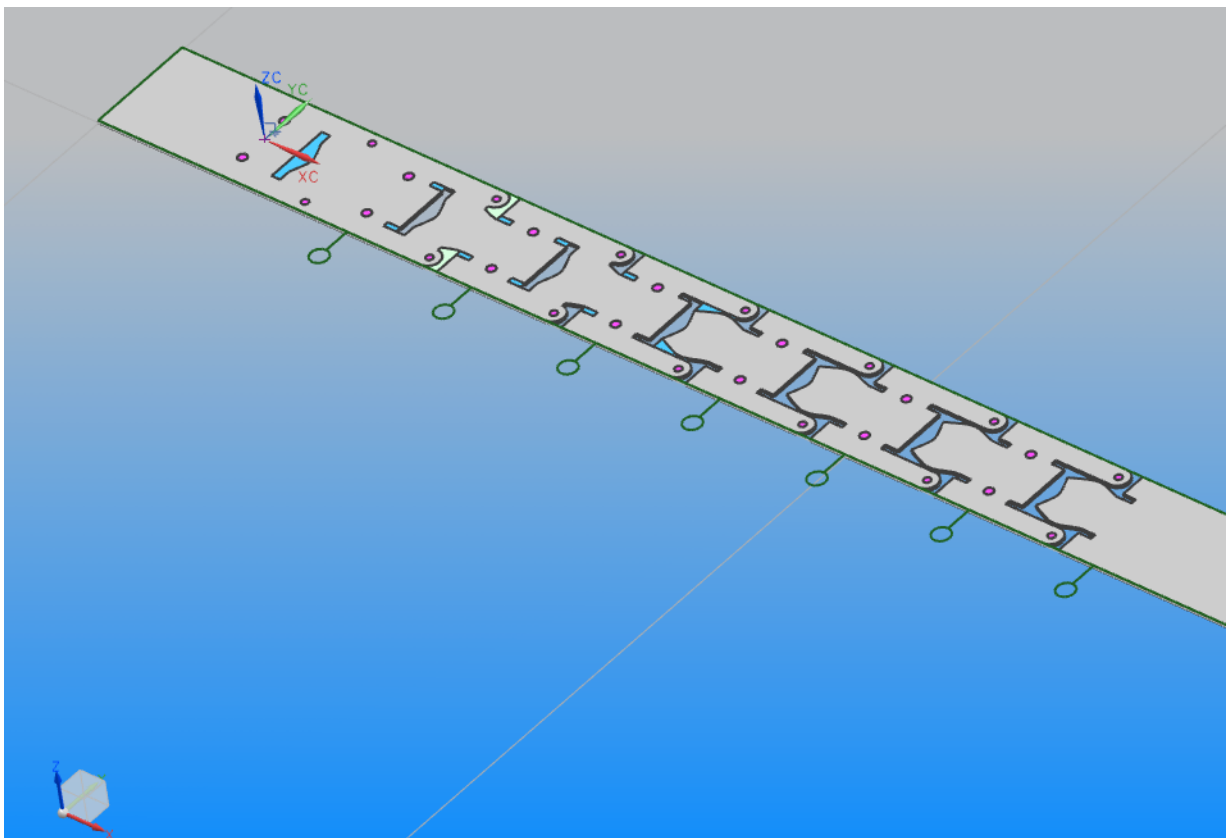


Рис. 1.89. Симуляция полосы вырубki заготовки детали «Опора»

Расчет усилий штамповки, съема заготовки, длины периметра реза, центра давления штампа производится с помощью пункта меню **Расчет усилия... (Инструменты> Специальный процесс> Проектирование ШПД)** или с помощью иконки Расчет усилий штамповки панели инструментов. В результате после выбора процесса, который включает набор выполняемых операций на одной станции, вычисляются геометрические силовые параметры (рис. 1.90).

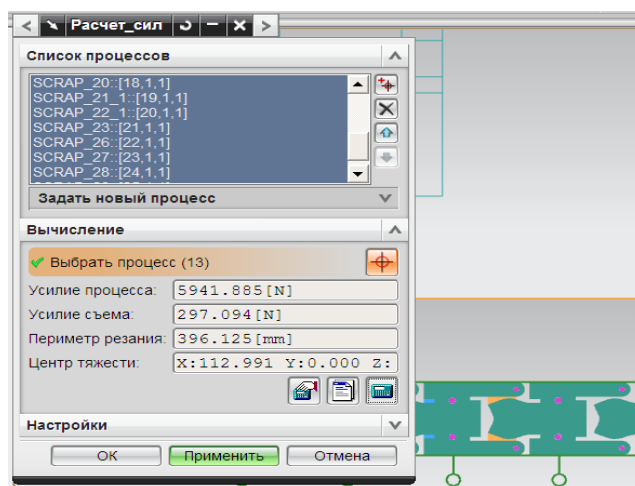


Рис. 1.90. Расчет сил и центра давления штампа

Построение ЭМ гибочных операции получения детали «Опора» удобнее выполнить в модуле **Сборка (Assemblies)**, применяя ассоциативные связи между заготовками на операциях. Для этого при формировании дерева сборки используем технологию редактора геометрических связей **WAVE**. Для подключения **WAVE** установим курсор мыши на поле **Навигатора сборки** и, нажав правую кнопку мыши, включим режим **WAVE** (рис. 1.91).

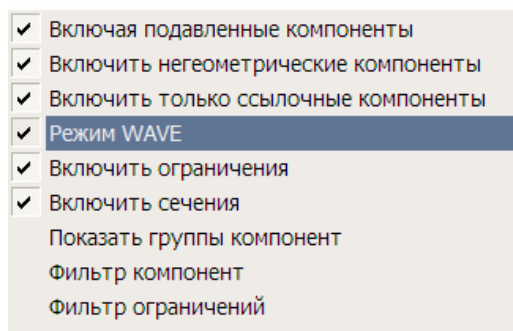


Рис. 1.91. Режим WAVE

Далее, применяя **WAVE**, создаем новый компонент сборки, потом копируем в этот компонент ЭМ (геометрию) предыдущей технологической операции.

Следующим шагом после установки для нового компонента режима **Сделать отображаемой деталью** в **Навигаторе сборки** является преобразование геометрии детали компонента сборки в соответствии с технологической операцией. Для детали «Опора» в этих целях применим модуль **Листовой металл NX**.

В результате формообразующие операции штамповки представлены детали «Опора» на рис. 1.92.

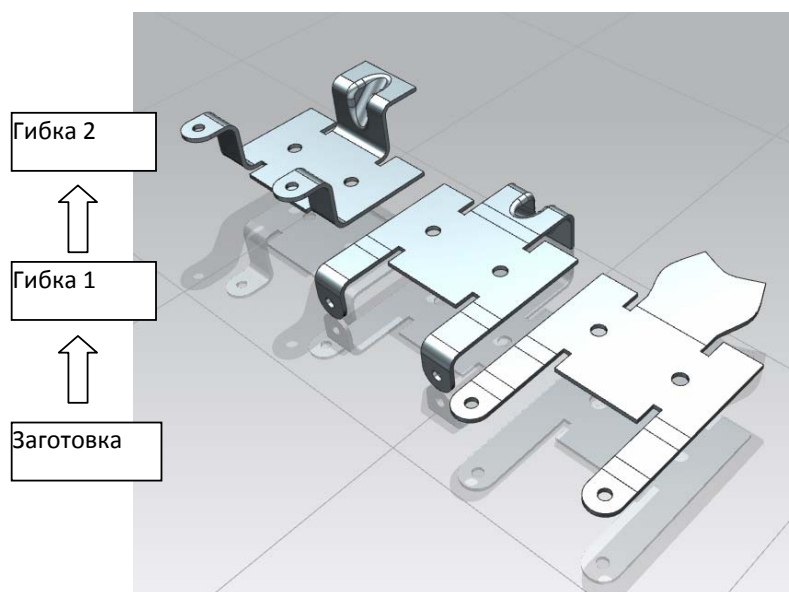


Рис. 1.92. Операции гибки из плоской заготовки

Геометрия ЭМ деталей по разделительным и гибочным операциям показана на рис. 1.89 и 1.92 соответственно.

1.4. Разработка конструкций штампов в NX

Проектирование штампов в NX накладывает на методы работы конструктора характерные особенности использования этого программного продукта.

Они связаны как с конструкцией самого штампа – устройства, сборочной единицы, состоящей из большого количества различных механизмов, узлов и деталей, так и с экономикой и организацией технической подготовки производства.

Повышение производительности труда конструктора (время проектирования крупных штампов в автомобилестроении составляет 150–200 часов), снижение трудоемкости изготовления (время изготовления крупных штампов для производства автомобиля – до одного года) за счет стандартизации, унификации и использования заводских нормалей определяют требования к работе конструктора штампов в среде NX [5].

Разработку конструкции штампа эффективнее проводить в приложениях NX:

- **Мастер-процесс проектирования штампов последовательного действия** [5];
- **Проектирование штампов** (разработка технологии штамповки);
- **Проектирование штампа** (разработка конструкции штампа).

Однако высокопроизводительная работа в этих приложениях требует значительного времени и затрат для создания баз данных деталей и механизмов, баз знаний и правил проектирования, библиотек и методик проектирования, комплексов сопровождающих программ и программного обеспечения. Обучение персонала и создание сопровождающей инфраструктуры – также процесс долговременный, который не возможен без высокой квалификации кадров как в специальной сфере (разработка

штампов и конструирование оснастки), так и в сфере информационных технологий, ориентированных на САПР.

Для единичного производства и производства изделий листовой штамповки небольшими сериями разработка конструкций штампов успешно реализуется в модулях **Моделирование** и **Сборки NX**.

Тем не менее проектирование штампов и в этом случае связано с технологией работы на основании использования специальных методов применения NX.

Предполагая, что читатель, приступая к проектированию штампов, знаком с основами работы в модулях **Моделирование** и **Сборки NX**, акцент будет сделан на средствах NX, которые позволят расширить возможности конструктора, повысить качество работы и ускорить процесс проектирования штампов.

1.4.1. Методы создания электронных моделей деталей штампа

Современные методы проектирования штампов ориентированы на широкое использование программного обеспечения САПР и создание ЭМ сборок штампов, узлов и деталей оснастки.

Разработка ЭМ отдельных деталей штамповой оснастки может производиться обычными методами разработки ЭМ «твердых тел».

Эти методы должны приводить к созданию параметризованных ЭМ «твердых тел».

Параметрическими можно назвать такие электронные модели деталей, для которых форма и размеры объемного тела определяются на основе аналитических выражений и геометрических ограничений (перпендикулярность, параллельность, непрерывность касательных и др.). Важной особенностью параметрических моделей является возможность управления формой и размерами тел, изменяя аналитические выражения и геометрические ограничения после их создания.

К основным методам разработки параметрических моделей относятся:

- метод создания ЭМ на основе примитивов и операций булевой алгебры (рис. 1.93);

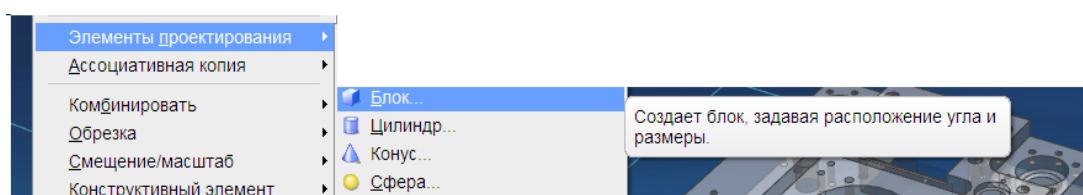


Рис. 1.93. Меню **Элементы проектирования** – примитивы

- метод создания параметризованных ЭМ на основе примитивов, элементов проектирования объемных тел (feature) и операций булевой алгебры (рис. 1.94);

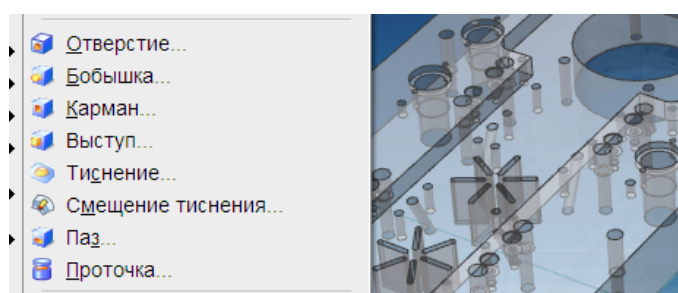


Рис. 1.94. Меню **Элементы проектирования** – feature

- метод создания ЭМ на основе параметризованных эскизов и операций заметания, которые позволяют получить методом выдавливания и вращения параметризованные объемные тела (рис. 1.95).

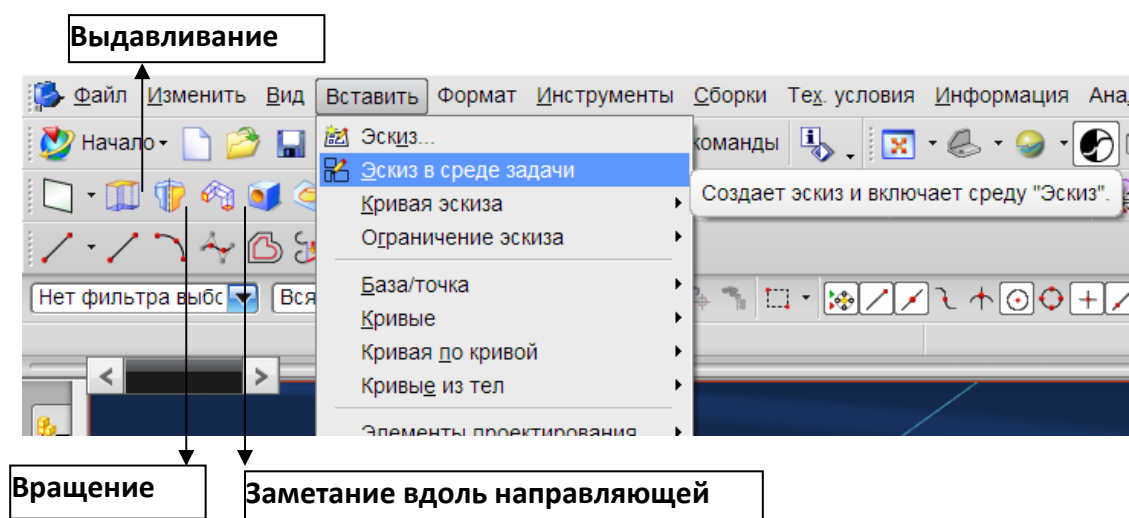


Рис. 1.95. Меню **Вставить > Эскиз в среде задачи** и опции заметания

Первые два способа объединены в меню NX (**Вставить > Элементы проектирования**). В реальной практике конструирования штампов обычно форма деталей штампов достаточно сложная и получить ее, используя только первый метод, порой невозможно.

Поэтому при разработке применяют гибридную технологию, которая объединяет все вышеперечисленные способы, что позволяет создавать за короткое время параметрические ЭМ деталей штампов.

В течение процесса проектирования ЭМ и после его окончания для изменения моделей широко применяются такие операции, как закругление ребер, построение фасок, уклонов и т. д. Эти опции относят к опциям редактирования объемных моделей (рис. 1.96), хотя они приводят к формообразованию тела.

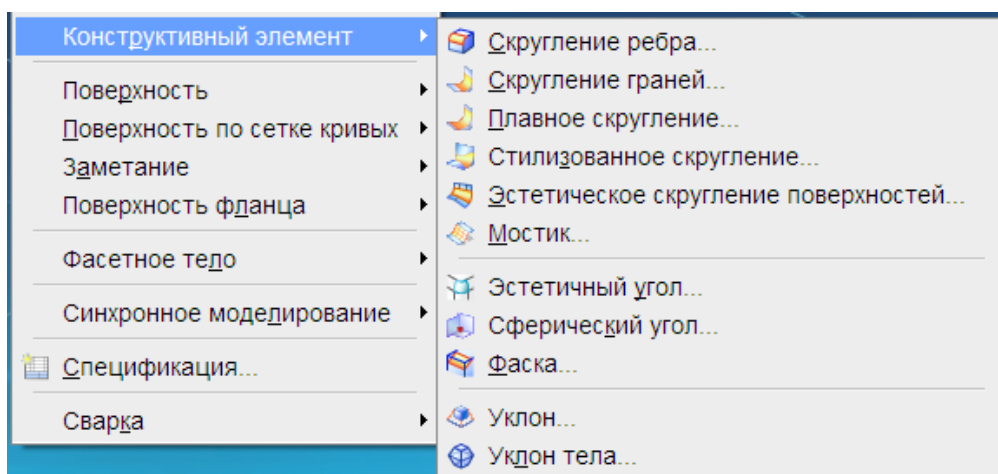


Рис. 1.96. Опции меню **Вставить > Конструктивный элемент**

К редактированию ЭМ также можно отнести и **Синхронное моделирование** (рис. 1.97). Этот функционал имеет еще и другое важное назначение. С помощью этого модуля можно частично провести параметризацию ЭМ детали, которая была

представлена файлом в одном из нейтральных форматов или в файлах другой системы CAD, т. е. в файле без параметризации.

Синхронное моделирование является разработкой Siemens PLM Software. Этот модуль постоянно развивается, предоставляя пользователю все более широкий набор инструментов (рис. 1.97).

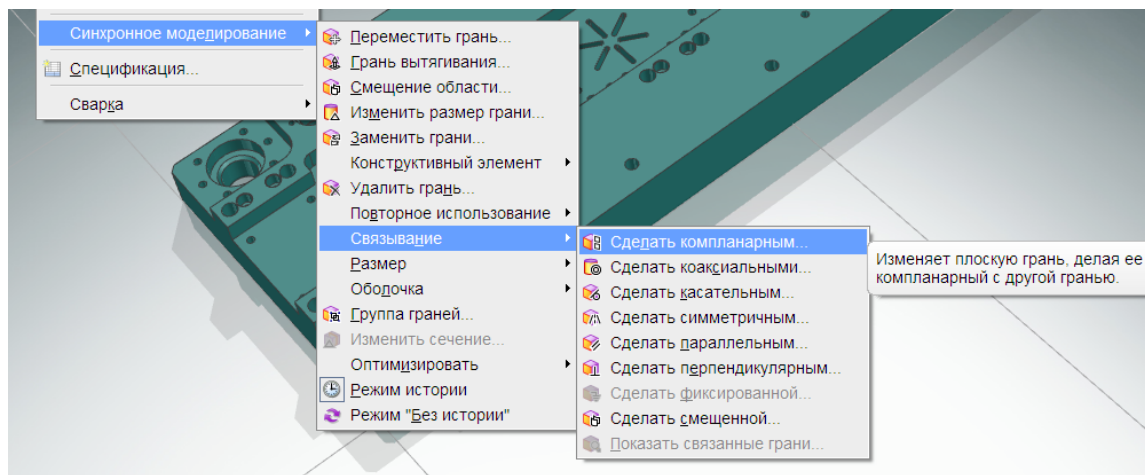


Рис. 1.97. Меню **Синхронное моделирование**

Для ЭМ деталей штамповой оснастки чрезвычайно важно свойство их корректного изменения совместно с ЭМ деталей непосредственного окружения. Такие изменения ЭМ возникают в процессе моделирования и отладки технологического процесса штамповки или в результате конструктивных изменений геометрии детали, или при переходе на штамповку детали другой конструкции, относящейся к данной группе классификатора изделий.

Чтобы не проектировать ЭМ штампа заново, требуется внести изменения, которые зачастую невозможно произвести с помощью указанных ранее методов параметризации.

Для решения таких проблем используют методы проектирования (моделирования) детали в контексте с ЭМ других деталей окружения с использованием ассоциативных методов параметризации.

Такой способ разработки ЭМ деталей штампа встречается при проектировании в сборках методом «сверху – вниз» или при контекстном проектировании в модуле моделирования и без технологии **WAVE** (What is Alternative Value Engineering) невозможен.

Этот способ проектирования важен, когда следует передавать результаты создания ЭМ деталей на последующие этапы разработки с предыдущих этапов (от «родителей» к «детям»). Например, передавать ЭМ формы изделия от одной операции листовой штамповки к другой.

К методам, которые существенно ускоряют процесс проектирования штампов, принадлежат способы использования унифицированных и нормализованных деталей штампов из баз данных элементов.

В NX 7.5 была представлена студия шаблонов PTS с целью расширения возможностей и упрощения методов работы, генерирования элементов пользователя.

Студия шаблонов PTS реализована отдельным приложением и запускается автономно от NX 7.5. из меню **Пуск Windows** и группы программ UGS NX 7.5.

Для создания элементов пользователя в NX можно все работы выполнить в модуле **Моделирование NX**. В этом модуле базы данных элементов разрабатывают при помощи **Мастера-процесса создания типовых элементов пользователя (UDF – User Defined Feature)** и способом генерирования семейства однотипных деталей (Part Families).

Рассмотрим методики создания баз данных типовых элементов пользователя на примере параметризованной детали «Направляющая втулка» рис. 1.98.

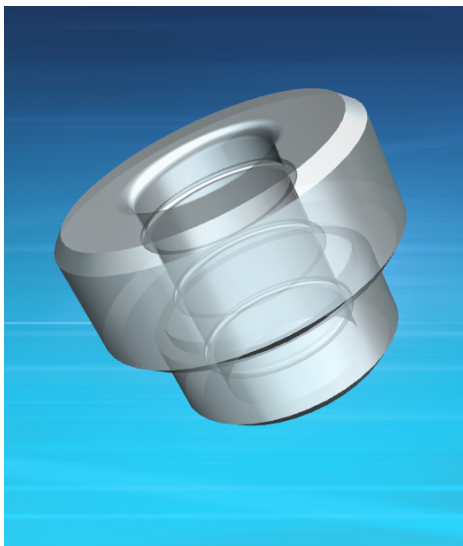


Рис. 1.98. Направляющая втулка

Последовательность этапов приведена на рис. 1.99–1.105.

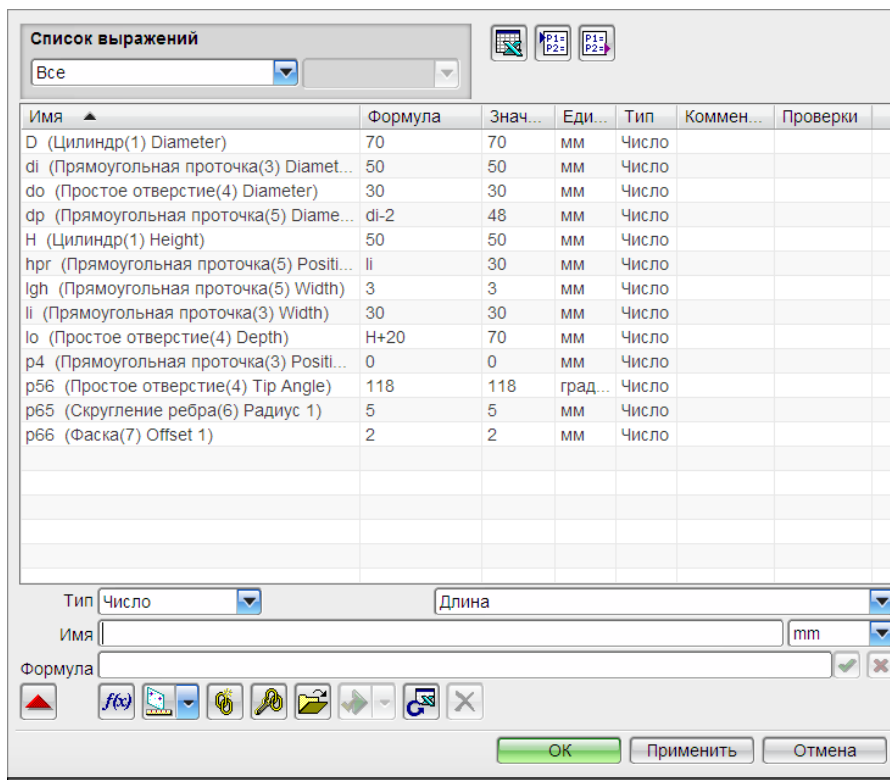


Рис. 1.99. Предварительный этап – корректировка имен переменных и ввод формул в опции **Выражения** меню **Инструменты**

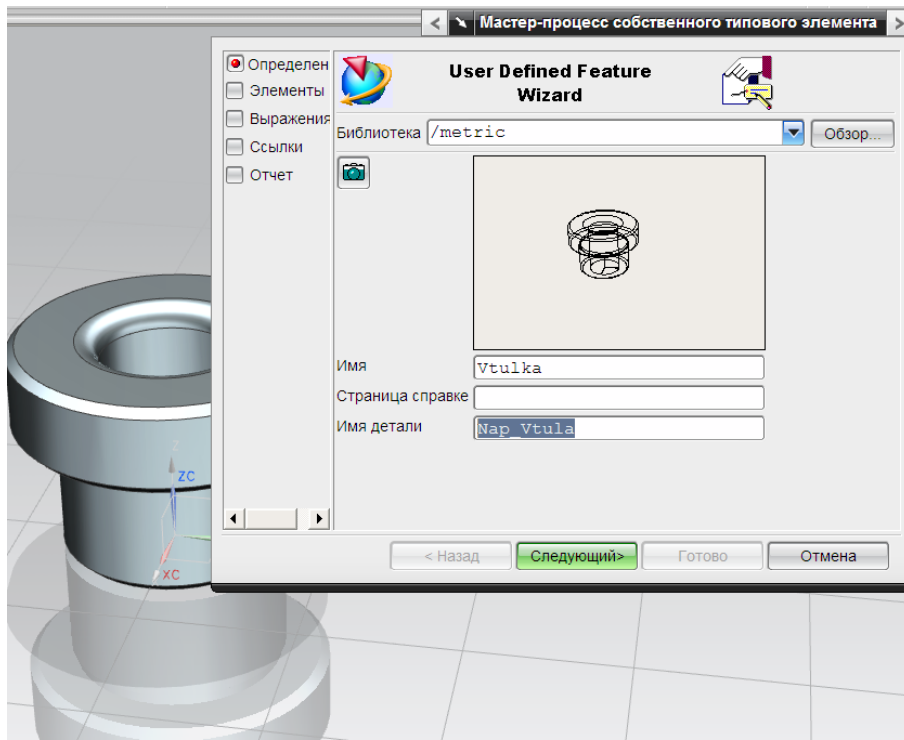


Рис. 1.100. Первый этап – определение библиотеки и атрибутов UDF

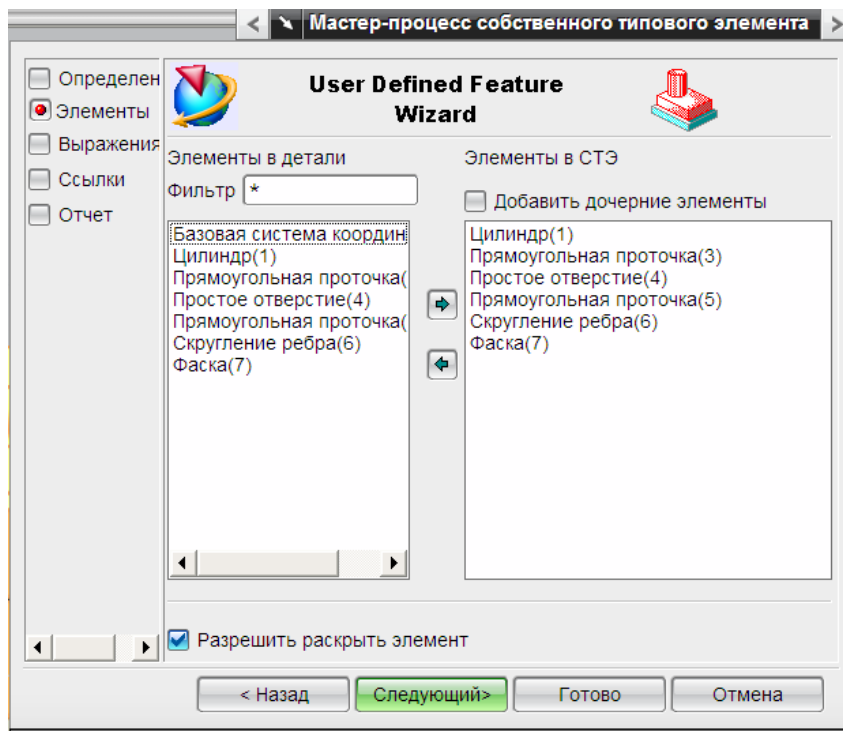


Рис. 1.101. Второй этап – выбор элементов детали для визуализации

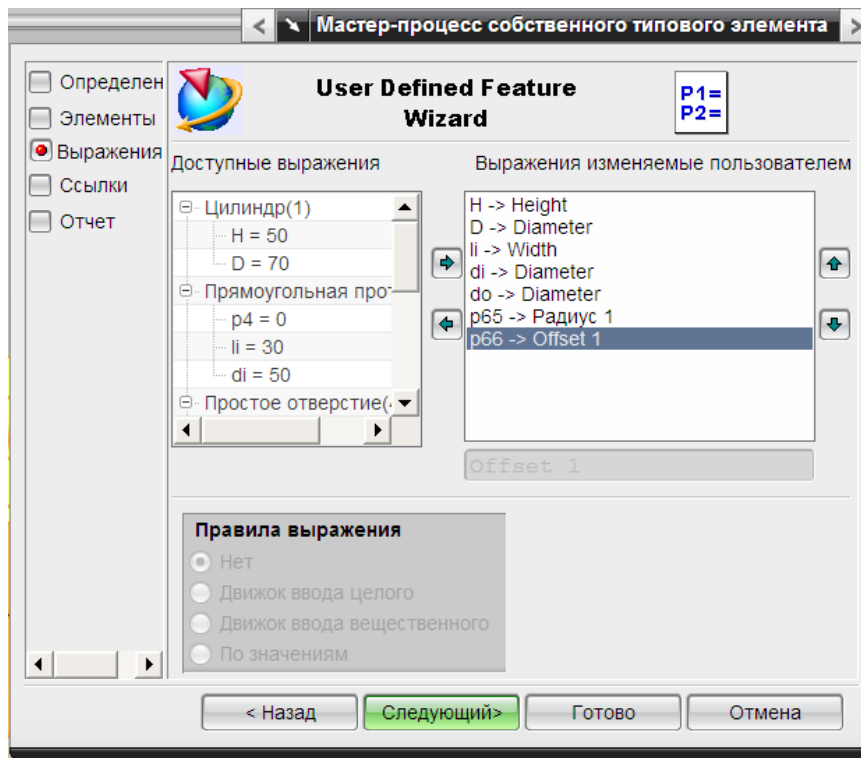


Рис. 1.102. Третий этап – определение выражений, доступных пользователю для изменений

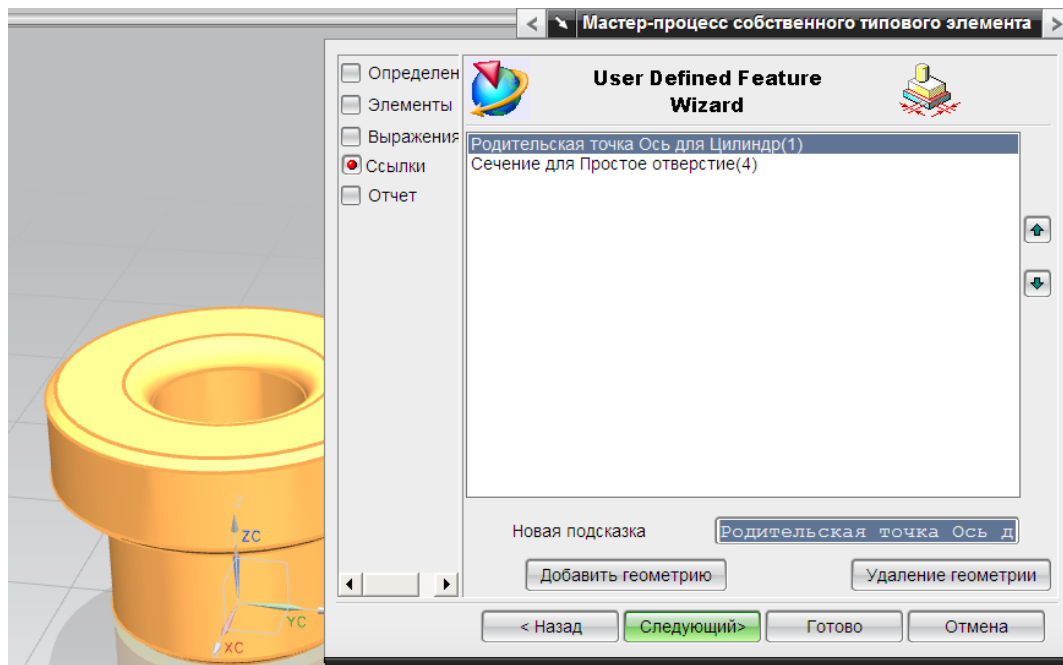


Рис. 1.103. Четвертый этап – указание объектов для ссылки

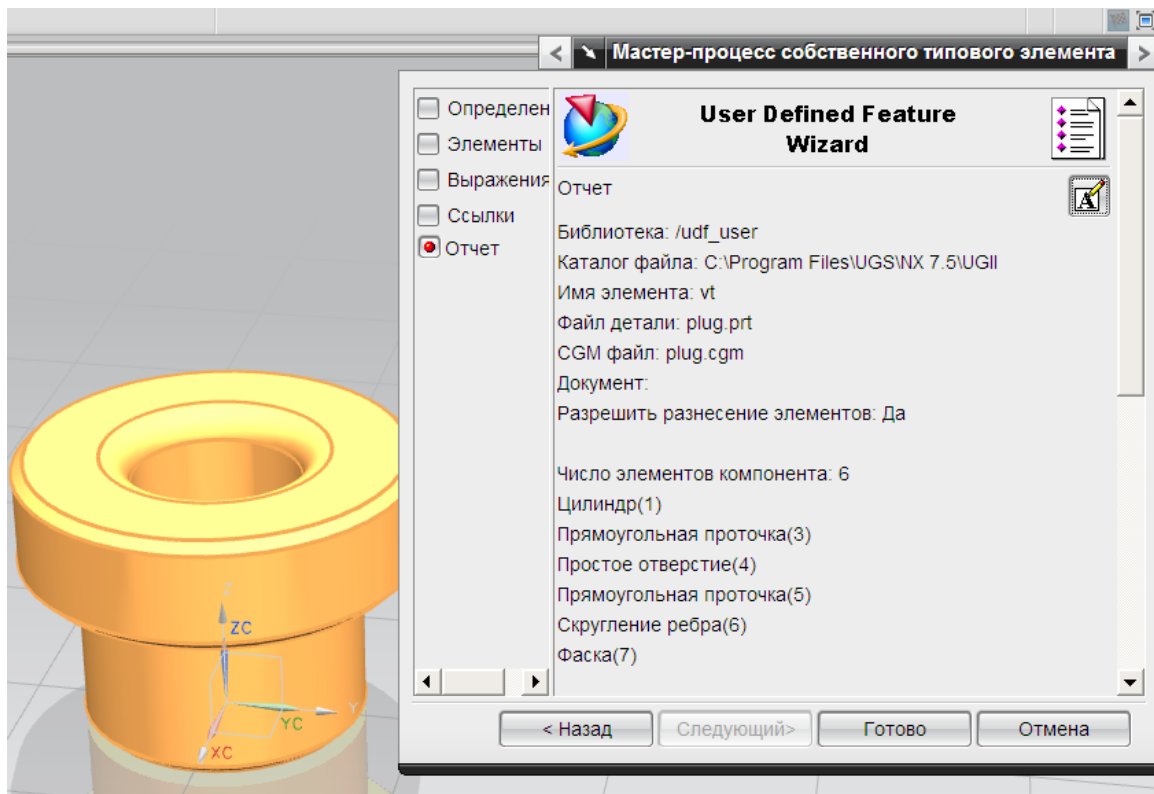


Рис. 1.104. Пятый этап – отчет о регистрации ЭМ изделия элементом пользователя UDF

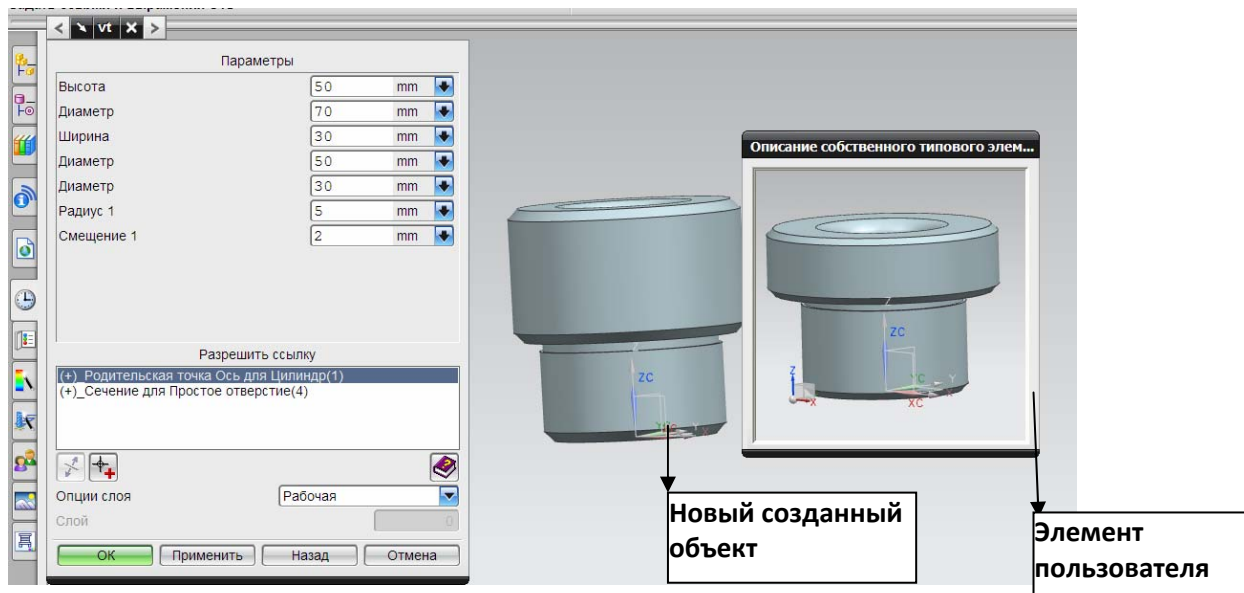


Рис. 1.105. Шестой этап (работа с UDF)– вызов зарегистрированного элемента пользователя и изменение его параметров в соответствии с указанными выражениями

Вторым способом создания типовых элементов штамповой оснастки является использование функционала **Семейства деталей** меню **Инструменты**.

Основой для создания семейства параметризованных деталей являются таблицы Excel.

В качестве типового представителя для создания семейства направляющих элементов штампа рассмотрим направляющую колонку блока штампа (рис. 1.106). Порядок действий и для создания Семейства деталей показан на рис. 1.107–1.110.

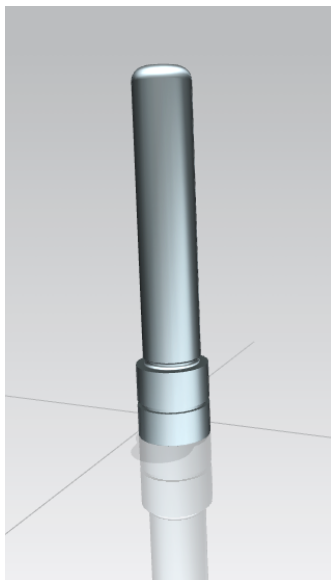


Рис. 1.106. Колонка направляющая

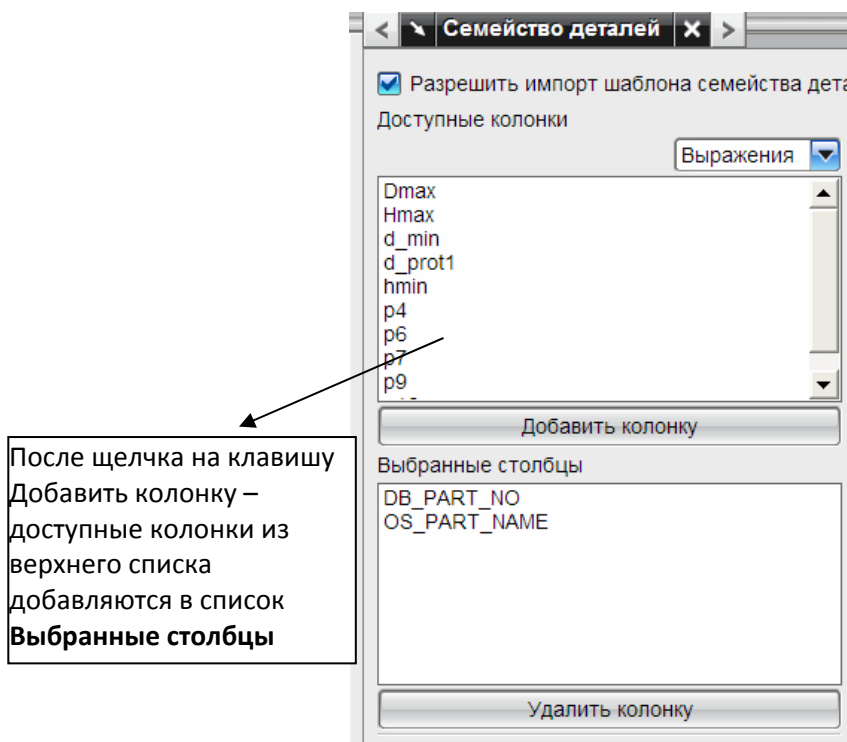


Рис. 1.107. Первый этап – добавление колонок с параметрами деталей в таблицу EXCEL

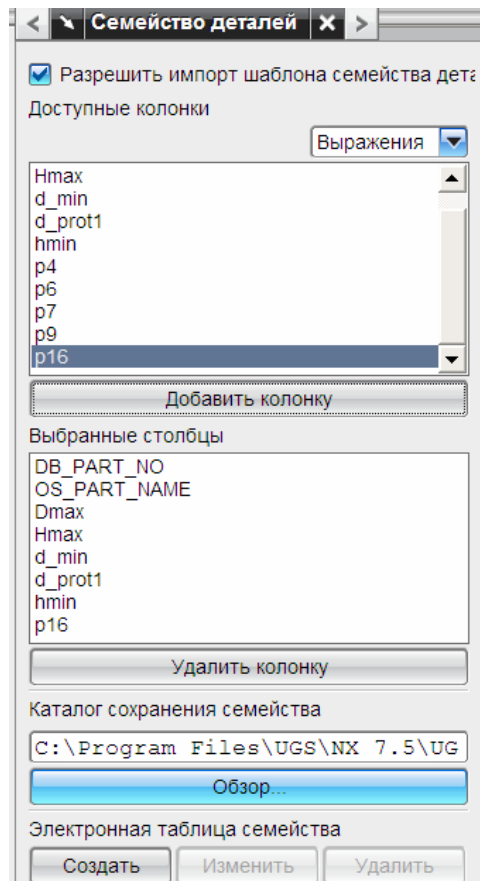


Рис. 1.108. Промежуточный результат выполнения предыдущей операции

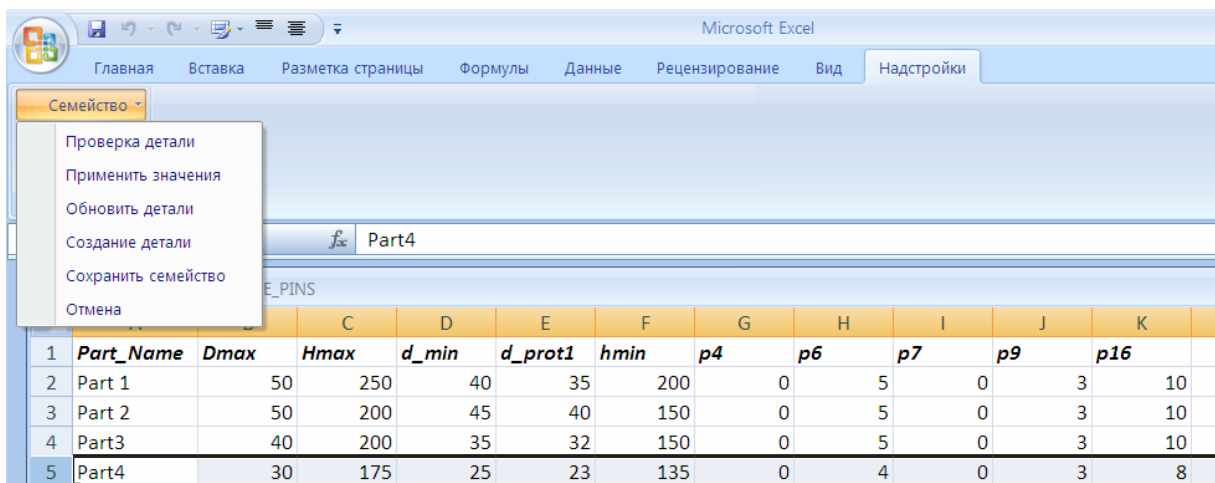


Рис. 1.109. Второй этап – проверка созданного семейства и построение детали Part 4

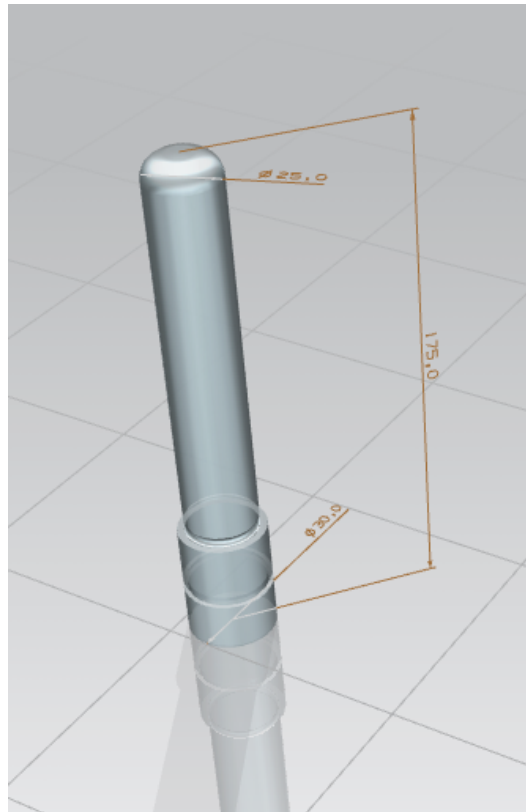


Рис. 1.110. Результат построения детали Part 4 в соответствии с семейством деталей

Предварительно созданные таблицы Excel, ассоциативные с типовыми деталями штампов широко применяются также для генерирования ГОСТ и нормалей на крепежные изделия и другие детали, употребляемые в штампах: элементы пневмоарматуры и гидроаппаратуры, фиксаторы, пружины и др.

Базы данных деталей штампов позволяют сократить время проектирования штампов на 15–20 %.

Наибольший эффект достигается созданием и применением параметризованных шаблонов штампов.

1.4.2. Способы разработки электронных моделей рабочих инструментов штампа

ЭМ рабочих элементов штампов разрабатываются по аналогичным методам, так же как все остальные детали штампов.

Но моделирование рабочих поверхностей инструментов обладает рядом особенностей, которые надо соблюдать.

Рабочие поверхности пуансонов и матриц, предназначенных для листовой штамповки, во многих деталях повторяют друг друга. Но между ними есть отличия, которые относятся к значениям радиуса закруглений.

Поэтому в программных продуктах, ориентированных на моделирование объектов и процессов листовой штамповки, обычно разделяют такие понятия, как поверхность инструмента, выполненная по пуансону, и поверхность инструмента, спроектированная по матрице.

Рассмотрим процесс формирования рабочих поверхностей ЭМ пуансона и матрицы операции гибка – формовка для детали «Держатель» (рис. 1.111).

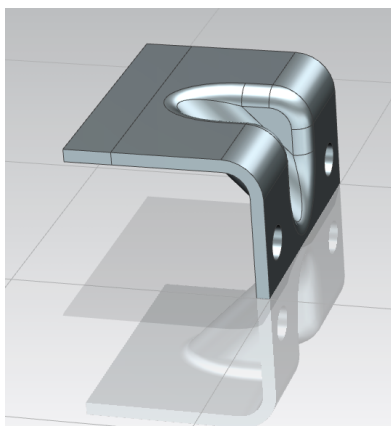


Рис. 1.111. Держатель

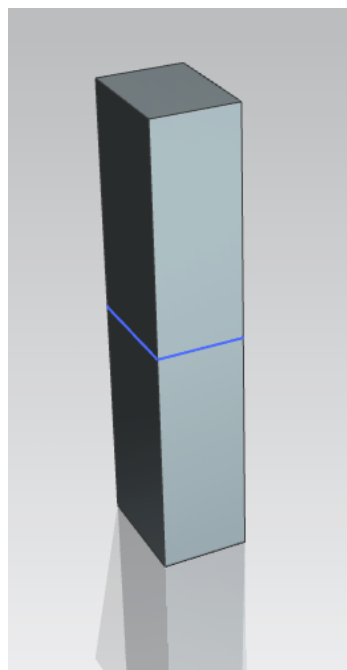


Рис. 1.112. Заготовка

Создадим ЭМ заготовки, которая охватывает тело детали. Направление наибольшего ребра совпадает с направлением перемещения пуансона (рис. 1.112).

Следующим шагом будет выделение поверхностей, соответствующих пуансону и матрице. Для этого используем опцию **Выделить тело...** (рис. 1.113).

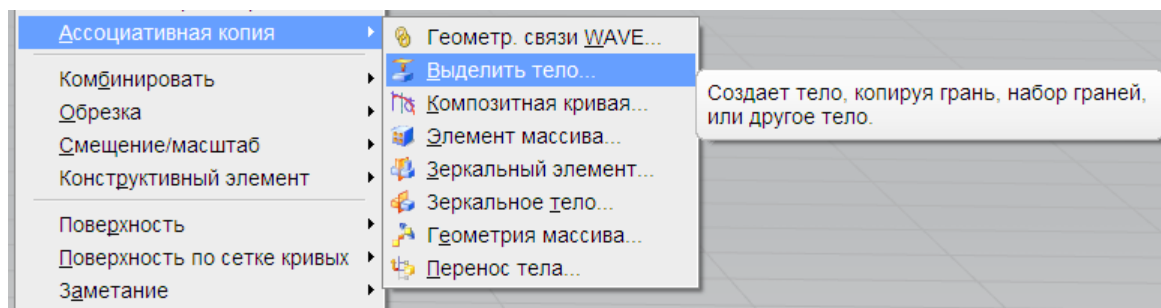


Рис. 1.113. Команда **Ассоциативная копия** меню **Вставить**

В результате появятся две поверхности: поверхность пуансона и поверхность матрицы (рис. 1.114).

После выполнения обрезки предварительно созданной заготовки (рис. 1.112) и окончательного моделирования тела пуансона и матрицы получим ЭМ инструментов (рис. 1.115).

С целью снижения трудоемкости проектирования типовых, унифицированных инструментов для одноугловой гибки V-образных деталей с короткими полками можно создавать такие ЭМ пуансонов и матриц, которые могли бы быть перестроены в зависимости от толщины детали S , угла изгиба φ_i детали.

Они должны учитывать возможное пружинение детали после изгиба. Компенсация пружинения производится изменением угла изгиба φ_i на величину угла пружинения δ_{φ_i} .

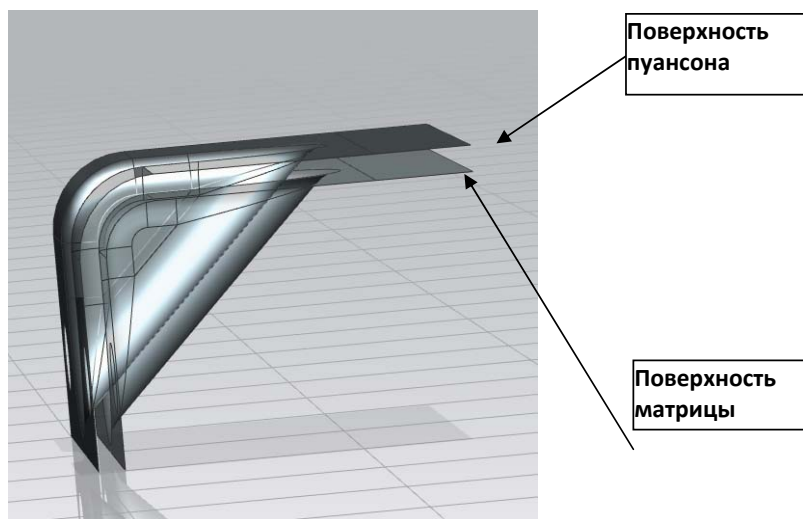


Рис. 1.114. Поверхности пуансона и матрицы

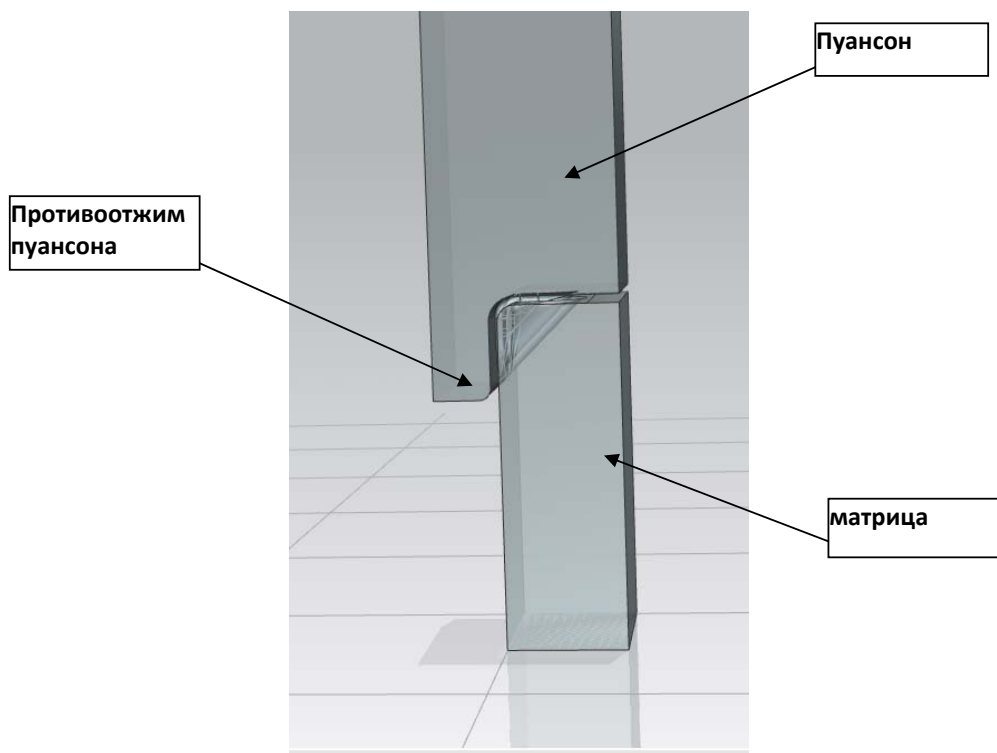


Рис. 1.115. ЭМ матрицы и пуансона для операции Гибка-формовка изготовления детали «Держатель»

Конструкция должна быть технологичной и отвечать требованиям опытной эксплуатации, т. е. должны выполняться эмпирические зависимости между толщиной детали и радиусами закруглений пуансона и матриц [6] (рис. 1.116):

$$R_m = (0,6 \dots 0,8) (r + S); \quad r_m = (2 \dots 3) S,$$

где R_m – центральный радиус закругления матрицы; r – радиус закругления пуансона; r_m – боковые радиусы закруглений матрицы.

Решение этой задачи может быть выполнено с помощью разработки параметризованных ЭМ пуансона и матрицы на основе выражений (аналитических уравнений взаимосвязи размеров деталей).

Изменение параметров модели позволяет получать новые модификации инструментов для конкретных материалов и конфигураций изделий, минуя все длительные по времени процедуры построения моделей.

Последовательность создания таких пуансонов и матриц покажем на основе разработки гибридных параметрических моделей.

На первом этапе выполняется эскиз пуансона (рис. 1.116).

Вторым этапом выполняется создание выражений (рис. 1.117).

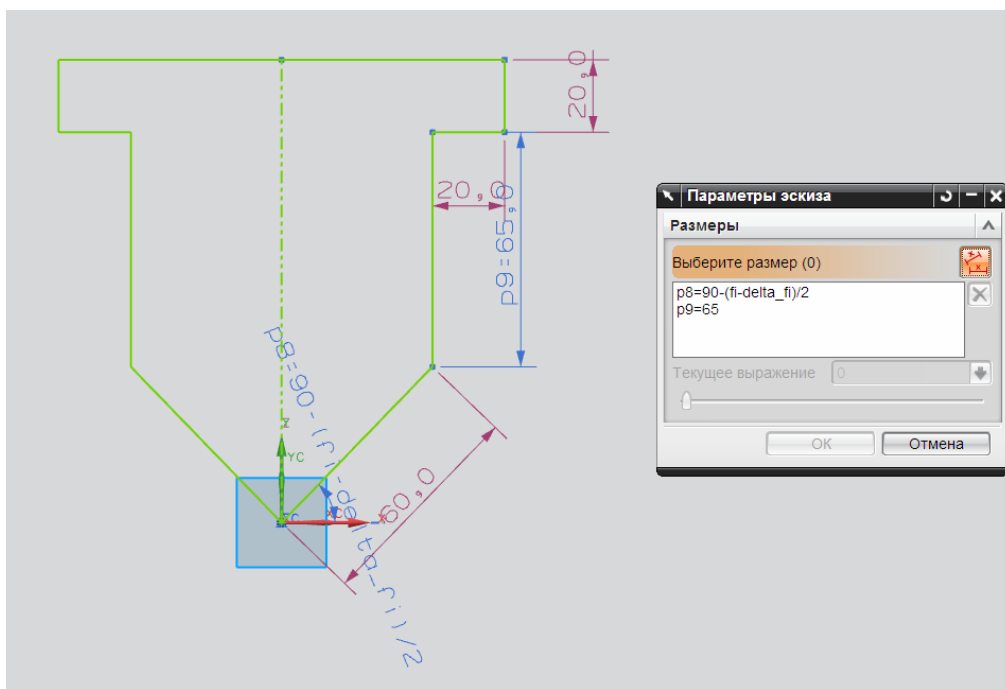


Рис. 1.116. Эскиз пуансона

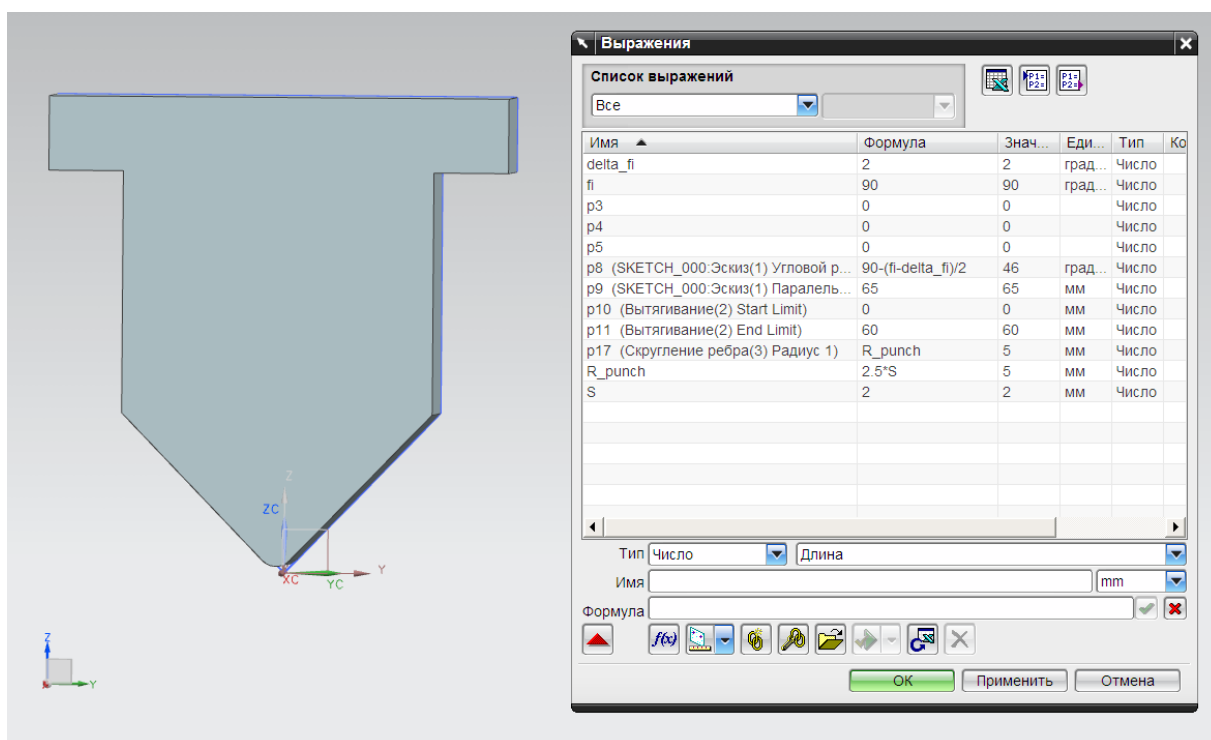


Рис. 1.117. Разработка выражений

Полученные выражения устанавливают соотношения взаимосвязи между размерами пуансона, параметрами материала и конфигурацией изделия.

На третьем этапе разрабатывается эскиз матрицы (рис. 1.118).

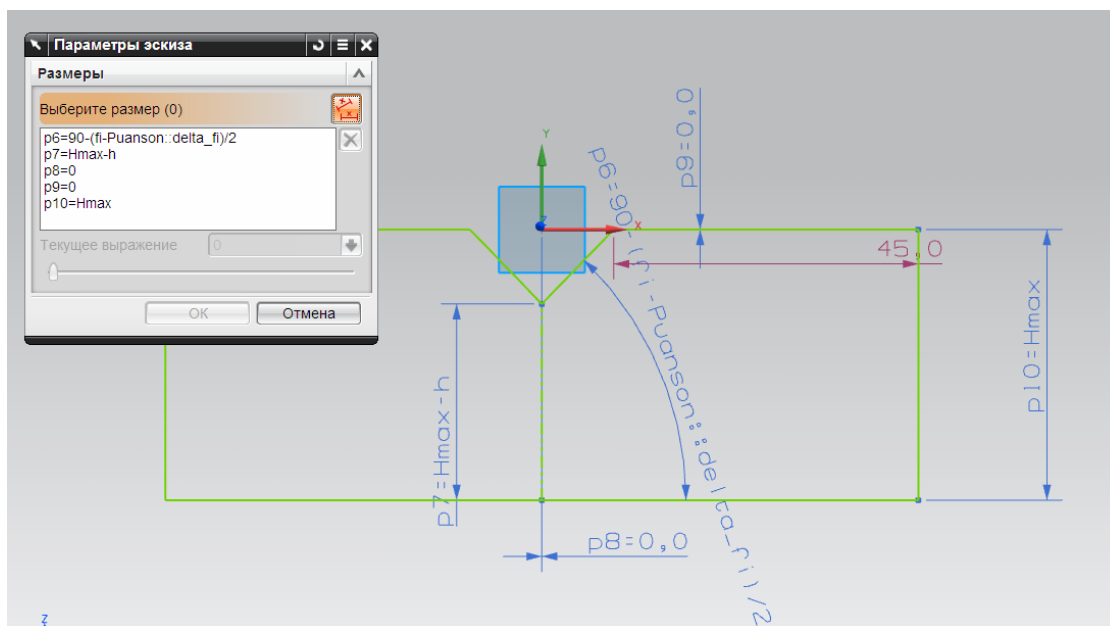


Рис. 1.118. Эскиз матрицы

На четвертом этапе устанавливаются взаимосвязи между параметрами изделия, материала, пуансона и матрицы (рис. 1.119).

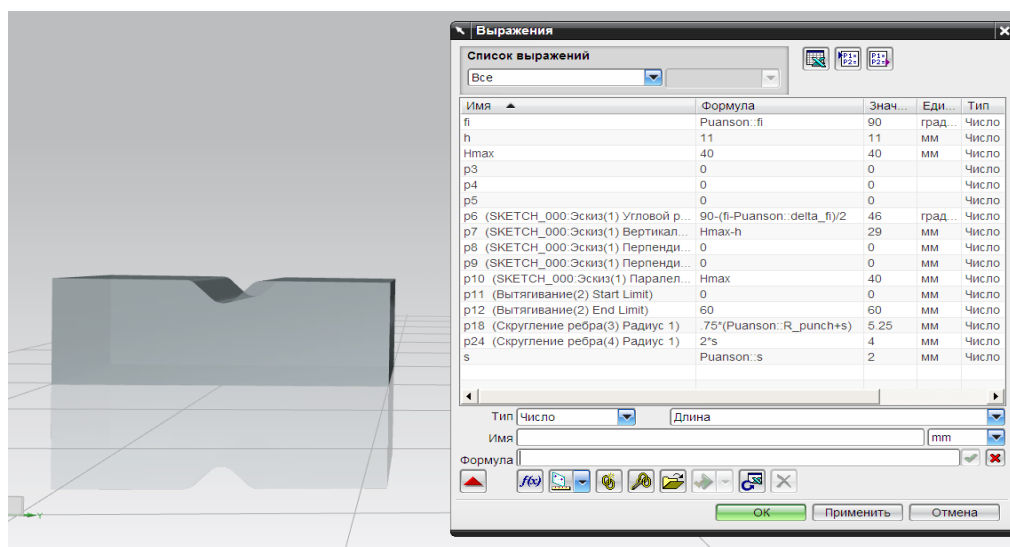


Рис. 1.119. Выражения матрицы

Величины размеров матрицы и пуансона должны изменяться синхронно с изменением формы детали. В качестве «родителя» в этой сборке выступает пуансон.

ЭМ инструментов находятся в отдельных файлах с именами Puanson.prt и Matrica.prt.

Размеры матрицы отслеживают изменение размеров пуансона посредством выражений, которые записывают в виде $F_i = \text{Puanson}:: F_i$, где F_i – угол матрицы, на-

ходящейся в левой части выражения; Puanson:: Fi – угол пуансона, расположенный в правой части выражения.

Здесь Puanson:: указывает на имя файла «родителя», откуда получено значение величины, т. е. эта часть выражения выполняет роль указателя.

Аналогично построены и другие выражения.

Представим на рис. 1.120 инструменты для двух углов Fi – 70 и 90°.

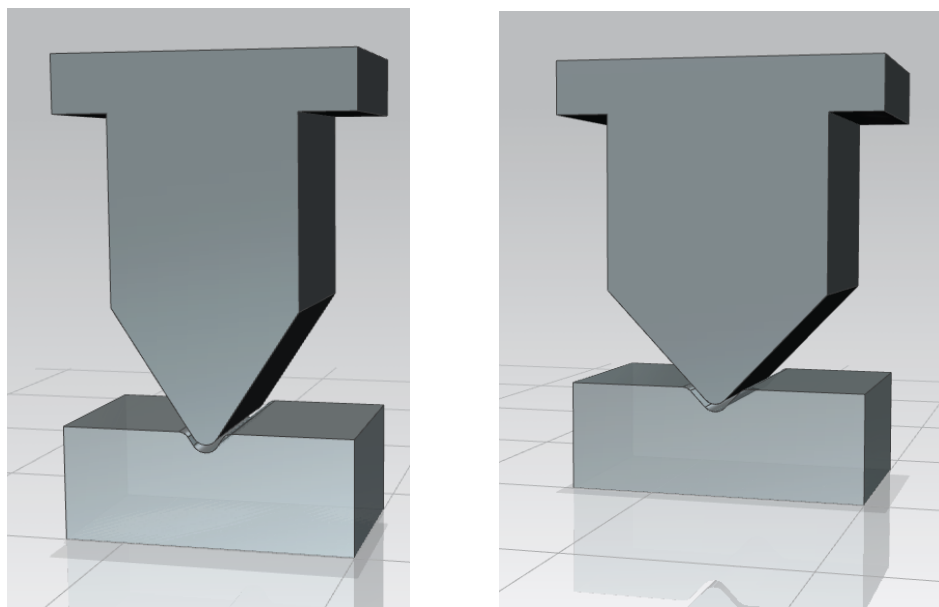


Рис. 1.120. Вид инструментов – угол 70 и 90°

Такие параметрические модели позволяют ускорить процесс проектирования.

1.4.3. Основные понятия модуля Сборки NX PLM SOFTWARE

Модуль **Сборки** используется для разработки ЭМ различных устройств – сборочных единиц, в том числе и штампов для листовой штамповки.

Структура файловой системы сборки обязательно содержит главный файл сборки, который хранит указатели на файлы компонентов и файлы подборок и он не имеет данных геометрии ЭМ [1; 2; 3; 4; 5].

Структура файловой системы сборки также содержит и файлы компонентов, которые и хранят сведения о геометрии ЭМ.

Каждый указатель на часть сборки называется **компонентом**.

Файл, содержащий ЭМ детали, называется **файлом компонента**.

Файловая структура сборки может включать и файлы подборок, они содержат указатели на файлы компонентов подборок.

В качестве примера рассмотрим файловую структуру сборки блока штампа для листовой штамповки (рис. 1.121).

Сборка блока штампов представлена на рис. 1.122, подборка узла направления – на рис. 1.123.

Файлы компонентов сборки приведены на рис. 1.124, 1.125, 1.126, 1.127.

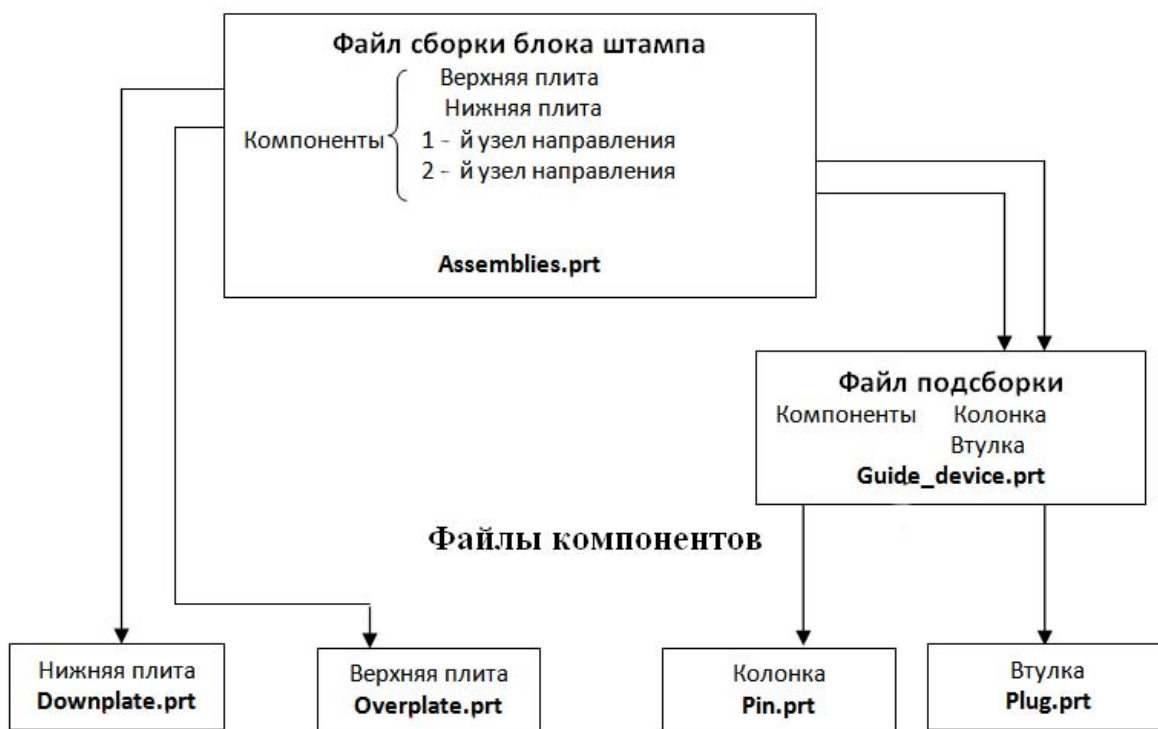


Рис. 1.121. Схема файловой структуры

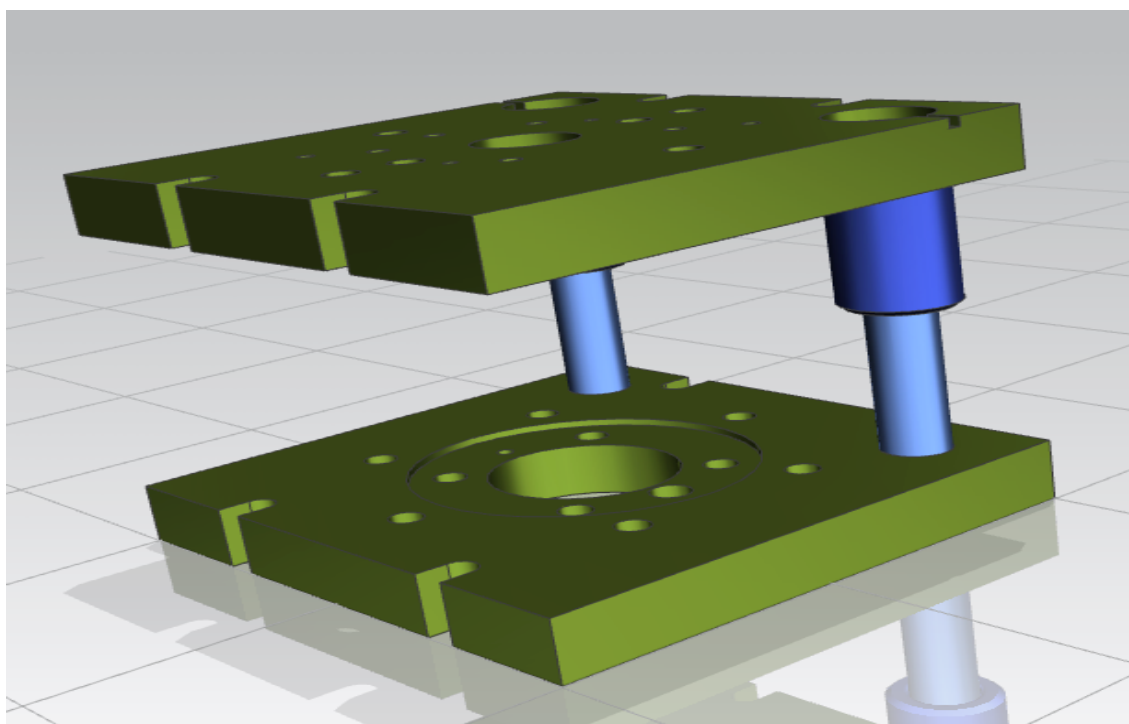


Рис. 1.122. Сборка Блок штампов – Assemblies.prt

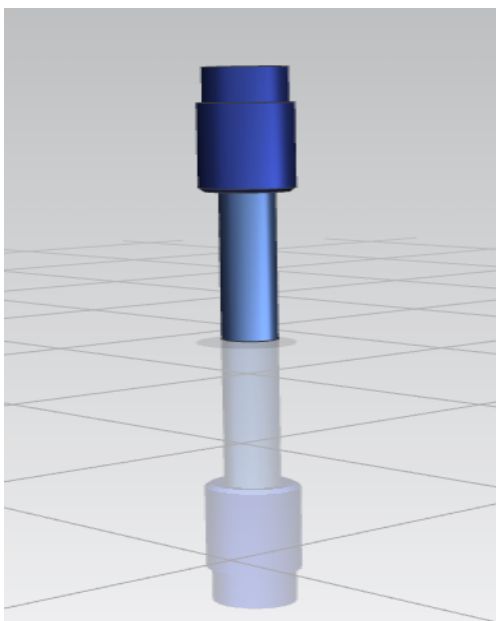


Рис. 1.123. Подборка узла направления Guide_device.prt

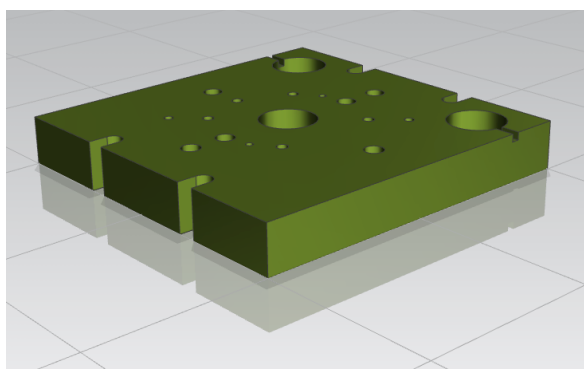


Рис. 1.124. Деталь «Плита верхняя» – Overplate.prt

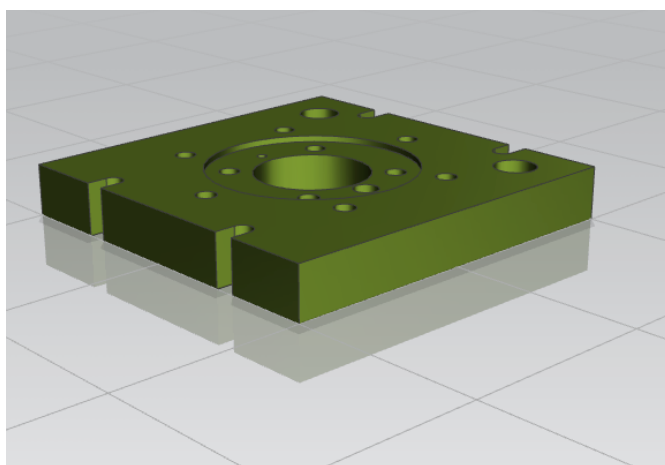


Рис. 1.125. Деталь «Плита нижняя» – Downplate.prt

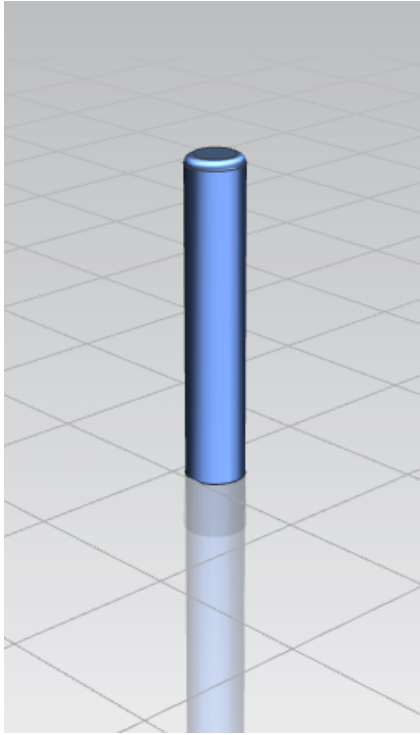


Рис. 1.126. Деталь «Колонка»

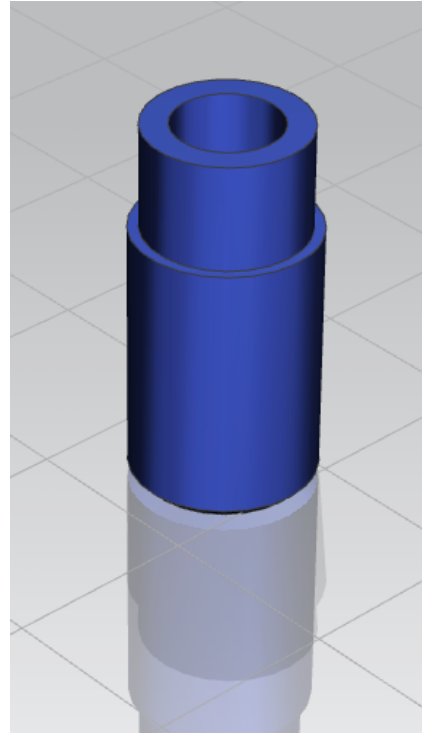


Рис. 1.127. Деталь «Втулка»

Проектирование в модуле **Сборки** может осуществляться по трем технологиям:

- Метод *снизу – вверх* начинается с разработки ЭМ деталей сборки, которые можно создавать в приложении **Моделирование**. После получения ЭМ всех деталей приступают к их сборке в приложении **Сборки**.

- Метод *сверху – вниз* отличается тем, что детали непосредственно создаются в приложении **Сборки**. Это позволяет учесть взаимные связи между компонентами сборки и проводить параметризацию на уровне ассоциации (связи) геометрических объектов ЭМ отдельных компонентов.

- **Комбинированный** метод предполагает использование и метода «снизу – вверх», и метода «сверху – вниз».

При наличии корректных ассоциативных связей между компонентами сборок можно ускорить процесс изменений и исправлений конструкции устройства, так как изменение в геометрии одной из деталей приводит к коррекции геометрии других деталей, которые имеют ассоциативные связи.

Ассоциативность между ЭМ сборок устройств и чертежами, выполненными в модуле **Черчение**, соблюдается по умолчанию. Это важное качество позволяет предотвратить возможные ошибки при изменении ЭМ компонентов.

В приложении **Сборки** файл компонента сборки может иметь различный статус, который влияет на возможности работы с ним.

Состояния файла компонента сборки

- **Загруженная деталь** – состояние загрузки ЭМ компонента в приложение **Сборки**. Выделяют три состояния при загрузке: полностью загруженный, частично загруженный и незагруженный файл.

- **Рабочая деталь** – файл компонента, для которого в приложении **Сборки** можно производить изменения геометрии или другие действия. Он «подсвечивается» на фоне

других деталей сборки или сохраняет свою окраску. Рабочей деталью могут быть файлы и сборки, и подборок.

• **Отображаемая деталь** – файл компонента [или файлы компонентов (подборка)], представленный в графическом окне, является рабочим.

Примеры статуса файлов компонентов сборки в Навигаторе сборки

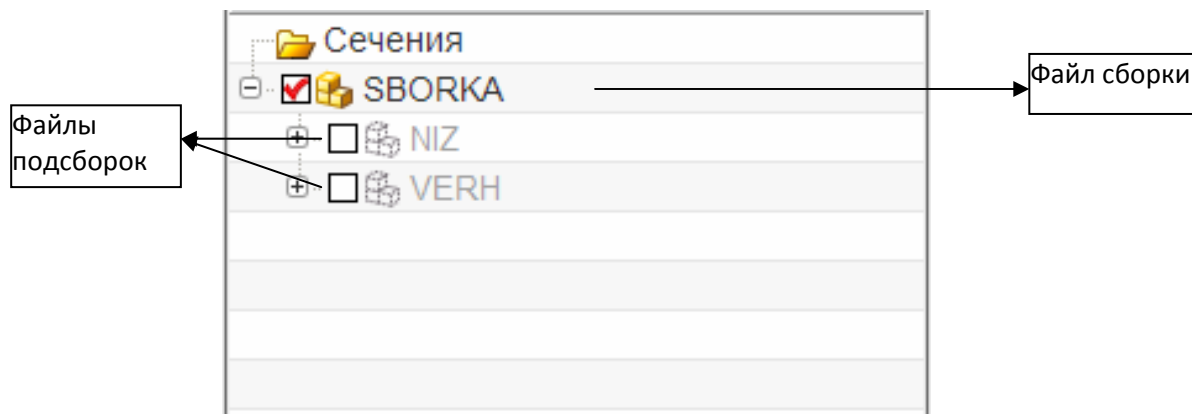


Рис. 1.128. Дерево файлов сборки SBORKA

1. Файлы компонентов сборки не загружены – нет галочки в квадратах. Загружена только структура сборки – компоненты (указатели), а файлы ЭМ компонентов не подгружены (рис. 1.128).

2. Файлы загружены, но скрыты, т. е. изображение их не показано (рис. 1.129).

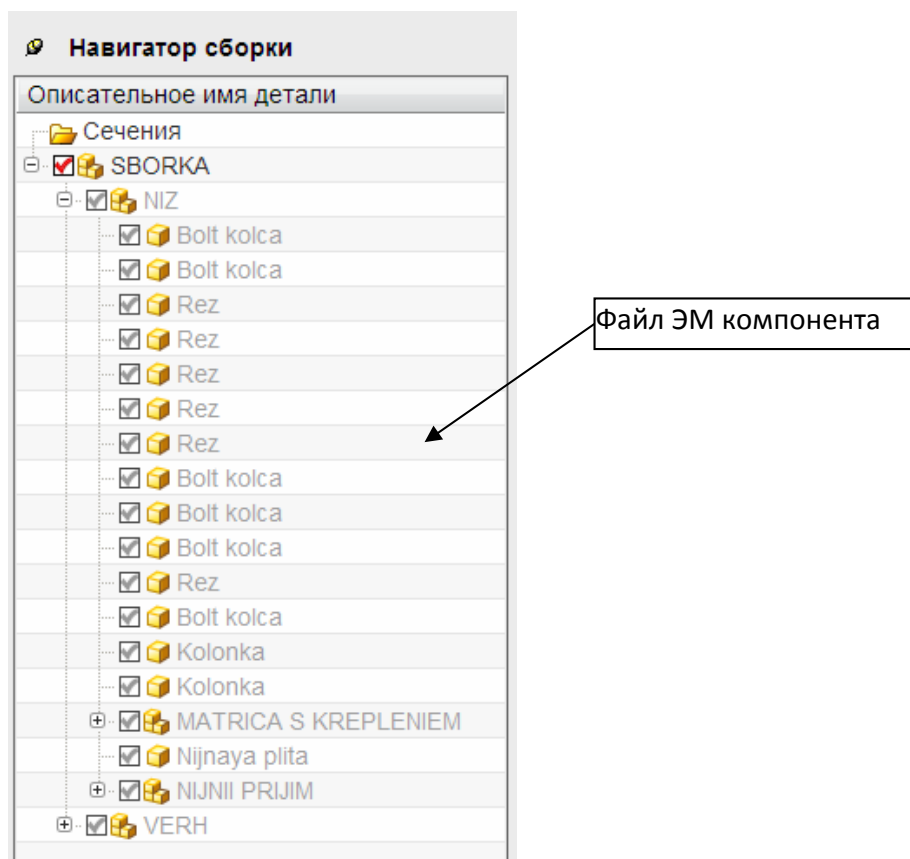


Рис. 1.129. Навигатор сборки

3. Все файлы компонентов загружены и показаны, кроме под сборки VERH (рис. 1.130).

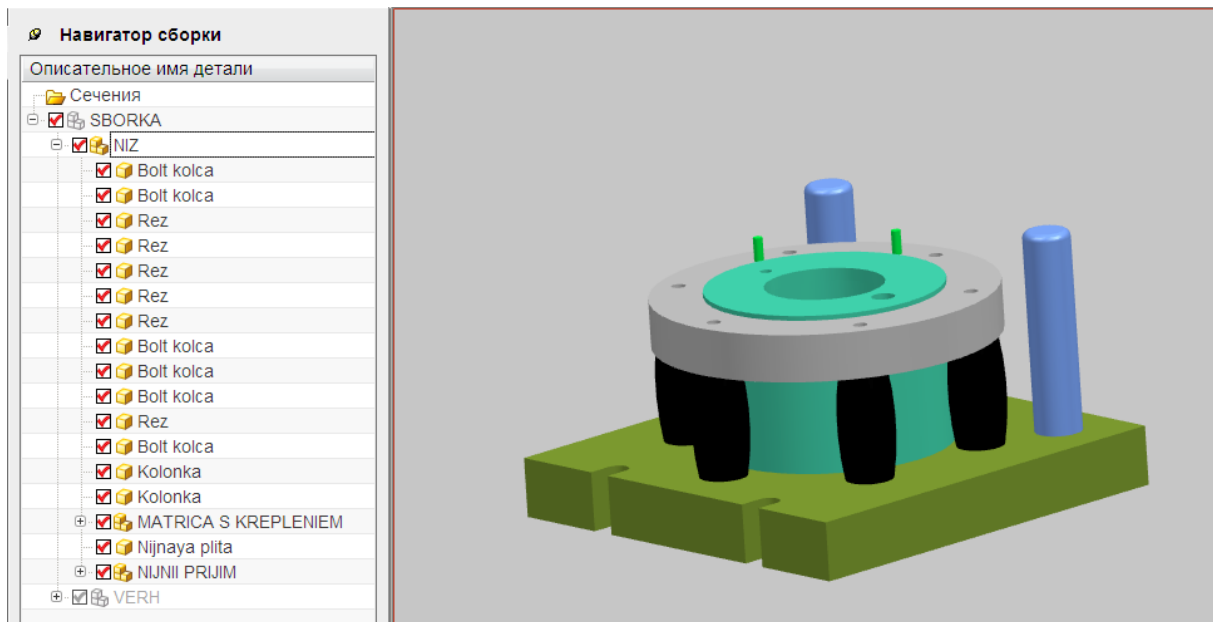


Рис. 1.130. Навигатор сборки

4. Файл компонента Nijnaya plita в состоянии «Рабочая деталь» (рис. 1.131).

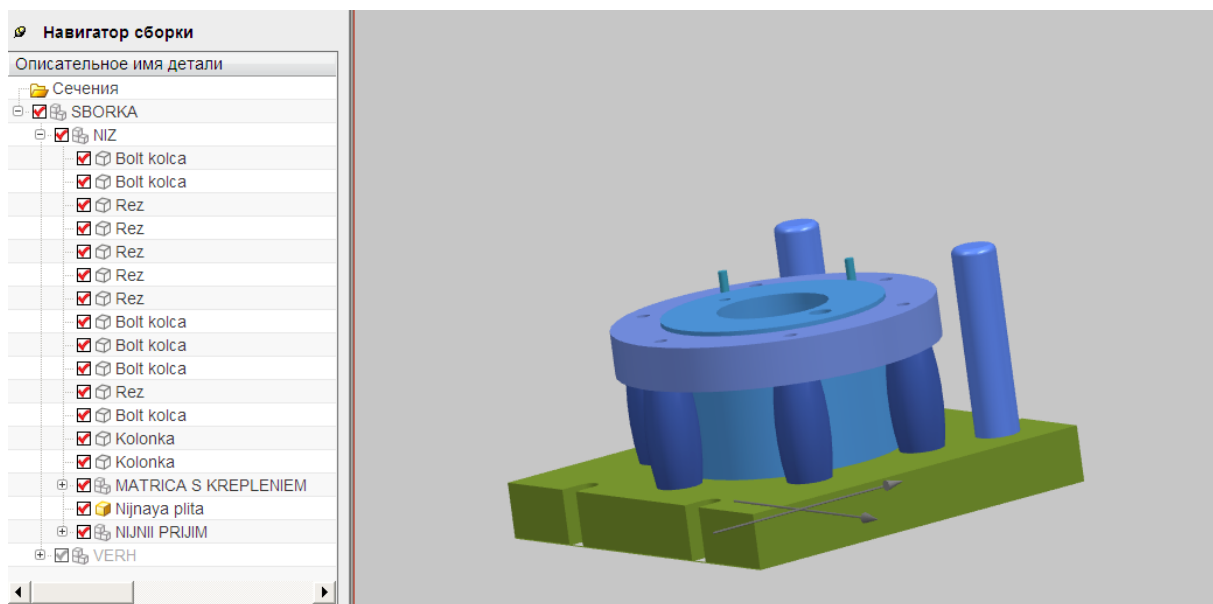


Рис. 1.131. Рабочая деталь – компонент Nijnaya plita

5. Файл компонента Nijnaуa plita в состоянии «Отображаемая деталь» (рис. 1.132).

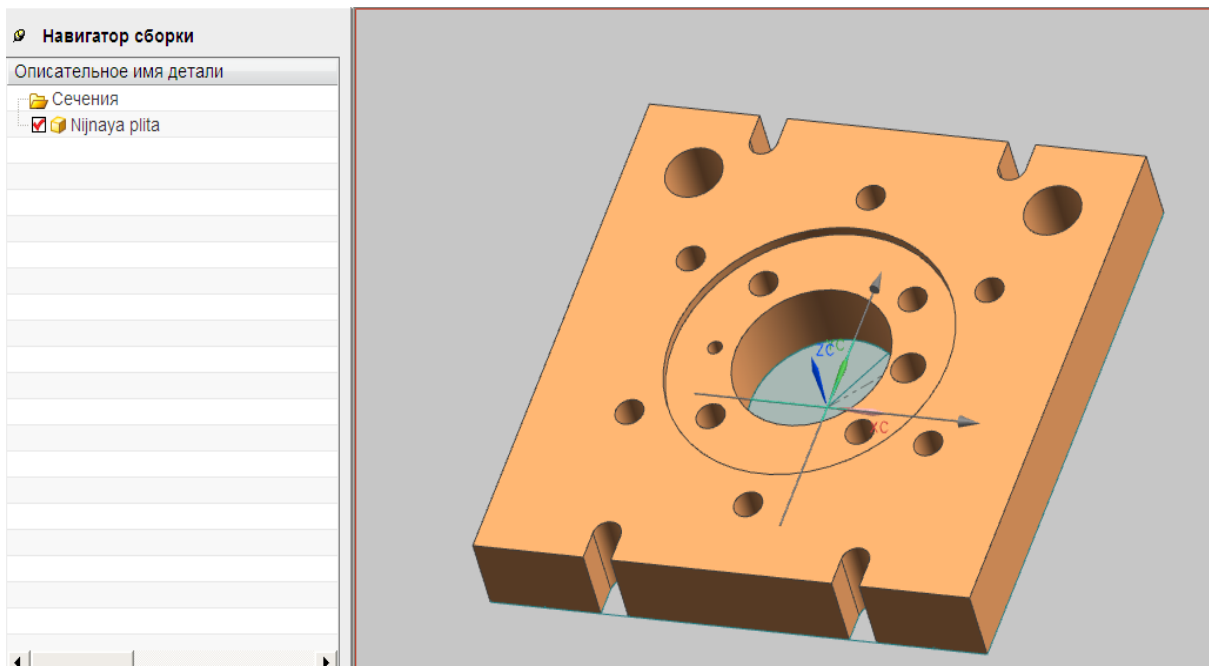


Рис. 1.132. Отображаемая деталь – компонент Nijnaуa plita

Ссылочный набор – это геометрические данные модели, которые используются для ее визуализации на экране. Ссылочный набор данных может определяться пользователем и управление визуализацией модели может происходить на основе стандартных наборов, таких как **Модель**, **Вся деталь**, **Пустой**.

Например, при выборе опции **Ссылочный набор** в качестве стандартного набора **Модель** на сборке визуализируются только модели тел, при выборе опции **Вся деталь** наряду с моделью появятся дополнительные элементы построений, при выборе опции **Пустой** компонент не будет вообще показан на экране.

1.4.4. Методы работы со сборками штампов

Разнообразие приемов и методов работы со сборками ставит довольно сложную задачу выбора из них наиболее актуальных способов и описание работы с их помощью.

В практике работы с существующими сборками штампов довольно часто появляются задачи изменения конструкции штампа для листовой штамповки.

Эта необходимость возникает в случае:

- проектирования штампа листовой штамповки методом сверху – вниз;
- исправлений и внесений корректировок в конструкцию штампа в процессе его проектирования;
- изменения технологии и ЭМ штампуемых изделий;
- использования типовых штампов для разработки новой оснастки;
- проектирования нового штампа на основе существующей оснастки.

Для существующей сложной сборки штампа эти операции могут привести к негативным последствиям.

В этих случаях полезным приемом будет являться метод проектирования штампа в контексте сборки.

Рассмотрим процесс работы в контексте сборки – изменения рабочего инструмента штампа и тех деталей штампа, которые также должны изменить свою форму. Эта операция будет выполнена для типового штампа для вырубki заготовки (рис. 1.133).

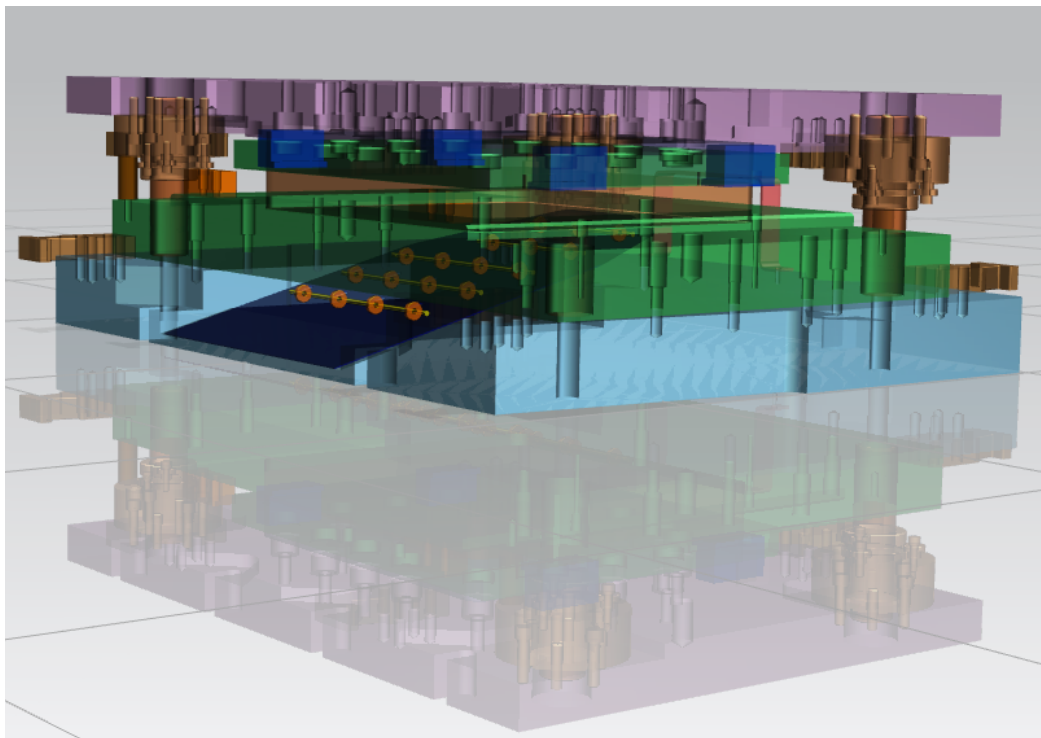


Рис. 1.133. Штамп для вырубki заготовок

Предварительно в **Навигаторе сборки** раскроем все компоненты в иерархическом дереве сборки, используя контекстное меню. Для этого устанавливаем курсор мыши на поле списка **Описательное имя детали** и нажимаем на правую клавишу мыши, в результате выплывает контекстное меню **Навигатор сборки** (рис. 1.134).

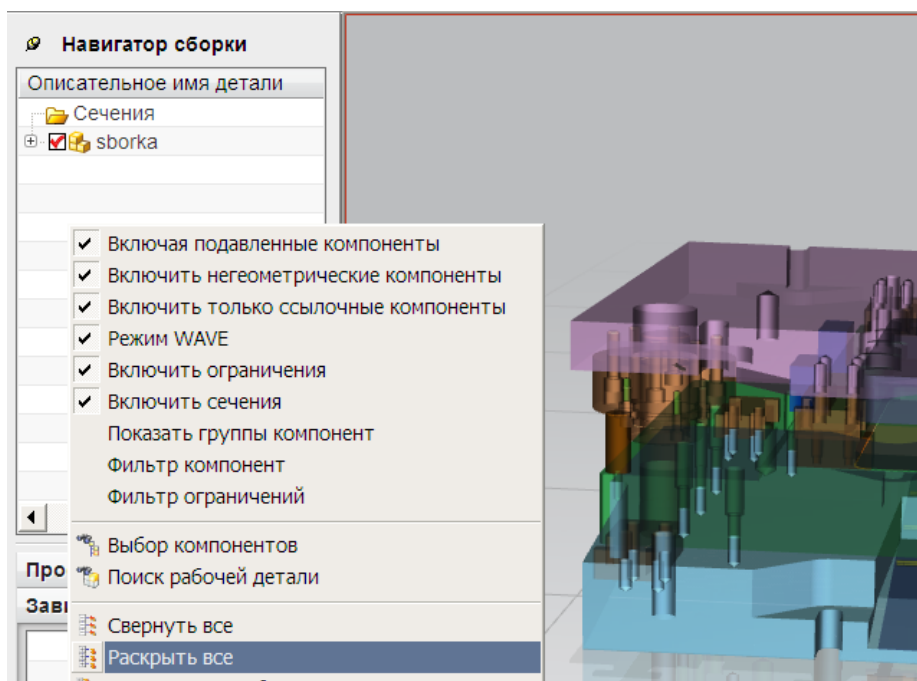


Рис. 1.134. Контекстное меню **Навигатор сборки**

После этого поставим галочки в дереве сборки напротив компонентов, с которыми предстоит работать (рис. 1.135).

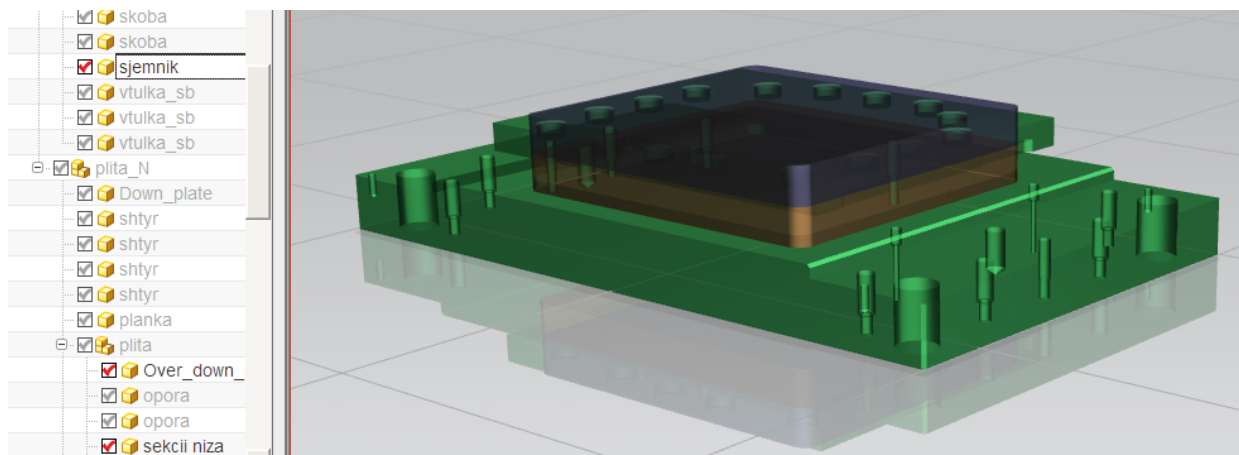


Рис. 1.135. Визуализация компонентов сборки

Определим рабочей деталью саму сборку (рис. 1.136).

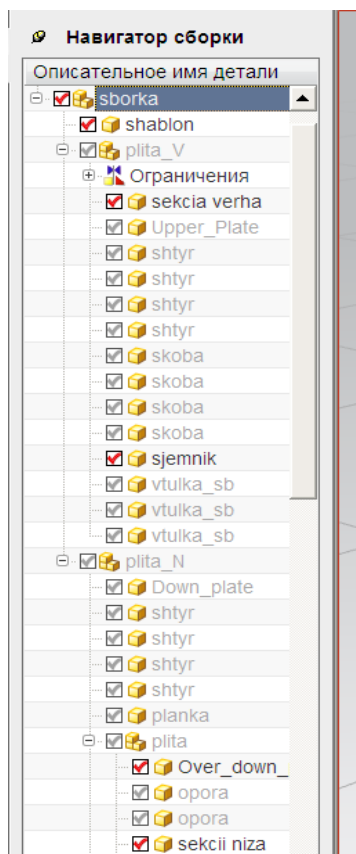


Рис. 1.136. Дерево компонентов файла Sboraka

Работа в контексте сборки проводится с использованием **Редактора геометрических связей WAVE**, его можно вызвать из меню **Вставить** или инструментальной панели **Сборки** (рис. 1.137).

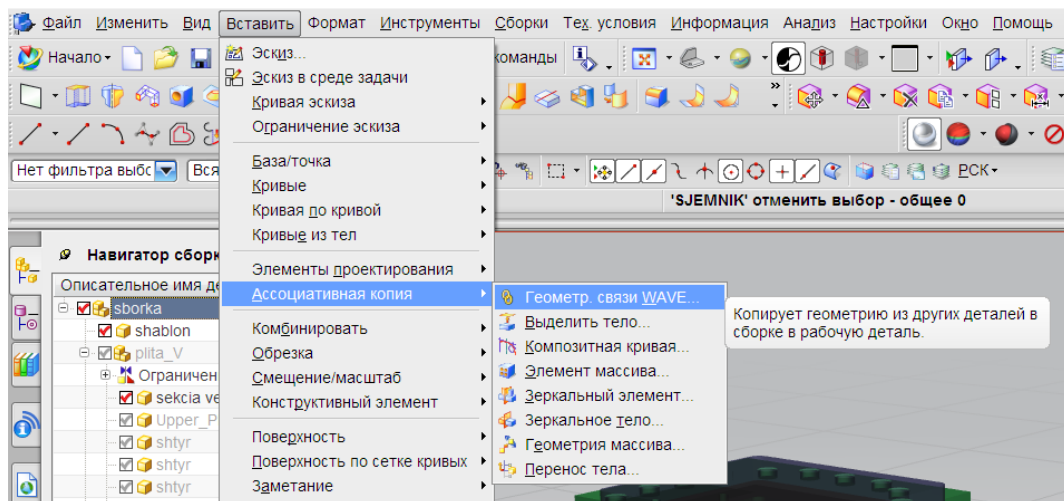


Рис. 1.137. Выбор меню **Геометрические связи WAVE**

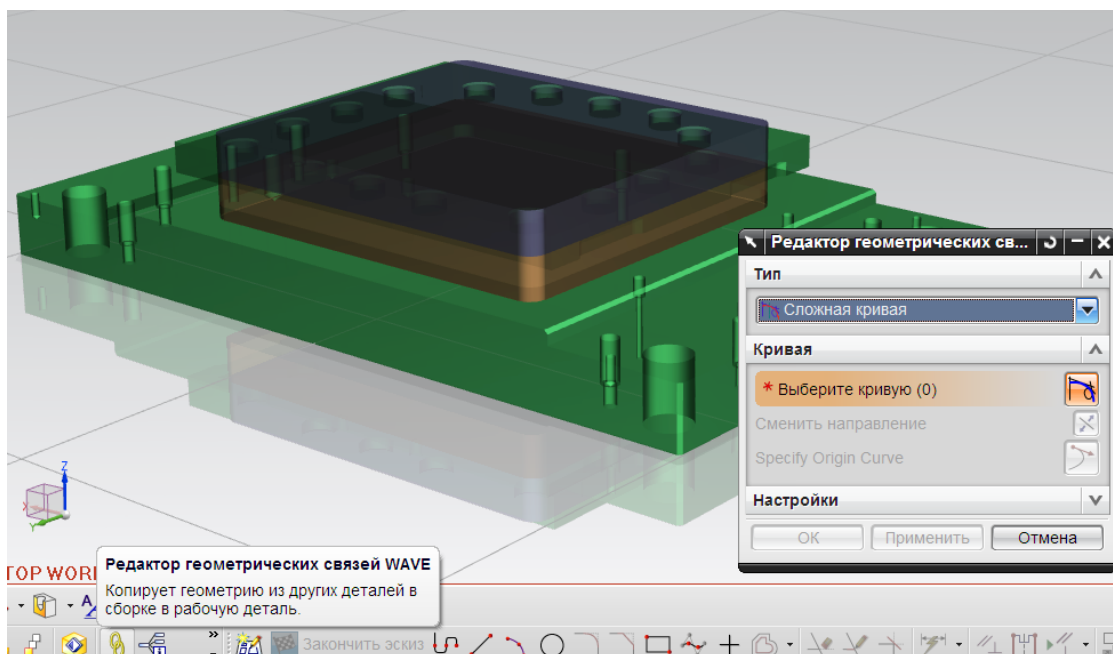


Рис. 1.138. Копирование связанных тел

В результате мы скопировали в файл сборки четыре связанных тела (рис. 1.138), т. е. кроме четырех ЭМ компонентов тел, указанных галочками в файле сборки, появилось четыре тела. Это легко проверить в **Навигаторе сборки** (в нем «погашены» все компоненты) и **Навигаторе детали** (рис. 1.139).

Теперь с созданными, связанными телами (рис. 1.140) можно работать, как с любой ЭМ детали, не забывая, что в исходном состоянии в файле сборки определены четыре твердых, связанных тела.

С целью предотвращения изменений следует блокировать влияние всех действий на связанные тела в сборке.

Для этого вызовем контекстное меню **Навигатор сборки** и, выбрав **WAVE**, назначим опцию **Заморозить постоянно** (рис. 1.141).

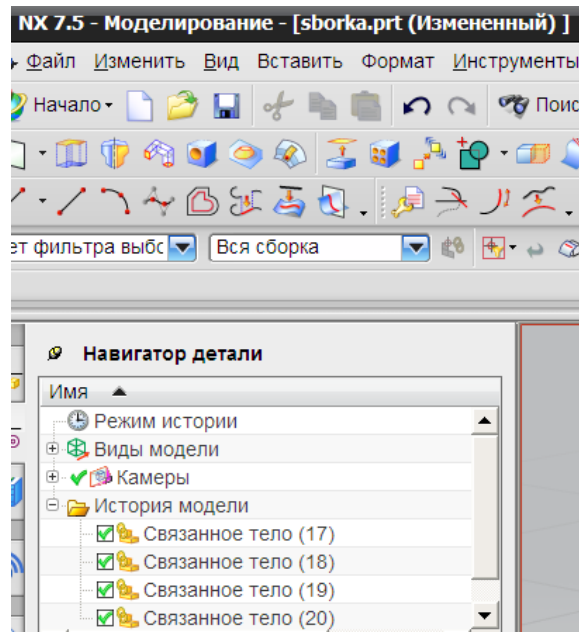


Рис. 1.139. Связанные тела в Навигаторе детали

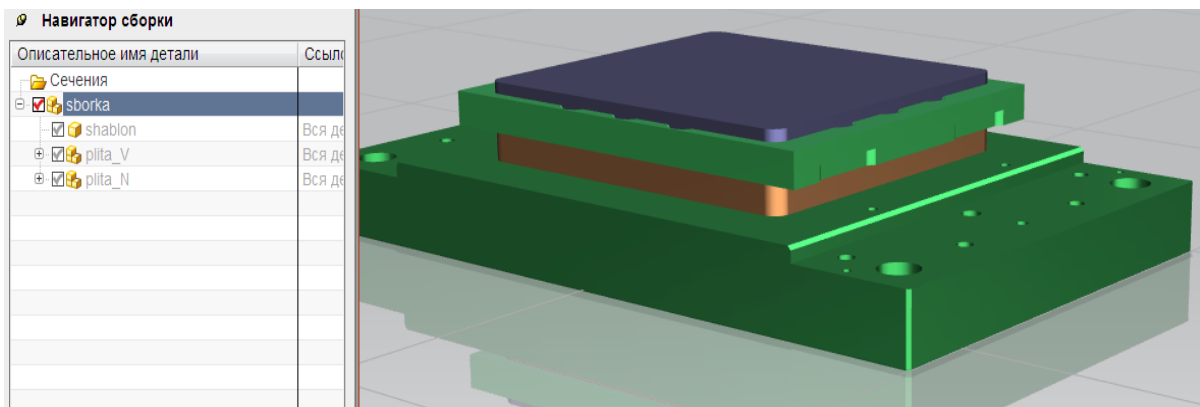


Рис. 1.140. ЭМ связанных тел

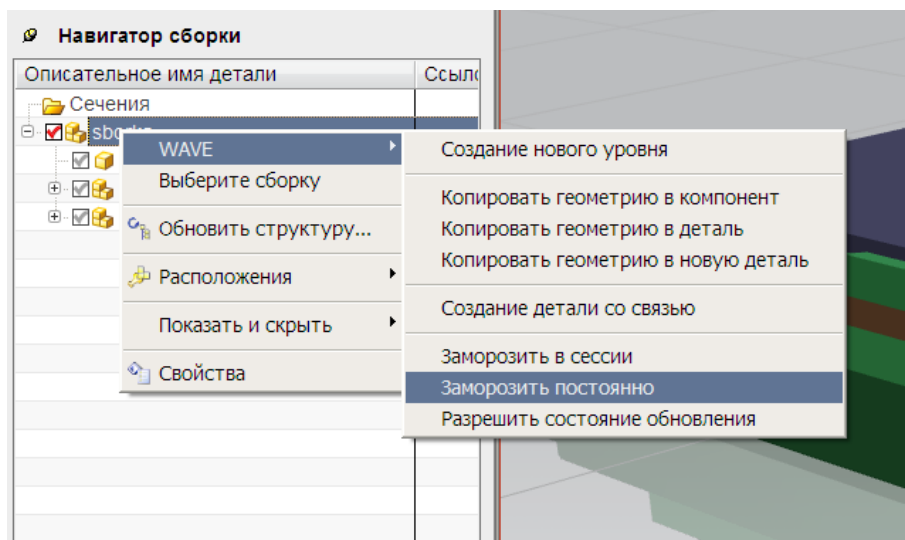


Рис. 1.141. Контекстное меню WAVE

Можно выгрузить файлы компонентов-оригиналов (рис. 1.142), но геометрия «связанных» тел останется.

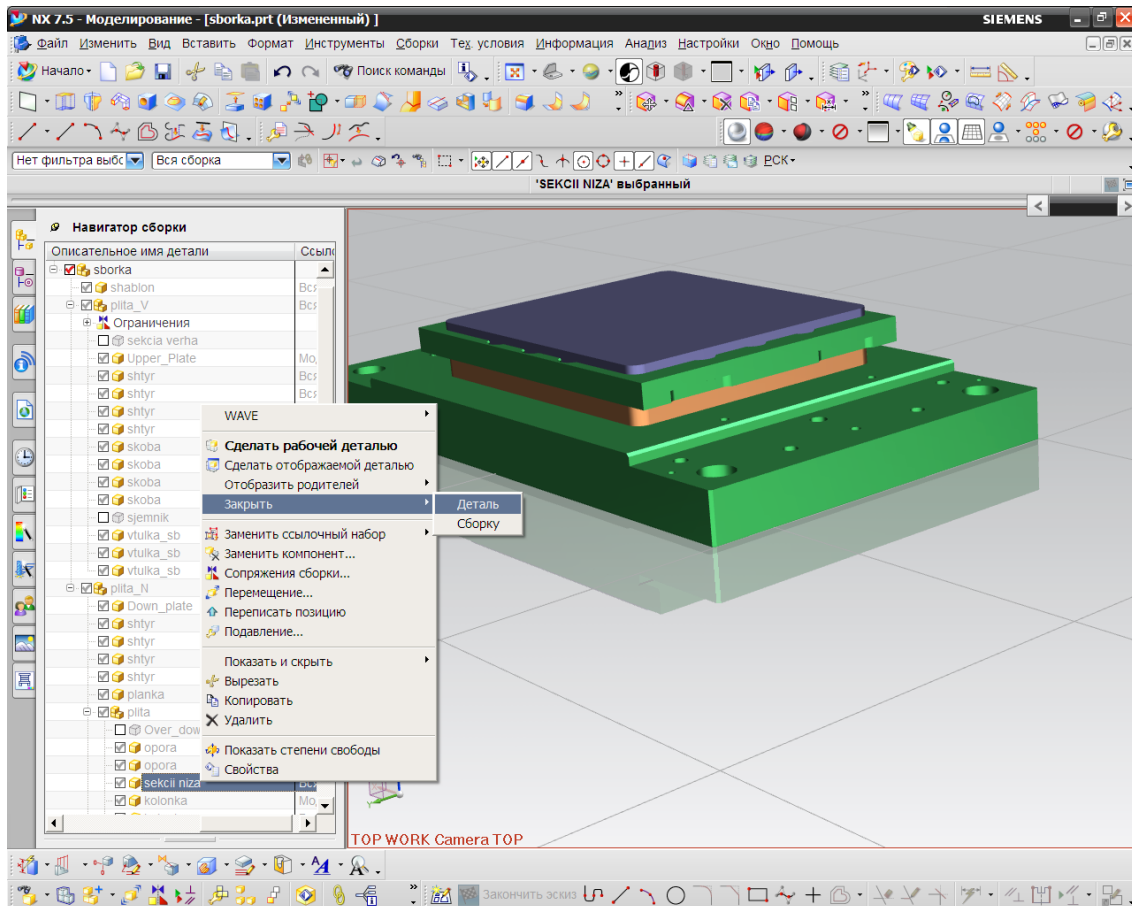


Рис. 1.142. Процедура закрытия файла компонента в сборке

Теперь приступим к редактированию геометрии выбранных деталей, используя возможности приложения **Моделирование**. Для проверки выполненных действий в приложении **Моделирование** можно использовать команду **Показать и скрыть** меню **Изменить**, так как скрытой является визуализация сборки.

В качестве примера был выбран типовой штамп с заготовками секций инструментов пуансонов и матриц, съемника-прижима и опорной плиты.

Покажем, как сформировать на этих заготовках форму рабочего контура инструментов, проем под вырубной пуансон в съемнике-прижиме и отверстие для удаления отходов в опорной плите.

Используем для этих целей эскиз шаблона заготовки (рис. 1.143).

Операцию **Выдавливания** по эскизу проведем с опциями уклона в $1,5^\circ$ для формирования режущей кромки матрицы. Полученное твердое тело матрицы для вырубки заготовки представлено на рис. 1.144.

С помощью эскиза на рис. 1.143 и команды **Выдавливание** получим проемы в деталях съемника – прижима и опорной плиты, также сформируем внешний контур пуансона (рис. 1.145, 1.146, 1.147). Напомним, что получение разных размеров при выполнении команды **Выдавливание** достигается с помощью опции **Смещение** в окне команды **Выдавливание**.

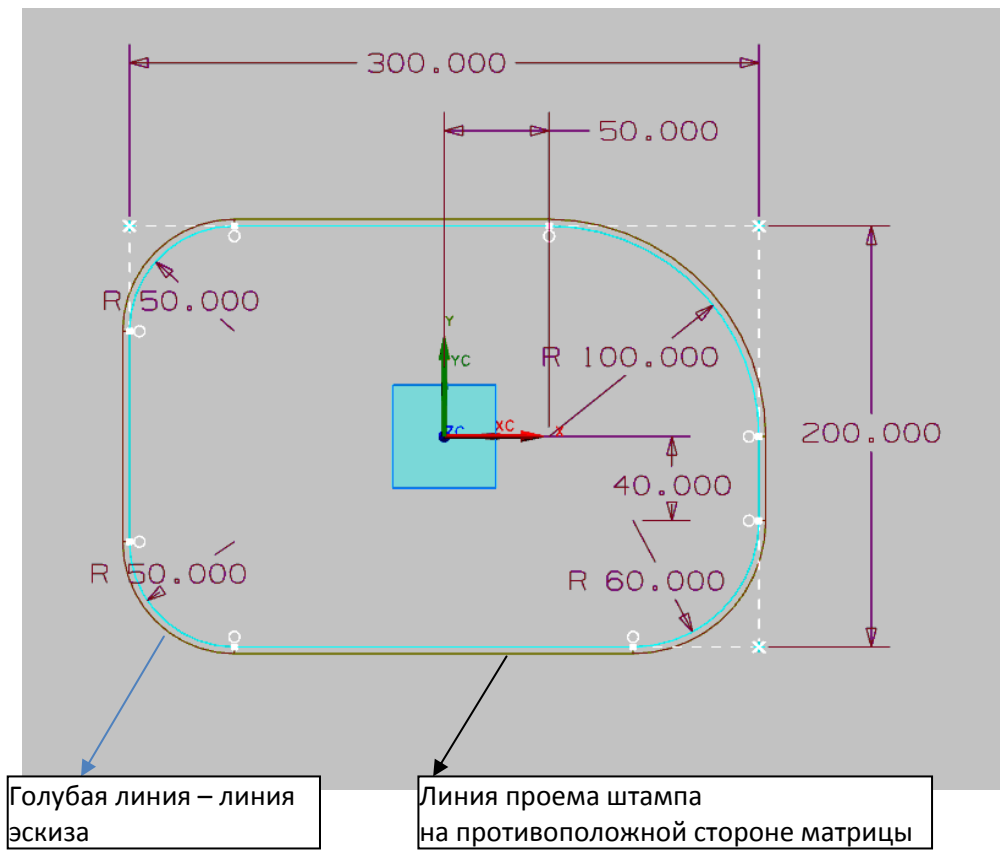


Рис. 1.143. Эскиз шаблона

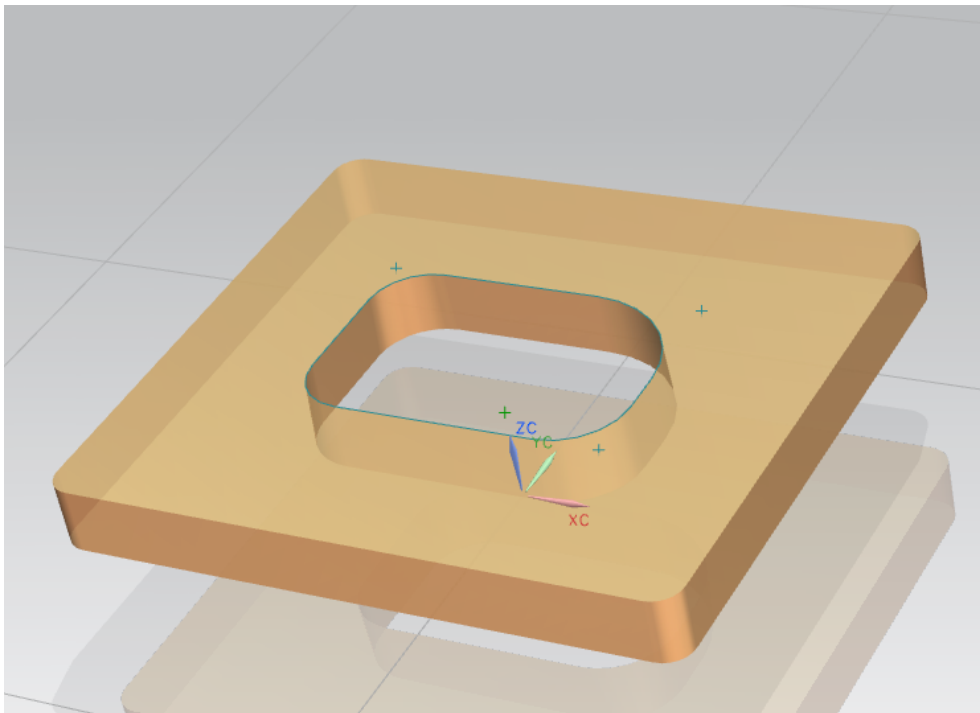


Рис. 1.144. Матрица

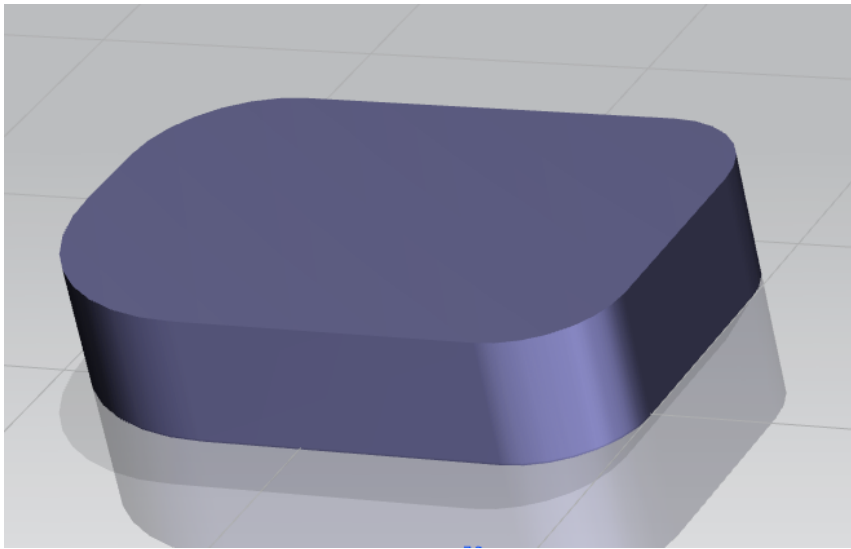


Рис. 1.145. Пуансон

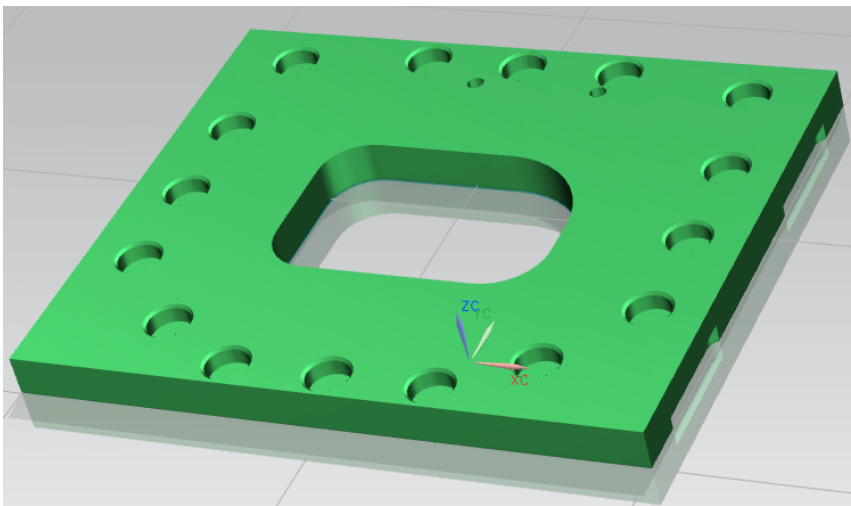


Рис. 1.146. Плита съемника-прижима

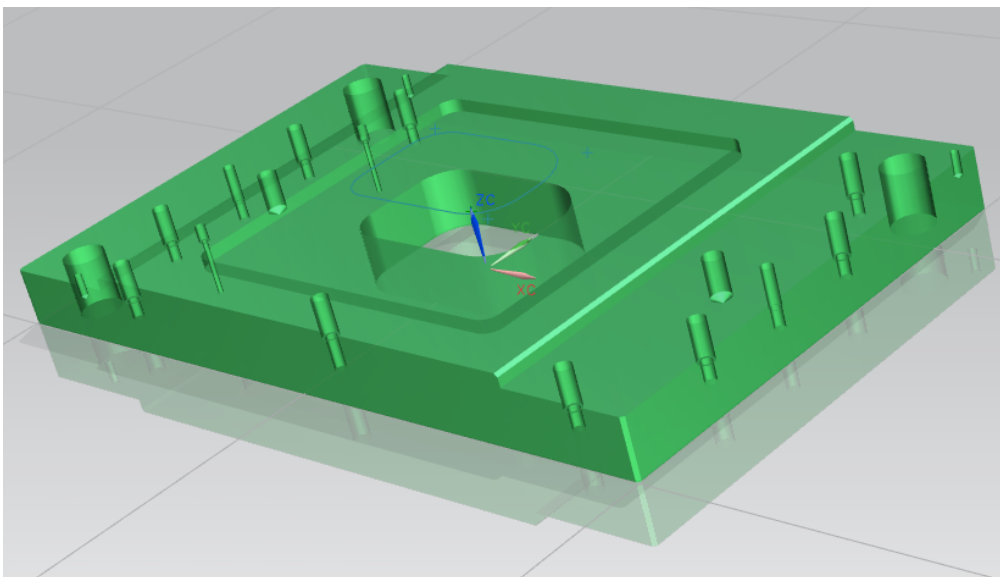


Рис. 1.147. Опорная плита

Для завершения работы необходимо **Разморозить сборку**, т. е. открыть все возможности работы со сборкой.

Все ассоциативные связи сохранились, и их можно будет применять для дальнейшей работы, например обработки.

Надо помнить о том, что изменение родительских ЭМ сборки будет приводить к изменениям и созданных связанных тел.

Если потребуется сохранить сборку с вновь разработанными деталями, придется разорвать ассоциативные связи и произвести замену существующих компонентов сборки на вновь созданные.

Результаты выполненной работы представим на рис. 1.148 и 1.149.

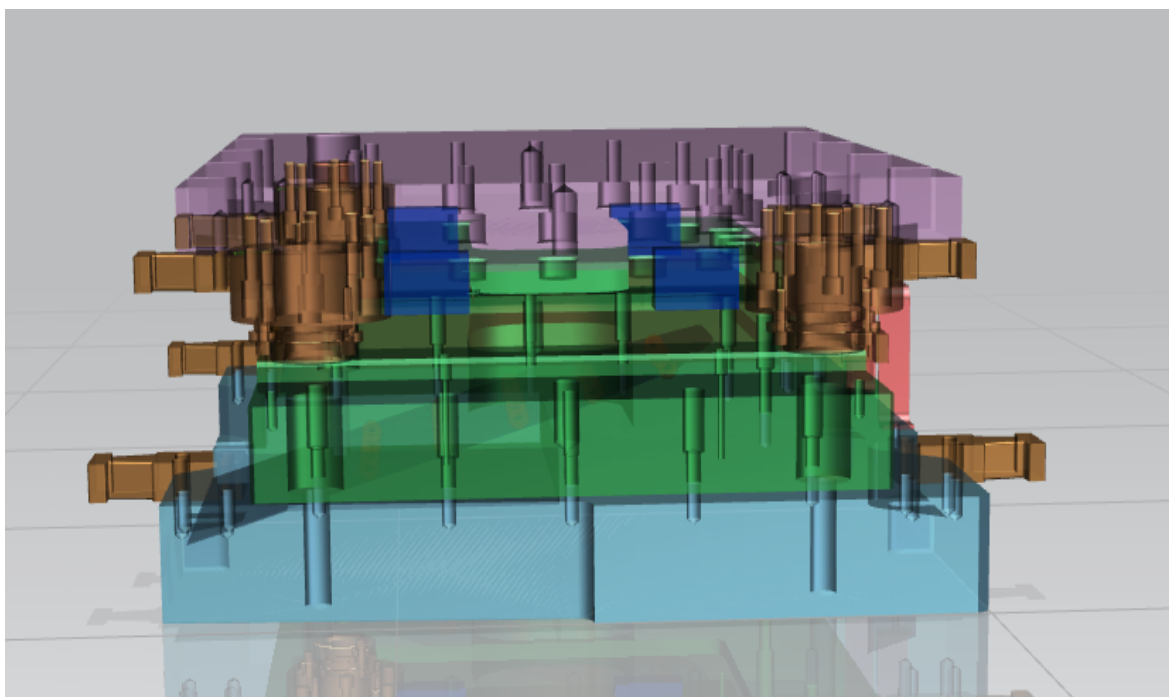


Рис. 1.148. Сборка штампа для вырубki заготовки

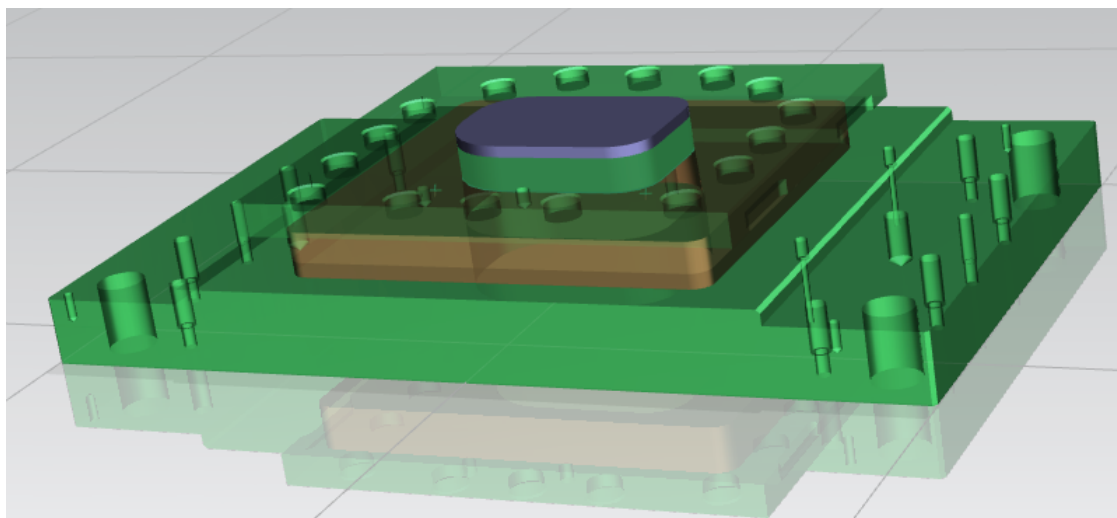


Рис. 1.149. Матрица, пуансон, съемник-прижим, опорная плита

1.5. Проверка прочности элементов штамповой оснастки

Прочность деталей штампов является одним из важных разделов проектирования оснастки для листовой штамповки.

Конструктору необходимо проверить напряжения, действующие в рабочих и других деталях штампов, определить деформации, возникающие в деталях штамповой оснастки, и оценить прочность штампа и его комплектующих.

Инженерный анализ в NX основан на методе конечных элементов (МКЭ) и позволяет провести следующие виды проверок и расчетов [3; 4]:

- прочностные расчеты элементов оснастки;
- проверку на устойчивость конструкций деталей штампов по Эйлеру;
- динамические расчеты деталей (анализ собственных частот и форм свободных колебаний, отклика на воздействия);
- проверочные расчеты на усталостную прочность деталей штамповой оснастки при многоцикловой нагрузке;
- тепловые расчеты (теплопередачи и теплопереноса);
- расчеты гидро- и газодинамики;
- оптимизацию конструкции.

С помощью NX возможно выполнение линейного и нелинейного анализа на основе решателей NX Nastran, MSC Nastran, ANSYS, LS-DYNA, ABAQUS.

Главным приложением NX для решения задач с помощью МКЭ является приложение **Расширенная симуляция (Advanced Simulation)**. Оно предназначено для подготовки, решения и анализа задач на всех этапах: препроцессора, процессора и постпроцессора.

Для типовых задач оценки прочности удобно воспользоваться мастер-процессами: мастер-процесс нагрузки (NX CAEstress_wizard); мастер-процесс вибраций (NX CAEvibration_wizard); мастер-процесс усталостной прочности (NX CAEdurability_wizard).

В последующих разделах будут показаны возможности **мастер-процесса нагрузки** для проведения проверок на прочность матрицы для V-образной гибки и приложения **Расширенная симуляция** для проверки на устойчивость по Эйлеру и прочности пуансона для пробивки.

1.5.1. Анализ прочности матрицы гибки листового материала

В качестве объекта для анализа прочности рабочего инструмента рассмотрим цельную матрицу для V-гибки изделия с полками различной длины (рис. 1.150).

Пусть изгибу с калибровкой в матрице (рис. 1.150) подвергается лист толщиной 1,5 мм из стали 10. Наружный радиус изгиба составляет 2 мм. Усилие изгиба с калибровкой определим по формуле [6]

$$P = p \cdot F,$$

где p – давление калибровки (для стали 10 и толщины заготовки 1,5 мм $p = 35$ Мпа); F – площадь поверхности контакта матрицы, которую определим, используя опции меню **Анализ** → **Измерение грани** (рис. 1.151); $F = 205$ мм².

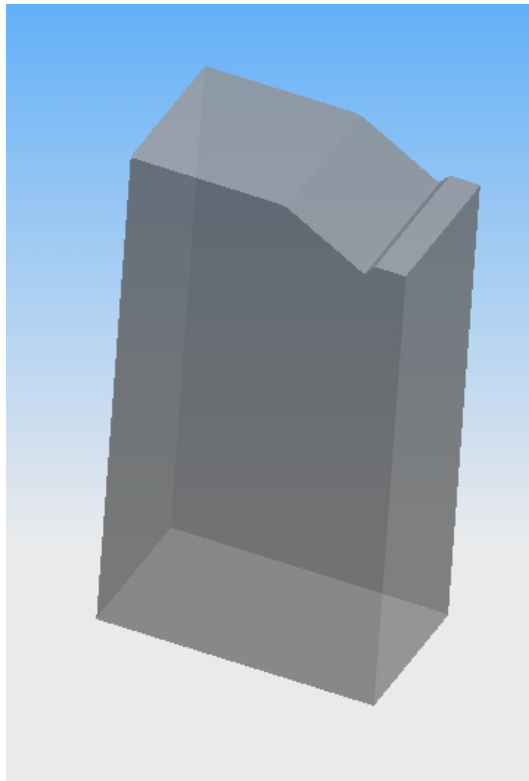


Рис. 1.150. Матрица для V-гибки

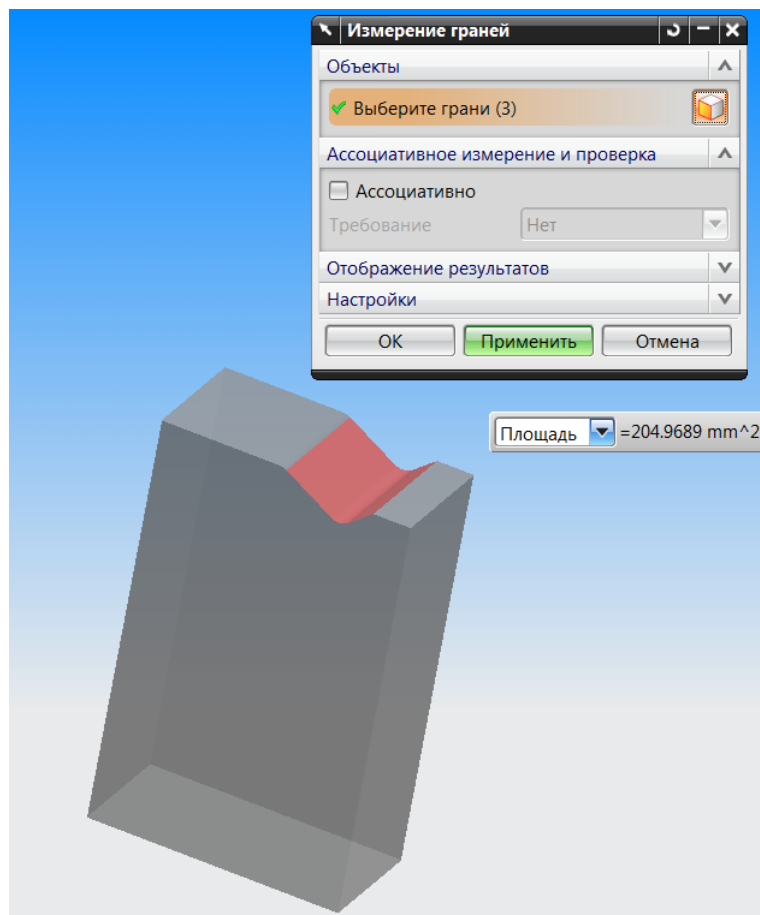


Рис. 1.151. Определение площади граней

В результате максимальное усилие изгиба с калибровкой составит $P = 7175$ Мн.

Необходимые предварительные вычисления выполнены и можно переходить к работе с **Мастер-процессом Нагрузки (NX CAEstress_wizard)**.

В панели ресурсов откроем закладку **Студия процесса** и приложение **Мастер-процесс NX CAEstress_wizard** (рис. 1.152).

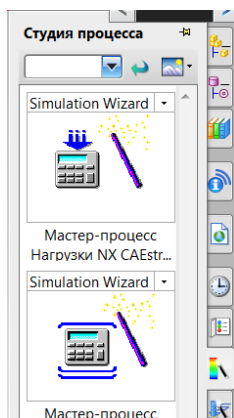


Рис. 1.152. Приложение **Мастер-процесс Нагрузки NX CAEstress_wizard**

В открывшемся окне (рис. 1.153) определим единицы длины модели, вид решателя (**NX Nastran**) и путь к файлу моделирования.

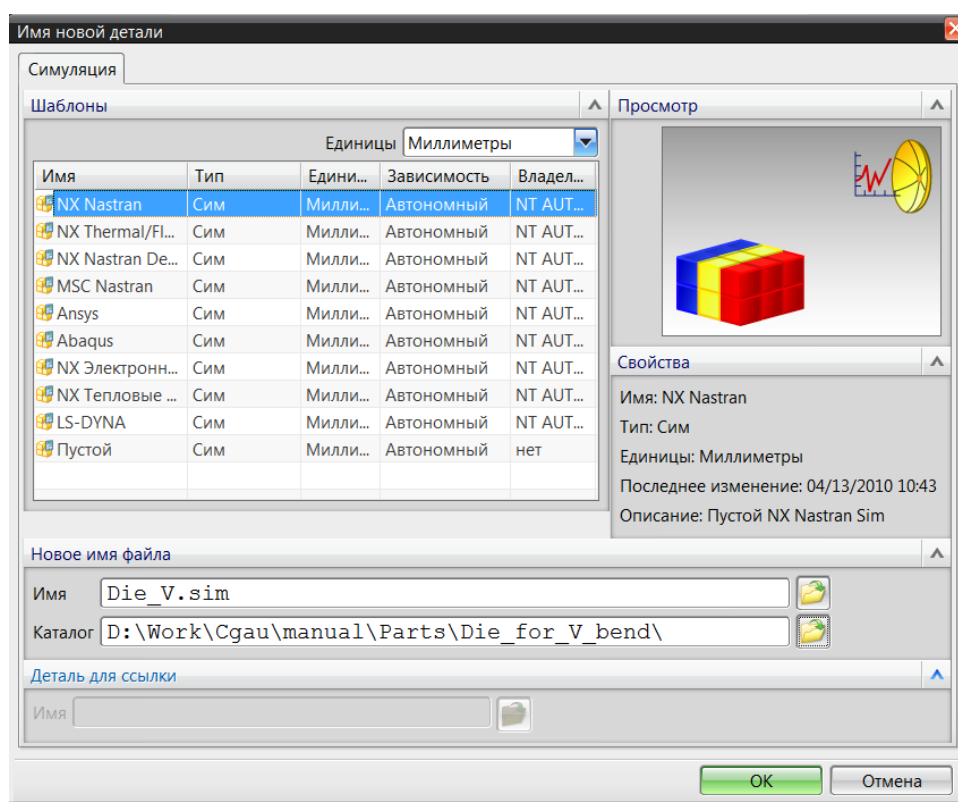


Рис. 1.153. Окно новой симуляции

В результате в рабочем окне NX на фоне матрицы появляется приглашение для работы в приложении **Мастер-процесса Нагрузки NX CAEstress_wizard** (рис. 1.154).

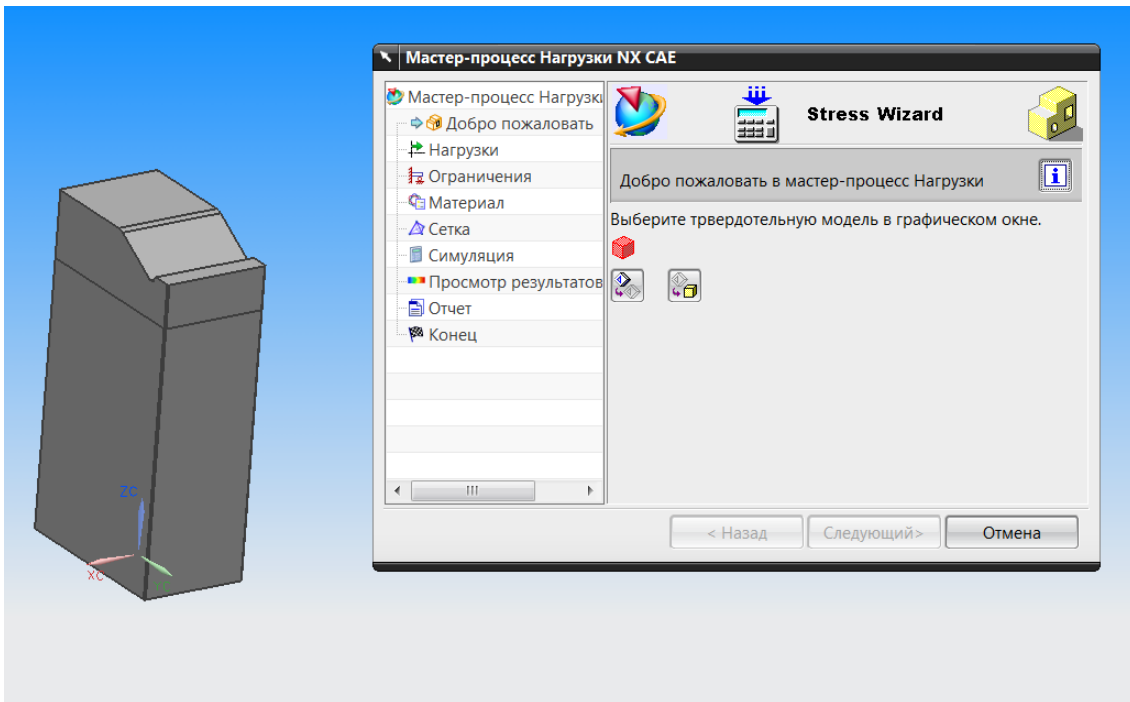




Рис. 1.154. Приглашение для работы в **Мастер-процессе Нагрузки NX CAE**stress_wizard

В дальнейшей работе следуем указаниям в правой части окна – меню (рис. 1.154) и контролируем работу в браузере (левая часть окна – меню) приложения.

Вначале выбираем модель матрицы и нажимаем левой кнопкой мыши на клавишу перехода «Следующий» для перехода к этапу нагрузки (рис. 1.155.), где показываем вид действующей нагрузки (значок **Сила**)  и указываем грани матрицы, на которые она воздействует (значок **Грани**)  (рис. 1.155).

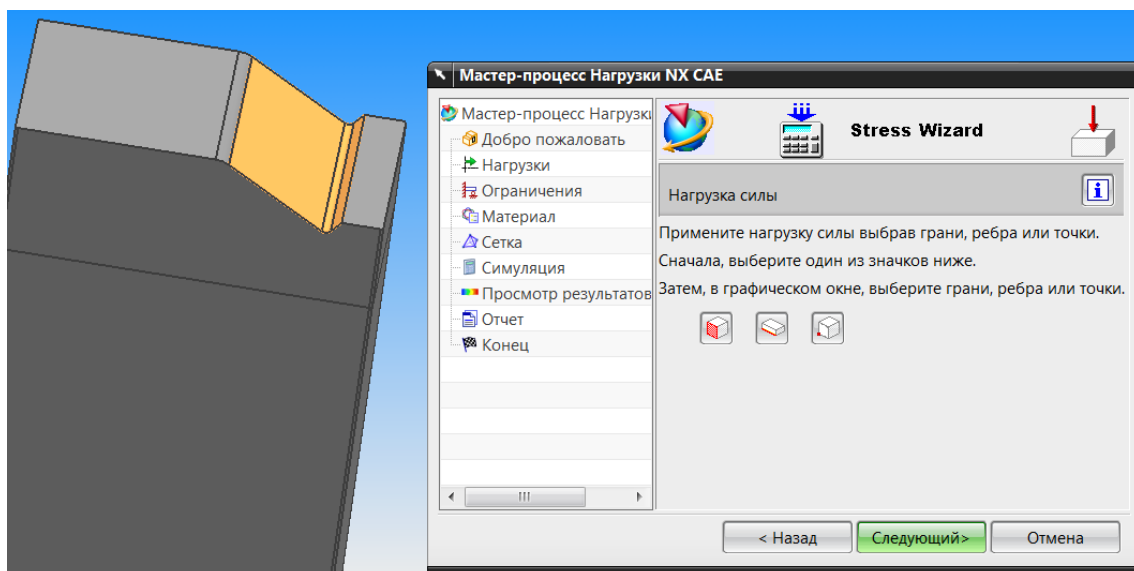


Рис. 1.155. Указание геометрии приложения нагрузки

После переходим к окну указания величины и направления действующей нагрузки (рис. 1.156).

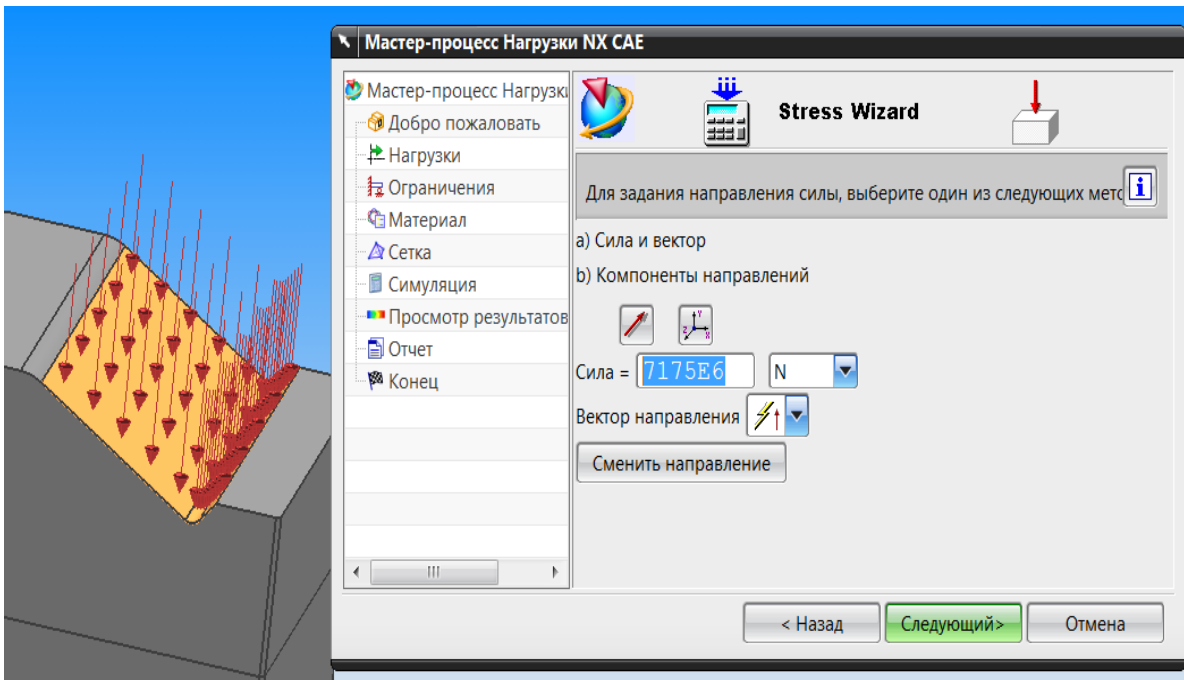


Рис. 1.156. Этап указания значения силы и направления действия

Следующим шагом является выбор условий закрепления матрицы. Так как матрица установлена в гнезде держателя, выбираем условия фиксированного закрепления по указанным поверхностям (рис. 1.157).

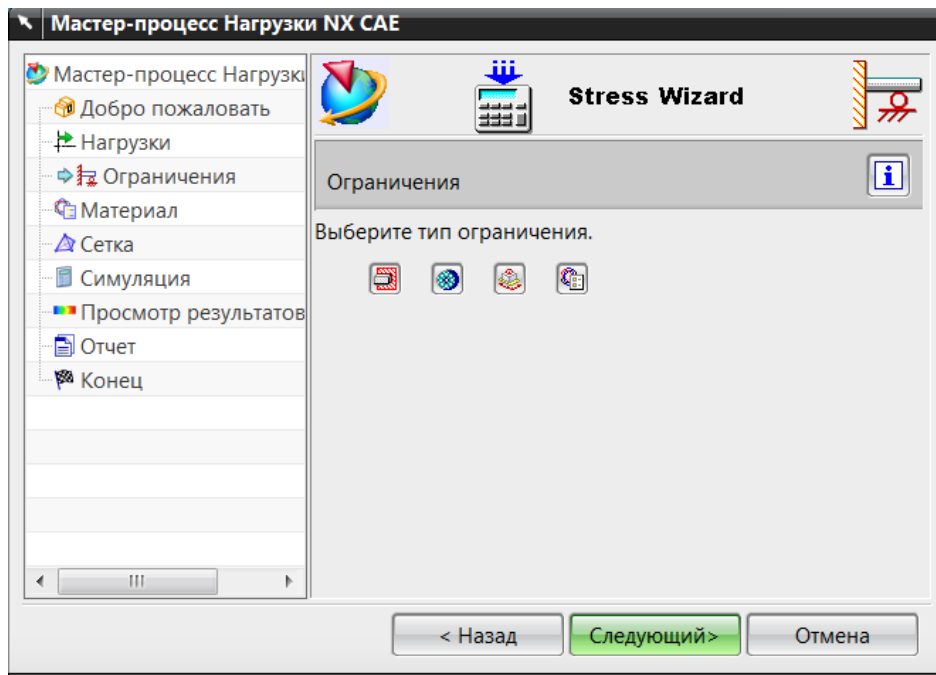



Рис. 1.157. Выбор типа ограничения

Указываем на «иконку» фиксированного закрепления  и переходим в следующее окно выбора граней матрицы (рис. 1.158).

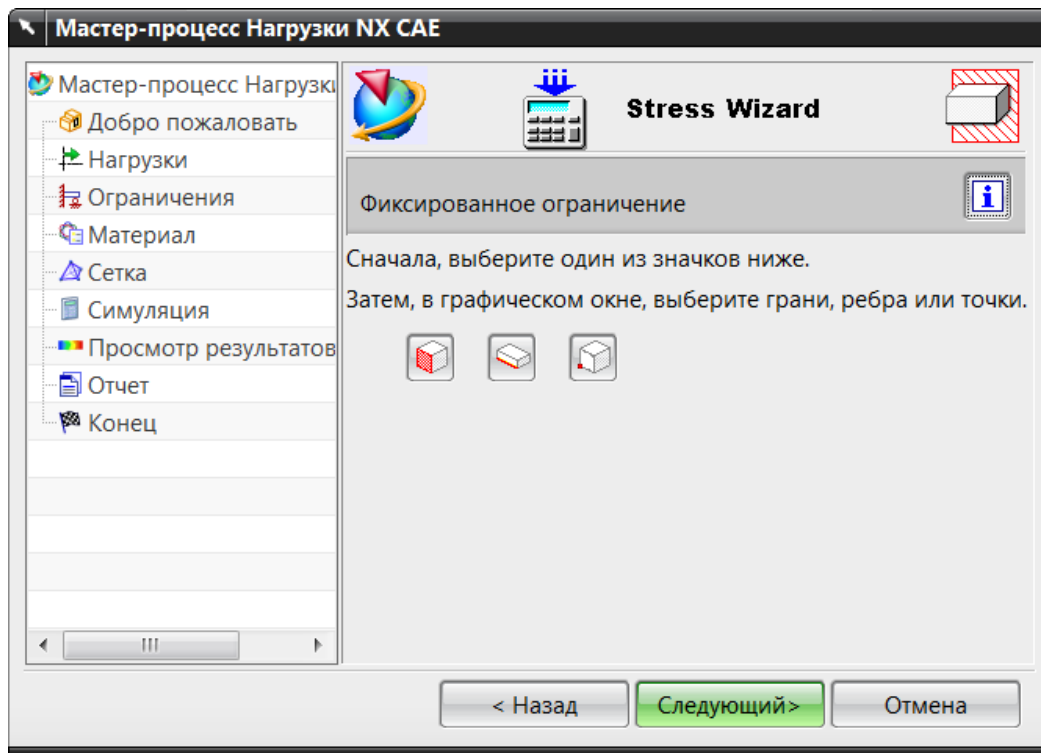


Рис. 1.158. Окно выбора геометрических объектов условий ограничения

После выбора граней матрицы перейдем к назначению физических свойств материала матрицы (рис. 1.159). Для того чтобы задать свойства материала, используем локальную библиотеку материалов, которая создана пользователем, так как материалы, принятые в России, отсутствуют в библиотеке материалов NX. Для проверки на прочность выберем матрицу, изготовленную из стали X12MФ, которая была закалена до твердости HRCэ 60...62.

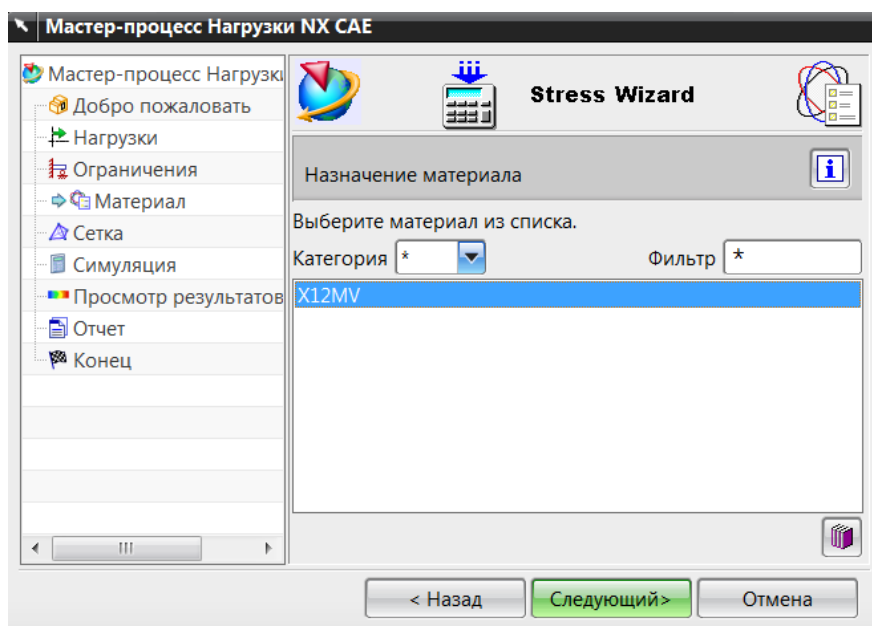


Рис. 1.159. Назначение свойств материалов

Для первого расчета примем характерный размер сетки, который рекомендован по «умолчанию» (рис. 1.160). Когда необходимо повысить точность вычислений, следует уменьшать размеры конечных элементов. Результат построения сетки конечных элементов приведен на рис. 1.161. Предварительный анализ сетки конечных элементов показывает, что точность расчетов будет неудовлетворительной, особенно в местах закруглений. Из литературных источников известно, что аппроксимация кривых радиусных элементов должна выполняться не менее чем пятью конечными элементами.

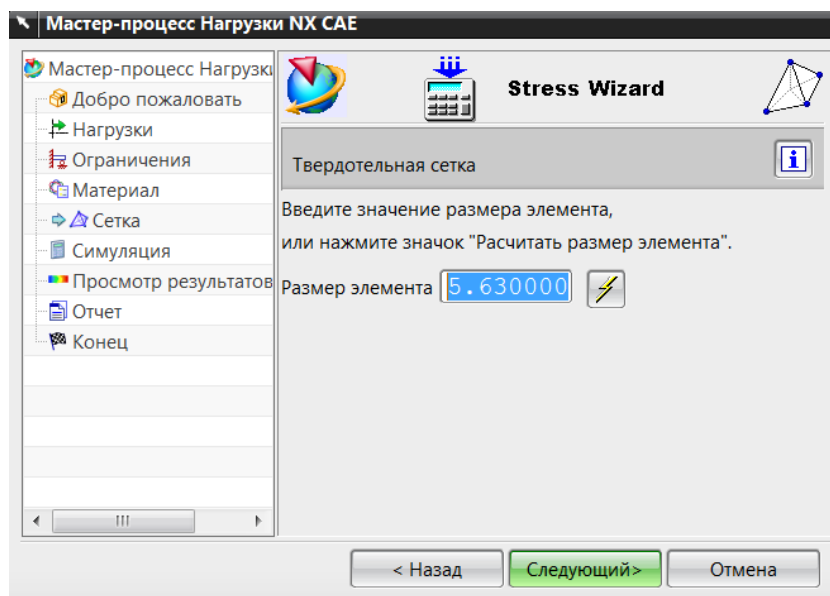


Рис. 1.160. Размер ребра тетраэдра конечного элемента

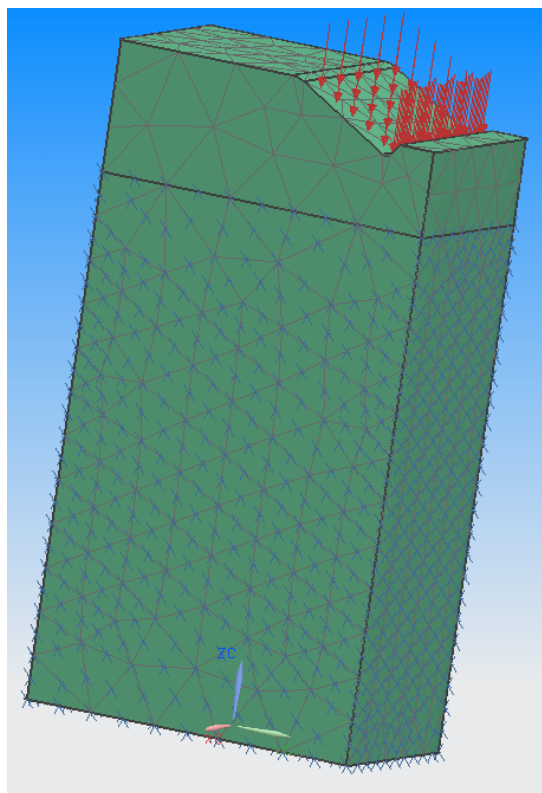


Рис. 1.161. Сетка конечных элементов

Далее производим запуск расчета, а после проводим анализ результатов.

На рис. 1.162 и 1.163 показаны поля смещений точек сетки конечных элементов и значения интенсивности напряжений по Мизесу.

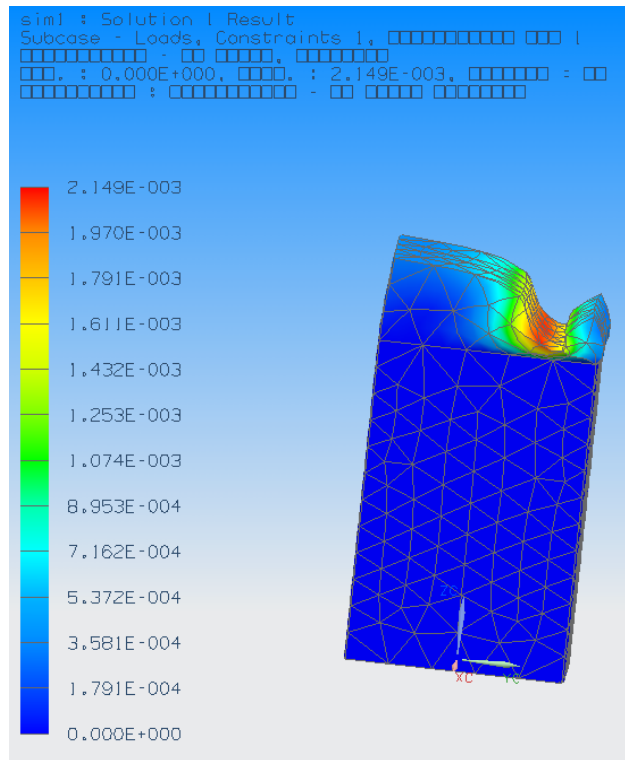


Рис. 1.162. Смещения точек сетки КЭ в момент максимальной нагрузки

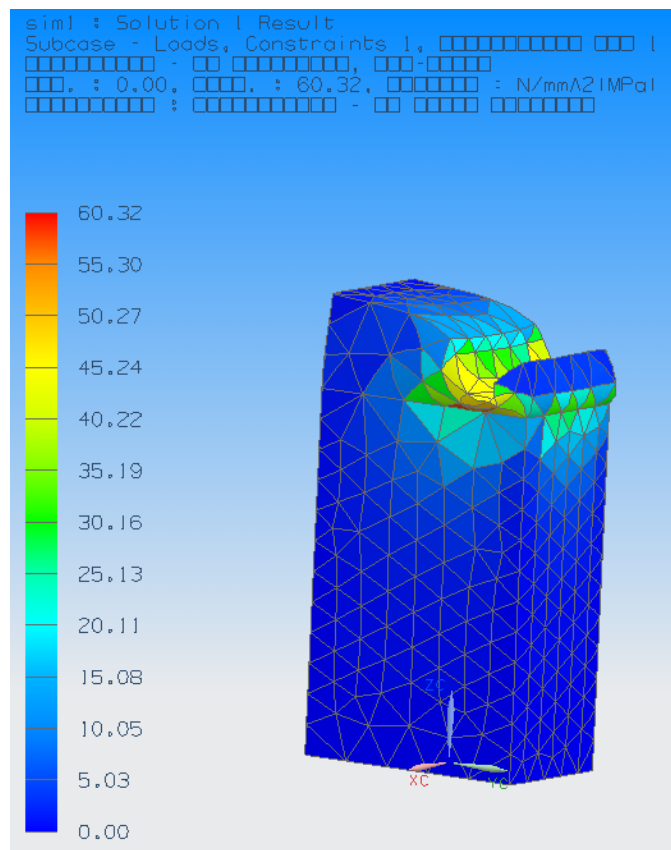


Рис. 1.163. Поле напряжений в сетке МКЭ матрицы в момент максимальной нагрузки

Анализ результатов свидетельствует о том, что значения смещений и напряжений находятся в пределах допустимых значений (максимальное смещение – 2,15 мкм, максимальное напряжение – 60 МПа). Поэтому проверка на прочность матрицы для изгиба дает положительный результат.

1.5.2. Анализ прочности и устойчивости пуансона для операции пробивки листового материала

В процессе проектирования инструментов для пробивки (рис. 1.164) часто возникает задача проверки на прочность и устойчивость по Эйлера пуансонов, которые имеют соотношение длины L к диаметру D больше 2,5 ($L/D \geq 2,5$). Такая задача встречается при пробивке отверстий с малым отношением S/D , где S – толщина заготовки, D – диаметр отверстия.

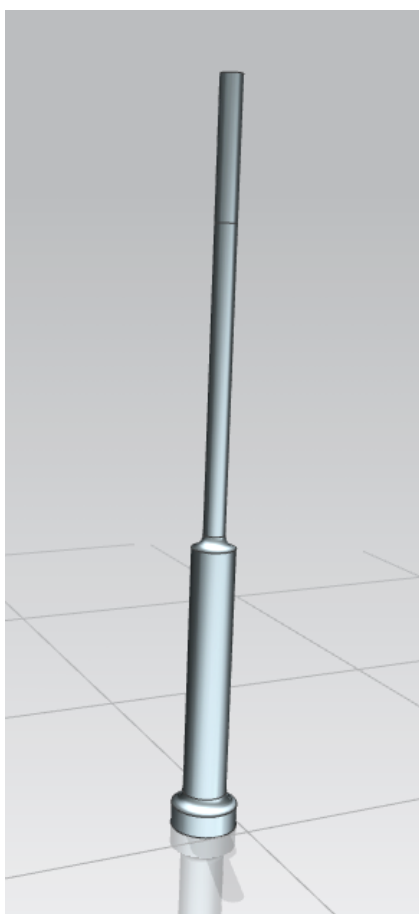


Рис. 1.164. Пуансон для пробивки

Для оценки прочности и устойчивости конструкции откроем файл модели пуансона (рис. 1.164).

Далее через меню **Начало** активизируем работу в приложении **Расширенная симуляция**.

Используя **Навигатор симуляции** (рис. 1.165), создадим новую конечно-элементную модель вместе с файловой структурой (рис. 1.166).

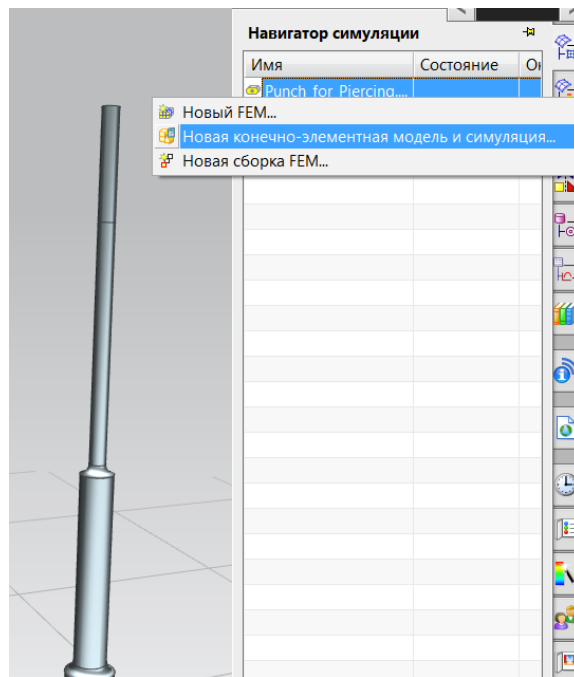


Рис. 1.165. Навигатор симуляции

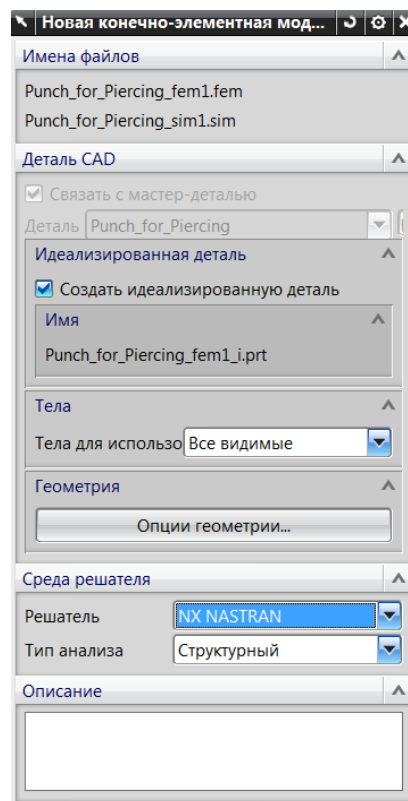


Рис. 1.166. Окно создания конечно-элементной модели

В окне **Решение** (рис. 1.166) выберем решатель NX Nastran и тип анализа **Структурный**. После нажатия клавиши ОК в окне **Решение** определим тип решения **SEBUCKL 105**, который используется для решения задач устойчивости по Эйлеру (рис. 1.167).

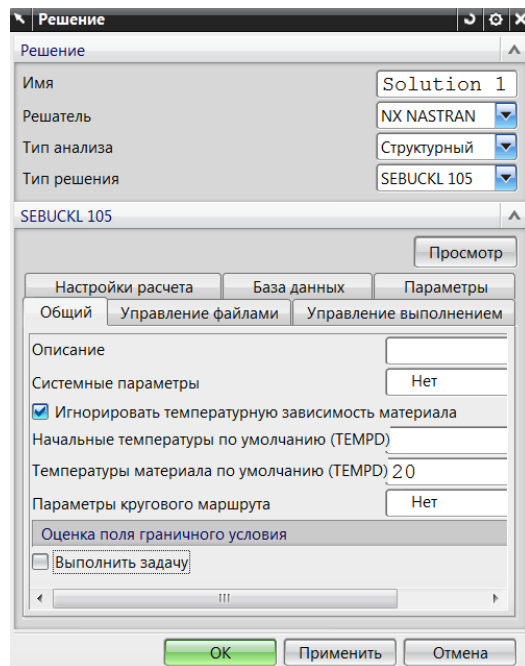


Рис. 1.167. Окно Решение

Сформированная структура состоит из четырех файлов и активным является файл симуляции (рис. 1.168).

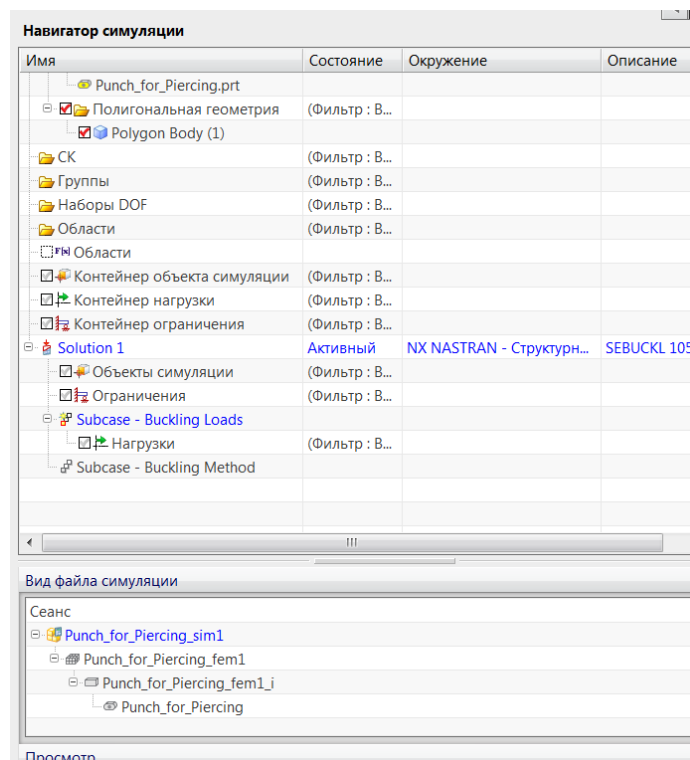


Рис. 1.168. Файловая структура

Сразу создадим сетку конечных элементов (геометрия является простой) – для этого активизируем файл Punch_for_Piercing_fem1 (рис. 1.169).

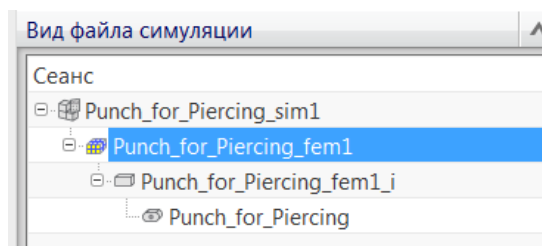


Рис. 1.169. Файл Punch_for_Piercing_fem1 в меню Вид файла симуляции

Выберем в контекстном меню **Навигатор симуляции** способ создания 3D-сетки из тетраэдров (рис. 1.170).

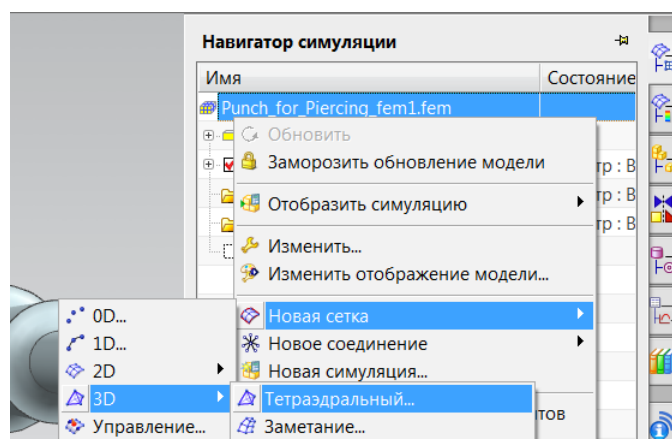


Рис. 1.170. Создание 3D-сетки из тетраэдров

Выберем объект – пуансон и сделаем установки, как на рис. 1.171.

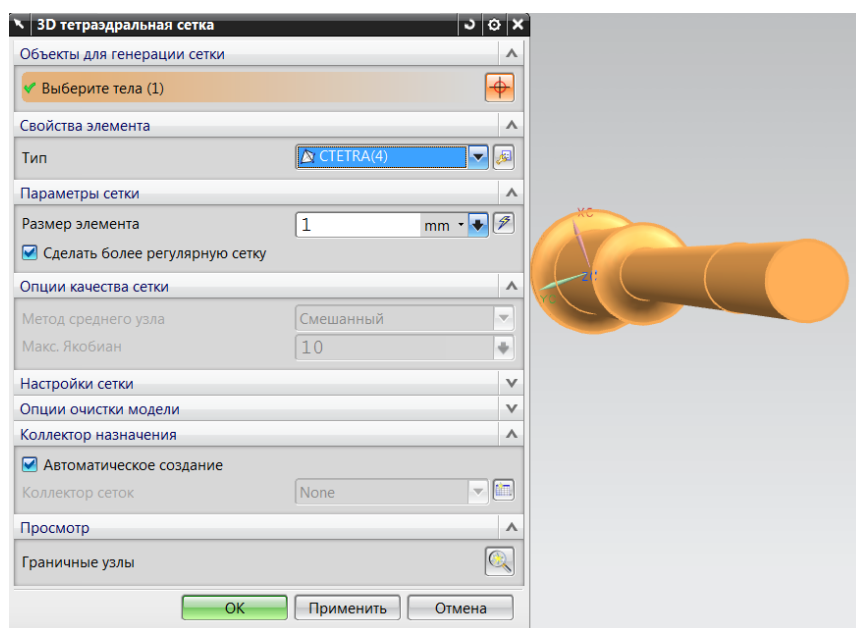


Рис. 1.171. Создание сетки

После построения сетки используем контекстное меню, приведенное на рис. 1.172.

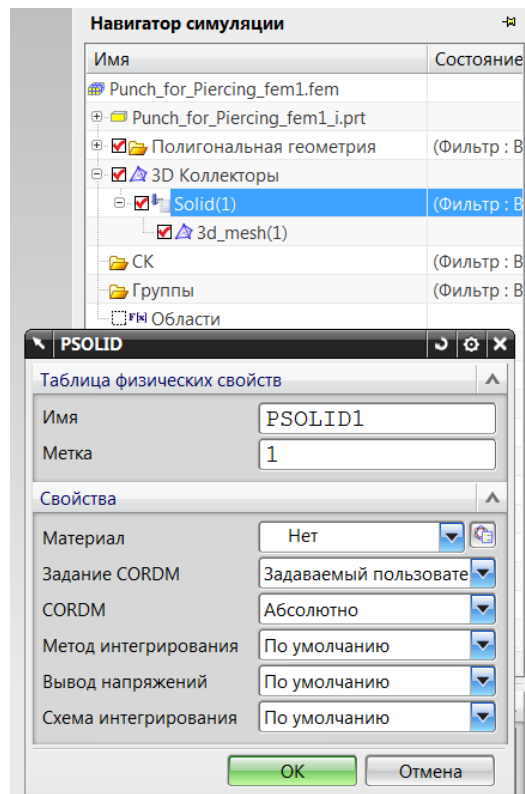


Рис. 1.172. Свойства модели

Изменим физико-механические свойства материала (рис. 1.173).

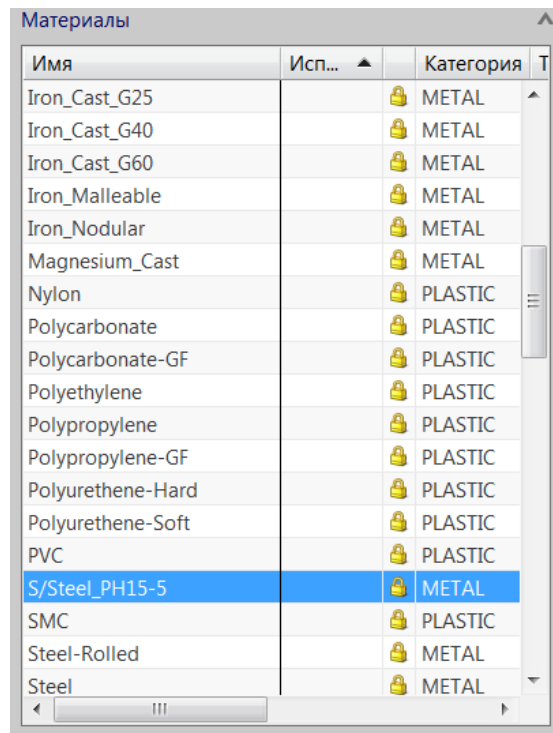


Рис. 1.173. Назначение материала модели

В окне **Вид файла симуляции** активизируем файл симуляции Punch_for_Piercing_sim1 и выберем ограничения.

Для первого варианта установите ограничение заделки по торцу и радиусной части крепления пуансона (рис. 1.174).

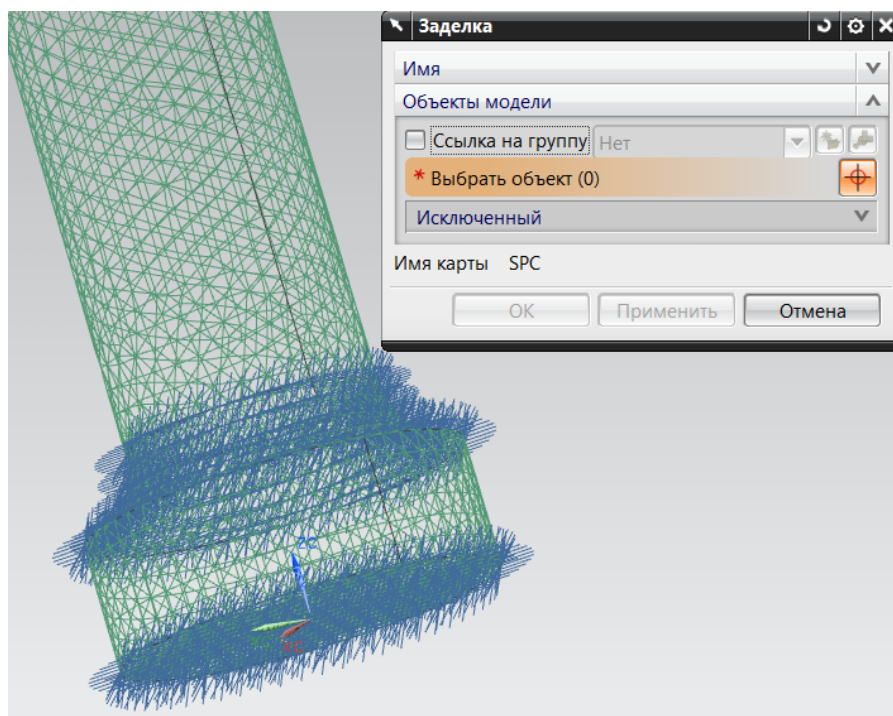


Рис. 1.174. Ограничение – заделка

Далее зададим внешнее воздействие на пуансон по его торцу – усилием пробивки (рис. 1.175)

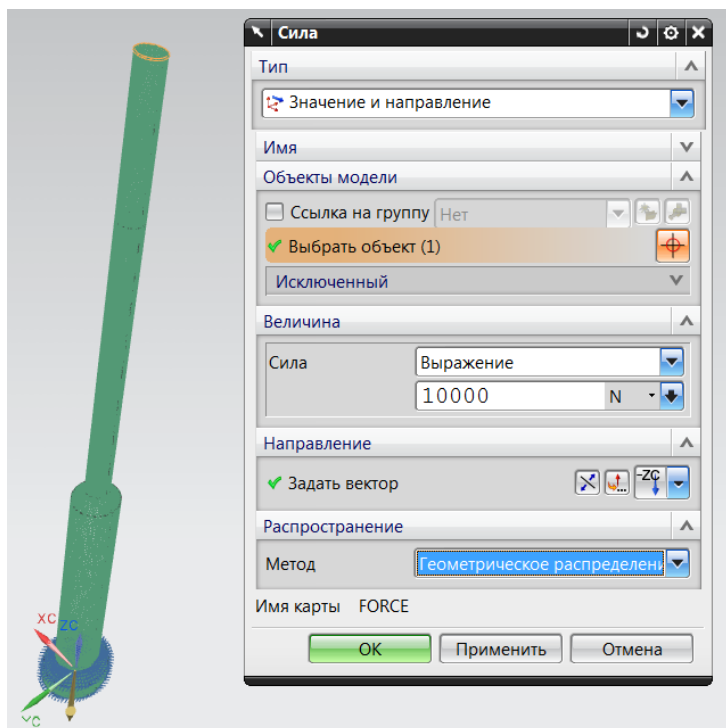


Рис. 1.175. Усилие пробивки

Преппроцессор свои задачи выполнил и можно запустить на счет решение созданной модели с помощью **Навигатора симуляции** и опции **Solution1** (рис. 1.176).

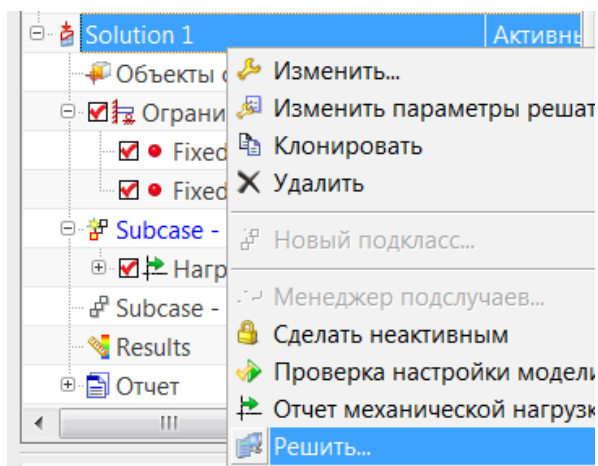


Рис. 1.176. Запуск решения задачи

Результаты решения представлены в **Навигаторе постпроцессора** (рис. 1.177).

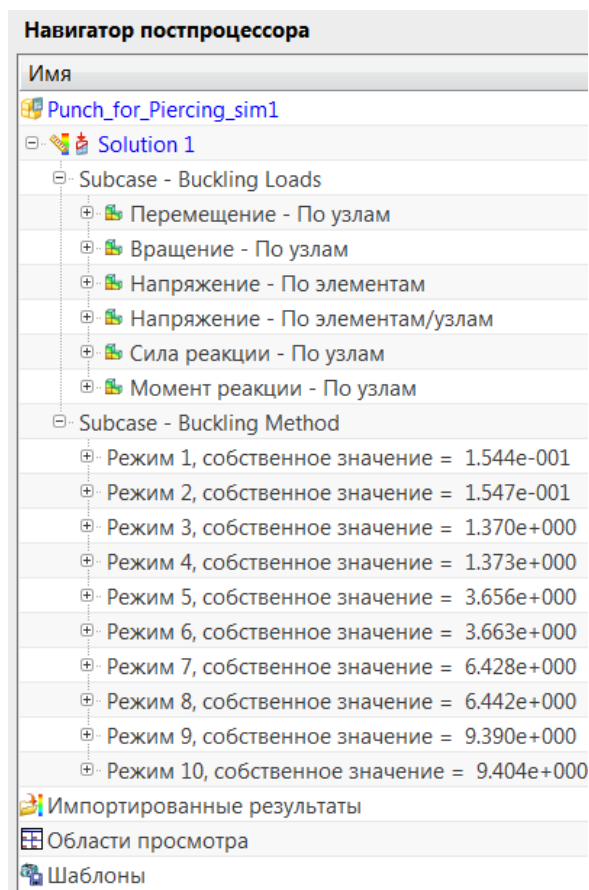


Рис. 1.177. Результаты решения

Полученные данные характеризуют прочность детали (компоненты тензора напряжений, силы, моменты) (рис. 1.178) и геометрию детали (рис. 1.179) (перемещения и вращения). Отдельно представлены варианты потери устойчивости (режимы 1...10) в зависимости от собственных значений (рис. 1.180, 1.181, 182).

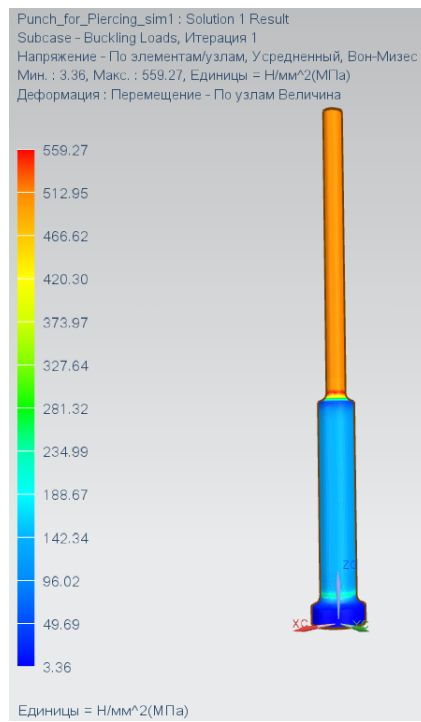


Рис. 1.178. Напряжения по узлам (условия фон Мизеса)

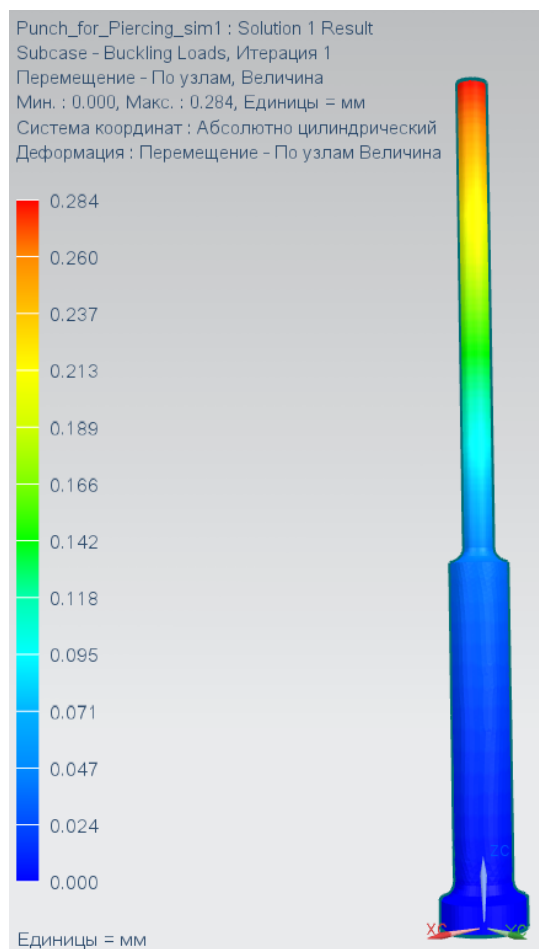


Рис. 1.179. Перемещения по узлам

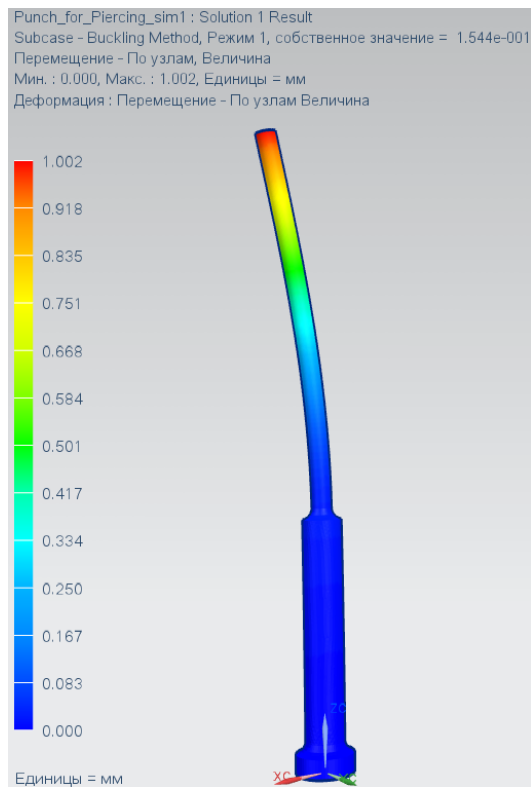


Рис. 1.180. Смещения при форме потери устойчивости (режим 1)

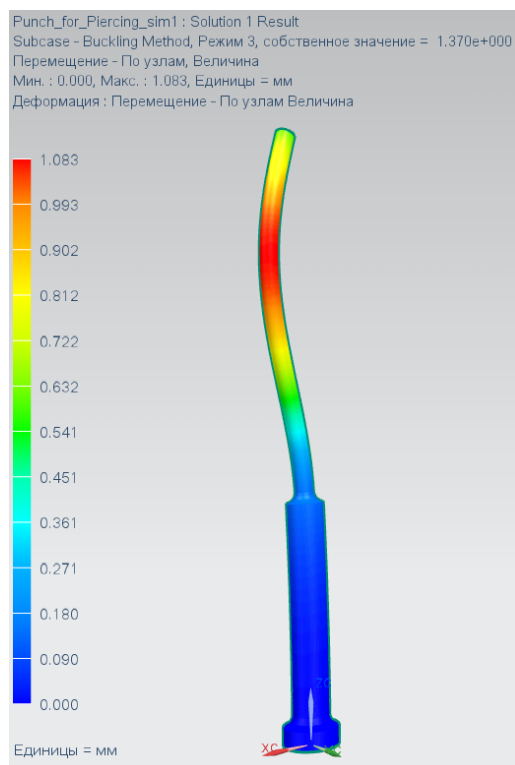


Рис. 1.181. Смещения при форме потери устойчивости (режим 3)

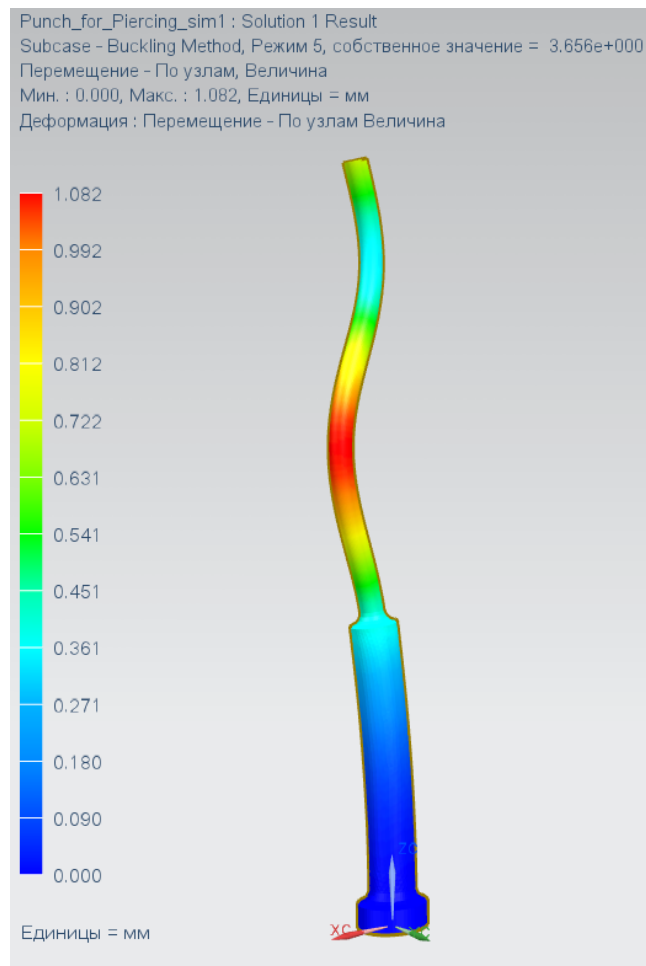


Рис. 1.182. Смещения при форме потери устойчивости (режим 5)

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ПРИЛОЖЕНИИ «ЧЕРЧЕНИЕ NX»

2.1. Основные понятия и методы работы в модуле «Черчение NX»

С появлением версии NX 7.5, в пакете NX сохранился прежний модуль **Черчение** [2], который функционально предоставлял возможности предыдущих версий, а также стало доступным новое приложение **Быстрое черчение**.

Новое приложение **Быстрое черчение** предназначено для создания отдельных файлов с чертежами изделий [4].

Возможность создания файлов только с чертежами позволяет независимо от других приложений NX применять это приложение для заказчиков и их служб, где основным родом деятельности является разработка чертежей.

Создание чертежей в новом модуле **Быстрое черчение** можно выполнять традиционным способом (2D-объекты), как в известных программах с функцией Чертежника (Autocad, Компас и др.). Однако можно делать чертежи, следуя концепции мастер-модели, когда так же, как и предыдущих версиях NX, основой для создания чертежа являлась 3D-модель изделия со всеми вытекающими последствиями.

Отличия состоят в следующем:

- возможны изменения в чертеже без разрыва актуальности модели, когда чертеж и 3D-модель находятся в одном файле;
- одновременно над 3D-моделью и чертежом могут работать два сотрудника, выполняя свои функции;
- файл чертежа может создаваться на основе нескольких моделей;
- экономически целесообразно ограничивать покупку компонентов NX для разделения рабочих мест.

Эти возможности появились за счет новой организации взаимосвязей файлов. При использовании концепции мастер-модели в новом приложении **Быстрое черчение** создается псевдосборка.

Родитель псевдосборки – файл чертежа, а дочерними файлами являются компоненты – указатели на модели по которым создается чертеж.

То есть для файла чертежа формируется компонент – указатель на файл компонента сборки, на мастер-модель.

Началом работы с новым приложением **Быстрое черчение** будет выбор типа файла создаваемого чертежа (рис. 2.1).

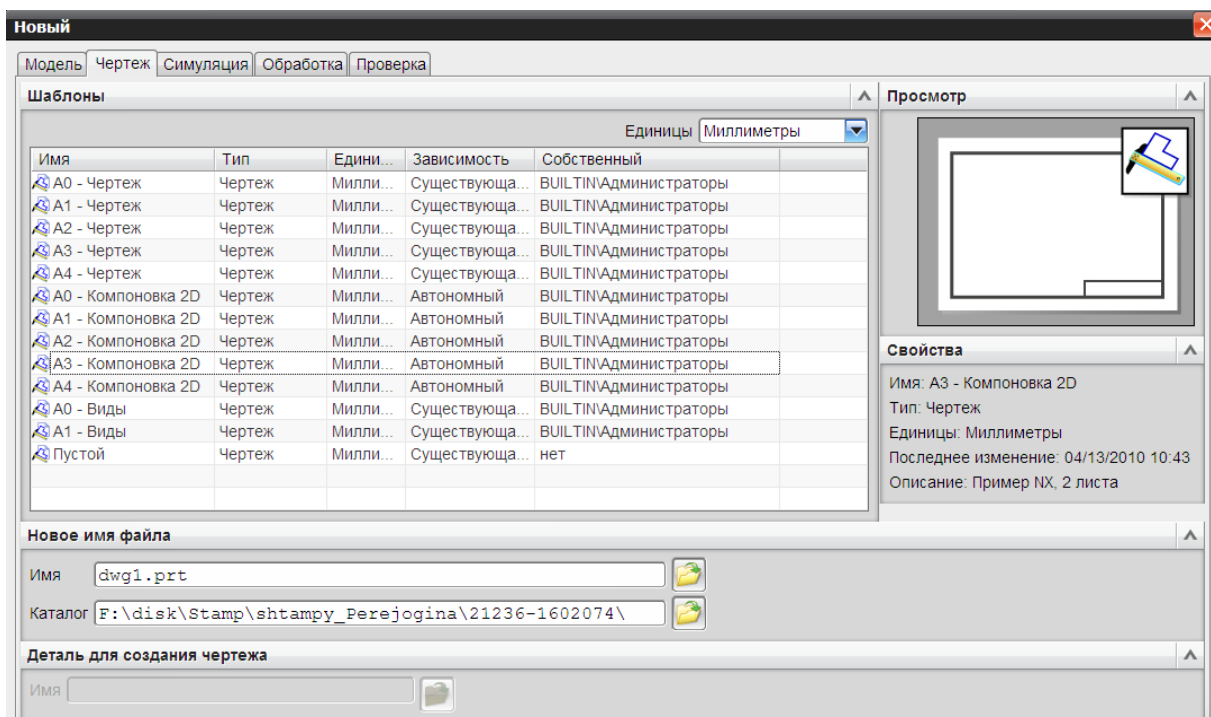


Рис. 2.1. Выбор типа чертежа

На этом этапе выбор заключается в выборе шаблона файла:

- 1) 2D-компоновка;
- 2) 3D-компоновка.

В случае выбора 3D-компоновки обязательно следует указать путь к файлу мастер-модели изделия в поле ввода **Деталь для создания чертежа**.

Модуль **Быстрое черчение** позволяет уже после загрузки получить возможность независимого представления чертежа штампа в тех видах, которые являются обязательными для выполнения чертежей штамповой оснастки: план верха и план низа.

В предыдущей версии NX показ этих видов требовал выполнения подготовительной работы. В приложении **Быстрое черчение NX 7.5** виды можно сделать независимыми и выполнить для двух состояний ЭМ сборки (рис. 2.2):

- со скрытой верхней половиной штампа;
- со скрытой нижней половиной штампа.

Можно показать базовый и проекционный виды, в том числе и сечения (рис. 2.3 и 2.4).

2.1.1. Описание интерфейса модулей *Черчение* и *Быстрое черчение*

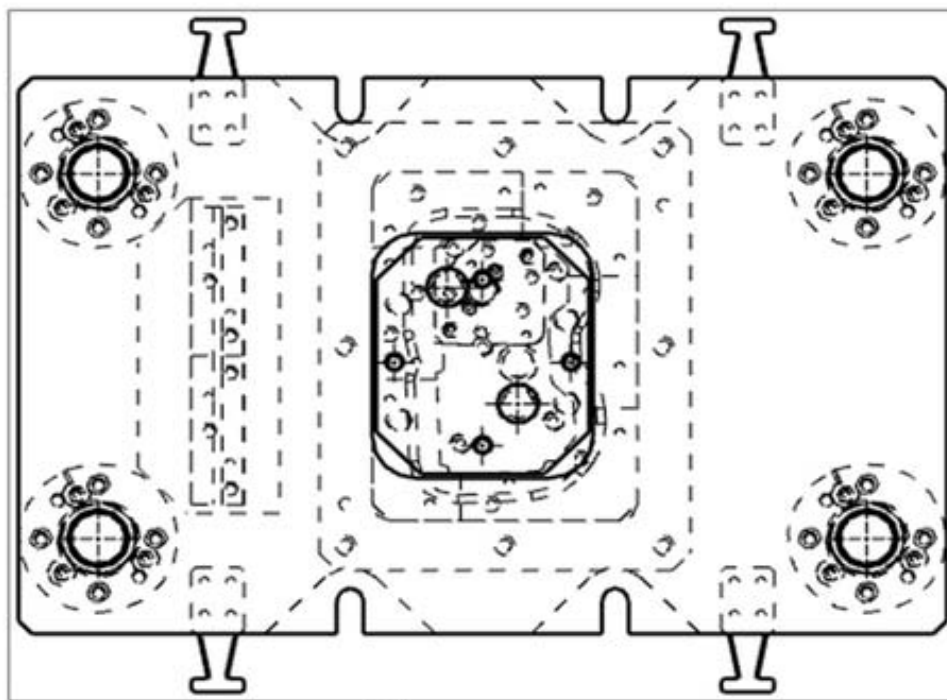
Приложения **Черчение** и **Быстрое черчение** предназначены для создания и модификации чертежей. Чертежи, создаваемые в модуле **Черчение**, поддерживают полную ассоциативную связь с моделью. Любые изменения модели отражаются на чертеже. Такая ассоциативная поддержка позволяет многократно редактировать геометрию и оперативно обновлять чертежную информацию.

Интерфейс экрана приложения **Черчение** содержит следующие основные элементы (рис. 2.5):

- 1 – Полоса меню;
- 2 – Панели инструментов;

- 3 – Рабочее поле чертежа;
- 4 – Навигатор сборки приложения Черчение;
- 5 – Навигатор детали приложения Черчение.

План верха



План низа

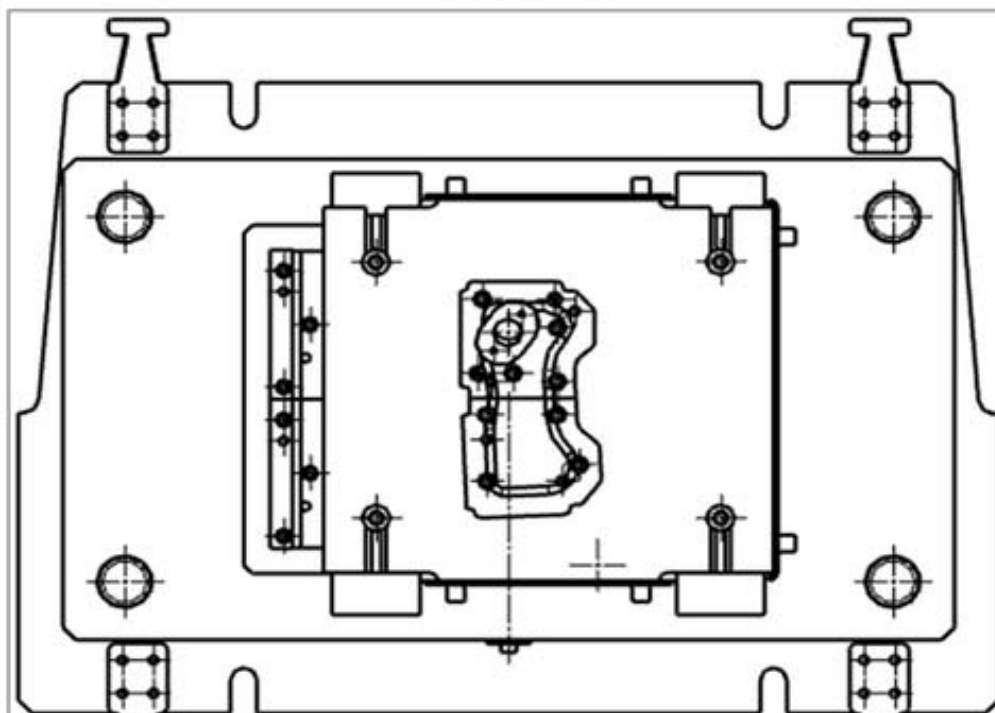


Рис. 2.2. Верхняя и нижняя половины штампа

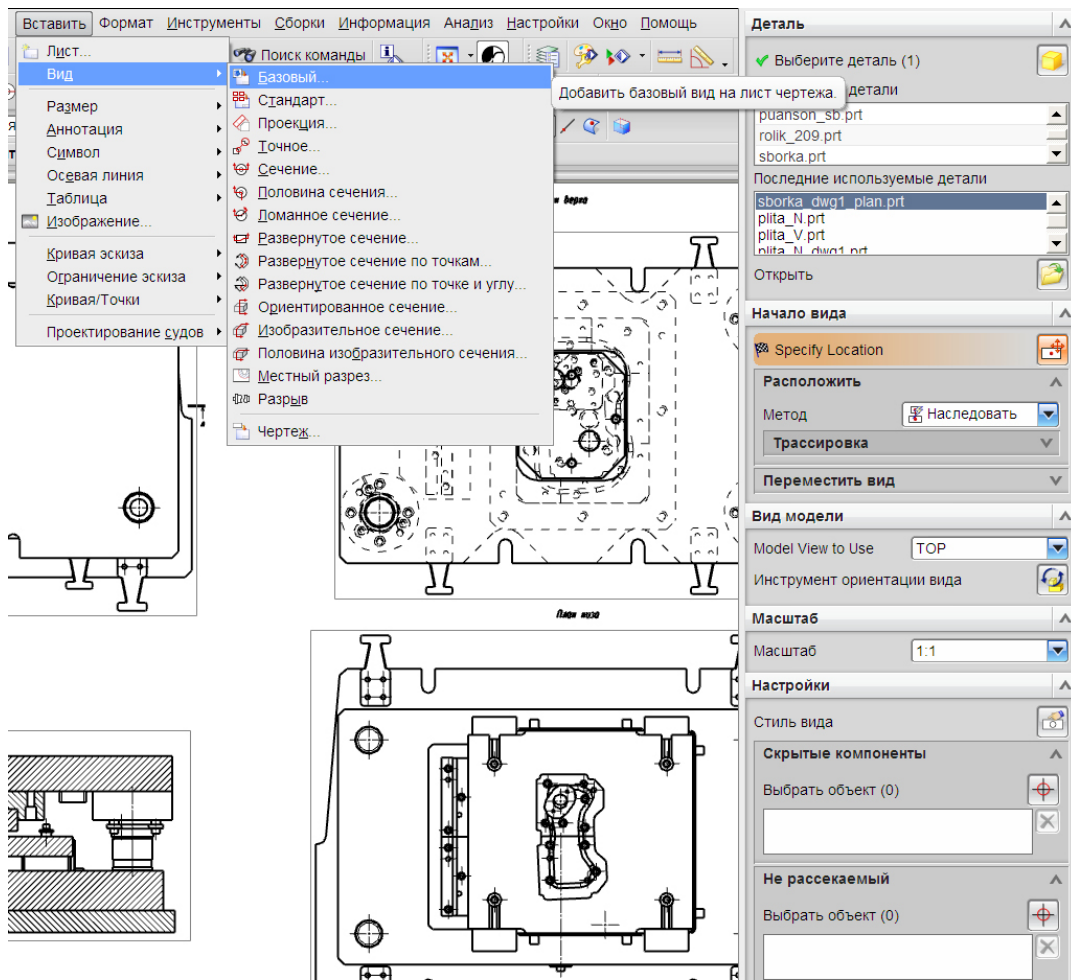


Рис. 2.3. Выбор видов чертежа

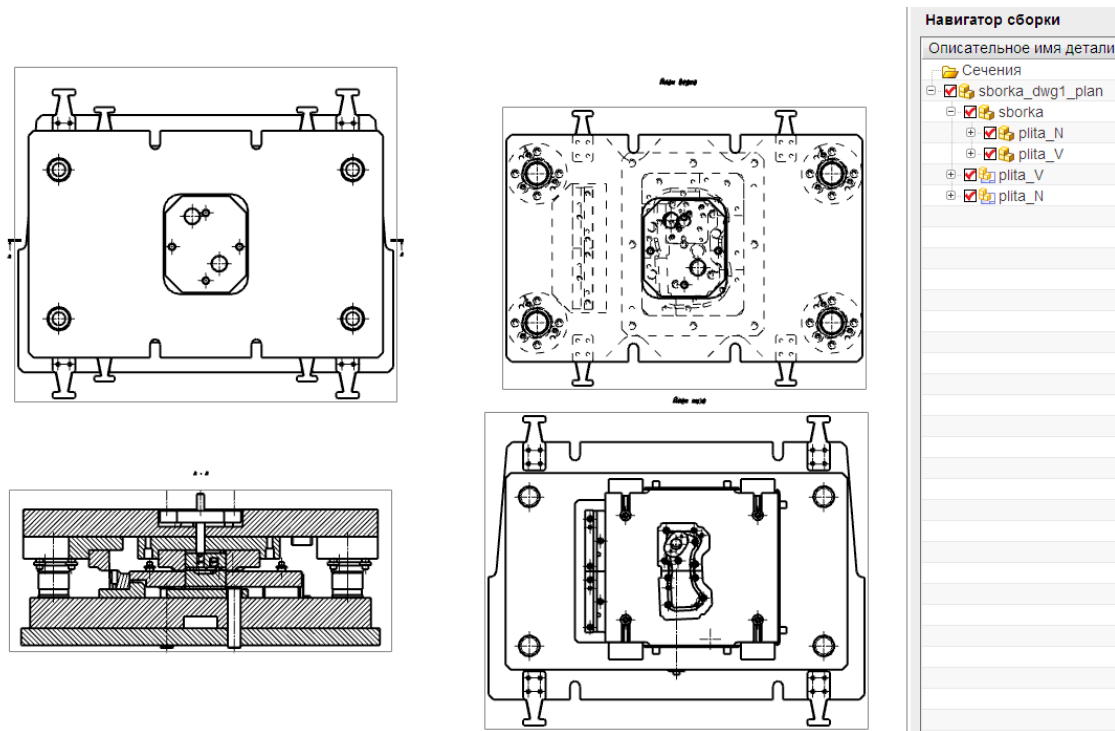


Рис. 2.4. Базовый вид (сверху); сечение базового вида А—А;
планы верха и низа штампа для вырубки

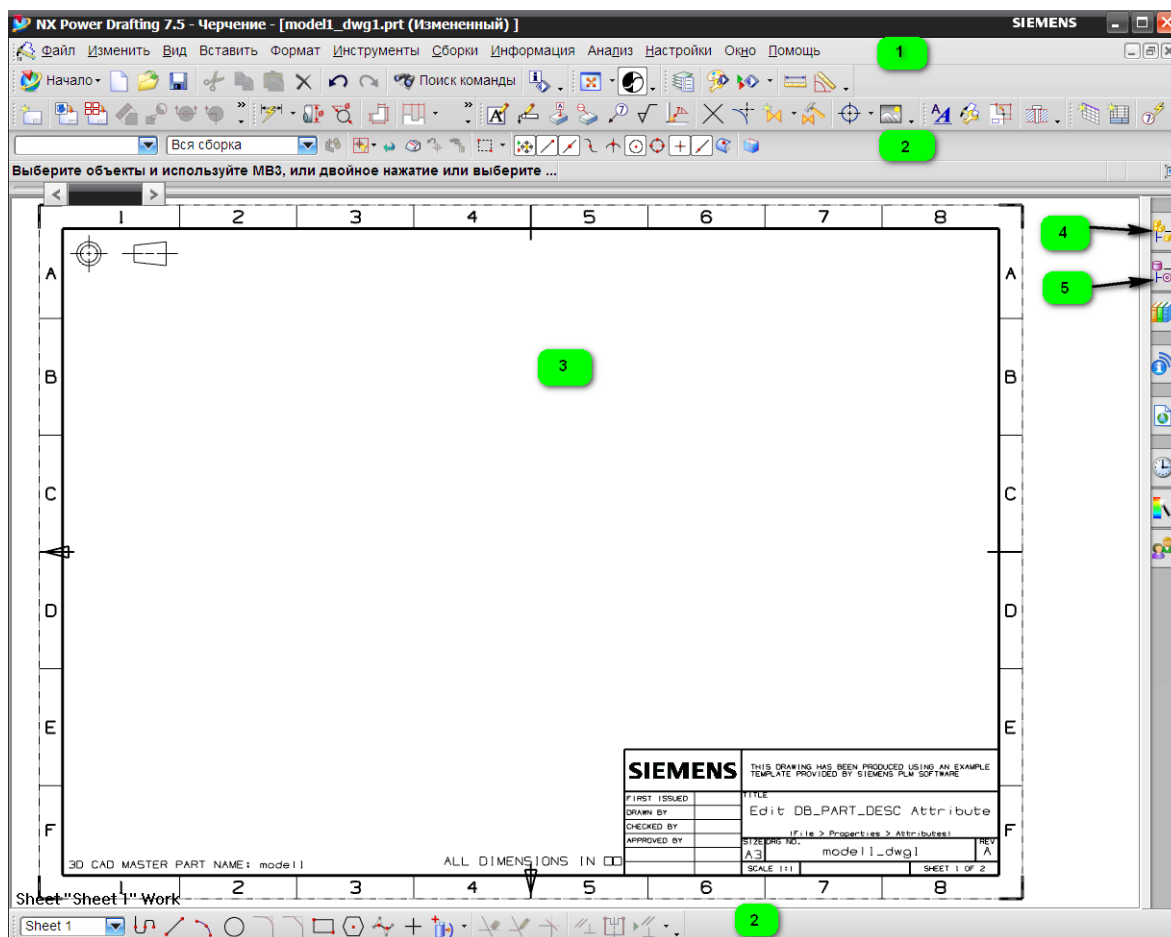


Рис. 2.5. Интерфейс приложения **Черчение**

Возможности работы с полосой меню

Меню **Файл** – создать новый файл, открыть, закрыть и сохранить файлы, выполнить настройки и др. действия [1; 2; 3; 4].

Меню **Изменить** – произвести или отменить «откат», редактировать элементы чертежа, эскиза и экрана.

Меню **Вид** – настроить и управлять изображением чертежей и его компонентов.

Меню **Вставить** – создать лист, виды чертежа, указать размеры, символы шероховатости сварки, надписи, технические требования и др.

Меню **Формат** – управлять слоями, ссылочными форматами, группами объектов, шаблонами в приложении **Черчение**.

Меню **Инструменты** – работать с таблицами, навигаторами сборок и деталей, создавать шаблоны и макросы, управлять базами данных, выбирать стандарты черчения, обновлять связи между компонентами.

Меню **Сборки** – управлять сборками в приложении **Черчение**.

Меню **Информация, Анализ, Окно, Помощь** – имеют аналогичные функции, как и в других приложениях NX.

Более подробно функциональные возможности приложения **Черчение** можно показать на панелях инструментов [1].

Панель инструментов **Чертеж** (рис. 2.6) содержит опции для задания листа чертежа и видов. Опции листа чертежа позволяют создавать, открывать и отображать листы

чертежа. Опции вида позволяют добавлять стили вида и управлять положением вида и границами. Они также дают возможность переключаться между видом черчения и видом модели.





























Рис. 2.6. Панель инструментов **Чертеж**

Команды панели инструментов **Чертеж** показаны в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Команды панели инструментов **Чертеж**

	Новый лист	Создает новый лист чертежа, используя диалоговое окно Лист
	Отобразить лист	Позволяет переключиться между видом черчения и видом моделирования
	Открыть лист	Позволяет открыть существующий лист чертежа
	Добавить вид (список)	Позволяет выбрать команду из списка команд вида
	Базовый вид	Позволяет добавить на лист чертежа базовый вид
	Стандартные виды	Позволяет добавить в чертеж несколько стандартных видов
	Вид проекции	Позволяет создать спроецированный или дополнительный вид из существующего чертежного вида
	Выносной вид	Позволяет создать выносной вид из существующего чертежного вида
	Вид сечения	Позволяет создать простой/ ступенчатый вид сечения из существующего чертежного вида
	Вид половинного сечения	Позволяет создать вид половинного сечения из существующего чертежного вида
	Наложенное сечение	Позволяет создать наложенное сечение из существующего чертежного вида
	Вид местного разреза	Открывает диалоговое окно Вид местного разреза , которое позволяет создать, изменить или удалить вид местного разреза
	Вид с разрывом	Открывает диалоговое окно Вид с разрывом , которое позволяет создать, изменить или удалить вид с разрывом
	Сложенное сечение	Для отображения этой команды вы должны добавить ее в панель инструментов, выбрав в меню Инструменты → Настройки . Позволяет создать вид сложенного сечения из существующего чертежного вида
	Развернутый вид сечения от точки к точке	Для отображения этой команды вы должны добавить ее в панель инструментов, выбрав в меню Инструменты → Настройки . Позволяет создавать вид сложенного сечения из существующего чертежного вида

 Развернутый вид сечения по точке и углу	Для отображения этой команды вы должны добавить ее в вашу панель инструментов, выбрав в меню Инструменты → Настройки . Позволяет создавать вид сложного сечения из существующего чертежного вида
 Ориентированный вид сечения	Для отображения этой команды вы должны добавить ее в вашу панель инструментов, выбрав в меню Инструменты → Настройки . Позволяет создать 3D- или 2D-вырезы
 Вид ортогонального сечения	Для отображения этой команды вы должны добавить ее в вашу панель инструментов, выбрав в меню Инструменты → Настройки . Позволяет создать 3D-вид изображаемого сечения из существующего чертежного вида
 Вид половинного изобразительного сечения	Для отображения этой команды вы должны добавить ее в вашу панель инструментов командой Инструменты → Настройки . Позволяет создать 3D-вид половинного изображаемого сечения из существующего чертежного вида
 Вид чертежа	Добавляет пустой вид на лист чертежа. Этот вид используется для создания 2D-геометрии, которая содержится в виде, а не в чертеже
 Переместить/Копировать вид	Позволяет копировать или перемещать чертежные виды
 Выравнивание вида	Позволяет выравнивать чертежные виды
 Граница вида	Позволяет изменить границу вида для существующих чертежных видов
 Обновить виды	Позволяет вручную обновить выбранные виды чертежа, используя диалоговое окно Обновить виды
 Настройки вида	Открывает диалоговое окно Настройки вида
 Настройка обозначения вида	Открывает диалоговое окно Настройка обозначения вида

Панель инструментов **Размеры** (рис. 2.7) содержит опции для создания размеров всех типов.

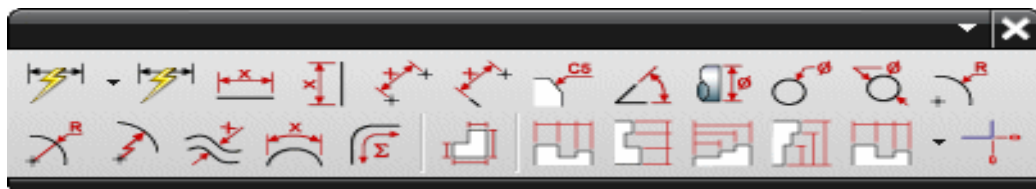



Рис. 2.7. Панель инструментов **Размеры**

Команды панели инструментов *Размеры*

	Чертежные размеры (список)	Позволяет выбрать команду из списка команд
	Горизонтальный	Позволяет создать между двумя точками только горизонтальные размеры
	Вертикальный	Позволяет создавать между двумя точками только вертикальные размеры
	Параллельный	Позволяет создавать только параллельные размеры между двумя точками наименьшего расстояния
	Перпендикулярный	Позволяет создавать только перпендикулярные размеры между линией или осевой линией и точкой
	Фаска	Позволяет создать размеры фаски только для фасок под углом 45°
	Угловой	Позволяет создавать между двумя непараллельными прямыми только угловые размеры
	Отверстие	Позволяет создавать для круговых элементов только размеры отверстий
	Цилиндрический	Позволяет создавать между двумя объектами или точкой, представляющей профиль цилиндра, только цилиндрические размеры
	Диаметр	Позволяет создавать для круговых элементов только размеры диаметров
	Радиус	Позволяет создавать для дуговых элементов только размеры радиусов
	Радиус от центра	Позволяет создавать для дуг только размеры радиуса и отображает выносную линию от центра дуги
	Радиус с изломом	Позволяет создавать для очень больших дуг только размеры радиусов и отображает ломаную линию от заданной пользователем точки, представляющую собой центр дуги
	Толщина	Позволяет создавать только размер толщины для расстояния между двумя кривыми
	Длина дуги	Позволяет создавать только размер длины дуги, представляющий собой длину ее окружности
	Периметр	Доступно только для кривых эскиза. Позволяет создать ограничение размера периметра
	Параметры элемента	Позволяет добавлять параметры отверстия и резьбы или размеры эскиза к существующему чертежному виду
	Горизонтальная цепочка	Позволяет создать несколько последовательных горизонтальных размеров
	Вертикальная цепочка	Позволяет создать несколько последовательных вертикальных размеров
	Горизонтальная базовая линия	Позволяет создать серию горизонтальных размеров от общей базовой выносной линии
	Вертикальная базовая линия	Позволяет создать серию вертикальных размеров от общей базовой выносной линии
	Чертежные размеры цепочки/от базы (меню)	Позволяет выбрать команду из списка команд размера цепочки и базы
	Ординаты	Позволяет создать позиционные размеры

 Параметры СДФиР	Для отображения этой команды ее необходимо добавить на панель инструментов с помощью меню Инструменты → Настройки . Позволяет выбрать и отобразить специальные проверенные экземпляры системы допусков форм и размеров (СДФиР) на чертежном виде
---	---







Панель инструментов **Аннотация** (рис. 2.8) позволяет добавлять/изменять символы, текст, штриховать и заливать объекты чертежа, добавлять изображения и символы пользователя. В ней также содержатся команды наследования в чертеж размеров элементов и эскизов.






















Рис. 2.8. Панель инструментов **Аннотация**

Таблица 2.3

Команды панели инструментов *Аннотация*

 Замечание	Открывает диалоговое окно Замечание , позволяющее создавать заметки и метки
 Табличная метка	Открывает диалоговое окно Табличная метка , позволяющее создавать табличные обозначения
 База и форма допуска (меню)	Позволяет выбрать из списка команды Допуск формы и расположения (СДФиР)
 Допуск формы и расположения	Открывает диалоговое окно Допуск формы и расположения , позволяющее создавать и изменять аннотации СДФиР
 Символ обозначения базы	Открывает диалоговое окно Символ обозначения базы , позволяющее создавать и изменять символы обозначения базы в СДФиР
 Целевая база	Открывает диалоговое окно Целевая база , позволяющее создавать и изменять символ целевой базы СДФиР
 Аннотация (меню)	Позволяет выбрать команду из списка команд символа
 Символ идентификатора	Открывает диалоговое окно Символ идентификатора , позволяющее создавать и помещать символы идентификации на чертеже
 Символ чистоты поверхности	Открывает диалоговое окно Чистота поверхности , позволяющее создавать и помещать символы чистоты поверхности на чертеже
 Символ сварки	Открывает диалоговое окно Команды панели инструментов «Аннотация» , позволяющее создавать и редактировать символы сварки на чертеже
 Символ точки построения	Открывает диалоговое окно Символ точки построения , позволяющее создавать и помещать символы точки построения на чертеже
 Символ пересечения	Открывает диалоговое окно Символ пересечения , позволяющее создавать и помещать символы пересечения на чертеже

	Штриховка	Открывает диалоговое окно Штриховка , позволяющее указывать шаблон штриховки внутри выбранной границы
	Заливка	Открывает диалоговое окно Заливка , позволяющее задавать шаблон заливки области внутри заданной границы
	Символы, задаваемые пользователем	Открывает диалоговое окно Символы , задаваемые пользователем, позволяющее размещать собственные символы на чертеже
	Символ (меню)	<p>Позволяет выбрать команду из списка команд, задаваемого пользователем символа.</p> <ul style="list-style-type: none">  Символ пользователя – открывает диалоговое окно Символ пользователя, позволяющее создавать или редактировать любой экземпляр символа из библиотеки.  Задать символ пользователя – открывает диалоговое окно Создать символ пользователя, позволяющее создавать и сохранять произвольные символы и библиотеки таких символов
	Разделить символ пользователя	Открывает диалоговое окно Разделить символ пользователя , позволяющее уменьшить символ пользователя и превратить его в простой объект, такой как линия, дуга и текст
	Осевая линия (меню)	<p>Позволяет выбрать из списка команду Осевая линия.</p> <ul style="list-style-type: none">  Осевая линия – позволяет создать символ осевой линии в одной или нескольких точках или дугах.  Осевая линия круглого болта – позволяет создать полные или частичные осевые линии болтов через точки или дуги.  Круговая осевая линия – позволяет создать полные или частичные осевые линии через точки или дуги.  Симметричная осевая линия – предназначена для создания вспомогательного обозначения, показывающего на чертеже расположение оси симметрии геометрической модели.  2D осевая линия – позволяет создать 2D осевые линии от кривой или управляющих точек.  3D осевая линия – позволяет создать 3D осевые линии на заметенной или аналитической грани.  Автоматическая осевая линия – автоматически создает осевые линии на существующих видах, если ось отверстия или цилиндров перпендикулярна или параллельна плоскости чертежного вида.  Символ смещения точки центра – открывает диалоговое окно Символ смещения точки центра, позволяющее создавать и помещать символ смещения точки центра
	Изображение	Открывает диалоговое окно Вставить изображение , позволяющее выбрать растровые изображения JPG или PNG для размещения на чертеже
	Настройки аннотаций	Открывает диалоговое окно Настройки аннотаций
	Настройки линии сечения	Открывает диалоговое окно Настройки линии сечения

Панель инструментов **Изменение чертежа** (рис. 2.9) содержит опции для изменения объектов чертежа в режимах *объект-действие* или *действие-объект*.

В режиме *объект-действие* вы можете выбрать объект в графическом окне и затем выбрать необходимую команду в панели инструментов. В режиме *действие-объект* вы можете сначала выбрать команду в панели инструментов, а затем выбрать необходимый объект.

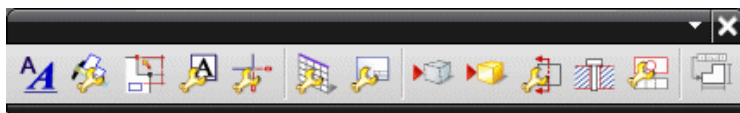




Рис. 2.9. Панель инструментов **Изменение чертежа**

Таблица 2.4

Команды панели инструментов **Изменение чертежа**

	Изменить стиль	Позволяет изменить стиль выбранного чертежного объекта, используя диалоговое окно Стиль
	Изменить надпись	Позволяет изменить стиль выбранного чертежного объекта, используя соответствующее диалоговое окно
	Изменить ассоциативность размеров	Позволяет связать заново размер с другими объектами того же типа (текст, геометрия, осевые линии и т. п.), которые использовались при создании размера
	Изменить текст	Позволяет изменить текст выбранного чертежного объекта, используя диалоговое окно Текст
	Изменить ординату	Позволяет объединить набор ординат или переместить размеры в другой набор с помощью диалогового окна Позиционные размеры
	Уровни спецификации	Позволяет добавить или удалить строки из списка деталей с помощью диалогового окна Изменить спецификацию
	Изменить лист	Позволяет изменить размер и другие параметры активного чертежного листа с помощью диалогового окна Лист
	Скрыть компоненты вида	Позволяет скрыть выбранные компоненты чертежного вида с помощью диалогового окна Скрыть компоненты вида
	Показать компоненты в виде	Позволяет отобразить выбранные компоненты чертежного вида с помощью диалогового окна Показать компоненты вида
	Изменить линию сечения	Позволяет изменить компоненты линии сечения с помощью диалогового окна Линия сечения . Заметка: для редактирования отображения линии сечения используйте команду Изменить стиль
	Сечение в виде	Позволяет настроить отображение компонента на виде сечения как рассекаемого или нерассекаемого с помощью диалогового окна Сечение в виде
	Видозависимое изменение	Позволяет индивидуально управлять отображением объектов в чертежном виде с помощью диалогового окна Видозависимое изменение
	Подавить объект чертежа	Позволяет управлять отображением объектов с помощью диалогового окна Подавить объект чертежа

	Начало	Для отображения этой команды вы должны добавить ее в вашу панель инструментов с помощью меню Инструменты → Настройки . Позволяет отредактировать начало любого чертежного объекта с помощью диалогового окна Инструмент начала
	Копировать в 3D	Для отображения этой команды вы должны добавить ее в вашу панель инструментов с помощью меню Инструменты → Настройки . Позволяет копировать 2D-кривые в 3D-пространство









Панель **Отслеживание изменений в чертеже** (рис. 2.10) обеспечивает опции для отслеживания и отчета о чертежных изменениях, которые произошли с момента выпуска чертежа или момента его создания и изменения.



Рис. 2.10. Панель инструментов **Отслеживание изменений в чертеже**

Таблица 2.5

Команды панели *Отслеживание изменений в чертеже*

	Создать снимок данных	Позволяет захватить и сохранить чертежные данные и CGM для каждого листа в рабочей детали
	Трассировка изменений	Позволяет создать временный снимок текущего состояния чертежа и использовать данные в отчете сравнения
	Выполнить отчет сравнения	Позволяет сгенерировать отчет, сравнивающий текущее состояние чертежных данных с сохраненным снимком данных или временным снимком
	Открыть отчет сравнения	Позволяет открыть существующий отчет сравнения
	Наложение CGM	Позволяет наложить сохраненный CGM поверх текущего листа и визуальнo оценить различия
	Настройки	Позволяет управлять информацией, которая собирается и отображается в отчете сравнения
	Удалить данные сравнения	Позволяет удалить чертежные и CGM-данные
	Удалить отчет о сравнении	Позволяет удалить существующий отчет сравнения

Важный метод управления интерфейсом чертежа реализуется посредством **Навигатора детали** (рис. 2.11). Пользователь имеет возможность провести следующие действия:

- открыть, изменить или удалить чертежный лист;
- добавить вид на лист или перетащить вид из одного листа на другой;
- двойным щелчком начать редактирование вида с помощью диалогового окна **Стиль вида**;
- добавить спроецированный, вспомогательный вид или разрез из импортированного вида;

- добавить зависимые от вида изменения;
- обновить вид или весь лист;
- сделать лист или чертежный вид активным видом эскиза.
- изменить, экспортировать или удалить чертежные таблицы и списки деталей.

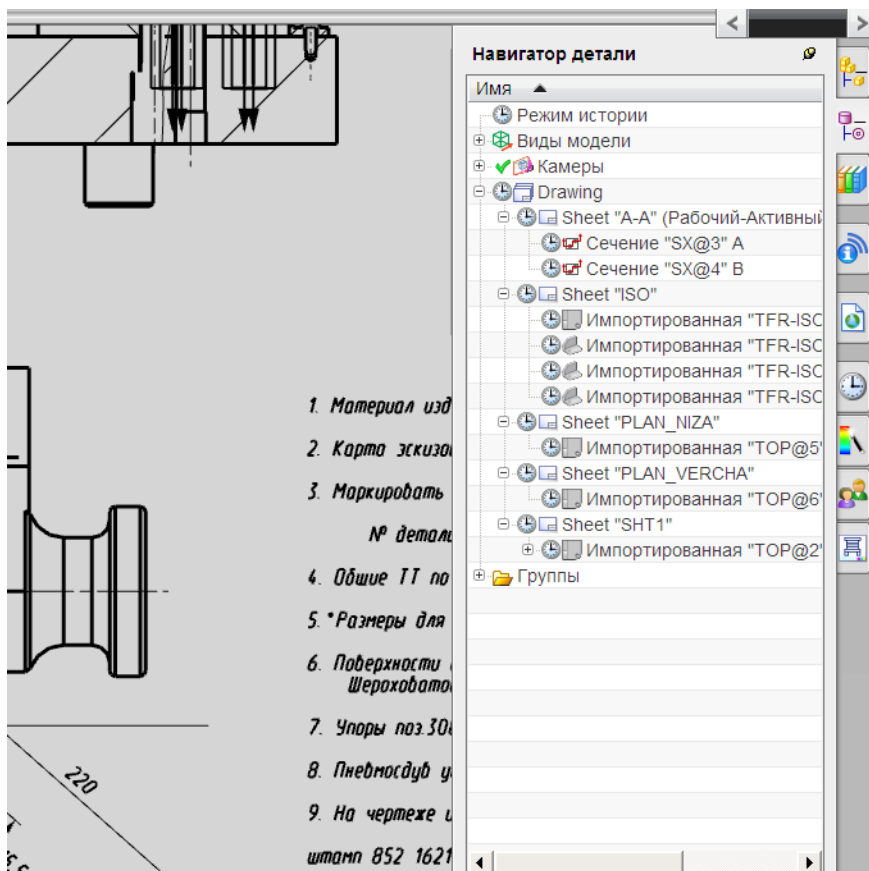


Рис. 2.11. Навигатор детали (Узел черчения)

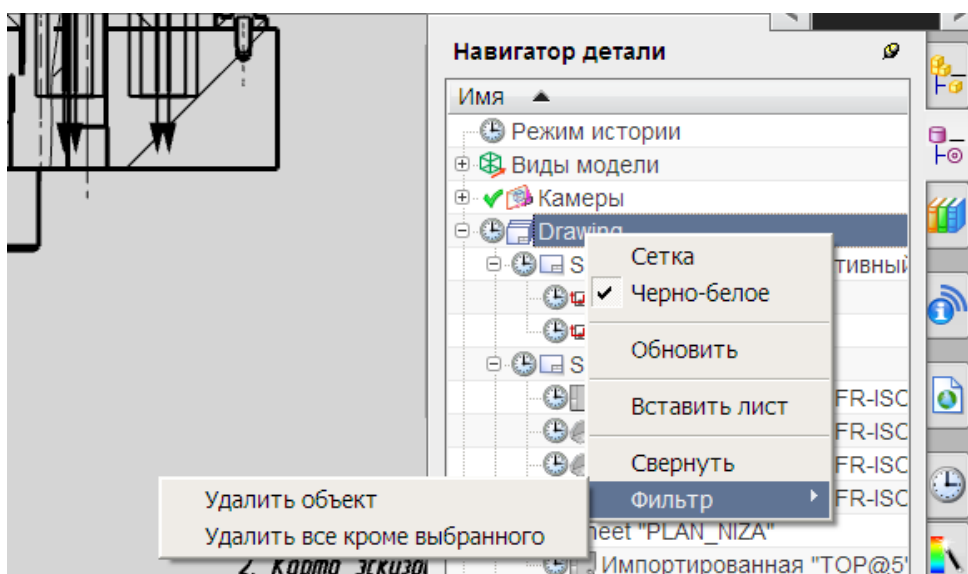


Рис. 2.12. Контекстное меню Чертеж

Для выполнения этих операций следует, с помощью мыши выделить объект **Навигатора детали** «Узел черчения» (рис. 2.12, 2.13), а затем выполнить действия контекстного меню.

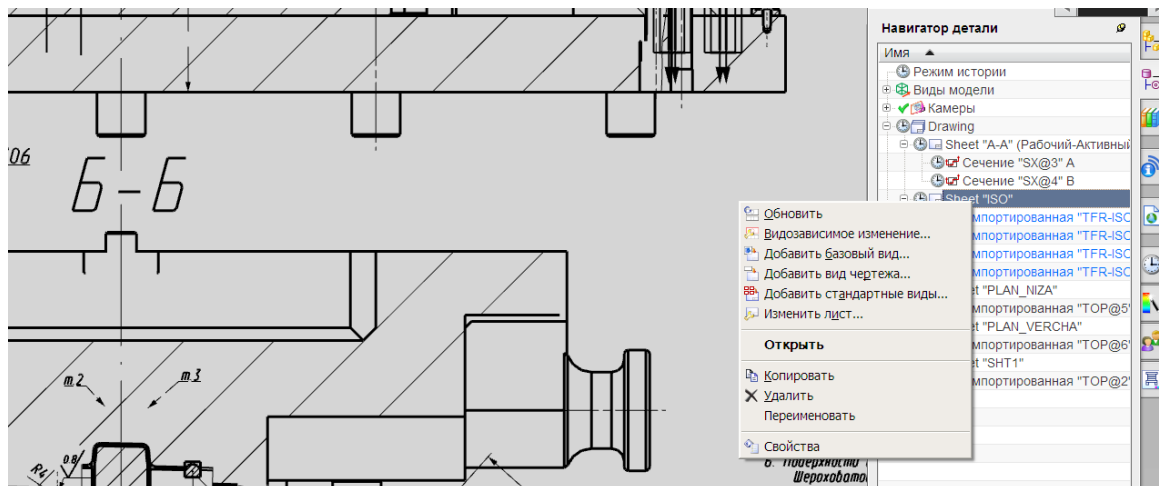


Рис. 2.13. Контекстное меню **Лист**

Настройки интерфейса позволяют пользователю в приложении **Черчение** ускорить процесс проектирования.

2.1.2. Настройки приложений черчения NX

Настройки приложений черчения производят вызовом в меню **Файл > Утилиты > Настройки по умолчанию** окон настроек чертежа, которое содержит опции (рис. 2.14):

- *Общие;*
- *Аннотации;*
- *Линии сечения;*
- *Вид;*
- *Редактор текста;*
- *Другие символы;*
- *Выбор контекстного правила;*
- *Таблица отверстий;*
- *Отслеживание изменений чертежа;*
- *Extras,*

а также используя меню **Настройки > Черчение...> Настройки чертежа** (рис. 2.15).

Окно настроек чертежа содержит закладки:

- **Общий;**
- **Просмотр;**
- **Вид;**
- **Аннотация.**

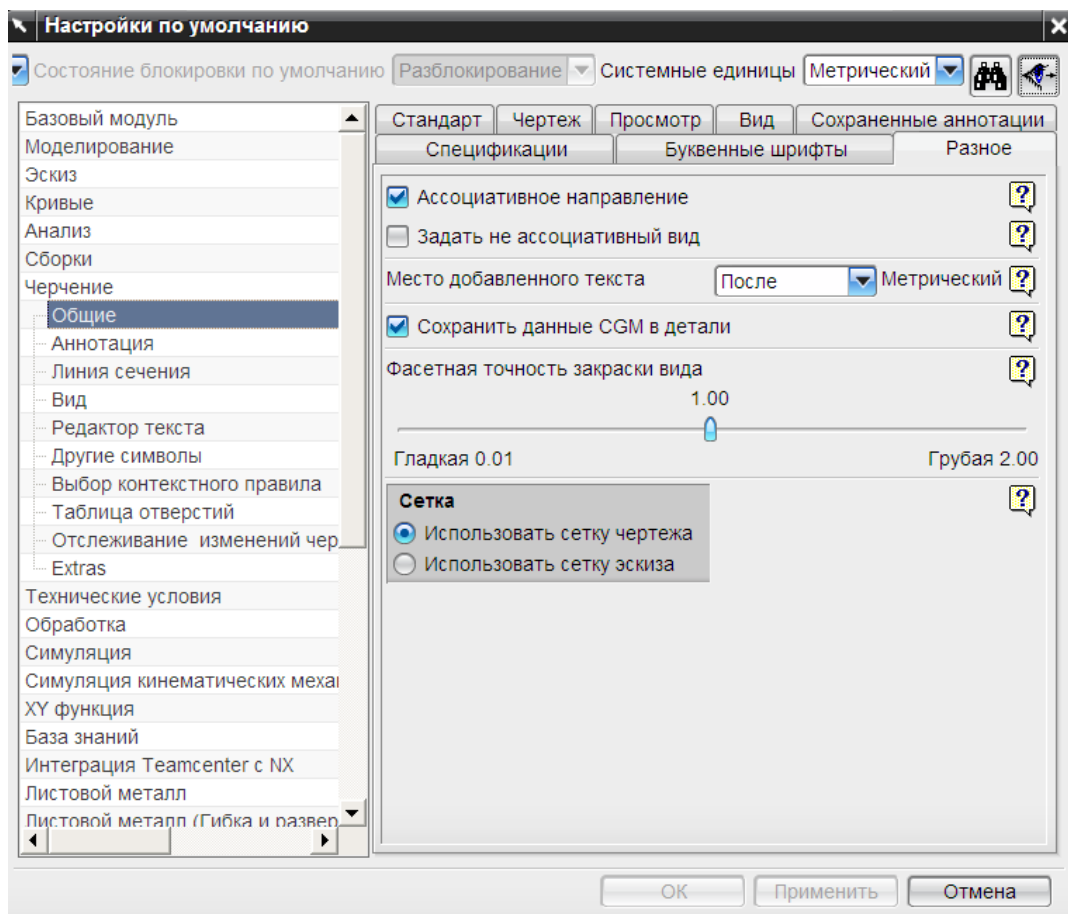


Рис. 2.14. Настройки по умолчанию

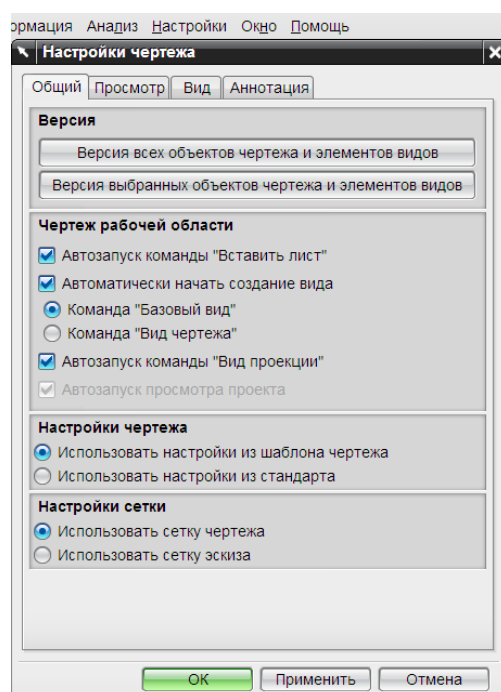


Рис. 2.15. Настройки чертежа

Предварительная настройка приложения **Черчение** и **Быстрое черчение** является насущной необходимостью для установки параметров, которые постоянно используются в процессе разработки чертежей.

Например, для опции **Общие** в закладке **Стандарт** (рис. 2.14) желательно в самом начале работы предусмотреть использование стандартов ЕСКД. В закладке **Чертеж** рекомендуется выбрать управляемую кнопку **Начало** — **Базовый вид** или **Вид чертежный** в зависимости от выбранного способа работы.

Если неясен смысл выбираемой установки, можно воспользоваться меню **Помощь** > **Справка NX** или подвести курсор мыши к рамочке с вопросом напротив непонятой установки (рис. 2.16).

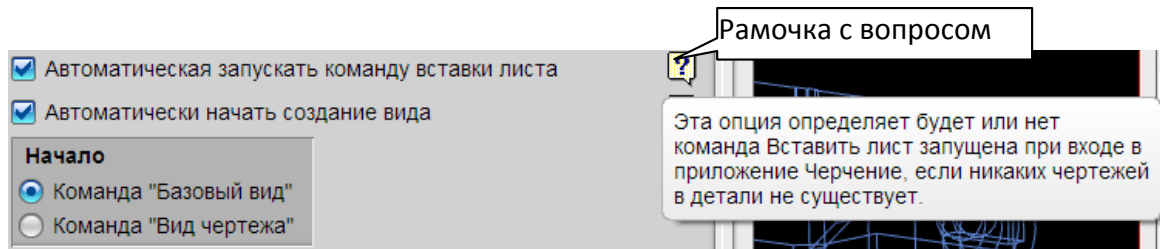


Рис. 2.16. Настройки чертежа

В закладке **Буквенные шрифты** опции **Общие** по умолчанию рекомендуется установить шрифты **Cyrillic** (рис. 2.17).

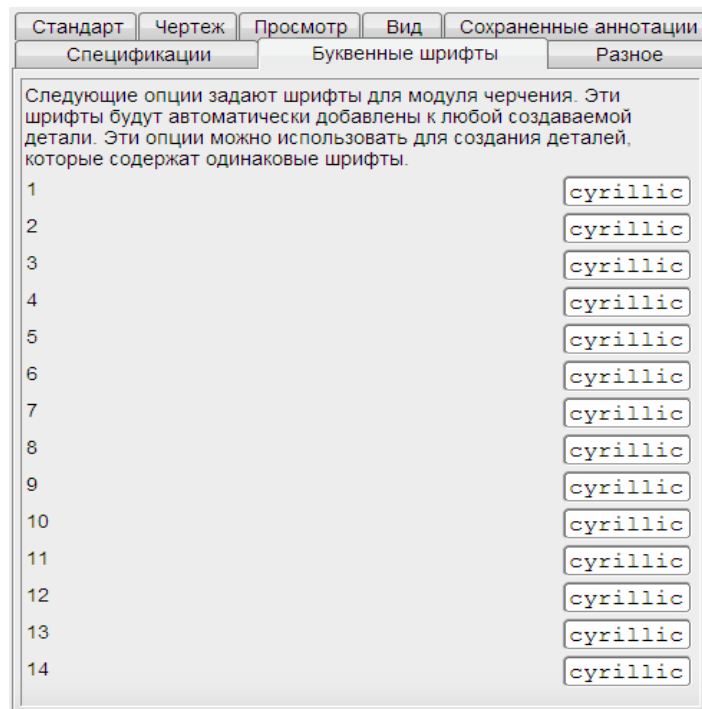


Рис. 2.17. Настройки типа шрифтов чертежа

Назначение других установок необходимо уточнить в процессе работы над конкретным проектом и затем их принять. Предварительная настройка приложений черчения действует как для создания 2D-, так и для разработки 3D-чертежей.

Выполнение настройки черчения для предстоящего проекта или коллектива пользователей, которые работают в одном коллективе, обычно производится администратором сети пользователей NX и хранится в специальных файлах. Для режима пользователя это файлы `nx75_user.xml` и `nx75_user.drv`.

Настройки по умолчанию назначаются при запуске NX (рис. 2.14).

Часть настроек могут быть изменены в процессе сеанса работы посредством меню **Настройки > Черчение** (рис. 2.15), через панель инструментов **Изменить чертеж** или через меню **Изменить** (рис. 2.18).

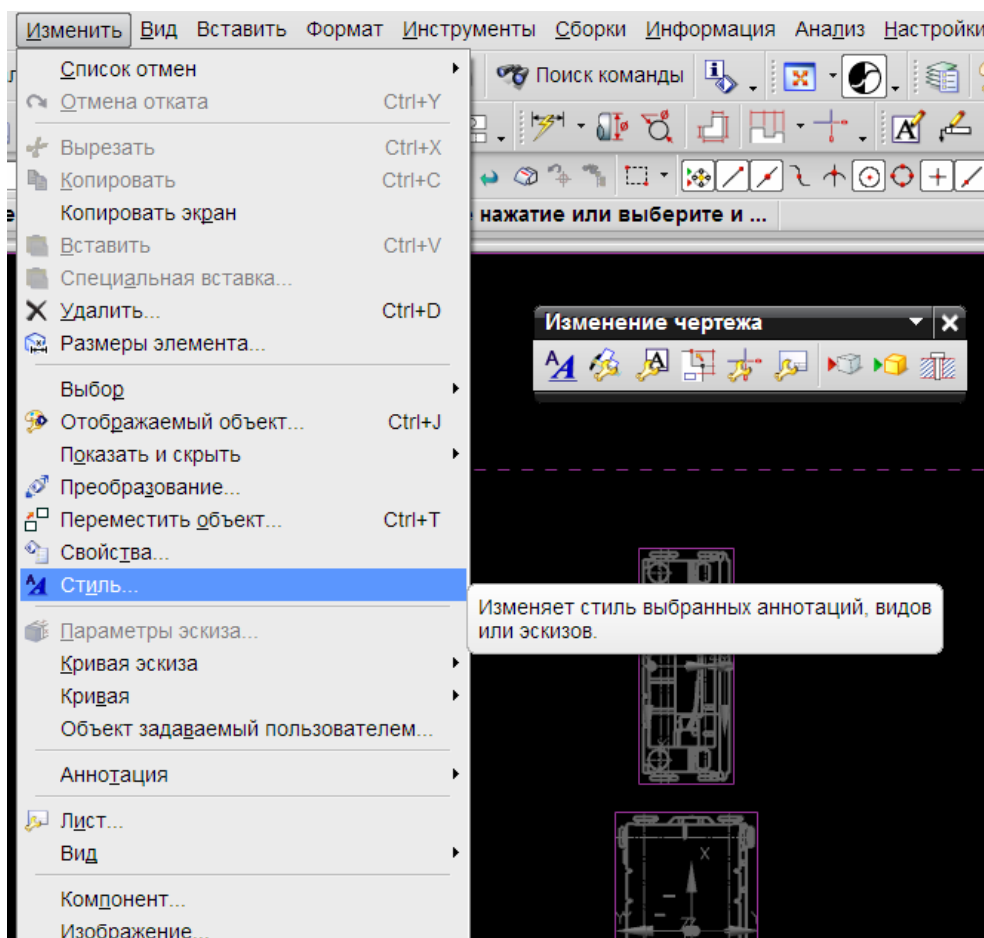


Рис. 2.18. Изменение настроек

Для тщательного изучения настроек приложений черчения следует обратиться к технической документации NX [1].

2.1.3. Методы работы в приложениях «Черчение NX»

Основу последовательности работы в приложении **Быстрое Черчение** можно представить в следующей блок-схеме (рис. 2.19).

Если чертеж создается в файле детали или сборки на основании 3D ЭМ, то первый этап будет отсутствовать.

Первый этап (создание файла чертежа) является точкой разветвления в блок-схеме. В зависимости от того, какой файл будет применен для дальнейшей разработки, 2D-компоновка или чертеж на основе 3D ЭМ изделия (см. рис. 2.1).

Тогда блок-схему можно представить в виде рис. 2.20.

При необходимости создавать эскизы в чертеже можно и для файла на основе 3D ЭМ. Тогда в первой и во второй цепочках возможно копирование из чертежа эскизов в приложение 3D-моделирования, что впоследствии позволяет создавать на основе этих эскизов из чертежа 3D-объекты и ЭМ изделий (см. пример далее).



Рис. 2.19. Этапы работы в приложениях черчения NX



Рис. 2.20. Основные этапы работы в приложении **Быстрое черчение**

2.1.4. Виды и сечения в приложениях «Черчение NX»

Большую важность в приложениях черчения имеют виды и сечения.

В связи с появлением в версии NX 7.5 нового приложения **Быстрое черчение** открытие видов и сечений получило добавление **Чертеж** (рис. 2.21).

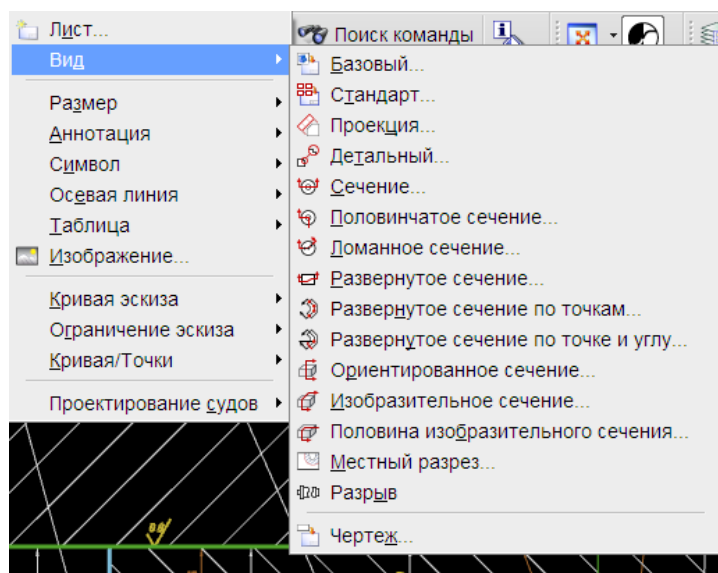


Рис. 2.21. Опции команды **Вид**

В режиме использования 3D ЭМ для построения чертежей важным видом является **Базовый вид**. Он получается в результате импорта одного из видов 3D ЭМ изделия. Этими видами могут быть стандартные ортографические и стереометрические виды, а также виды, созданные пользователем (рис. 2.22).

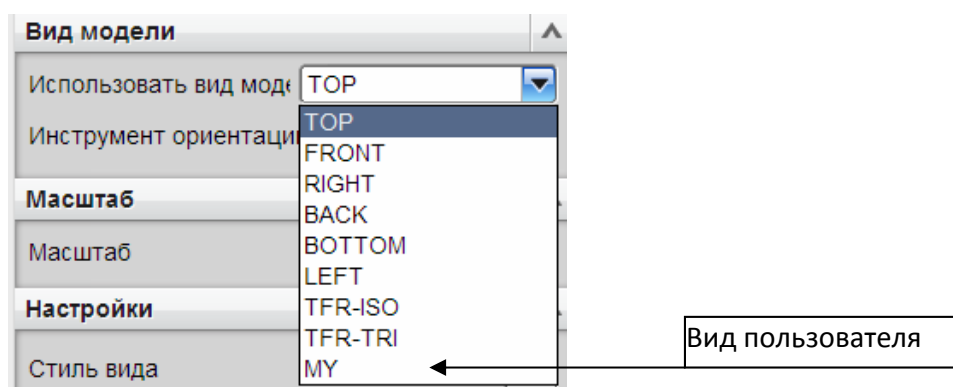


Рис. 2.22. Базовые виды

Базовый вид может являться родительским по отношению к другим спроецированным видам (рис. 2.23).

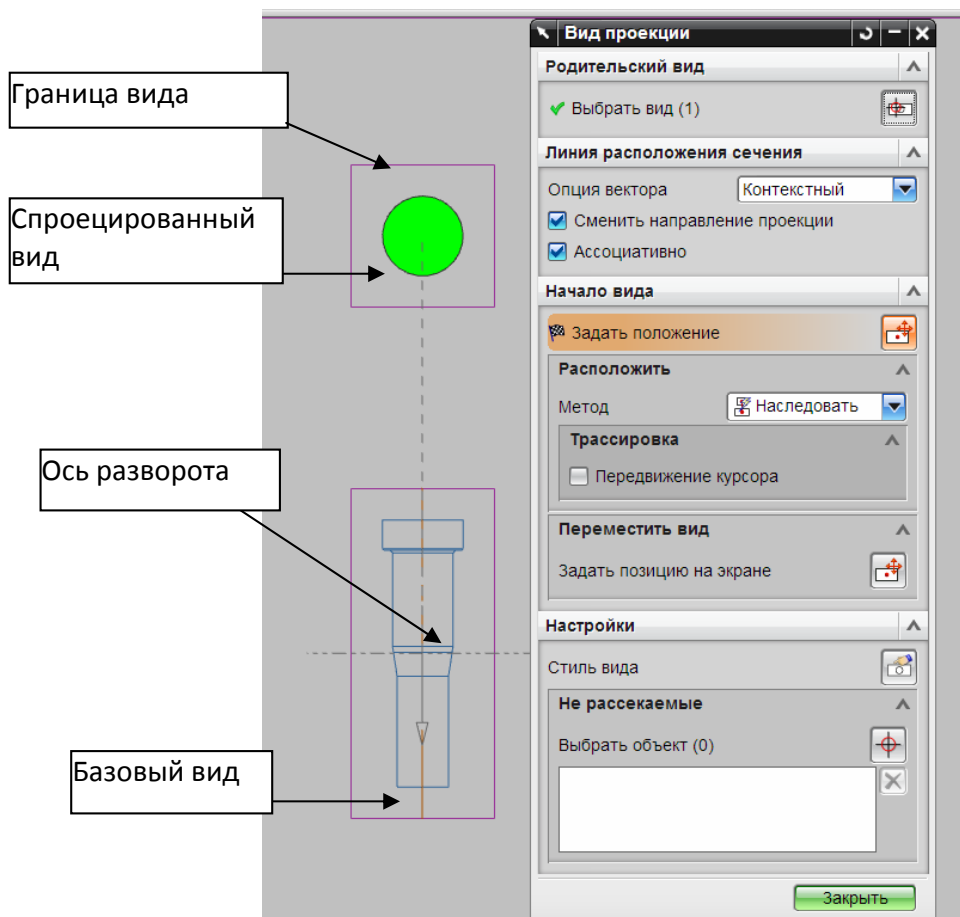


Рис. 2.23. Проецирование базового вида

Спроецированный вид (опция **Проекция...**) (рис. 2.21) можно выполнить от любого вида, который уже создан на 2D-чертеже.

Вид **Стандарт...** (рис. 2.21) позволяет создать на чертеже сразу несколько ортографических видов в соответствии с установленным типом **Стандарт чертежа** в настройках команды меню **Инструменты** и видом ортографической проекции.

Для создания всех остальных видов, кроме **Базовый**, **Стандарт** и **Чертеж**, нужен какой-либо родительский вид.

Вид **Чертеж** помещается первым на поле чертежа в режиме 2В-черчения. Он может быть стандартным и родительским видом для всех остальных.

Каждый вид, и вид сечений в том числе, имеет границу (рис. 2.23). Границы могут быть видимыми и невидимыми. Размеры границ вида также можно изменять.

Вид может являться активным и неактивным. Для активизации вида требуется щелкнуть левой кнопкой по границе вида. В результате объекты вида будут доступны для работы с ними.

Если пользователь во время работы в приложении черчения создал какие-то новые объекты, то они – эти объекты – объявляются видовозависимыми. Такие объекты будут видны на поле чертежа.

В том случае если объекты следует создать только на активном виде (например, линии разрывного сечения), то после активизации вида и нажатия правой клавиши мыши выбирается опция **Расширить** и графическое окно переводится в режим работы только с геометрией активного вида.

С целью изучения техники работы с сечениями сборки и анализа видимости объектов на чертеже рассмотрим 3D-электронную модель сборки схемы штампа для выполнения разделительных операции (рис. 2.24).

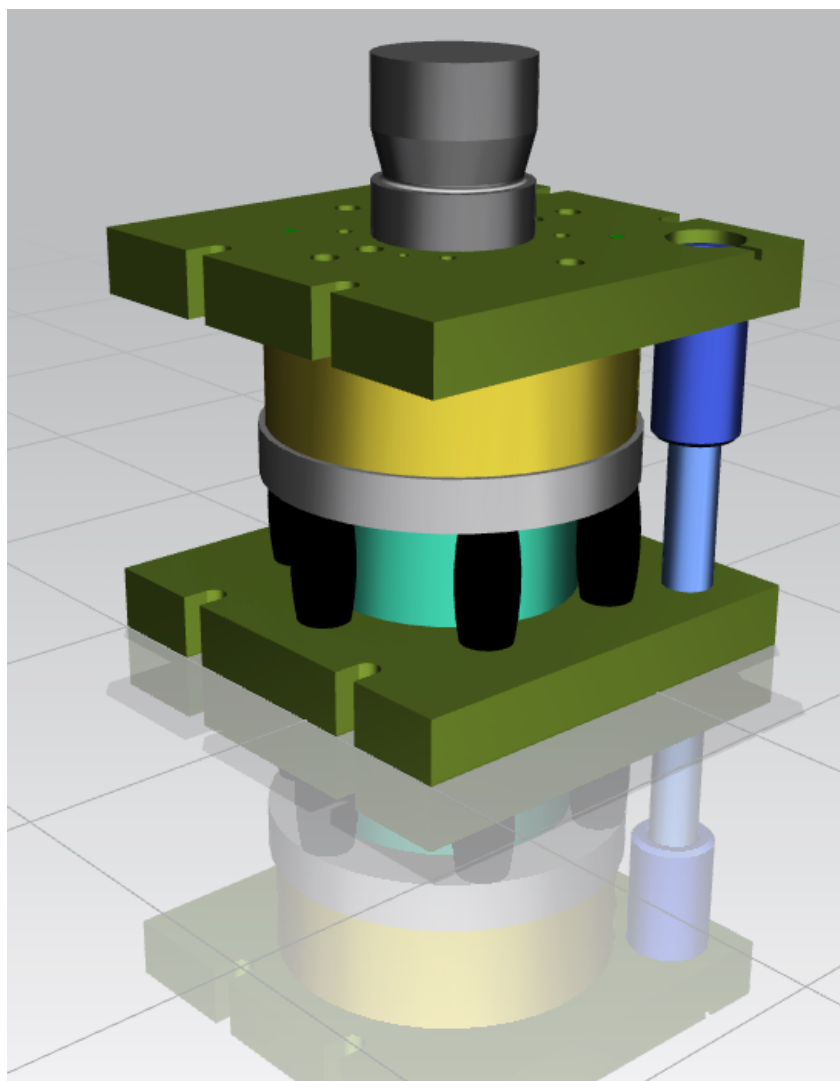


Рис. 2.24. Штамп для разделительной операции

Откроем **Навигатор сборки** (рис. 2.25), выберем все детали нижней половины штампа и переместим их на слой 10.

Затем аналогичную операцию проведем для верхней половины штампа (рис. 2.26) и переместим детали на слой 20.

Далее перейдем в режим черчения (рис. 2.27), создадим лист с размерами формата A1 с изображением базового вида в масштабе 1:1 (рис. 2.28).

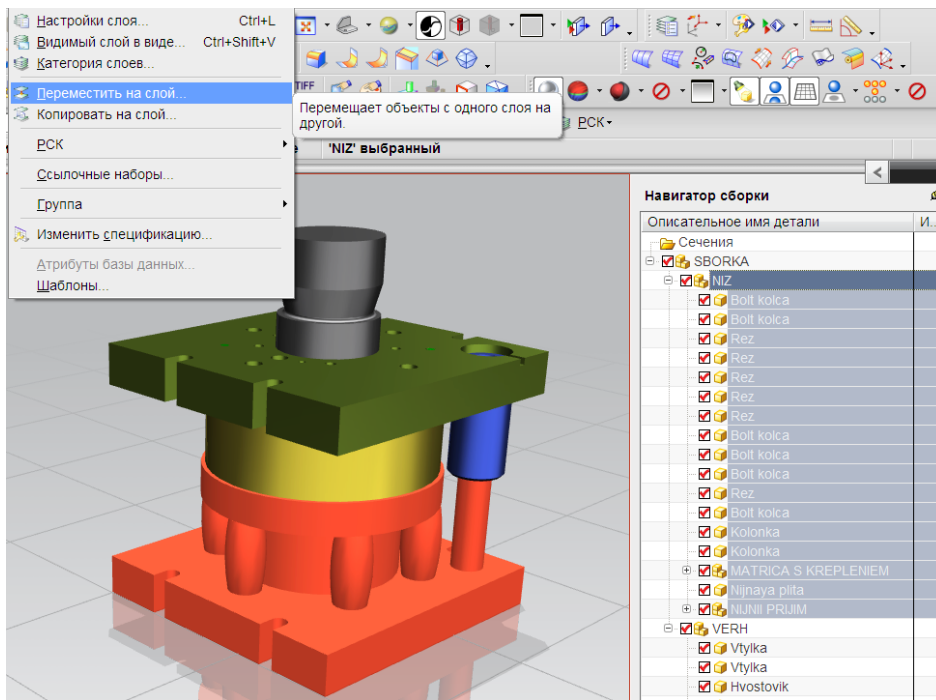


Рис. 2.25. Перемещение деталей нижней половины штампа на слой 10

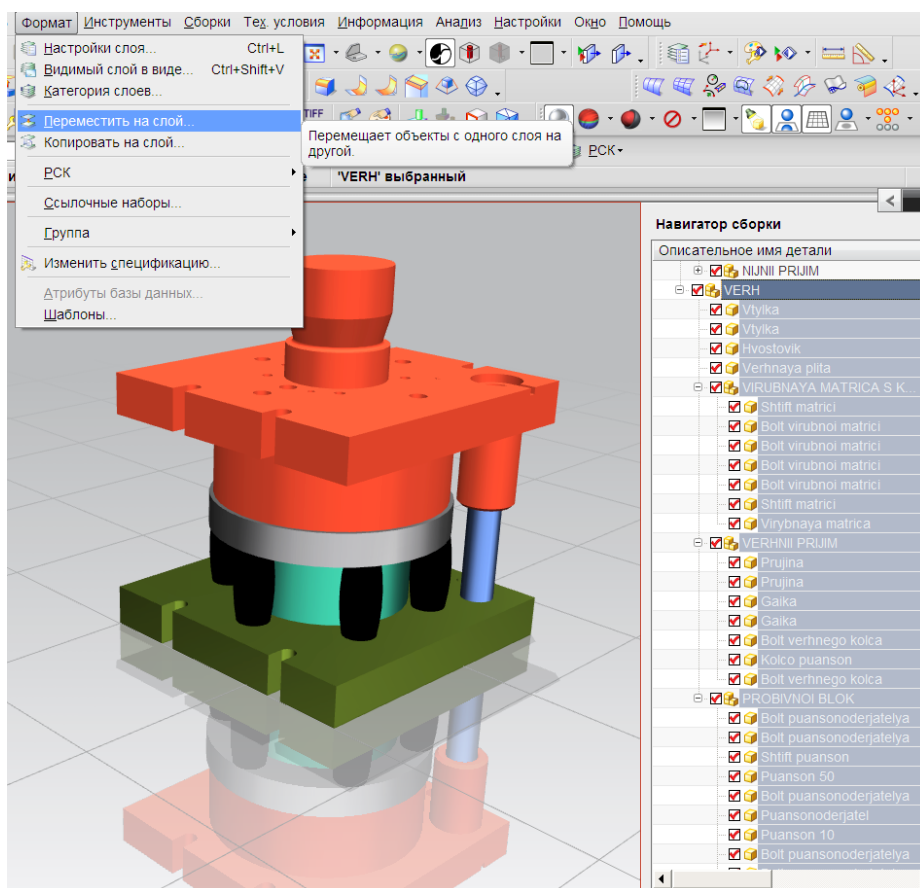


Рис. 2.26. Перемещение деталей верхней половины штампа на слой 20

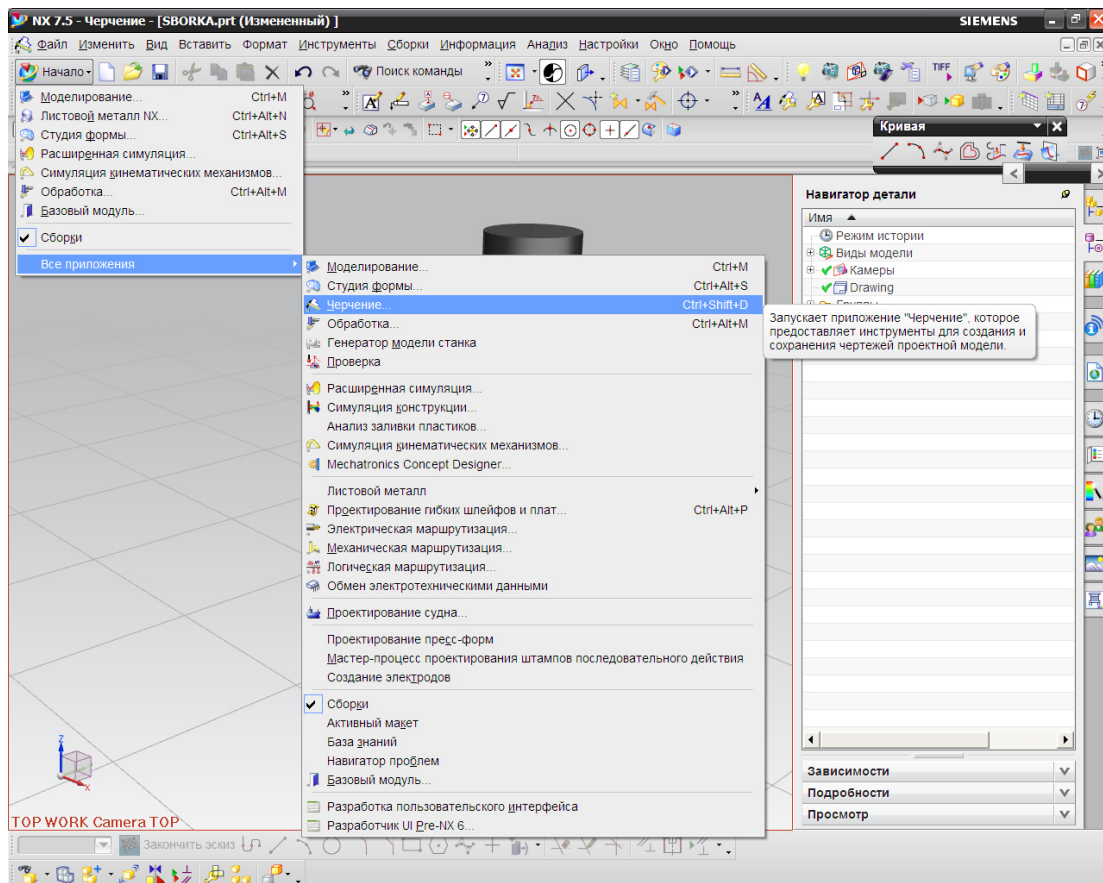


Рис. 2.27. Переход в приложение Черчение

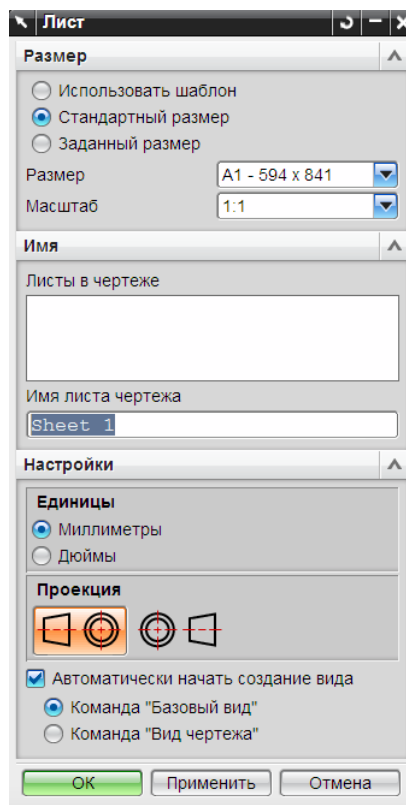


Рис. 2.28. Создание чертежного листа

Представим **Базовый вид** в положении **TOP** (рис. 2.29).

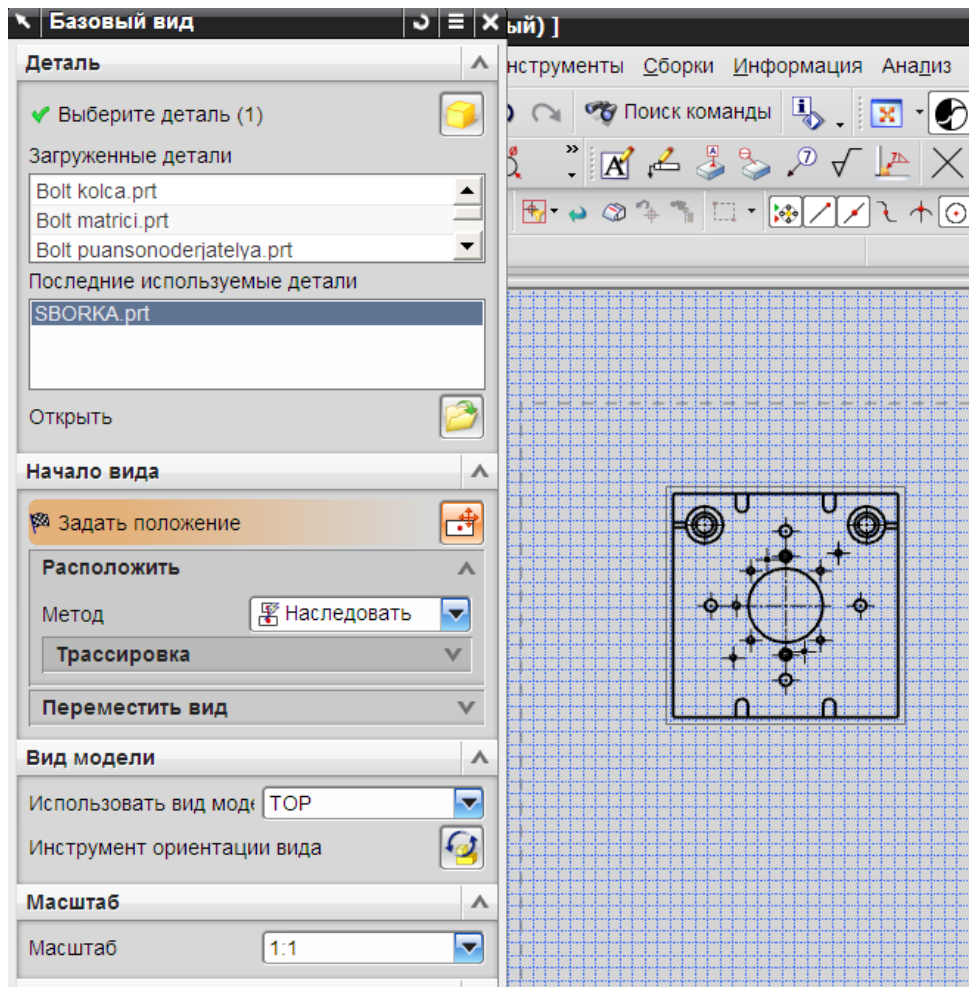


Рис. 2.29. Базовый вид штампа

На основе **Базового вида** выполним два сечения. Продольное сечение штампа представим в проекционной связи на виде А—А (рис. 2.33), а поперечное сечение В—В сделаем по ломаной линии для того, чтобы показать узлы направления и штифты (рис. 2.34).

Последовательность действий содержит этапы:

- 1) выбор команды (рис. 2.30);

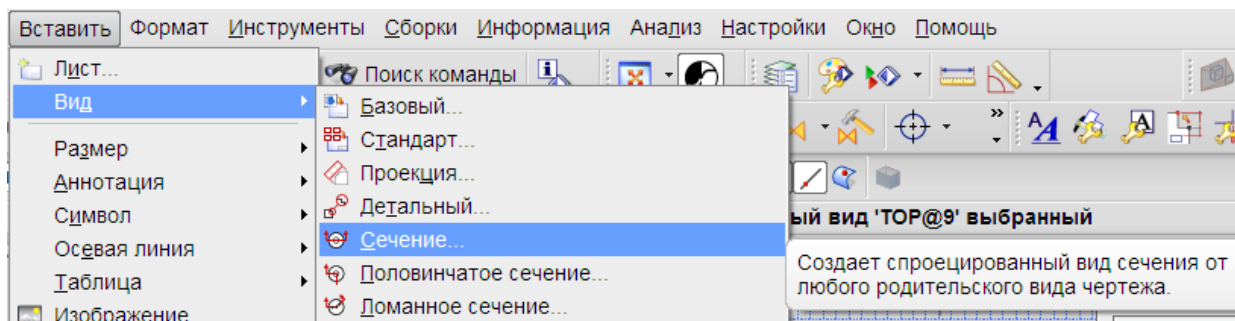


Рис. 2.30. Команда Сечение

2) выбор положения линии сечения (рис. 2.31);

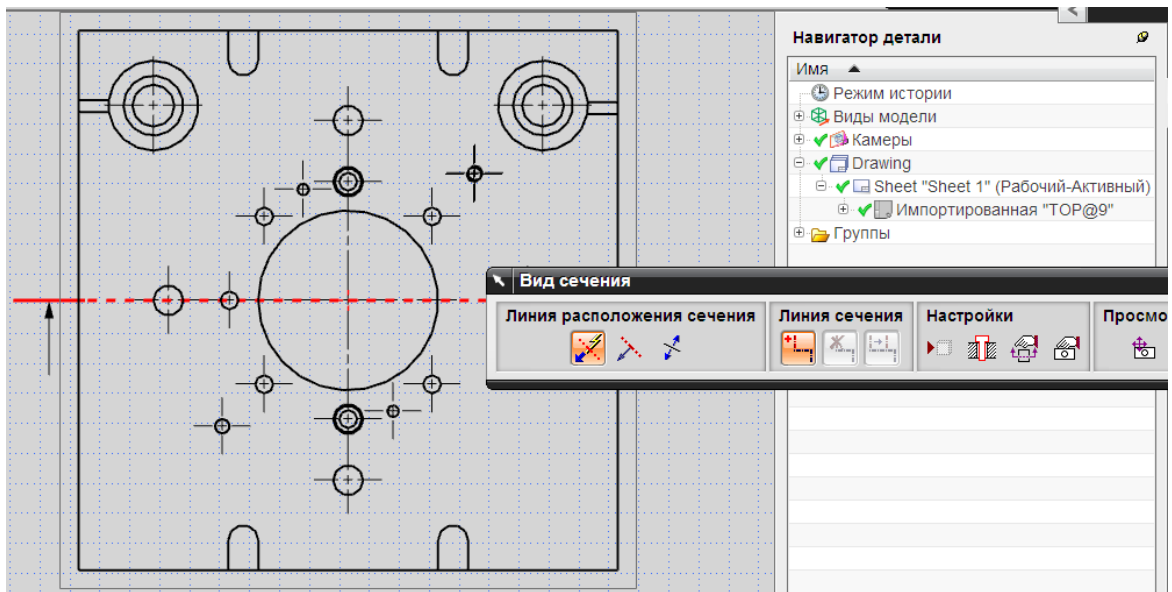


Рис. 2.31. Окно панели команды Сечение

3) выбор элементов штампа, которые не пересекаются плоскостью сечения (рис. 2.32).

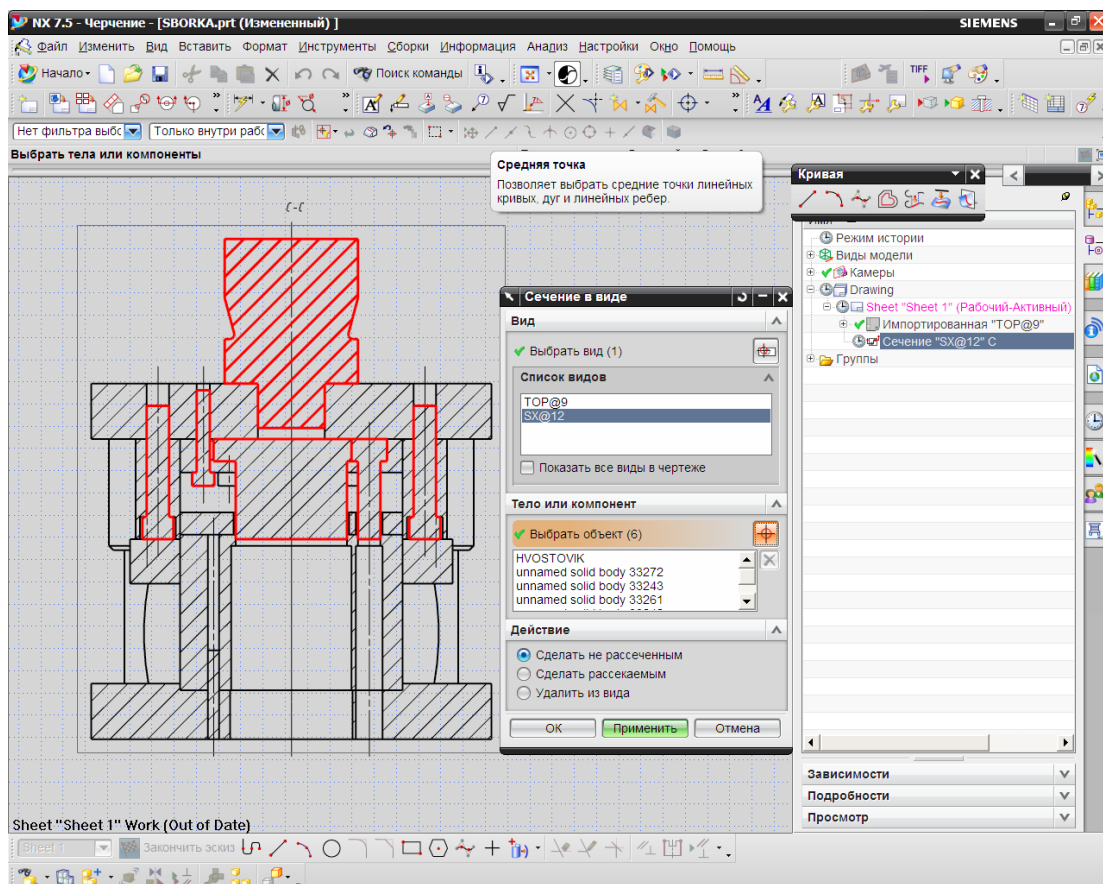


Рис. 2.32. Выбор нерассекаемых элементов штампа

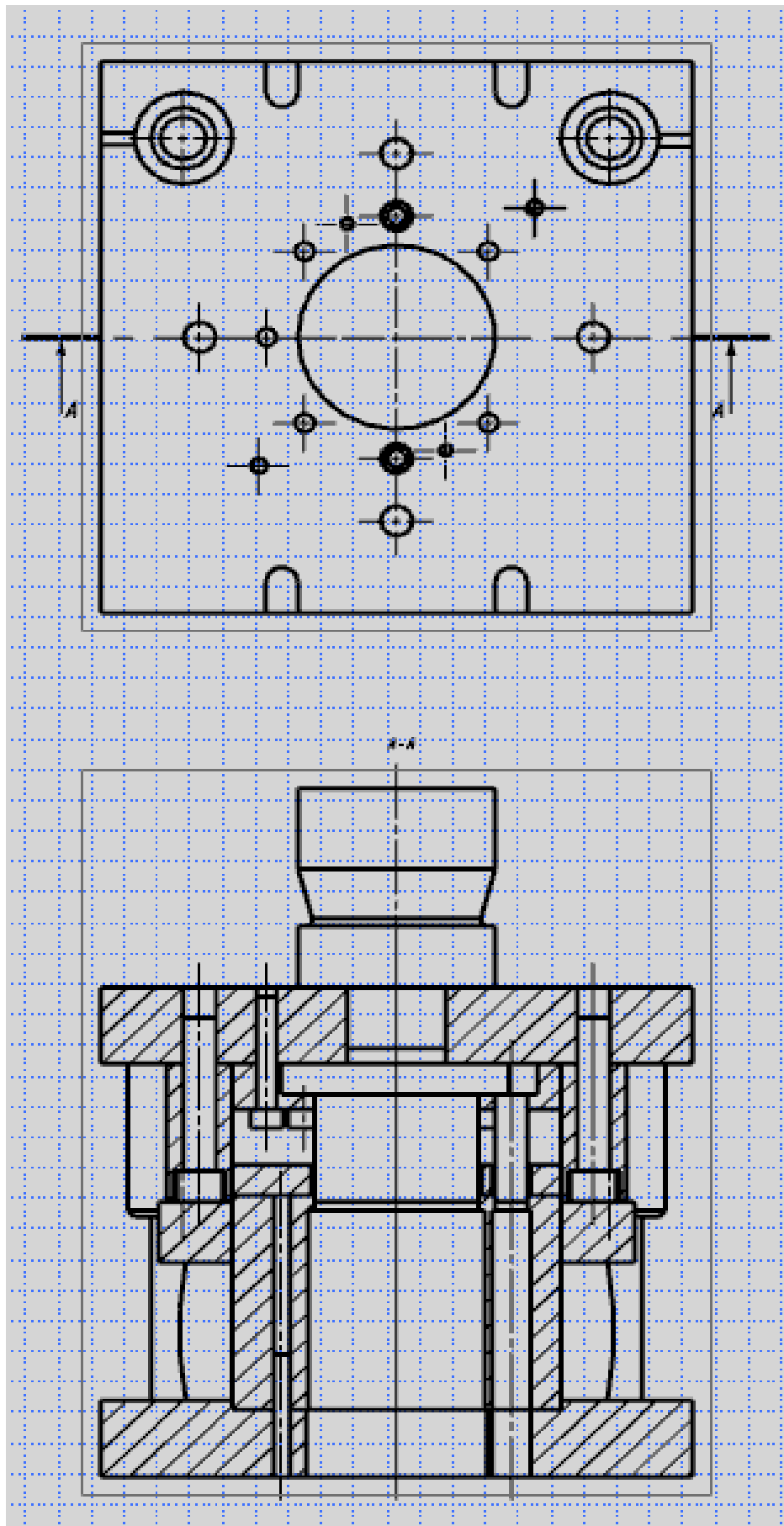


Рис. 2.33. Базовый вид ТОР и сечение А–А

Аналогично построим и сечение В–В, которое показано вместе с родительским **Базовым видом**, сечением А–А на рис. 2.34. Сечение В–В выполнено в проекционной связи для того, чтобы показать, как используется опция **Сечение** меню **Вставить > Вид**. В сборочных чертежах штампов сечения их сборок отображаются в рабочем положении штампа. Повернуть сечение можно, выделяя заданное сечение и вызывая опцию **Изменить стиль**, где в закладке **Общий** в поле ввода **Угол** указывается величина угла поворота сечения.

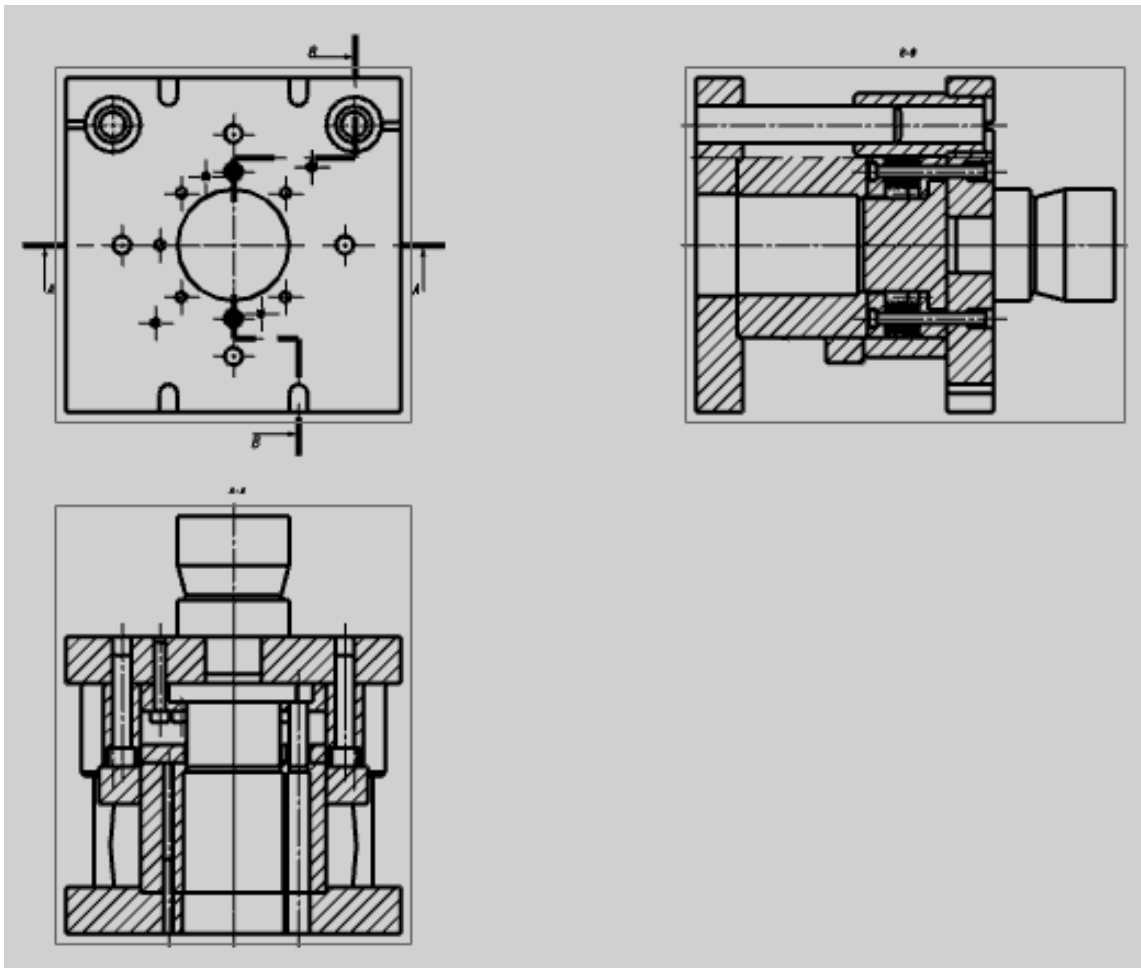


Рис. 2.34. Базовый вид: сечение А–А и В–В

Техническая документация конструкции штампов обычно содержит два вида: план верха и план низа. План верха представлен на базовом виде **ТОР**, а для показа плана низа выведем на поле чертежа еще один базовый вид **ТОР** (рис. 2.35).

Для того чтобы показать план низа на втором базовом виде (рис. 2.36), необходимо скрыть верхнюю половину штампа. Выполним это следующим образом:

- откроем меню **Формат**;
- выберем опцию **Видимый слой в виде...**;
- в окне **Видимый слой в виде** укажем на базовый вид **ТОР@14**;
- в окне **Видимый слой в виде...** (рис. 2.37) сделаем слой 20 невидимым.

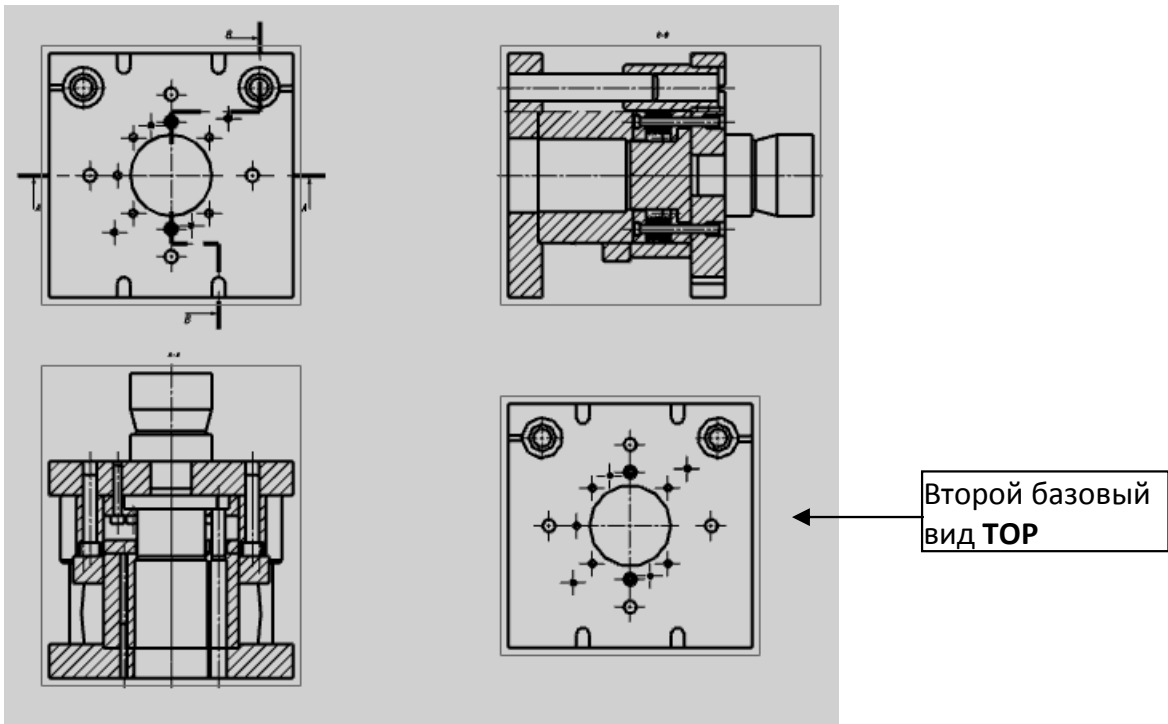


Рис. 2.35. Промежуточный этап построения плана низа

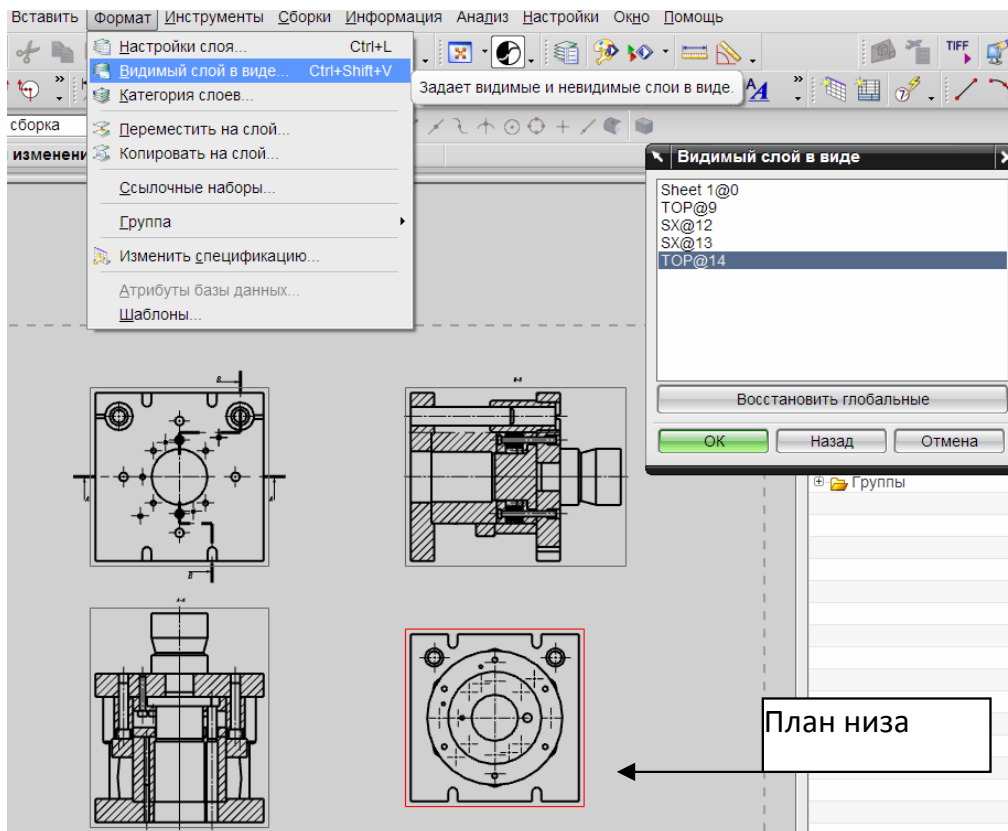


Рис. 2.36. План низа

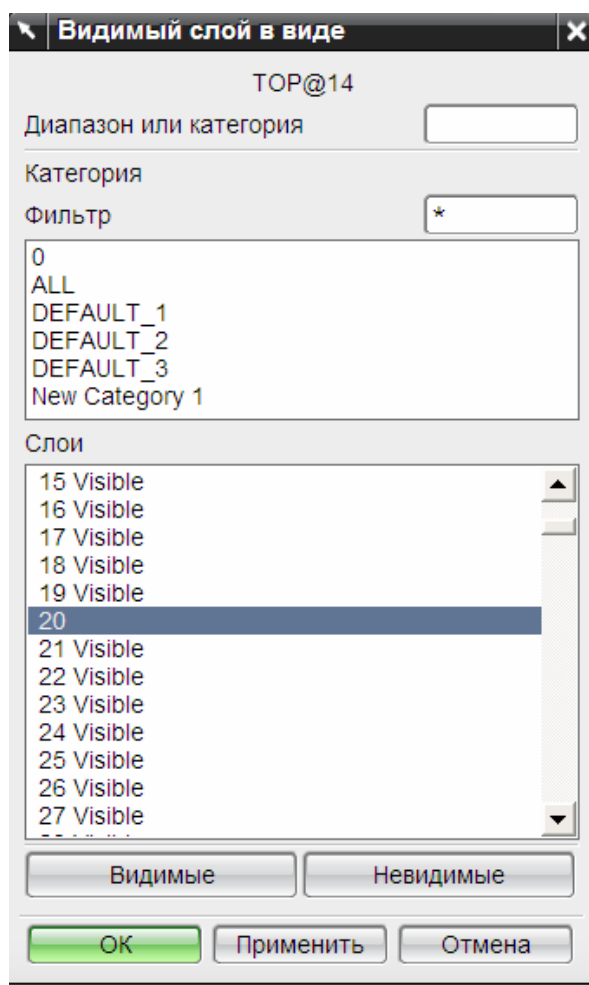


Рис. 2.37. Окно **Видимый слой в виде...**

Особенности выполнения остальных опций меню **Вид** будут рассмотрены в следующих разделах и видеопрезентациях, а также широко описаны в руководстве пользователя NX и литературных источниках.

Если при выборе видов и сечений не использовался ни один из предустановленных шаблонов форматов чертежей (см. рис. 2.1), то для выполнения следующих этапов работы рамка формата чертежа и основная надпись должны быть начерчены или вставлены. Вставку форматов чертежа и основной надписи можно провести в том случае, если они хранятся в одном из каталогов пользователя. Её можно провести двумя путями:

- применяя импорт файла чертежа **Файл > Импорт > Деталь**;
- используя меню **Формат > Шаблоны > Вызвать шаблон**, если формат чертежа является шаблоном.

Повышение производительности труда конструктора можно достичь предварительным созданием заготовок наиболее часто используемых объектов черчения: символов, форматов ЕСКД и др.

2.1.5. Создание символов пользователя и шаблонов

Использование меню и опций приложений **Черчение** позволяют выполнить практически любой чертеж и создать любой объект. Ускорение выполнения чертежей определяется использованием готовых шаблонов и обозначений (символов), которые широко применяются в чертежах. Следует также учесть, что разработка чер-

тежной документации занимает половину времени, которое отводится для проектирования штампов, поэтому снижение трудоемкости выполнения чертежей имеет важное значение.

Рассмотрим пример разработки символа шероховатости поверхности, использующегося для определения одинаковой шероховатости поверхностей деталей, для которых в видах чертежа не указана шероховатость. Для примера возьмем наиболее часто встречающийся вариант: необработанные поверхности, имеющие одинаковую шероховатость. В соответствии с ГОСТ 2.309–73 шероховатость таких поверхностей определяется в правом верхнем углу чертежа таким символом (рис. 2.38):

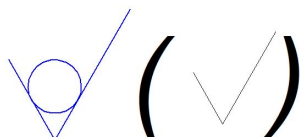


Рис. 2.38. Символ одинаковой шероховатости необработанных поверхностей по ГОСТ 2.309–73

Откроем приложение **Черчение** и в нем создадим, применяя возможности меню **Кривые эскиза**, символ (рис. 2.39).

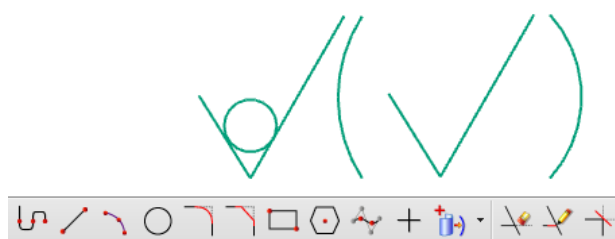


Рис. 2.39. Создание символа

Далее представим геометрические объекты окружностей и дуг в виде полигонов (рис. 2.40).



Рис. 2.40. Символ одинаковой шероховатости

Щелкнем мышкой по опции **Шрифт символов** (рис. 2.41) и, переходя к окну, выберем команду **Задать символ** (рис. 2.42).

После процедуры выбора масштаба и координат начала символа общей шероховатости, этот символ будет записан в файл **ug_default.sbf** под заданным ему именем.

Для того чтобы вызвать этот символ в чертеже детали, надо открыть меню **Вставить> Символ** (рис. 2.43).

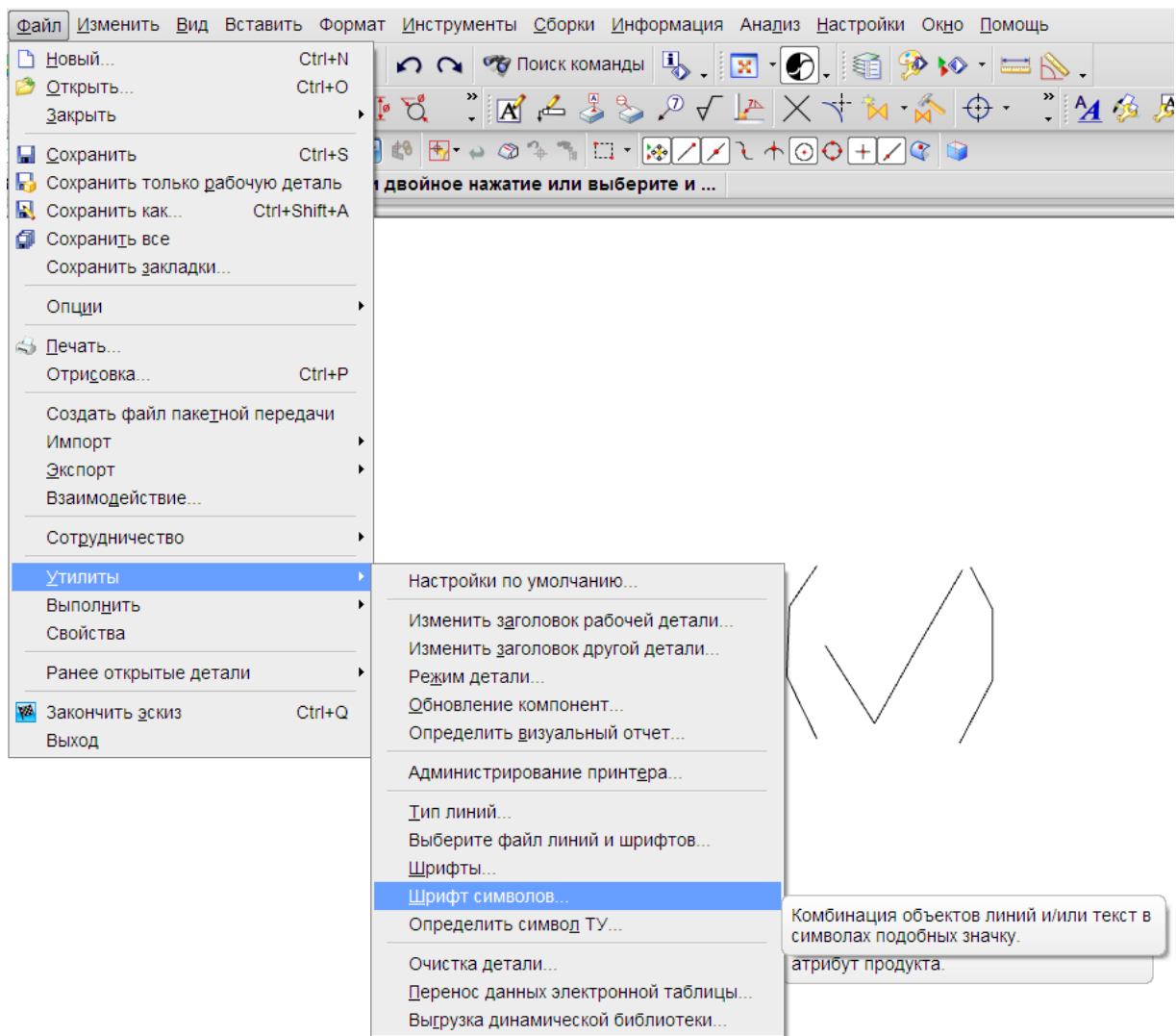


Рис. 2.41. Команда Шрифт символов

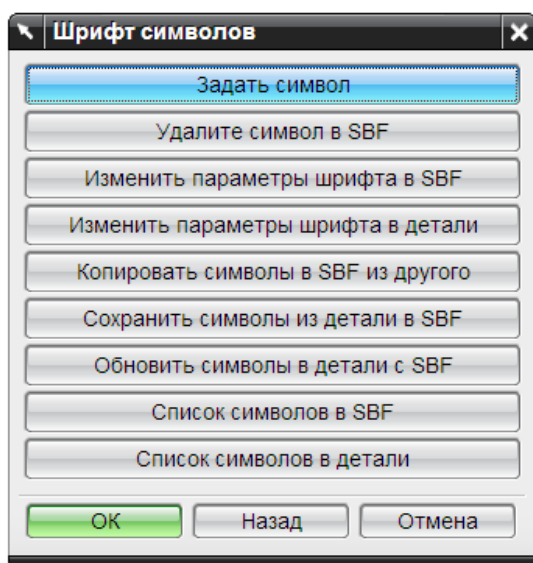


Рис. 2.42. Окно Шрифт символов

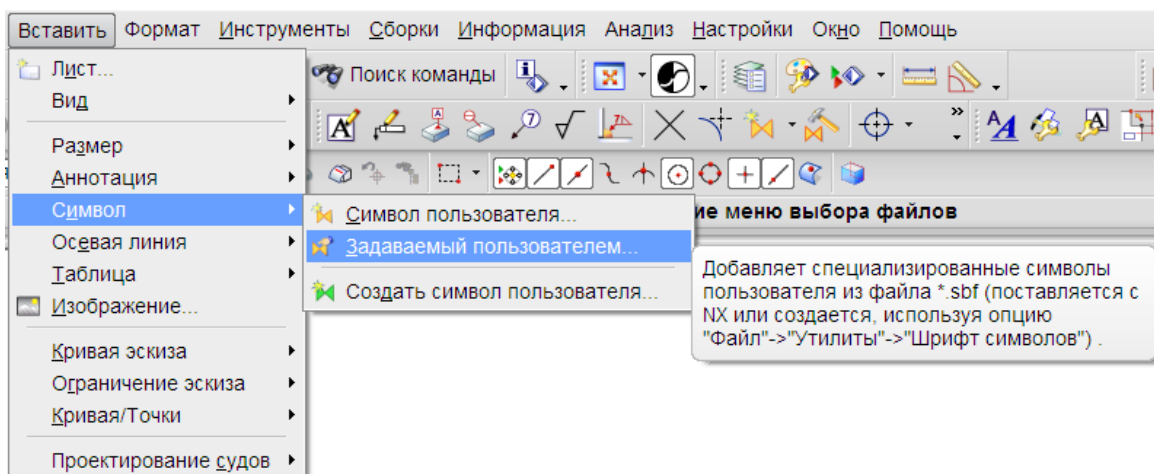


Рис. 2.43. Меню Вставить – Символ – Задаваемый пользователем

В окне **Символ пользователя** можно выбрать название символа и указать место для его вставки (рис. 2.44).

В результате в верхнем правом углу чертежного формата должен появиться созданный пользователем знак символа рис. 2.45.

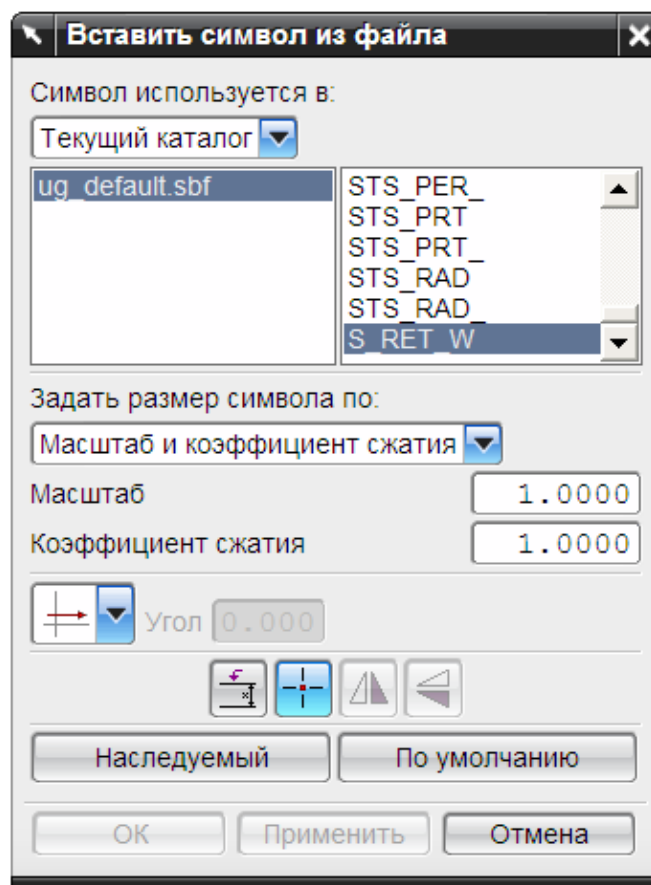


Рис. 2.44. Окно меню Вставить символ

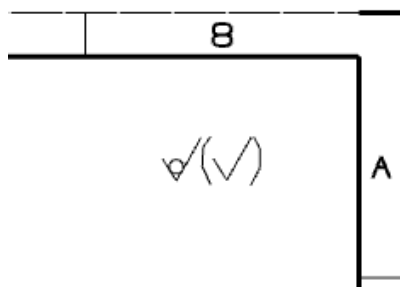


Рис. 2.45. Символ необработанных поверхностей

Для ускорения вывода на экран форматов чертежей в соответствии с нормами ЕСКД удобно создать на панели ресурсов значок палитры, который будет связан с чертежами форматов ЕСКД.

Эти чертежи необходимо заранее подготовить. Следует напомнить, что созданная палитры будет доступна только на компьютере пользователя-создателя.

Создать значок палитра и присвоить ему имя **Форматы ЕСКД** можно в меню **Настройки** (рис. 2.46).

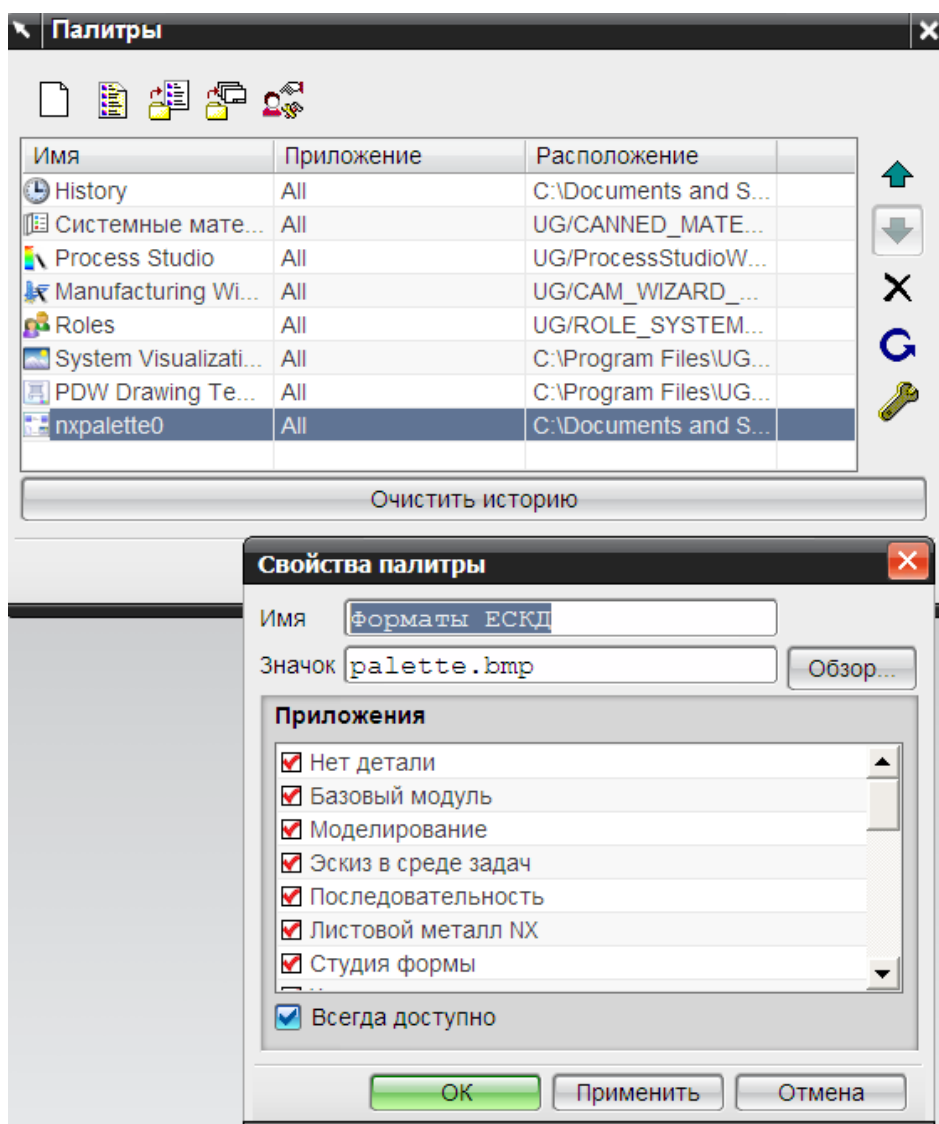


Рис. 2.46 Окна Палитры и Свойства палитры

После вызова окна **Свойства палитры** можно изменить имя значка и указать путь, где находится пиксельный рисунок самого значка. Кроме того, в списке приложения определяются модули, для которых будет доступен новый ресурс **Форматы ЕСКД**.

Для формирования раздела панели ресурсов **Форматы ЕСКД** откроем эту панель ресурсов (рис. 2.47).

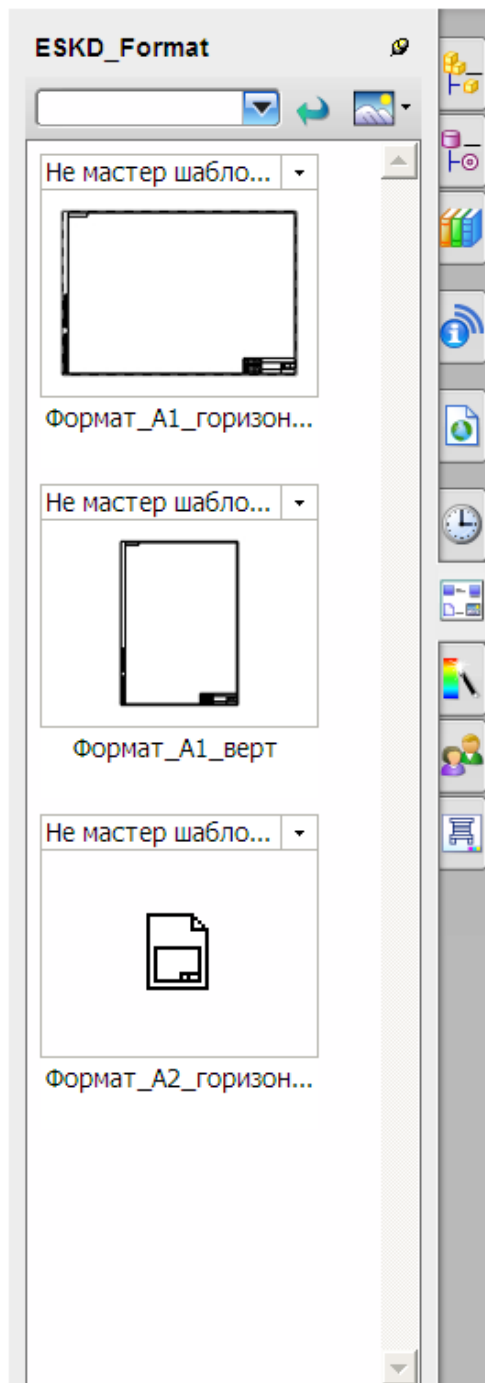


Рис. 2.47. Панель ресурсов **Форматы ЕСКД**

Щелкнем правой клавишей мыши на панели ресурсов **Форматы ЕСКД** и в появившемся контекстном меню выберем опцию **Новая запись > Не мастер-шаблон чертежа**. Далее укажем на файл формата, который будет добавлен в панель ресурсов (рис. 2.48).

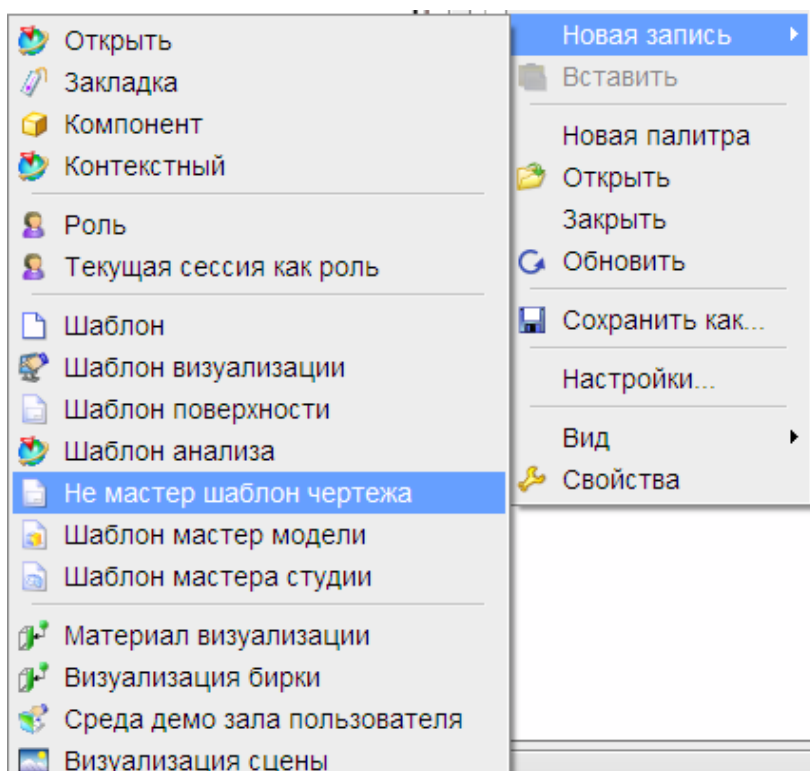


Рис. 2.48. Добавление шаблона формата ЕСКД на панель ресурсов

После, для лучшего восприятия и облегчения выбора формата, необходимо изменить имя ресурса (рис. 2.49).

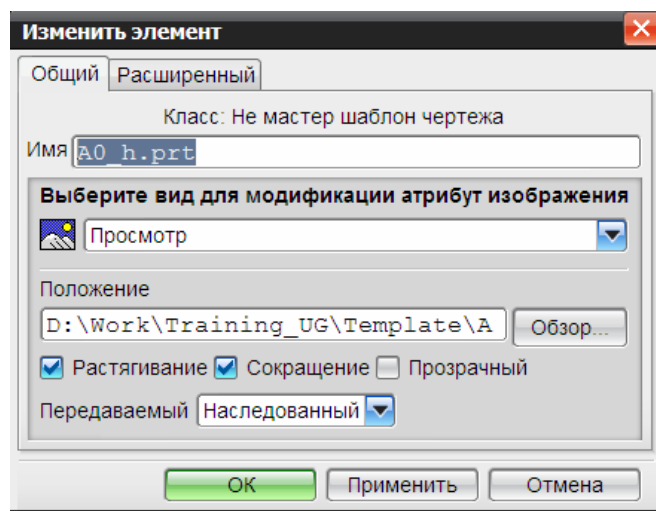


Рис. 2.49. Изменение имени ресурса

Теперь достаточно открыть панель ресурсов **Форматы ЕСКД** и, щелкнув мышкой по нужному ресурсу, вывести в графическое окно приложения **Черчение** требуемый формат чертежа ЕСКД.

2.1.6. Простановка размеров, технических условий, требований, характеристик и оформление чертежа

В создании технической документации этапы задания размеров, технических условий, требований, характеристик и оформления чертежа не только важны, но и занимают много времени работы конструктора.

Последовательность работы конструктора содержит для этих этапов такие виды работ:

- указание центров и линий симметрии;
- простановка габаритных размеров;
- простановка межцентровых размеров;
- простановка размеров элементов геометрии детали;
- простановка положения элементов геометрии детали;
- указание присоединительных размеров и размеров установки и сопряжения;
- указание технических условий изготовления (допуски на размеры, посадки, допуски формы, шероховатость поверхности и др.);
- указание технических требований;
- заполнение спецификаций и основных надписей,

а также другие работы, предусмотренные ГОСТ 2.114–95, 2.109–73 и другими документами ЕСКД.

Для выполнения всех вышеперечисленных работ в приложениях **Черчения** используются разделы меню **Вставить: Размеры, Аннотация, Символ, Осевая линия, Таблица**, а также одноименные панели инструментов (рис. 2.7, 2.8, 2.9).

Применение этих команд интуитивно понятно и подробно изложено в технической документации NX и руководствах пользователя.

Практическое использование и работа с интерфейсом NX будет показана в примерах видеопрезентаций.

2.2. Разработка чертежей деталей штампов для листовой штамповки

Проектирование штамповой оснастки в Siemens PLM Software получила новый путь создания чертежей штампов в связи с выходом версии NX 7.5.

Если в предыдущих версиях основой для разработки чертежа штампа и деталей штамповой оснастки являлись ЭМ сборки и компонентов сборки штампа листовой штамповки, то теперь создание ЭМ элементов штамповой оснастки может начинаться с разработки чертежа.

В реализации такого способа видны черты традиционных способов разработки технической документации. Однако этот традиционный способ реализован на новой основе. Эффективность такой технологии проектирования обусловлена возможностью создания чертежей с помощью эскизов и использования эскизов для генерирования ЭМ деталей штампов. Такая технология ускоряет процесс разработки как чертежей, так и ЭМ деталей штамповой оснастки.

То есть Siemens PLM Software практически реализовала возможность использования режима параллельного проектирования в процессе технической подготовки машиностроительного производства.

Но в тех случаях, когда проектирование основывается на разработках контекстных сборок, основой является первый путь от ЭМ к чертежу детали.

2.2.1. Разработка чертежа плиты штампа

Плиты штампов являются одними из самых сложных деталей штамповой оснастки. Они могут изготавливаться из литых, кованных заготовок и проката. Геометрия формы плит является топологическим параллелепипедом и обычно содержит большое количество уступов, выступов, уклонов, отверстий и других элементов. Поэтому чертежи плиты, на основе которых разрабатывается технология их изготовления, достаточно сложны.

Создать чертеж плиты штампа можно двумя методами, которые теперь поддерживаются в NX 7.5.

Традиционный путь создания чертежа основывается на разработке 2D (плоской модели). Такой путь проектирования возможен теперь и в NX 7.5, но он позволяет создать ЭМ плиты. Этапы проектирования таковы:

- открытие файла чертежа (рис. 2.1);
- создание вида чертежа (рис. 2.50, рис. 2.51);
- разработка эскиза плиты на выбранном виде (рис. 2.52, 2.53);
- создание на основе вида эскиза чертежа – ортографических видов чертежа плиты (рис. 2.54, 2.55);
- оформление чертежа в соответствии с нормами ЕСКД;
- копирование эскиза чертежа в файл ЭМ плиты (рис. 2.56);
- разработка ЭМ плиты (рис. 2.57).

Создание чертежного вида осуществляется через меню **Вставить > Вид > Чертеж** (рис. 2.50).

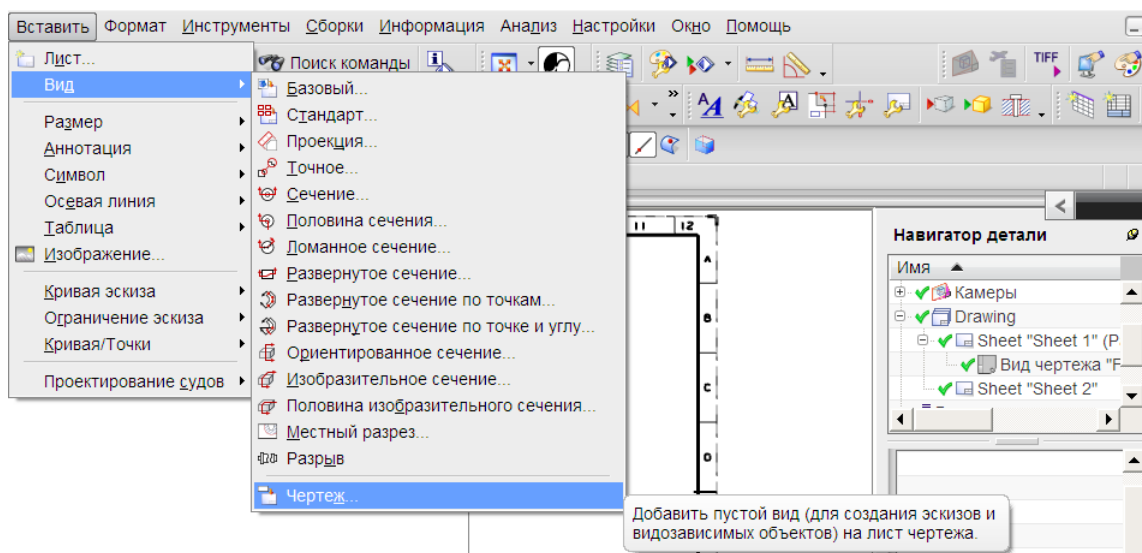


Рис. 2.50. Создание чертежного вида

Далее в окне **Вид чертежа** определяется, каким образом будет расположен чертежный вид через определения его центра на чертеже или методом задания его границ прямоугольником. Также устанавливаются масштаб чертежного вида и его ориентация в ортографической проективной системе координат (рис. 2.51.).

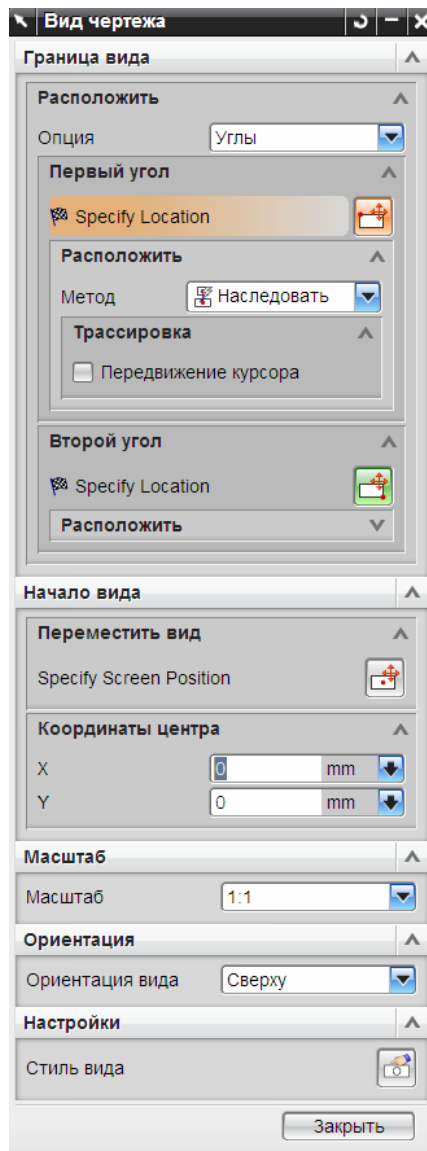


Рис. 2.51. Меню **Создание чертежного вида**

Разработка эскиза происходит традиционным способом (рис. 2.52, 2.53):

- выберите плоскость или траекторию для эскиза;
- выберите опции распознавания и создания ограничений;
- создайте геометрические элементы эскиза (в зависимости от ваших настроек, большинство ограничений в эскизе будет создано автоматически);
- добавьте, измените или удалите геометрические ограничения;
- измените параметры размеров в соответствии с концепцией конструкции;
- завершите построение эскиза.

В NX 7.5 размеры на эскизах могут проставляться автоматически. Для несложных по виду и геометрии деталей таких размеров обычно достаточно. И для окончательного оформления чертежей только необходимо привести их в порядок.

Для деталей сложной формы надо привести проставленные размеры на эскизе в соответствии с нормами ЕСКД.

Если детали являются плоскими по форме, то вида с эскизом и проекционного вида (рис. 2.54, 2.55) вполне хватает для представления на чертеже геометрической формы.

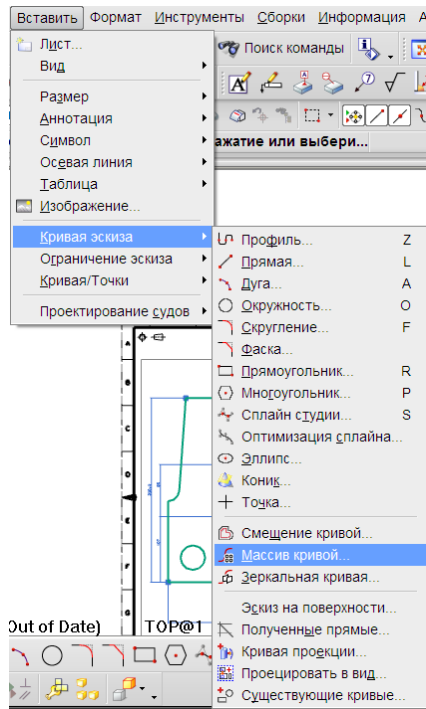


Рис. 2.52. Меню Создание кривых эскиза

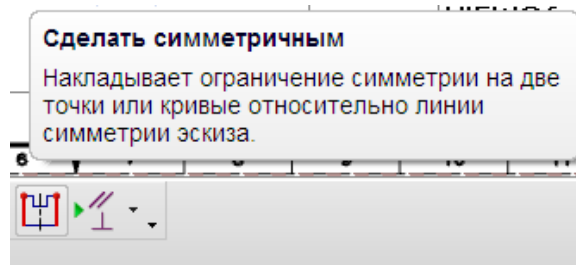


Рис. 2.53. Значок панели инструментов кривых эскизов

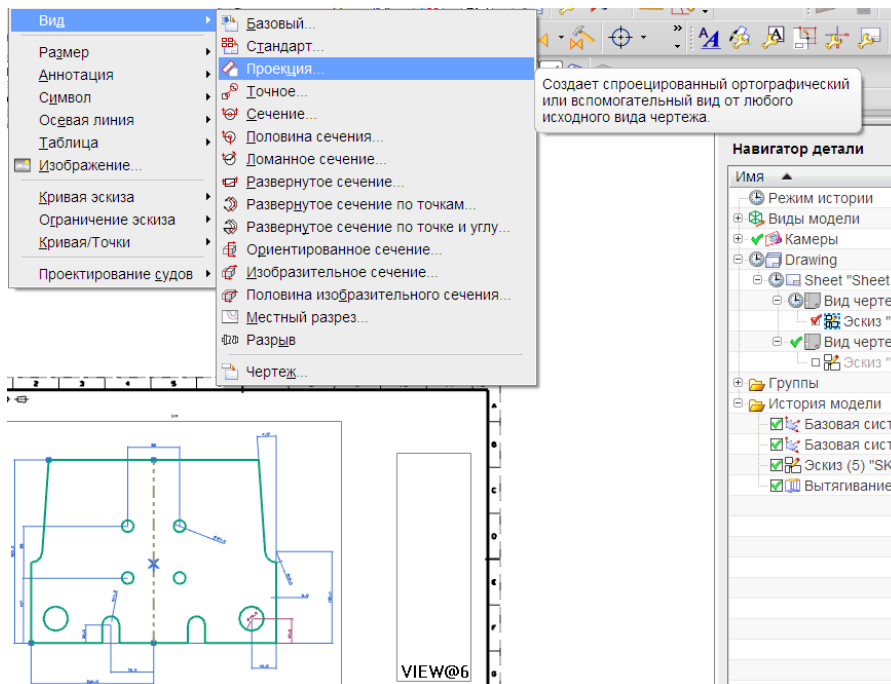


Рис. 2.54. Создание проекционного вида

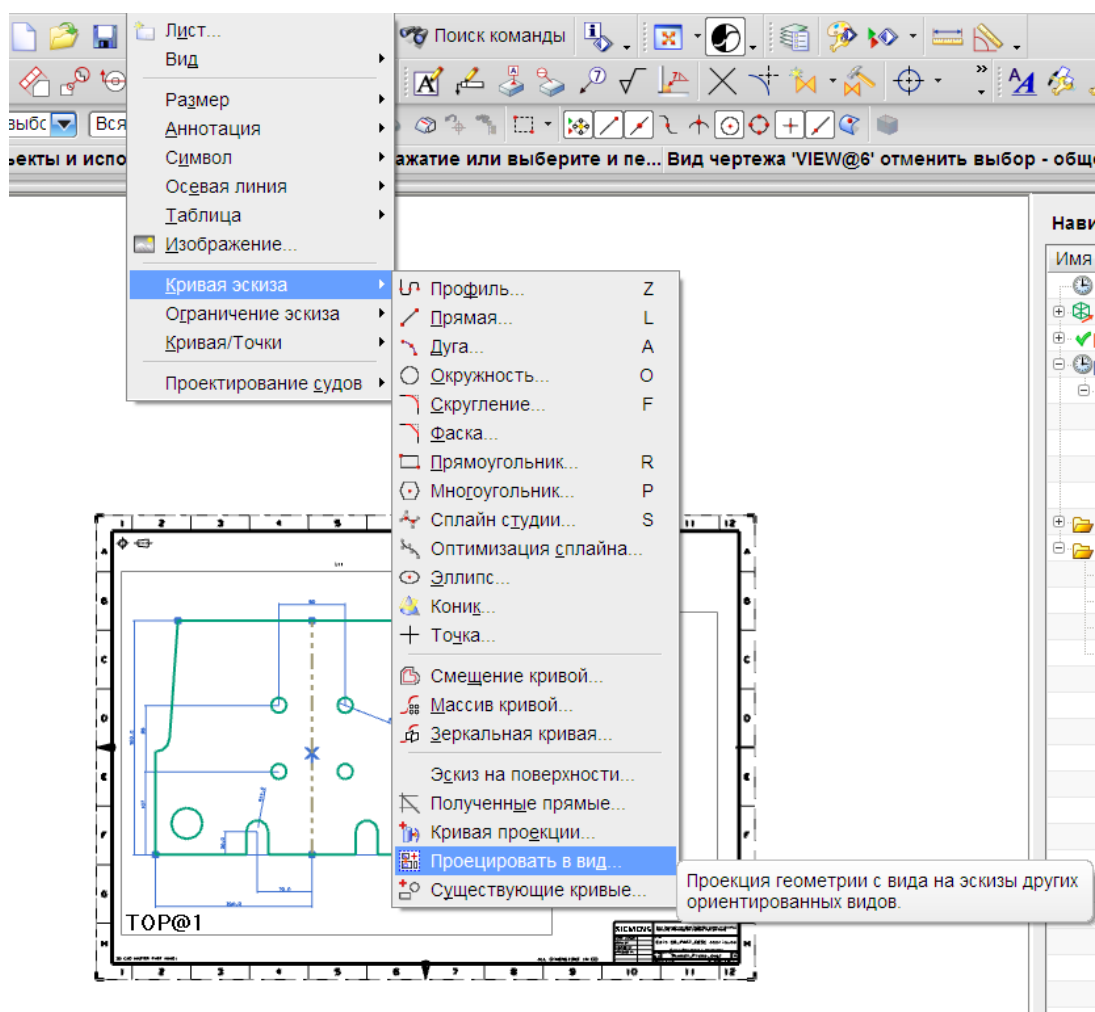


Рис. 2.55. Создание проекции эскиза на проекционный вид

Если деталь сложной геометрии, придется продолжить изменения геометрии созданных проекционных видов при помощи эскизов или использования функционала кривых в приложении **Быстрого черчения**.

Возможен и второй путь, который заключается в разработке на основе созданного эскиза трехмерной модели изделия и далее генерирования видов чертежа по созданной 3D-модели (рис. 2.56).

Порядок включения в чертеж проекционных видов состоит из двух шагов. На первом шаге создают «пустой» проекционный вид (рис. 2.54), на втором – проецируют геометрию эскиза в подготовленный на первом шаге вид (рис. 2.55).

Обычно в окне указывается глубина (высота) детали в новом виде. Естественно, что автоматическое построение сечений невозможно. Сечения во вновь созданных проекционных видах с эскизов достраиваются вручную.

Автоматическое создание сечений с помощью меню **Вставить > Вид > Сечение (Половинчатое сечение, Ломаное сечение и др.)** выполняется только если есть 3D электронная модель изделия. Например, если она построена на основе эскиза, созданного в виде **Чертеж**.

Тогда после копирования эскиза в приложение **Моделирование** (рис. 2.56) в нем появляется эскиз (рис. 2.57). С помощью команды **Вытягивание** создается 3D электронная модель плиты штампа (рис. 2.58).

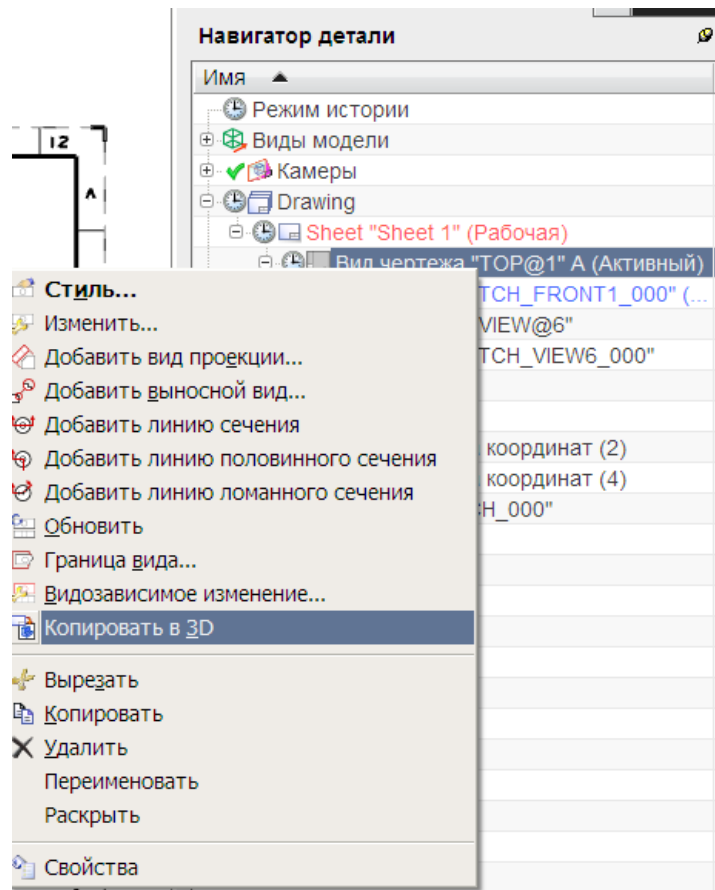


Рис. 2.56. Копирование эскиза в приложение **Моделирование**

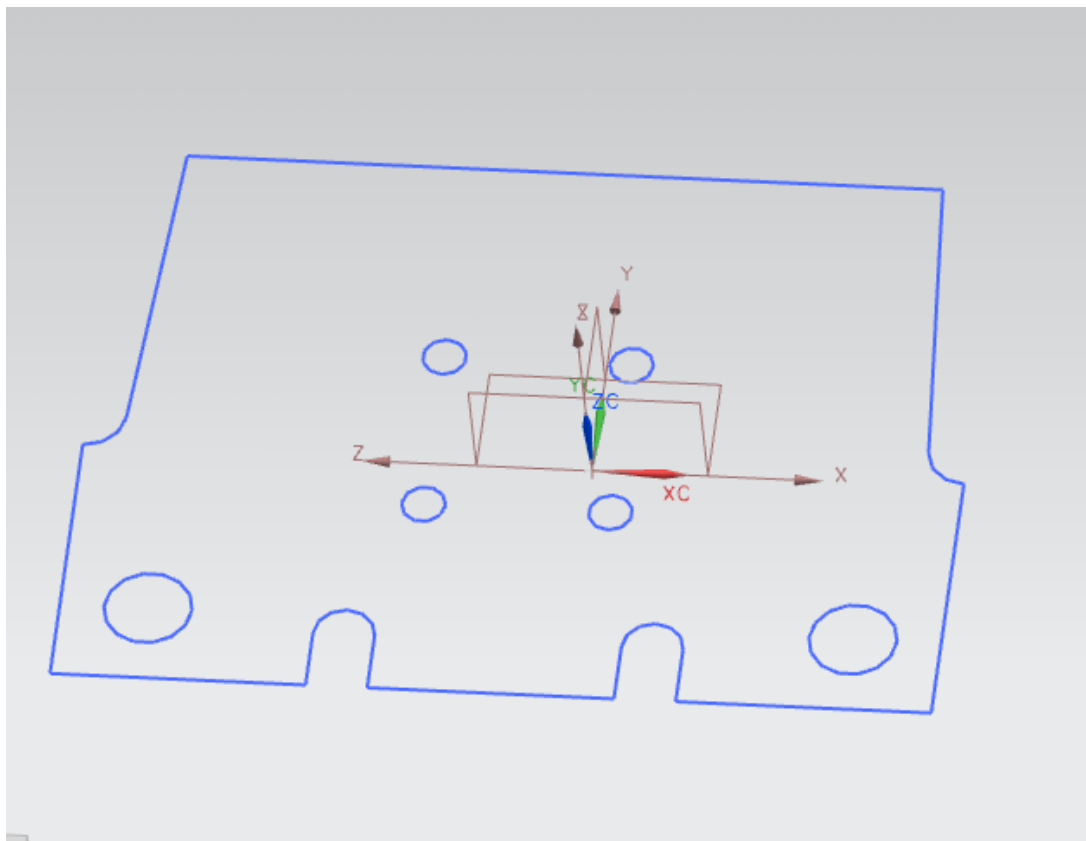


Рис. 2.57. Копия эскиза в приложении **Моделирование**

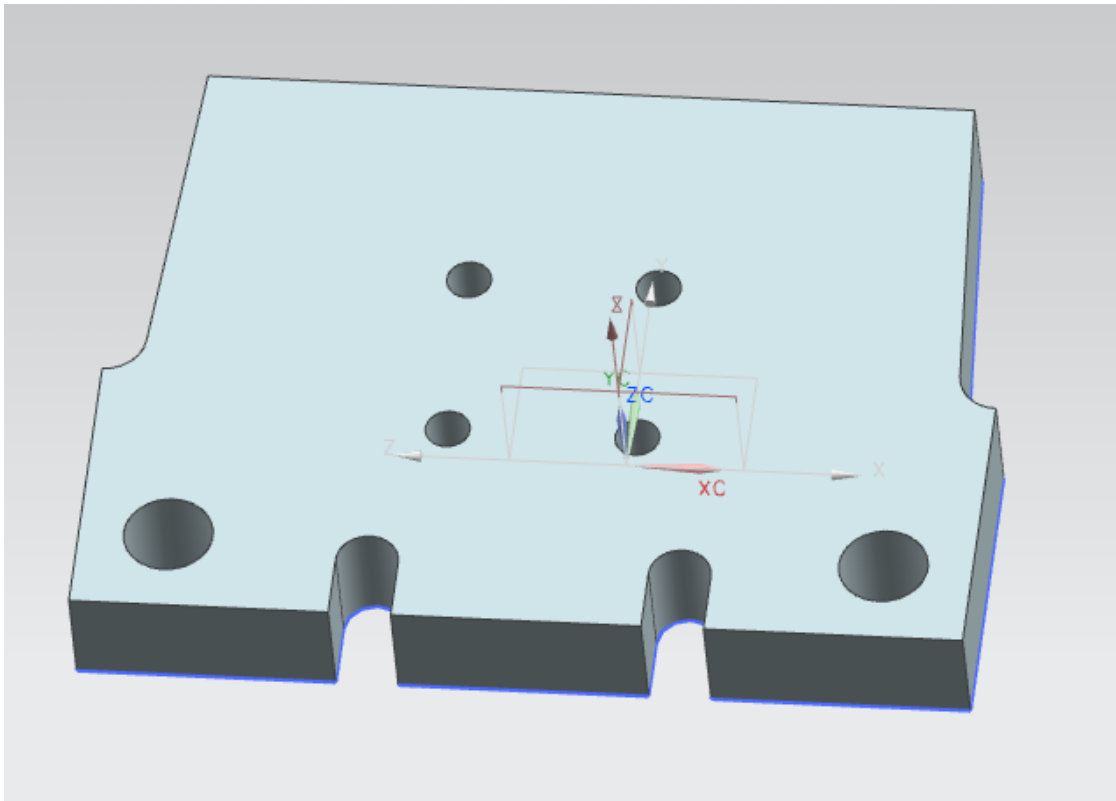


Рис. 2.58. 3D электронная модель плиты штампа

Только теперь в приложение **Черчения** возможно автоматическое построение в одном из видов выбранного сечения.

Если уже создана 3D электронная модель плиты штампа, удобнее пользоваться в создании чертежа уже известным методом: от модели изделия к его чертежу.

2.2.2. Разработка чертежа пуансона

Рассмотрим процесс создания чертежа отрезного пуансона, электронная модель которого представлена рис. 2.59.

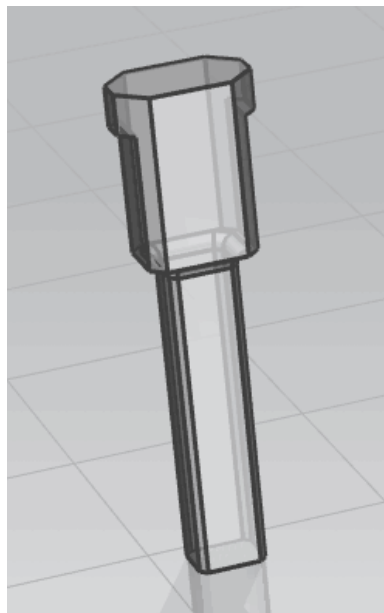


Рис. 2.59. Электронная модель отрезного пуансона

Перейдем в режим черчения, используя комбинацию клавиш **Ctrl-Shift-D** или кнопку **Начало**, далее – выбирая **Черчение**. В появившемся окне **Лист** выберем следующие параметры, указанные на рис. 2.60.

Увеличим масштаб в два раза и назначим типоразмер формата А4 в вертикальном положении, включая кнопку **Заданный размер** и проставляя размеры **297 210**.

Дадим имя листу чертежа **Drawing Punch**. Остальные параметры примем по умолчанию в соответствии с заданными ранее настройками. Нажмем **ОК**.

В результате должен появиться **Лист** и окно **Базовый вид**. Нажав на клавишу ESC, откажемся от работы с окном **Базовый вид**. Это сделано для того, чтобы первоначально установить формат чертежа А4 и разместить виды чертежа и проанализировать заполнение поля чертежа.

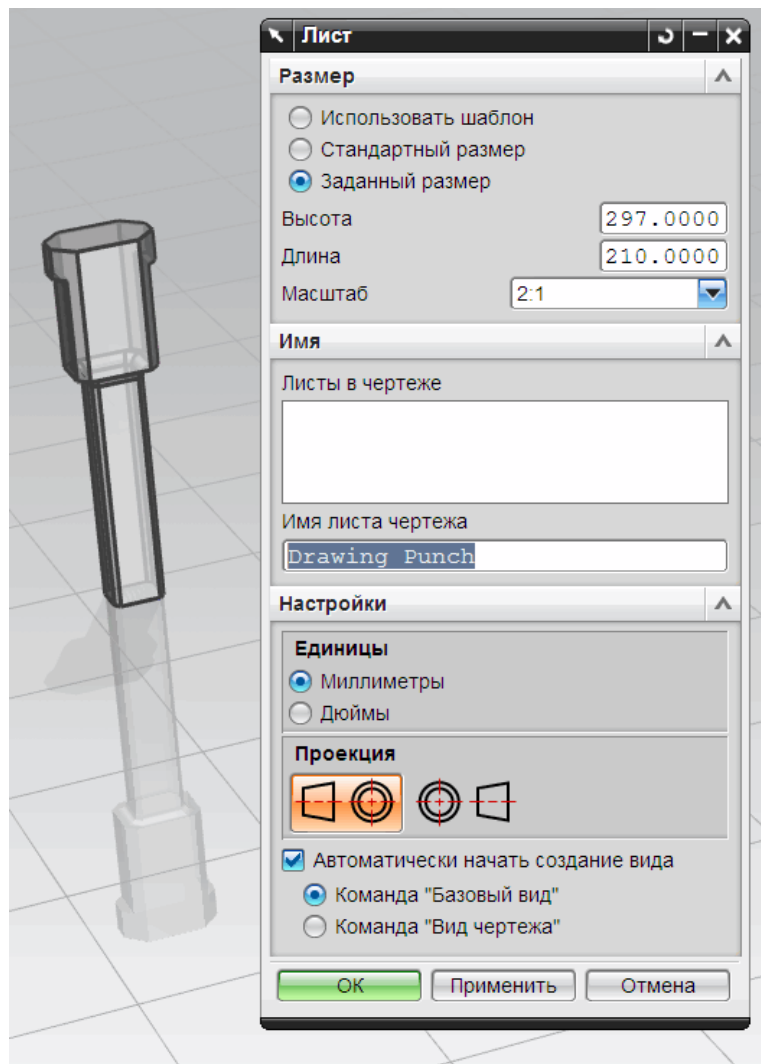


Рис. 2.60. Ввод данных в окне **Лист**

Для установки формата чертежа воспользуемся созданной палеттой форматов ЕСКД (рис. 2.61) и перетащим на поле листа значок, изображенный на рис. 2.61.

В результате появляется шаблон формата А4 и окно меню **Базовый вид** (рис. 2.62). В списке **Загруженные детали** выбираем имя файла детали пуансон, а в списке **Вид модели** вид RIGHT (рис. 2.62). Указываем, что масштаб должен быть 2:1.

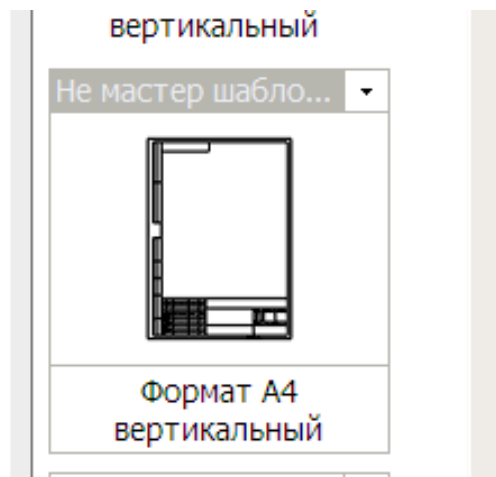


Рис. 2.61. Выбор шаблона чертежа формата А4 ЕСКД

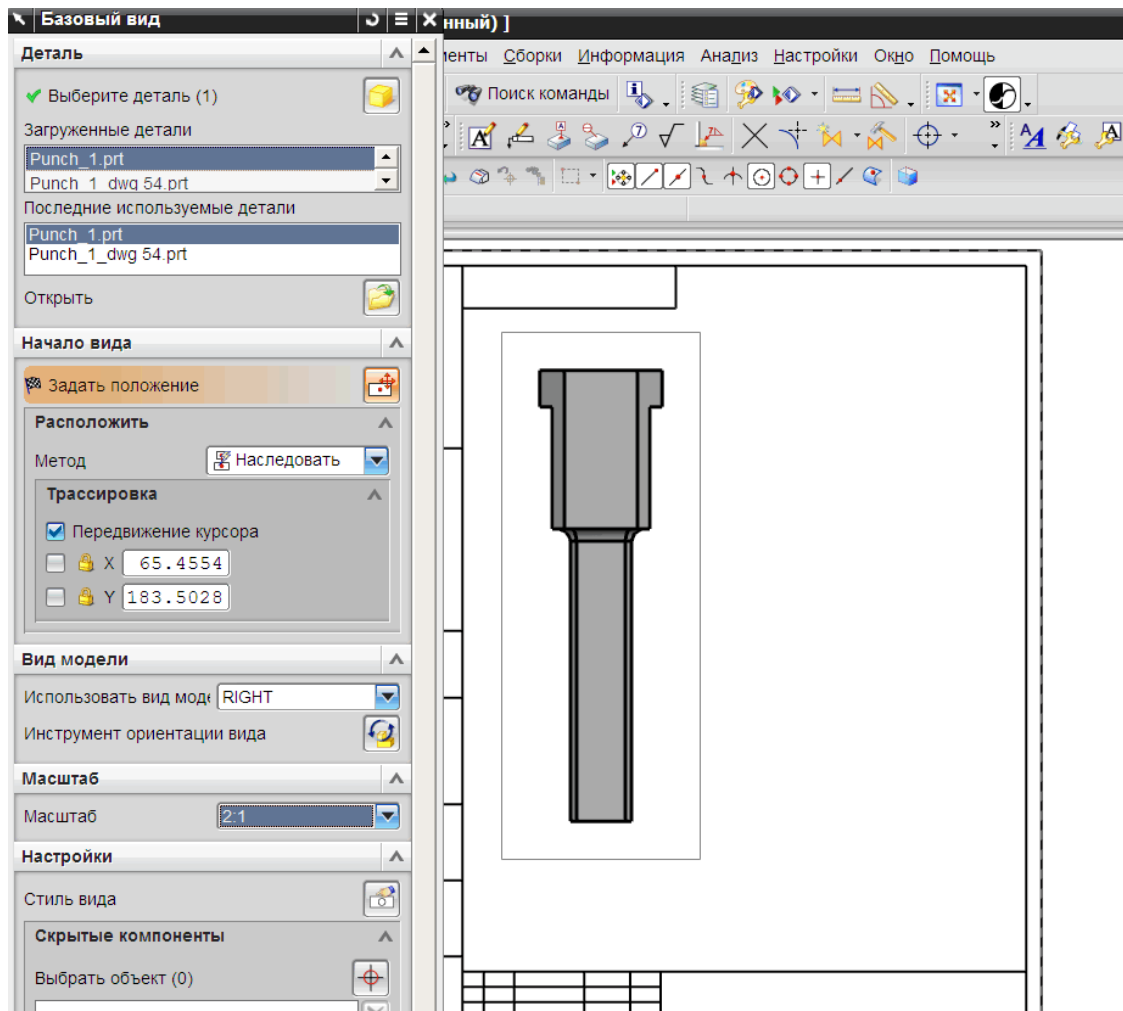


Рис. 2.62. Окно **Базовый вид**

В родительском виде сразу определяем, что в чертеже должен быть вид сверху на отрезной пуансон (рис. 2.63). «Перетаскиваем» созданный вид в проекционной связи с родительским видом.

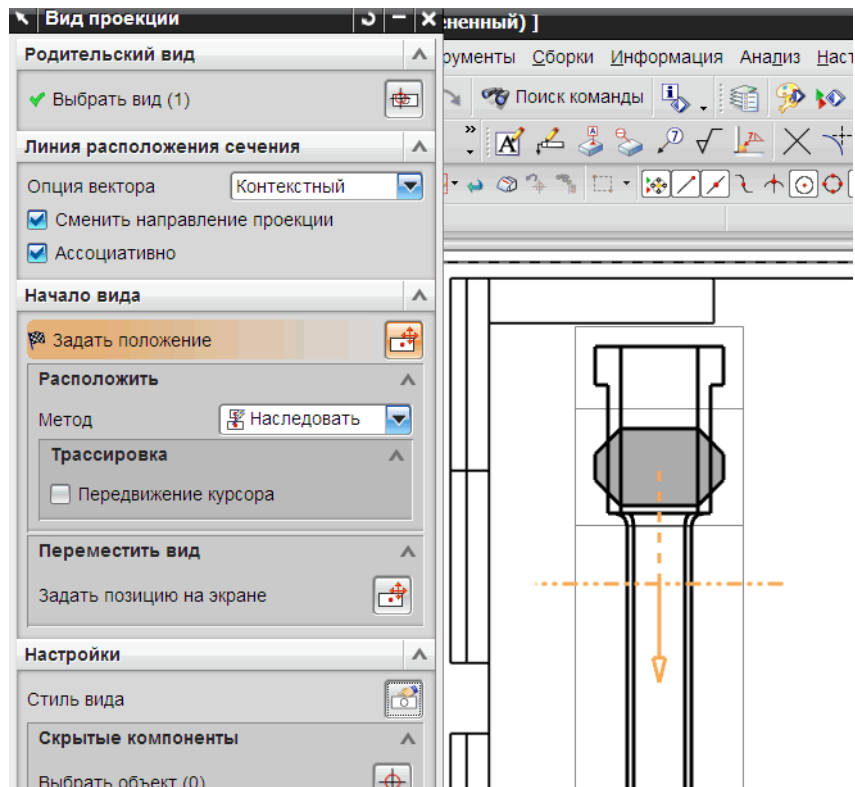


Рис. 2.63. Проекционный вид

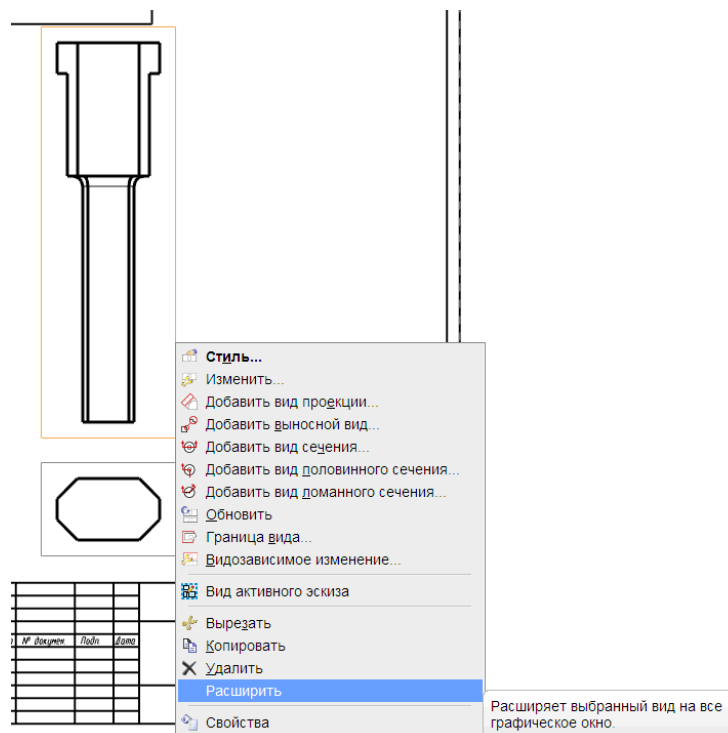


Рис. 2.64. Опция **Расширить** контекстного меню

Анализ размещения видов позволяет сделать вывод о том, что необходимо выполнить сечение **Разрыв** родительского вида.

С этой целью выделяем родительский вид и в контекстном меню после нажатия правой клавиши мыши назначаем опцию **Расширить** (рис. 2.64). Выполним команду **Разрыв** (рис. 2.65).

В окне расширенного вида произведем необходимые построения сечения типа **Разрыв**.

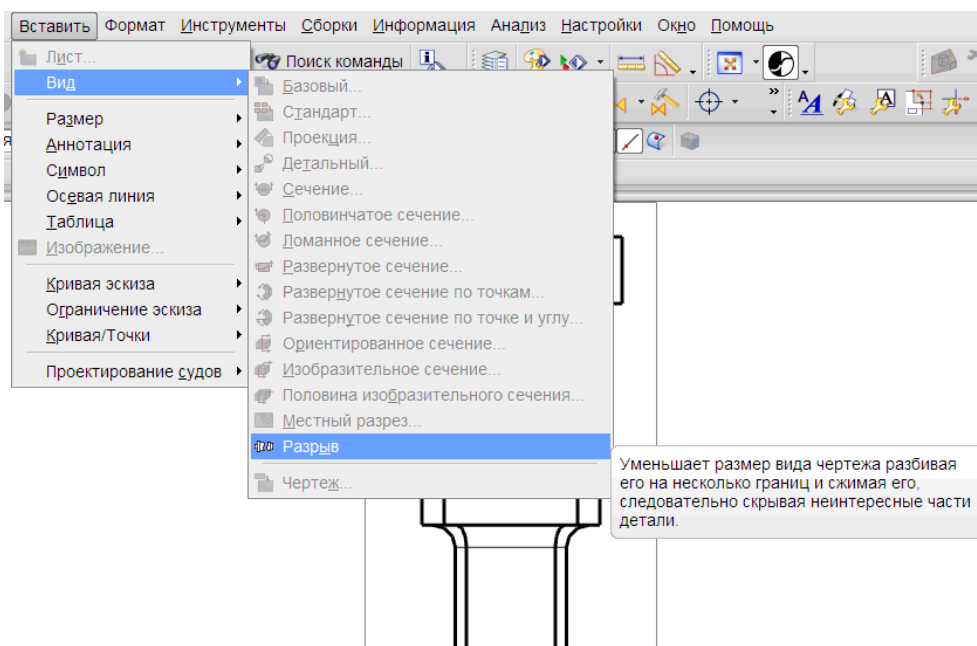


Рис. 2.65. Команда **Разрыв**

Выполним разрывы в родительском и проекционном видах окна **Расширить** (рис. 2.66).

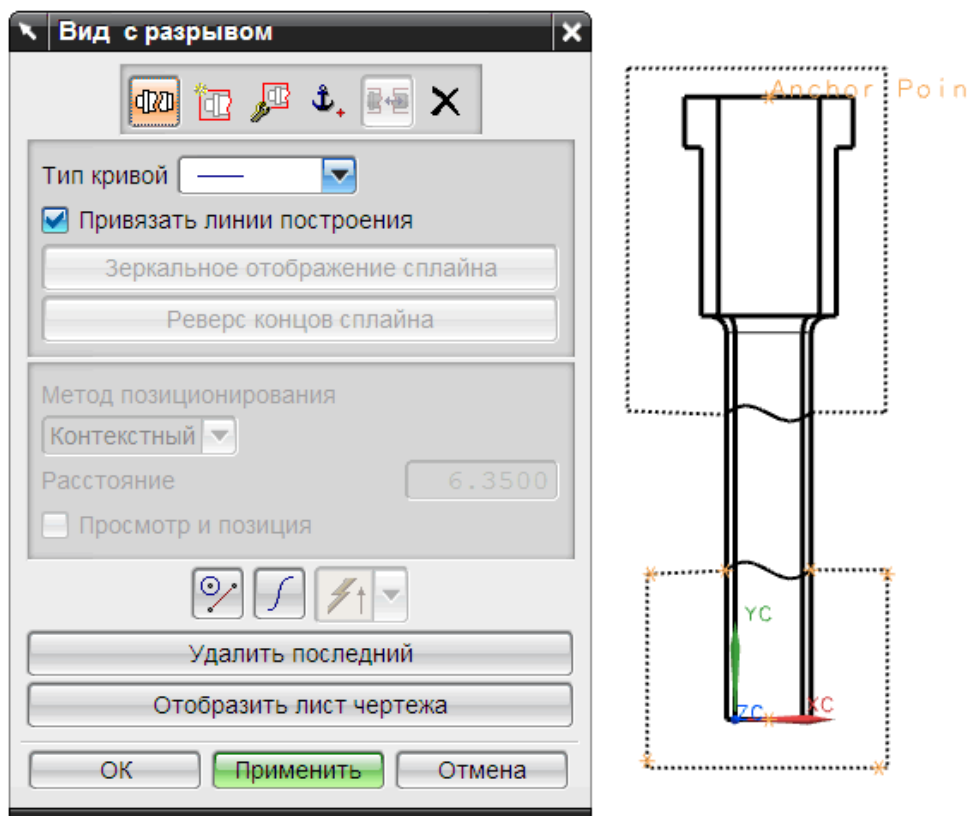


Рис. 2.66. Окно команды **Разрыв**

После создания второго проекционного вида, выравнивания видов и проведения центровых линий предварительный вариант чертежа отрезного пуансона будет иметь вид, приведенный на рис. 2.67.

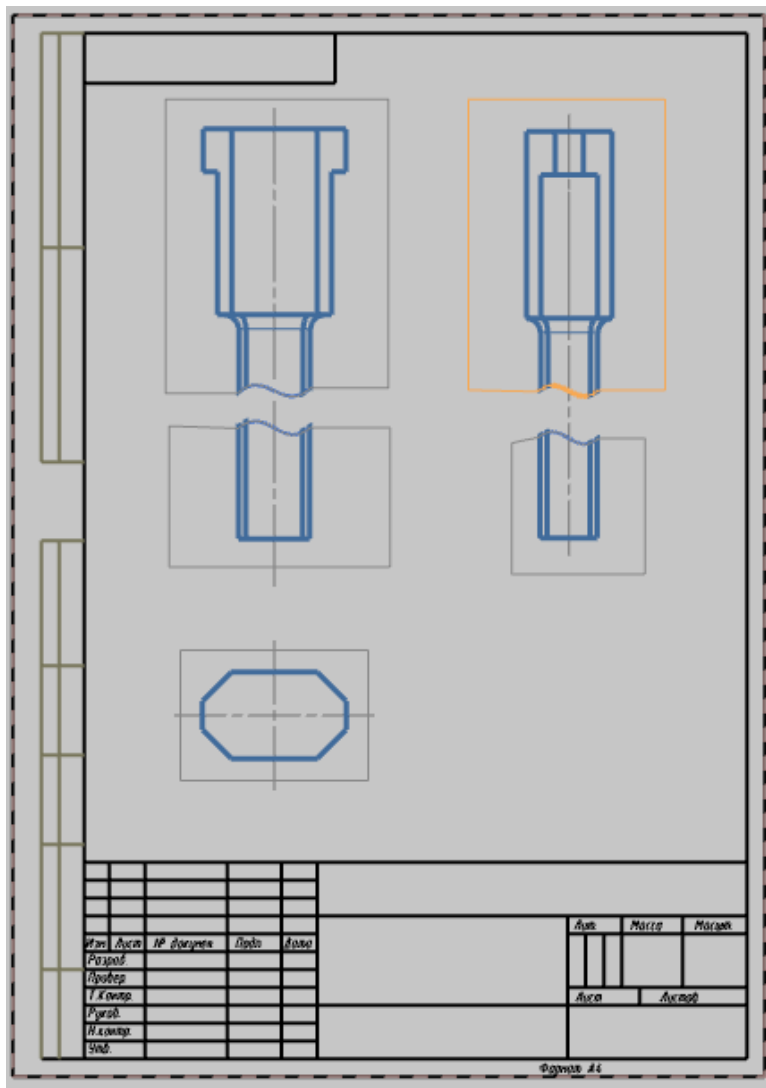


Рис. 2.67. Промежуточный вид чертежа

Для уточнения геометрии на чертеже покажем невидимые линии на виде объекта сверху. Для этого выделим этот вид и, используя контекстное меню (правая кнопка мыши), или на панели инструментов выберем команду **Стиль**. В окне команды **Стиль** щелкаем по закладке **Невидимые линии** и устанавливаем поля и кнопки окна в соответствии с рис. 2.68.

Следующим этапом будет простановка размеров на чертеже. Размеры указываем с помощью панели инструментов **Размеры** (рис. 2.7) или меню **Вставить > Размер**. Начинаем указание размеров с габаритов пуансона. Для этого можно использовать опции меню **Размер: Контекстный, Горизонтальный, Вертикальный**. В настройках простановки размеров оставляем точность размера по умолчанию. Далее проставляем размеры фасок и радиусов закругления – меню **Размер: Радиус, Фаска, Контекстный**. Для ввода текста в процессе простановки размеров фасок и радиусов используем «иконку» **Текст** (рис. 2.69) и команду **Замечание** меню **Вставить > Аннотация** (рис. 2.70).

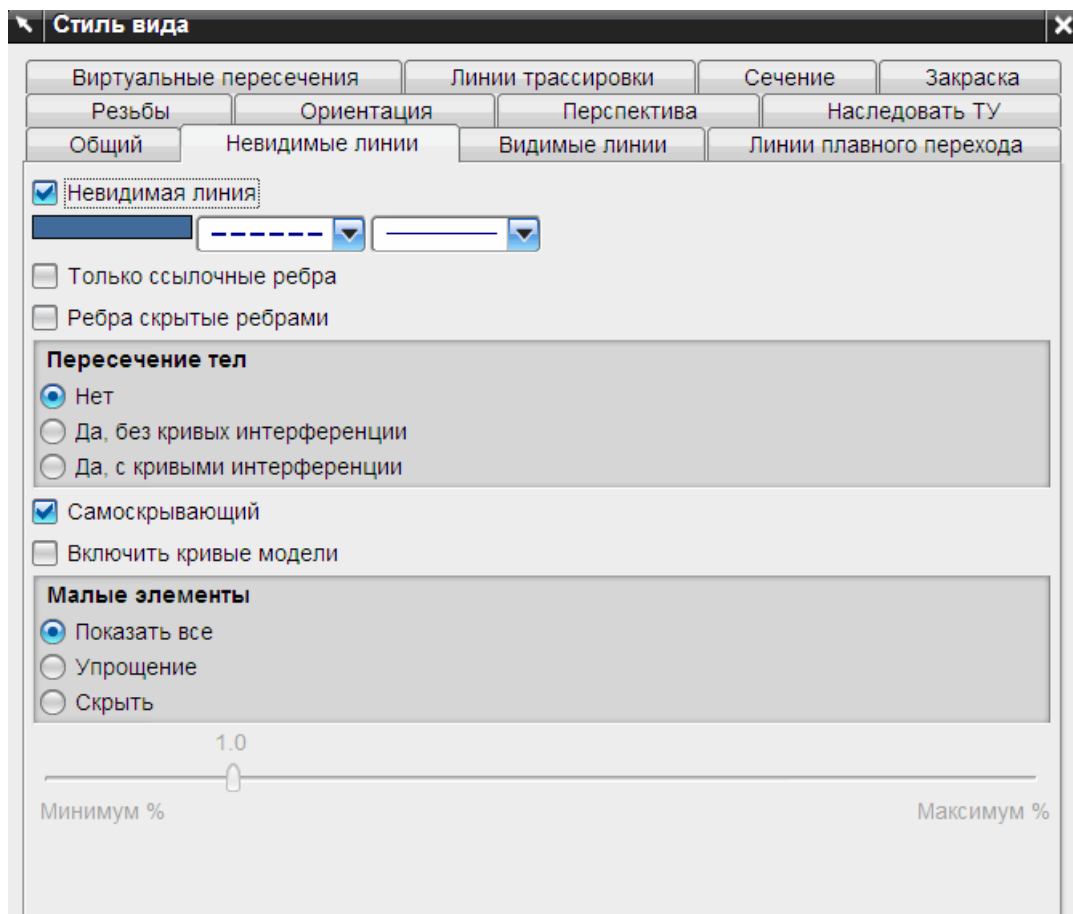


Рис. 2.68. Зкладка **Невидимые линии** окна **Стиль вида**

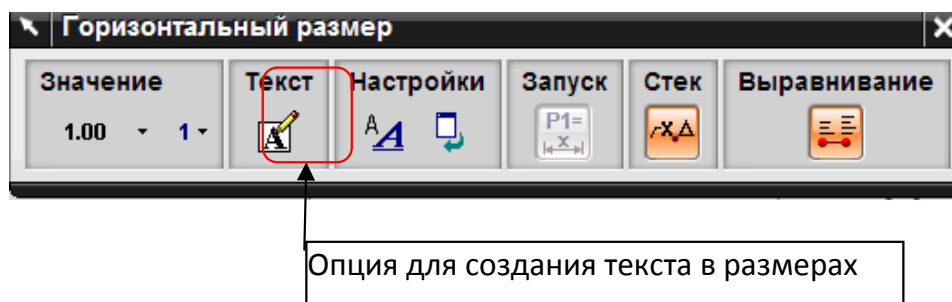


Рис. 2.69. Меню **Горизонтальный размер**

Ввод текстовых надписей в окне **Замечание** производится в поле **Форматирование**. В качестве примера показана текстовая строка *4 фаски*, которая вставляется под размером (рис. 2.71)

Стиль текста устанавливается в разделах **Изменить текст** и **Настройки** (рис. 2.70).

Представим промежуточное оформление чертежа после вышеуказанных этапов на рис. 2.71.

Следующим этапом проставим технические условия изготовления пуансона, а также допуски на размеры, форму и положения геометрических элементов пуансона.

На этом этапе в первую очередь укажем допуски на размеры пуансона с помощью окна для редактирования размеров. Выделяем размер и щелкаем правой кнопкой мыши – в контекстном меню выбираем **Изменить**. В окне **Изменить размер** (рис. 2.72) используем опции **Значение** и **Допуск** и меняем размер.

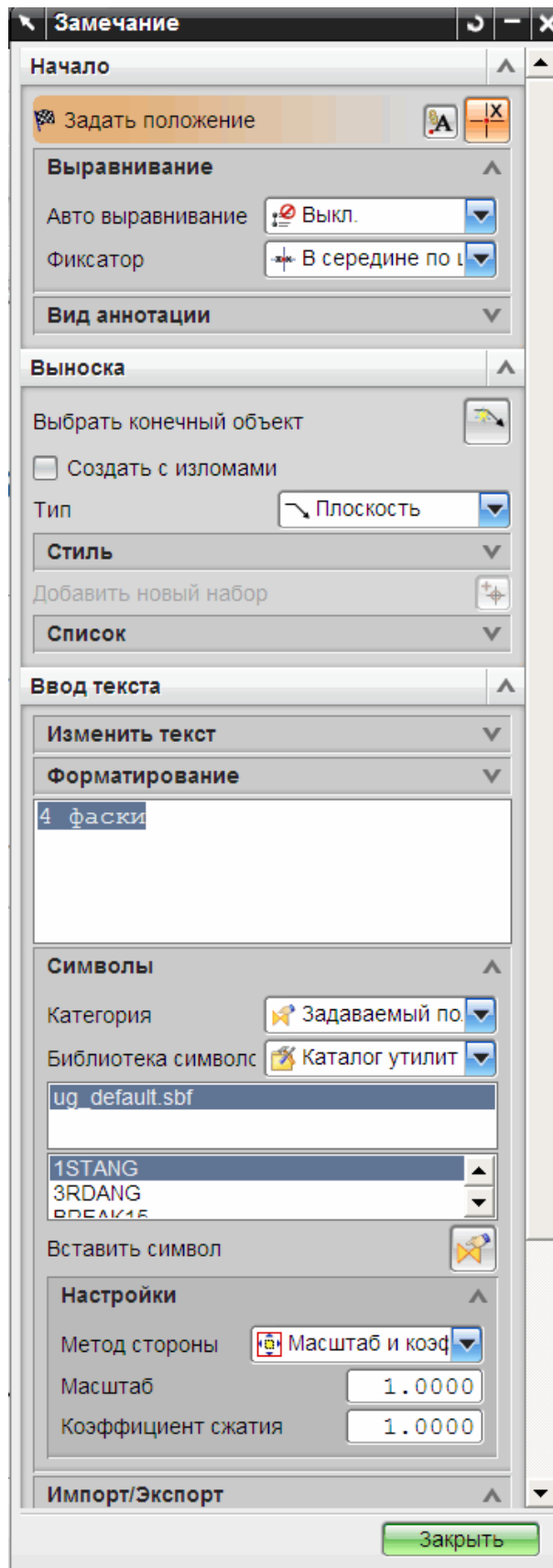


Рис. 2.70. Меню Замечание

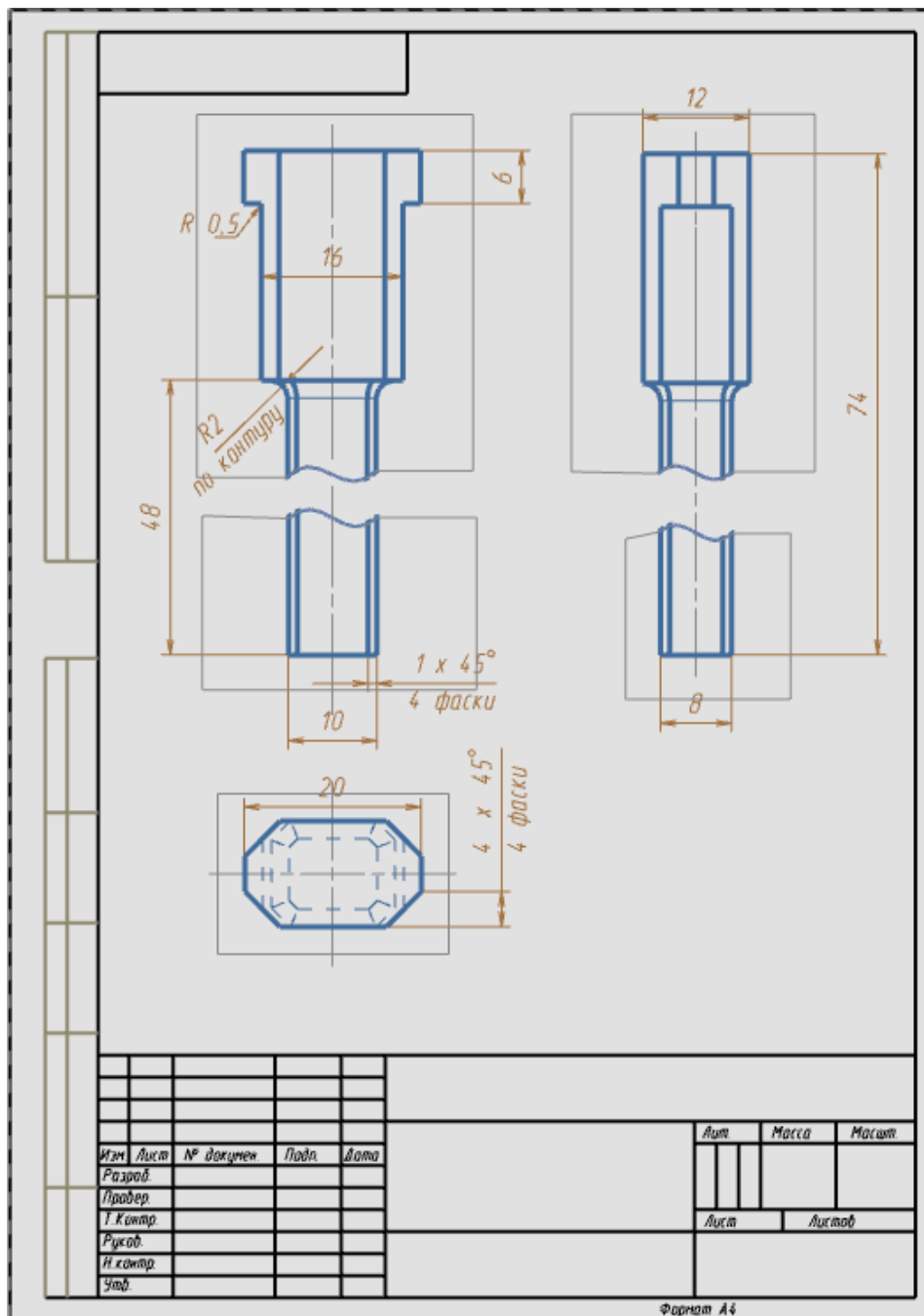


Рис. 2.71. Промежуточный вид чертежа

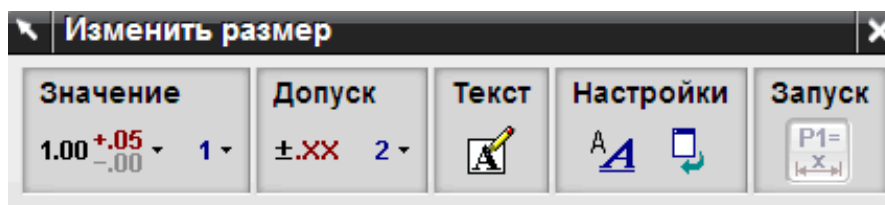


Рис. 2.72. Окно Изменить размер

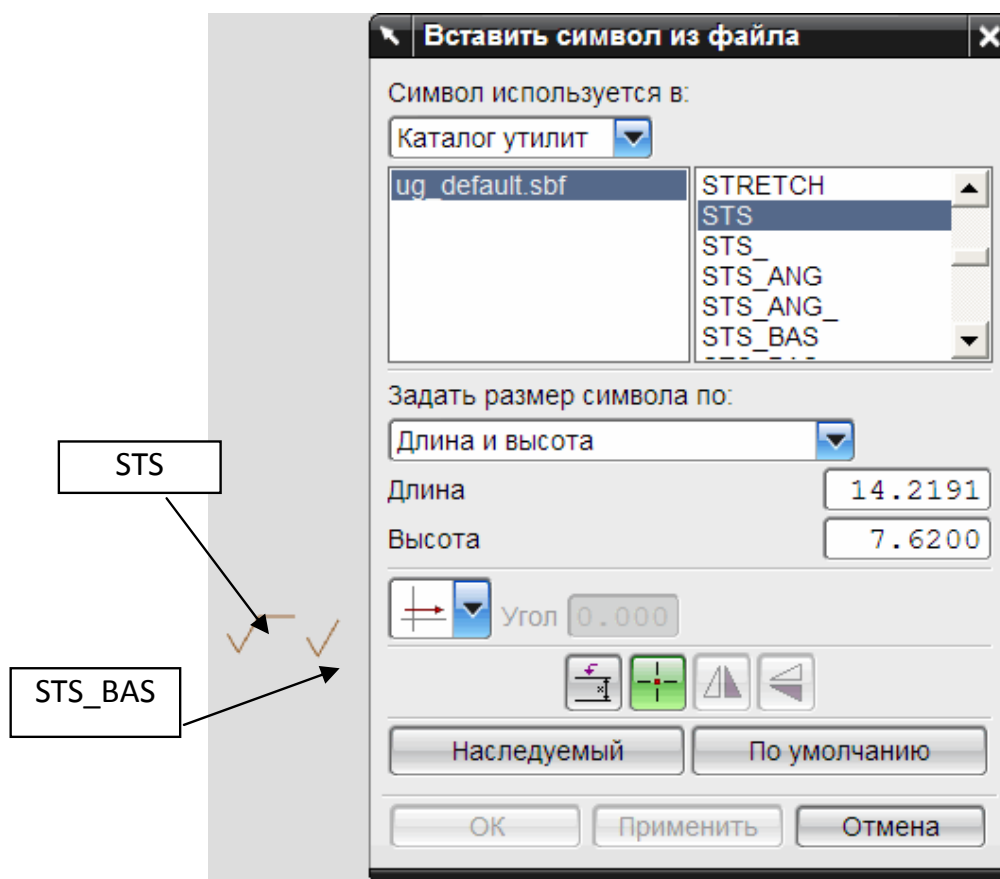


Рис. 2.73. Символы шероховатости

Шероховатость поверхности показываем, используя меню **Вставить > Символ > Задаваемый пользователем** (рис. 2.73) и символы **STS** и **STS_BAS**. Они показаны на рисунке. Ориентация положения символов задается в предпоследнем разделе окна **Вставить символ из файла** (рис. 2.73).

Стрелки и полочки выполняются на чертеже благодаря меню **Вставить > Аннотация > Замечание** (рис. 2.74). Вид стрелки, размер полочки можно задать в разделе **Стиль** окна **Замечание**.

Текст, включая символы, создают в разделе **Форматирование** окна **Замечание** (рис. 2.74).

Обозначения базовых элементов геометрии задаются с помощью меню **Вставить > Аннотация > Символ обозначения базы** или через панель инструментов – иконка **Символ обозначения базы** (рис. 2.75).

Значок допуска формы и расположения определяется в меню **Вставить > Аннотация > Допуск формы и расположения** (рис. 2.76). Также можно вызвать окно **Допуск формы и расположения** через панель инструментов.

Сам значок допуска формы в соответствии с ГОСТ задается в разделе **Кадр**, а выносная линия в разделе **Выноска** (рис. 2.76) окна **Допуск формы и расположения**.

Различная текстовая информация технических условий и технических требований формируется в разделе **Форматирование** окна **Замечание** (рис. 2.74)

Окончательный вид чертежа представлен на рис. 2.77.

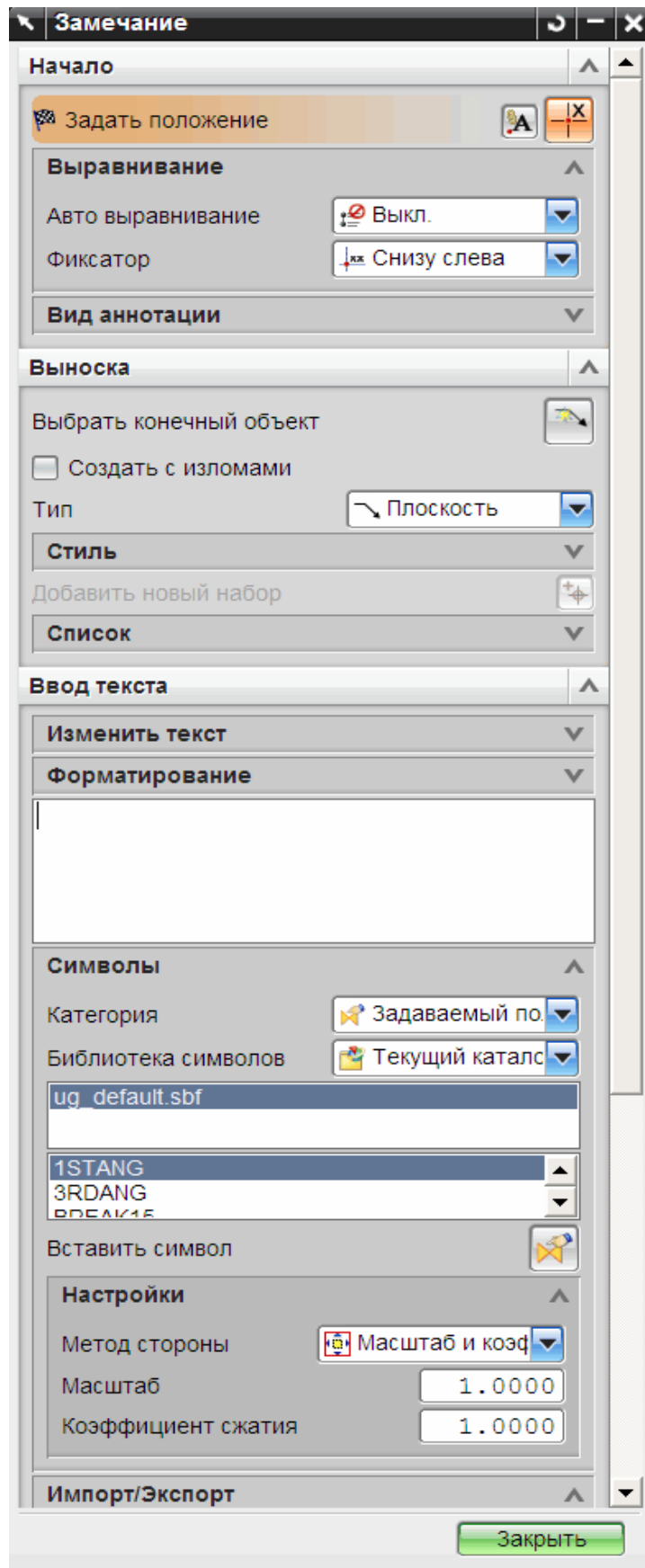


Рис. 2.74. Окно Замечание

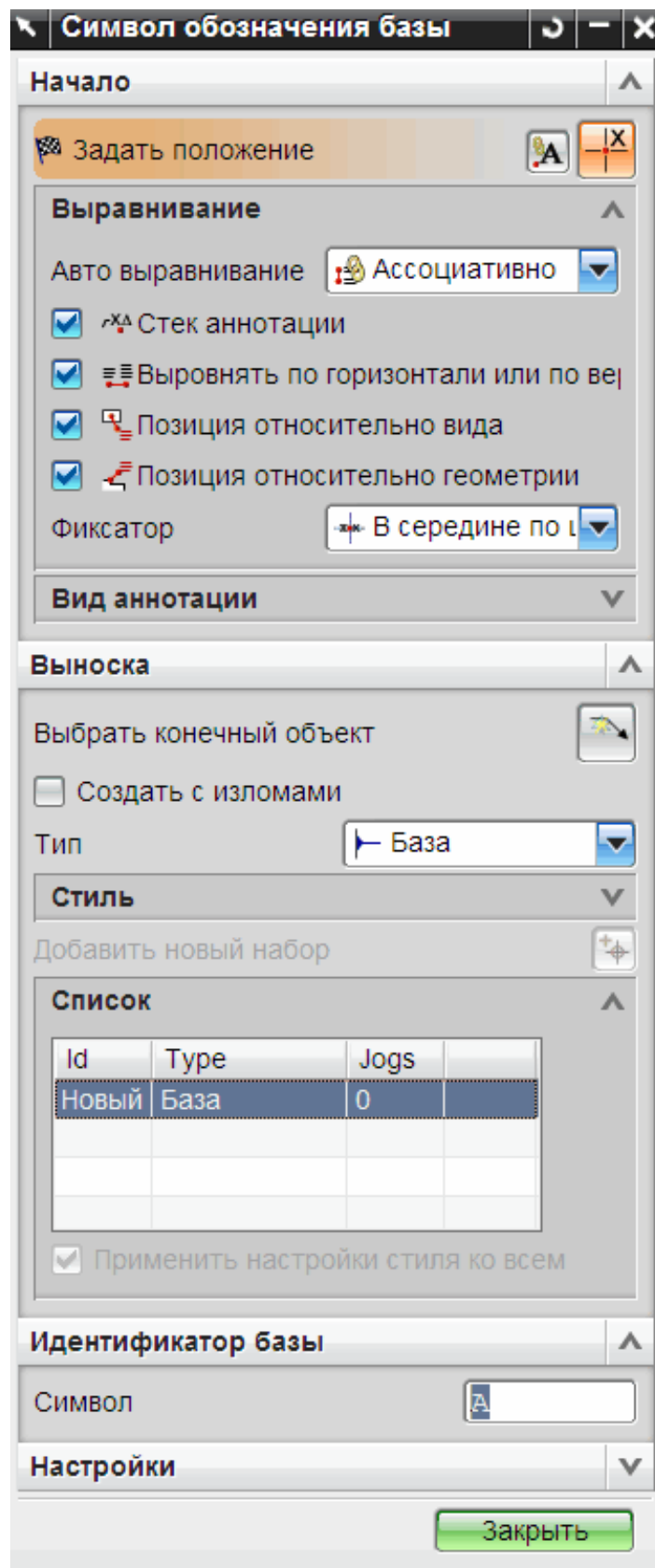


Рис. 2.75. Символ обозначения базы

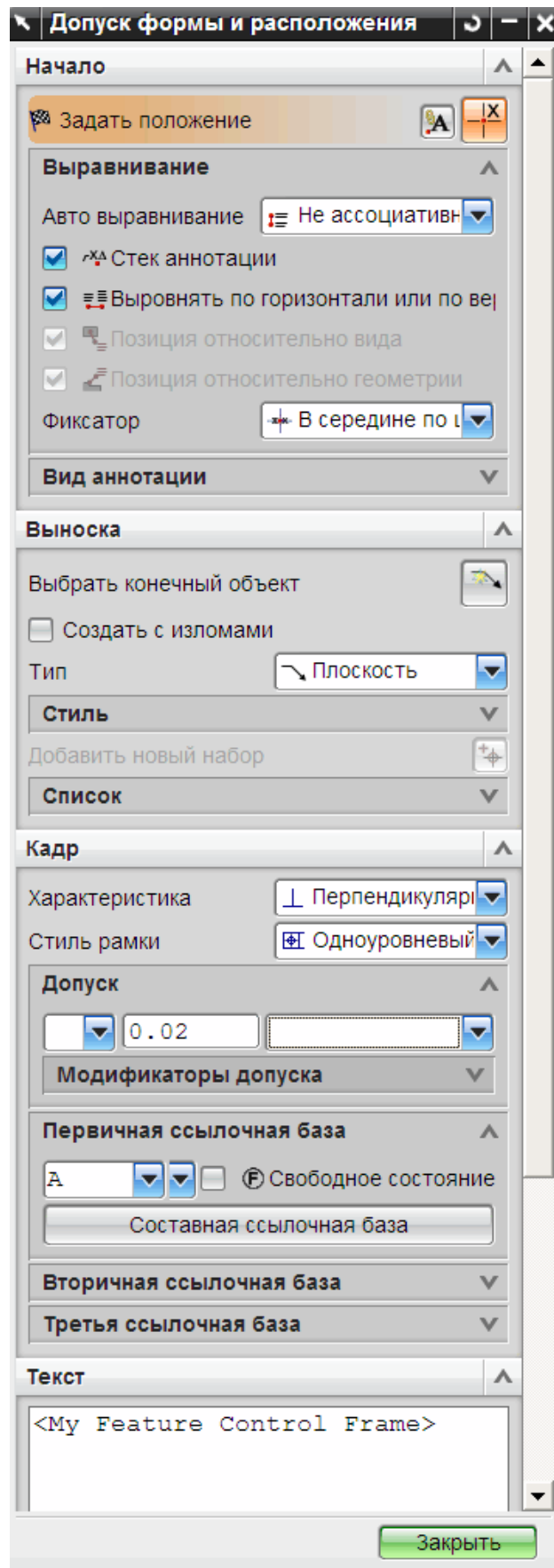


Рис. 2.76. Окно Допуск формы и расположения

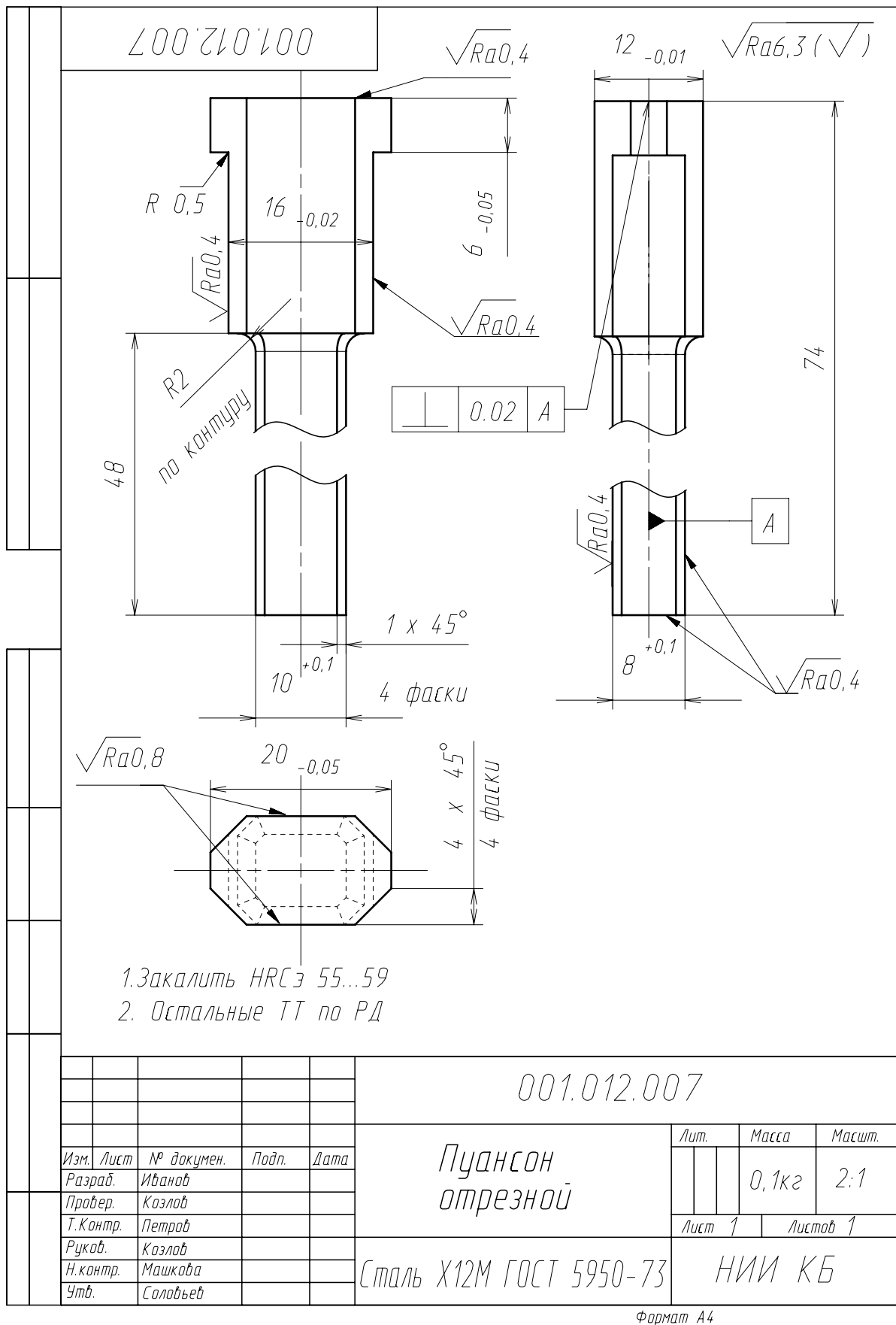


Рис. 2.77. Чертеж детали «Пуансон отрезной»

Библиографический список

1. Руководство по NX 8.0. Библиотека справочников по NX 8.0 [Электронный ресурс] // Официальный сайт Siemens PLM Software NX (8.0.0.25 Win32 & Win64). – URL : http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/products/nx/index.shtml.
2. Краснов, М. Unigraphics для профессионалов / М. Краснов, Ю. Чигишев. – М. : ЛОРИ, 2004. – 320 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. 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.
6. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке / В.П. Романовский. – 6-е изд., перераб., и доп. – Л. : Машиностроение : Ленингр. отделение, 1979. – 520 с.

Содержание

Введение.....	3
1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ, ТЕХПРОЦЕССОВ И ШТАМПОВ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ.....	4
1.1. Разработка электронных моделей изделий листовой штамповки.....	4
1.2. Методы анализа и проверки технологичности изделий листовой штамповки.....	21
1.3. Методы использования NX для разработки технологических процессов листовой штамповки.....	45
1.4. Разработка конструкций штампов в NX.....	54
1.5. Проверка прочности элементов штамповой оснастки.....	84
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ПРИЛОЖЕНИИ «ЧЕРЧЕНИЕ NX».....	102
2.1. Основные понятия и методы работы в модуле «Черчение NX».....	102
2.2. Разработка чертежей деталей штампов для листовой штамповки.....	137
Библиографический список.....	157