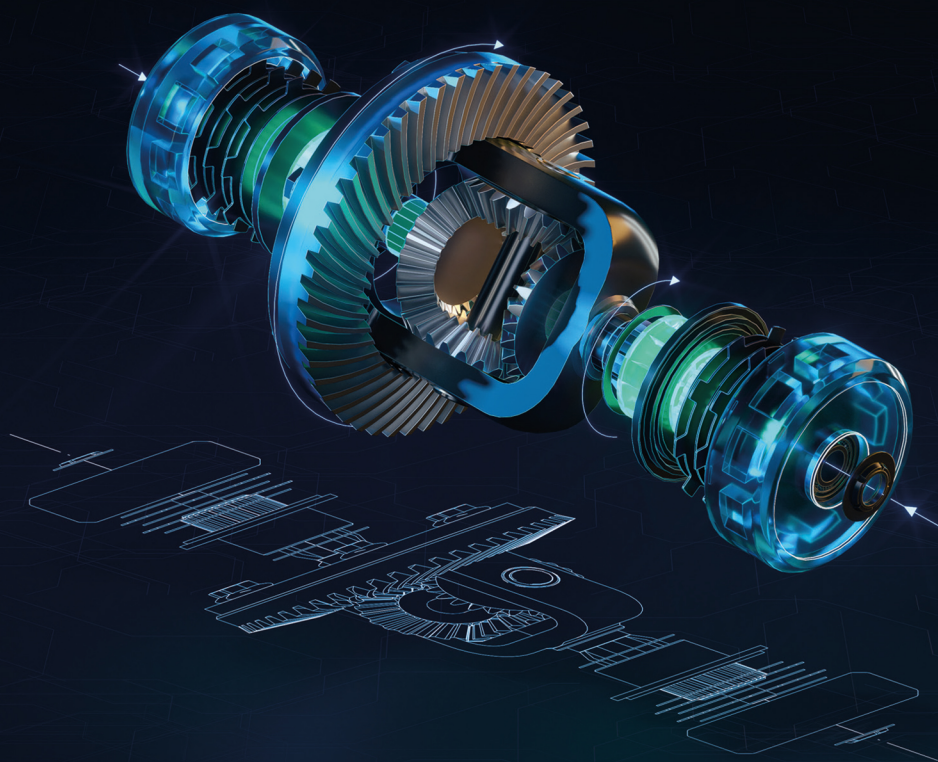


Н. С. Кувшинов

Проектирование в Платформе nanoCAD с модулями «Механика» и «3D»

Учебное пособие для специалистов
в области машиностроения





Кувшинов Николай Сергеевич

Профессор кафедры Инженерной и компьютерной графики Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск). Кандидат технических наук. Автор более 100 научных публикаций, в том числе десяти книг по начертательной геометрии, приборостроительному черчению, инженерной и компьютерной графике. Награжден знаком «Изобретатель СССР». Член Союза фотохудожников России. Сертифицированный преподаватель по программному продукту Платформа nanoCAD (модули «3D» и «Механика»).

Проектирование в Платформе nanoCAD с модулями «Механика» и «3D»

- Моделирование деталей общего назначения и деталей из листового проката
- Сборка трехмерных изделий на основе 3D-зависимостей
- Выполнение и компоновка двумерных деталей чертежей

Учебное пособие может быть рекомендовано для преподавателей и аспирантов высших учебных заведений, а также для конструкторов и технологов различных компаний, интересующихся отечественными САПР-платформами.



ISBN 978-5-93700-249-5



Н. С. Кувшинов

Проектирование в Платформе nanoCAD с модулями «Механика» и «3D»

– САПР-ПЛАТФОРМА nanoCAD –



Москва, 2023

УДК 004.9nanoCAD
ББК 32.973
K88

Кувшинов Н. С.

K88 Проектирование в Платформе nanoCAD с модулями «Механика» и «3D»: учеб. пособие. – М.: ДМК Пресс, 2023. – 384 с.: ил. / САПР-ПЛАТФОРМА nanoCAD.

ISBN 978-5-93700-249-5

В учебном пособии применительно к учебному процессу рассмотрены новые возможности Платформы nanoCAD с модулями «Механика» и «3D».

Содержание учебного пособия соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Оно предназначено для самостоятельной работы студентов, обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки «Инженерное дело, технологии и технические науки».

Учебное пособие может быть рекомендовано для преподавателей и аспирантов высших учебных заведений, а также для конструкторов и технологов различных компаний, интересующихся отечественными САПР-Платформами.

УДК004.9nanoCAD
ББК 32.973

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-93700-249-5

© Кувшинов Н. С., ЗАО «Нанософт», 2023
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2023

Содержание

Предисловие	7
Раздел I. ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ. РАБОТА С КОМАНДАМИ. СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА	10
Глава 1. Общий подход к работе	11
1.1. Запуск программы	11
1.2. Ленточный интерфейс программы и его структура.....	14
1.3. Вызов команд и действия с ними	20
1.4. Отмена и возврат действия команд.....	20
1.5. Получение сведений о командах, 3D-моделях и программе nanoCAD Механика	21
1.6. Переключение ленточного интерфейса на классический интерфейс и обратно.....	26
1.7. Рекомендуемые настройки платформы nanoCAD	27
Раздел II. 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ. ВЫПОЛНЕНИЕ 2D-УЧЕБНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ	29
Глава 1. Технология выполнения чертежей. Параметрические 3D-модели деталей общего назначения	30
1.1. Новый интерфейс и новые возможности программы	30
1.2. Вставка 2D-видов и 2D-разрезов 3D-моделей деталей из пространства Модели в пространство Модели на примере детали «Корпус»	36
1.3. Вставка 2D-видов и 2D-разрезов 3D-моделей деталей из пространства Модели в пространство Листа на примере детали «Крышка».....	50
Глава 2. Построение параметрической 3D-модели детали «Корпус»	62
Глава 3. Построение сложных ступенчатых разрезов в 3D-моделях деталей на основе сечений из плоских контуров.....	79
Глава 4. Построение параметрической 3D-модели детали «Крышка» и ее редактирование	86
4.1. Построение 3D-модели детали «Крышка»	86
4.2. Редактирование 3D-модели детали «Крышка»	86
Глава 5. Совместное использование команды 3D Выравнивание и функциональной панели История 3D Построений.....	96

Глава 6. Ссылки из интернета на видеоуроки по 3D-моделированию деталей общего назначения	101
Глава 7. Новые возможности использования панели История 3D Построений	103
Глава 8. Новые возможности визуализации 3D-моделей деталей на основе наложения материалов	106
8.1. Подготовка 3D-моделей деталей	106
8.2. Выбор и добавление материалов для 3D-моделей деталей	107
8.3. Наложение материалов на поверхности 3D-моделей деталей	112
8.4. Редактирование текстур материалов	113
Раздел III. 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА. ВЫПОЛНЕНИЕ 2D-УЧЕБНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ	119
Глава 1. Построение параметрических 3D-моделей деталей из листового проката	120
1.1. Новый интерфейс и подход к построению 3D-моделей деталей из листового проката	120
1.2. Команда Листовое тело. Пример построения 3D-модели детали «Пластина»	122
1.3. Команда Сгиб по линии. Пример построения 3D-модели детали «Уголок»	126
1.4. Команды Штамповка и Отверстие. Пример построения 3D-модели детали «Колпачок»	131
1.5. Команда Подсечка. Пример построения 3D-модели детали «Перемычка» ...	140
1.6. Команды Сгиб по ребру и Отверстие. Пример построения 3D-модели детали «Скоба»	145
1.7. Команды Отбортовка и Отверстие. Пример построения 3D-модели детали «Кожух»	153
1.8. Команды Отбортовка и Штамповка. Пример построения 3D-модели детали «Форма пищевая прямая»	169
1.9. Примеры построения 3D-моделей деталей на основе использования команды Отбортовка	179
1.10. Использование команд Разогнуть и Согнуть на примере 3D-модели детали «Кронштейн»	182
1.11. Использование команды Развертка на примере 3D-модели детали «Кронштейн»	186
Глава 2. Редактирование 3D-моделей деталей из листового проката на основе панели История 3D Построений	189
2.1. Выполнение 2D-чертежа детали «Уголок» до редактирования размеров ее 3D-модели	189
2.2. Выполнение 2D-чертежа детали «Уголок» после редактирования размеров ее 3D-модели	191

Глава 3. Ссылка из интернета на видеоуроки по 3D-моделированию деталей из листового проката	201
Глава 4. Новые возможности использования панели История 3D Построений	205
4.1. Откатка построения 3D-моделей деталей к выбранному этапу их создания	205
4.2. Создание упорядоченной структуры одноименных по названию объектов построения	207
4.3. Заполнение основной надписи 2D-чертежей деталей и вставка форматов на основе построенных 3D-моделей деталей	208
Раздел IV. СБОРКА 3D-МОДЕЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ 3D-ЗАВИСИМОСТЕЙ. ВЫПОЛНЕНИЕ 2D-УЧЕБНЫХ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗДЕЛИЙ	215
Глава 1. Сборочные 3D-зависимости	216
1.1. Общая технология сборки 3D-моделей изделий	216
1.2. Назначение, виды и использование сборочных 3D-зависимостей	217
1.2.1. Сборочная зависимость «3D вставка»	217
1.2.2. Сборочная зависимость «3D симметрия»	218
1.2.3. Сборочная зависимость «3D совмещение»	219
1.2.4. Сборочная зависимость «3D угол»	221
1.2.5. Сборочная зависимость «3D касание»	222
Глава 2. Примеры сборки 3D-моделей изделий и выполнения сборочных чертежей	223
2.1. Пример № 1. Изделие «Муфта упругая»	223
2.1.1. 2D-чертежи изделия и входящих деталей	223
2.1.2. 3D-модели входящих деталей	223
2.1.3. Варианты сборки 3D-модели изделия	233
2.1.4. Примеры редактирования 3D-моделей деталей, входящих в состав 3D-модели изделия	261
2.2. Пример № 2. Изделие «Кронштейн»	265
2.2.1. 2D-чертежи входящих деталей	265
2.2.2. 3D-модели входящих деталей	267
2.2.3. Сборка 3D-модели изделия	267
2.2.4. Возможности доводки 3D-модели изделия	276
2.2.5. Выполнение сборочного 2D-чертежа на основе сборки 3D-модели изделия	277
2.2.6. Выполнение спецификации сборочного чертежа на основе 2D-чертежа изделия	281
2.2.7. Выполнение спецификации сборочного чертежа на основе сборки 3D-модели изделия	282
2.3. Примеры использования зависимости «3D-совмещение»	289

Глава 3. Ссылки из интернета на видеоуроки по сборке 3D-моделей изделий на основе 3D-зависимостей	291
3.1. Сборка 3D-модели изделия «Редуктор»	291
3.2. Сборка 3D-модели изделия «Ложемент»	292
3.3. Сборка 3D-модели изделия «Опора»	292
3.4. Сборка 3D-модели изделия «Узел подшипника»	293
Раздел V. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ И КОМПОНОВКИ 2D-УЧЕБНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ И ИЗДЕЛИЙ	294
Глава 1. Машиностроительные валы	295
1.1. Местные разрезы на участках валов. Построение и оформление на чертежах	295
1.2. Сечения валов на участках со шпоночными пазами. Построение и оформление на чертежах	306
Глава 2. Цилиндрические зубчатые колеса	312
2.1. Создание заготовки прямозубого цилиндрического зубчатого колеса	312
2.2. Примеры выполнения учебных чертежей прямозубых цилиндрических зубчатых колес	314
Глава 3. Преобразование форматов	338
3.1. Преобразование формата A4 в формат A3	338
3.2. Преобразование формата A3 в формат A2	339
3.3. Пример компоновки и выполнения сборочного чертежа изделия «Кнопка пусковая»	339
Глава 4. Вставка технических требований	347
Глава 5. Заливка отверстий плоских деталей	350
5.1. Общие положения	350
5.2. Команда Заливка отверстий. Деталь «Пластина»	351
5.3. Команда Таблица .dwg. Деталь «Пластина»	358
5.4. Команда Таблица отверстий. Деталь «Плата монтажная»	361
Глава 6. Выбор материала деталей при заполнении основной надписи чертежей	366
Глава 7. Изометрическое черчение	369
Глава 8. Ссылки из интернета на видеоуроки по выполнению и оформлению 2D-чертежей машиностроительных валов	377
Заключение	379
Библиографический список	380

Предисловие

Вышла очередная версия программы nanoCAD Механика 23.0, разработанная и представленная российской компанией АО «Нанософт», г. Москва (www.nanocad.ru).

Версия содержит множество новых изменений и дополнений, изложенных в данном учебном пособии.

Учебное пособие является продолжением серии книг автора по программе nanoCAD Механика [1, 2, 3, 4], состоит из предисловия, 5 разделов, заключения и списка литературы.

В разделе I «Интерфейс программы. Работа с командами. Справочная система» рассматривается общий подход к работе с программой, включая новое окно приветствия.

В разделе II «3D-моделирование и редактирование деталей общего назначения. Выполнение 2D-учебных чертежей» рассматриваются:

- 1) новые возможности в технологии выполнения чертежей «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж», основанные на построении параметрических 3D-моделей деталей, вставке изображений 2D-видов этих 3D-моделей деталей в пространство Модели или в пространство Листа и последующего вывода 2D-чертежей на печать;
- 2) примеры построения и редактирования параметрических 3D-моделей деталей на основе использования функциональной панели **История 3D Построений**, команды Добавить эскиз и ряда команд 2D- и 3D-моделирования.

Дополнительно приводятся **ссылки** из открытого доступа в сети **Интернет** на видеоуроки по 3D-моделированию деталей.

В разделе III «3D-моделирование и редактирование деталей из листового проката. Выполнение 2D-учебных чертежей» рассматриваются вопросы:

- 1) построения и редактирования гнутых параметрических 3D-моделей реальных деталей на основе использования функциональной панели **История 3D Построений**, команды Добавить плоский эскиз, команд 2D-моделирования и команд листового 3D-моделирования;
- 2) выполнения 2D-чертежей.

Дополнительно приводится **ссылка** из открытого доступа в сети **Интернет** на видеоуроки по 3D-моделированию деталей из листового проката.

В разделе IV «Сборка 3D-моделей изделий на основе 3D-зависимостей. Выполнение 2D-учебных сборочных чертежей изделий» рассматривается:

- 1) общий подход к технологии сборки 3D-моделей изделий;

- 2) примеры сборки 3D-моделей изделий на основе предварительно построенных параметрических 3D-моделей деталей. При построении параметрических 3D-моделей деталей использовалась функциональная панель **История 3D Построений**, функциональная панель **База элементов**, команда **Добавить эскиз** и ряд команд 2D- и 3D-моделирования;
- 3) редактирование 3D-моделей деталей в сборке 3D-модели изделия;
- 4) выполнение 2D-учебного сборочного чертежа изделия.

Дополнительно приводятся **ссылки** из открытого доступа в сети **Интернет** на видеоуроки по сборке 3D-моделей изделий на основе использования различных 3D-зависимостей.

В разделе V «Дополнительные возможности выполнения и компоновки 2D-учебных чертежей деталей и изделий» рассматриваются вопросы:

- 1) выполнения и оформления чертежей машиностроительных валов на основе использования команд Местный разрез, Выносные виды, Разрезы, сечения и данных из Базы элементов программы;
- 2) выполнения чертежей прямозубых цилиндрических зубчатых колес на основе использования данных из Базы элементов программы и предварительно построенных заготовок;
- 3) компоновки чертежей на основе преобразования форматов;
- 4) вставки в чертежи технических требований;
- 5) выполнения чертежей плоских деталей с заливкой их отверстий на основе использования команд Заливка отверстий, Таблица .dwg и Таблица отверстий;
- 6) выбора материала деталей из Базы элементов программы при заполнении основной надписи чертежей;
- 7) выполнения чертежей деталей в изометрической проекции на основе команд, содержащихся на панели инструментов **Изометрия**.

Дополнительно приводятся **ссылки** из открытого доступа в сети **Интернет** на видеоуроки по оформлению и выполнению 2D-чертежей машиностроительных валов.

В разделах I–V рассмотрены только самые востребованные и необходимые для учебного процесса методы 3D- и 2D-моделирования. В то же время приведенные **ссылки** на видеоуроки по 3D- и 2D-моделированию из открытого доступа в сети **Интернет** позволят пользователям программы nanoCAD Механика пополнить свои знания дополнительными сведениями и использовать их в работе.

В заключении показаны перспективы использования компьютерной графики при выполнении деталей и сборочных чертежей по современной технологии «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж».

Структура и методика изложения материала в учебном пособии соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования последнего поколения.

Учебное пособие предназначено для самостоятельной работы студентам на технических специальностях вузов, изучающих учебный курс «Компьютерная

графика»: **1)** при очном обучении; **2)** в условиях смешанного обучения (очное и дистанционное); **3)** при дистанционном обучении.

После изучения учебного курса «Компьютерная графика» по данному учебному пособию совместно с предыдущими работами автора [1, 2, 3, 4] студент (согласно требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования) должен обладать определенными компетенциями:

- 1)** готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции;
- 2)** способностью и готовностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации;
- 3)** способностью и готовностью использовать современные информационные технологии;
- 4)** способностью графически отображать геометрические образы деталей и изделий.

В результате изучения учебного курса «Компьютерная графика» студент вуза должен:

- ◆ **знать** правила выполнения чертежей деталей, сборочных единиц и элементов конструкций; требования стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) к оформлению и составлению чертежей; методы решения инженерно-геометрических задач на чертеже;
- ◆ **уметь** анализировать и моделировать форму предметов по их чертежам; строить и читать чертежи; решать инженерно-геометрические задачи на чертеже; применять нормативные документы и государственные стандарты, необходимые для оформления чертежей и другой конструкторско-технологической документации; уметь применять 2D- и 3D-компьютерные технологии для построения 2D-чертежей и 3D-моделей деталей;
- ◆ **владеть** навыками выполнения и оформления конструкторской документации на детали и изделия в соответствии со стандартами ЕСКД; самостоятельно пользоваться учебной и справочной литературой, а также программой nanoCAD Механика.

Учебное пособие может быть рекомендовано для преподавателей и аспирантов высших учебных заведений, а также для конструкторов и технологов различных компаний, интересующихся отечественными САПР-платформами.

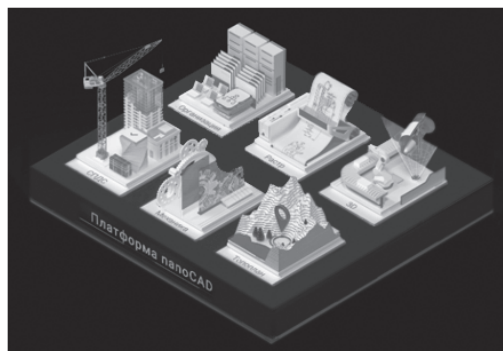
Автор выражает особую признательность Савинкову Сергею Витальевичу (savinkov@normasoft.com), директору дилерского центра «Нормасофт» (г. Челябинск) компании «Нанософт» (г. Москва), за помощь и консультации по работе с САПР-платформой nanoCAD, а также за его искреннюю заинтересованность в продвижении и внедрении программы nanoCAD Механика, включая в том числе учебный процесс.



Раздел I

ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ. РАБОТА С КОМАНДАМИ. СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА

Платформа nanoCAD



«нанософт»
разработка

 nanoCAD
инженерная платформа

ГЛАВА 1

Общий подход к работе

1.1. Запуск программы

Способ № 1. Производят два быстрых ЛК¹ на ярлыке соответствующей программы, расположенной на рабочем столе Windows, – открывается заставка в виде первого окна **Механика – окно приветствия** (рис. 1.1) – окно автоматически закрывается, и появляется второе видеоизмененное окно **Механика – окно приветствия** с вкладками **Файлы** и **Что нового** (рис. 1.2).



Рис. 1.1. Заставка программы **Механика – окно приветствия**

Способ № 2. Производят последовательные ЛК на кнопке **Пуск** и соответствующей строке выпадающего меню – открывается заставка в виде первого окна

¹ Здесь и далее в тексте: ЛК – щелчок левой кнопкой мыши, ПК – щелчок правой кнопкой мыши.

Механика – окно приветствия (рис. 1.1) – окно автоматически закрывается, и появляется второе видеоизмененное окно **Механика – окно приветствия** с вкладками **Файлы** и **Что нового** (рис. 1.2).

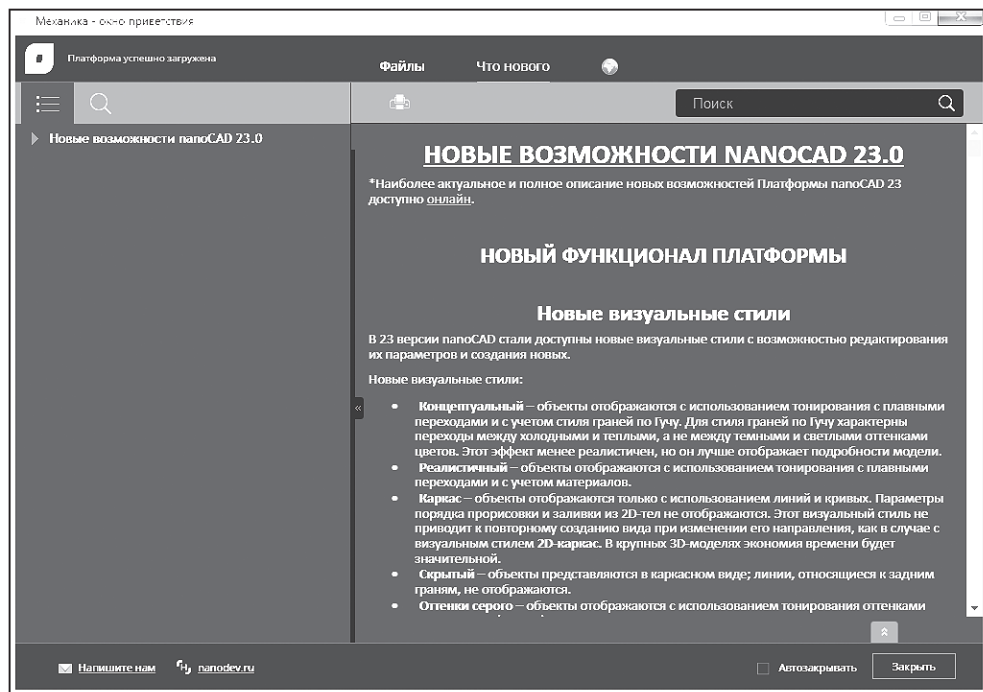


Рис. 1.2. Видоизмененное окно **Механика – окно приветствия** с вкладками

Далее пользователям программы предоставляется несколько вариантов работы с окном **Механика – окно приветствия** (рис. 1.2).

Вариант № 1. Открытием ЛК вкладки **Файлы** (рис. 1.2) и дальнейшими ЛК на кнопках **Новый документ** или **Открыть** создают, соответственно, или новый документ, или открывают необходимые, ранее созданные документы.

Вариант № 2. Открытием ЛК вкладки **Что нового** (рис. 1.2) и дальнейшими ЛК на кнопках соответствующих разделов из папки **Новые возможности** получают информацию о новых возможностях версии для практической работы.

Вариант № 3. ЛК на знаке «крестик» в верхнем правом углу закрывают окно (рис. 1.2) – на экране монитора остается рабочее окно программы nanoCAD Механика 23.0 с **ленточным интерфейсом** (рис. 1.3), при этом каждый новый запуск программы начинается с появления окна **Механика – окно приветствия**.

Вариант № 4. ЛК устанавливают галочку рядом с кнопкой **Автозакрывать**, а ЛК на кнопке **Заккрыть** закрывают окно (рис. 1.2) – на экране монитора остается рабочее окно программы nanoCAD Механика 23.0 с **ленточным интерфейсом** (рис. 1.3).

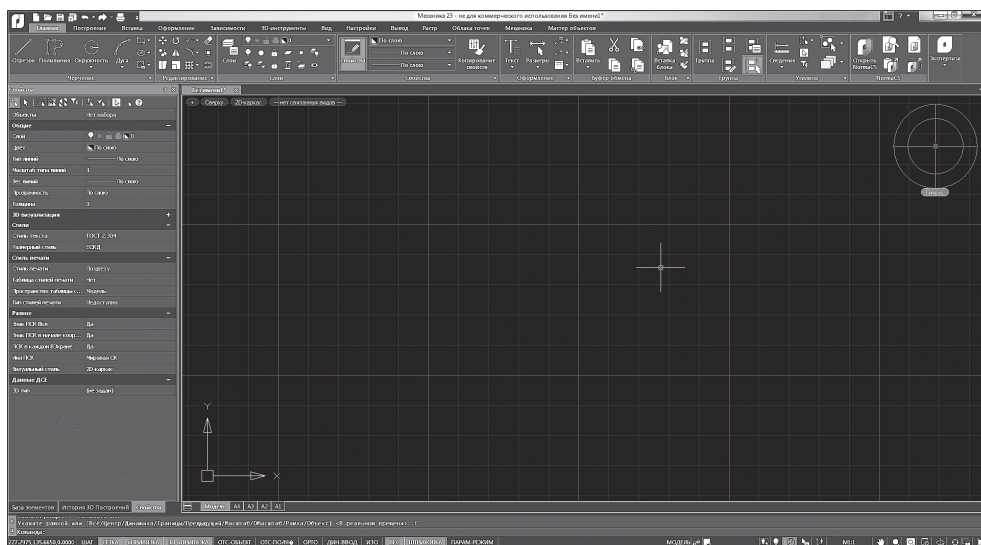


Рис. 1.3. Рабочее окно программы с ленточным интерфейсом

После открытия рабочего окна (рис. 1.3) **при необходимости** изменяют общие настройки: ЛК на вкладке **Настройки** – последующий ЛК на инструменте **Настройки программы** – в открывающемся диалоговом окне **Настройки** вносят изменения. Например, фон в пространстве модели, листа, фон в пространстве листа заменяют с **темного** на **белый**, визуальный стиль интерфейса **Графит** – заменяют на **Светлый** (рис. 1.4).

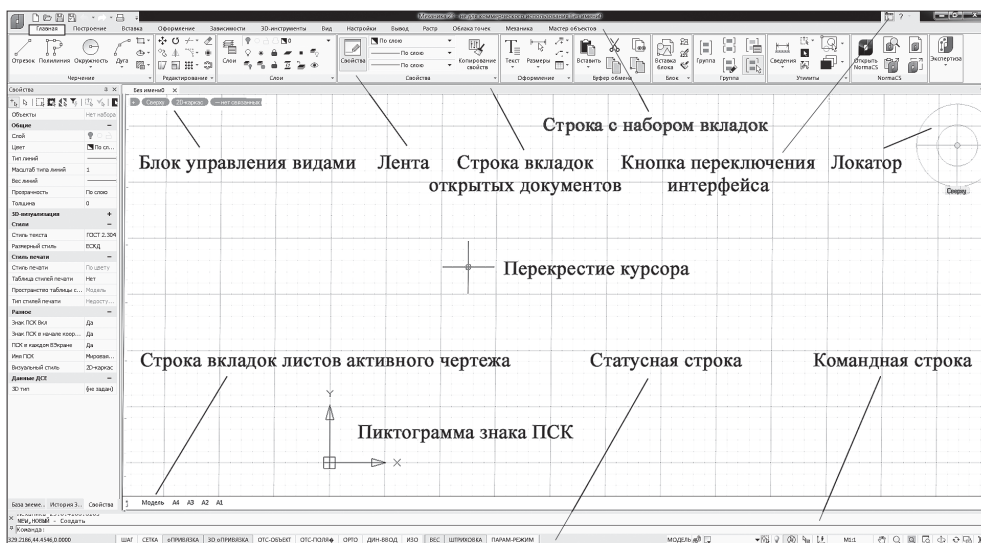


Рис. 1.4. Рабочее окно программы с ленточным интерфейсом после изменения настроек

1.2. Ленточный интерфейс программы и его структура

1. **Лента** – набор вкладок с компактно сгруппированными элементами управления и инструментами для выполнения и редактирования 3D-моделей и 2D-чертежей.

2. **Вкладки** – строка с заголовками в верхней части ленты. Заголовки имеют названия: **Главная**, **Построение** т. д. (рис. 1.5).

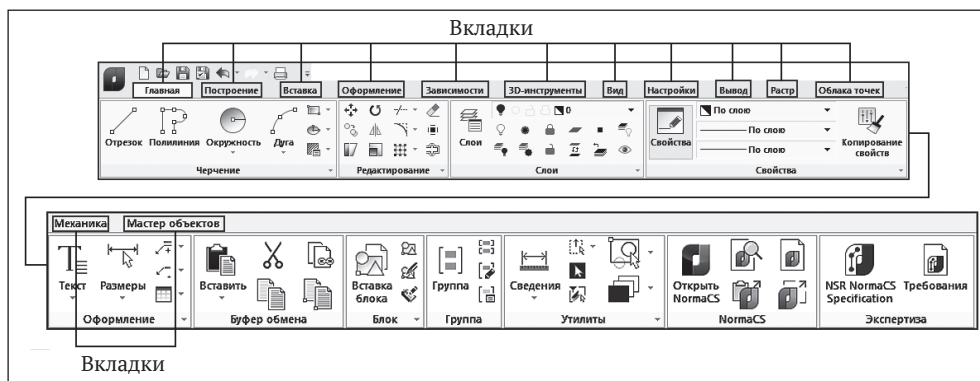


Рис. 1.5. Строка **Лента** с набором вкладок

Выбор вкладки осуществляют ЛК на ее заголовке (рис. 1.5).

3. **Группы** – наборы сходных по функциональному назначению команд в нижней части ленты (например, рис. 1.6).

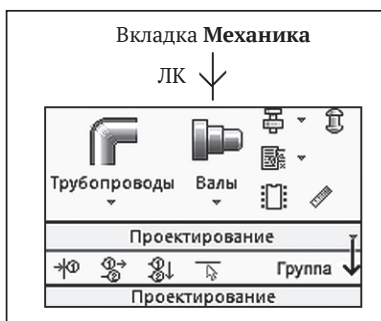


Рис. 1.6. Пример разворачивания группы **Проектирование**

4. **Блок функциональных панелей** – располагается в левой части рабочего окна (рис. 1.4) и состоит из трех самостоятельных панелей:

- панель **База элементов** (рис. 1.7а) содержит базу объектов Механика, используемую для проектирования;
- панель **История 3D Построений** (рис. 1.7б) содержит дерево построения 3D-модели детали и предназначена для отображения истории ее построений;
- панель **Свойства** (рис. 1.7б) используется для отображения информации о выбранных объектах, для изменения свойств объектов, установки режима выбора и вызова команд выбора.

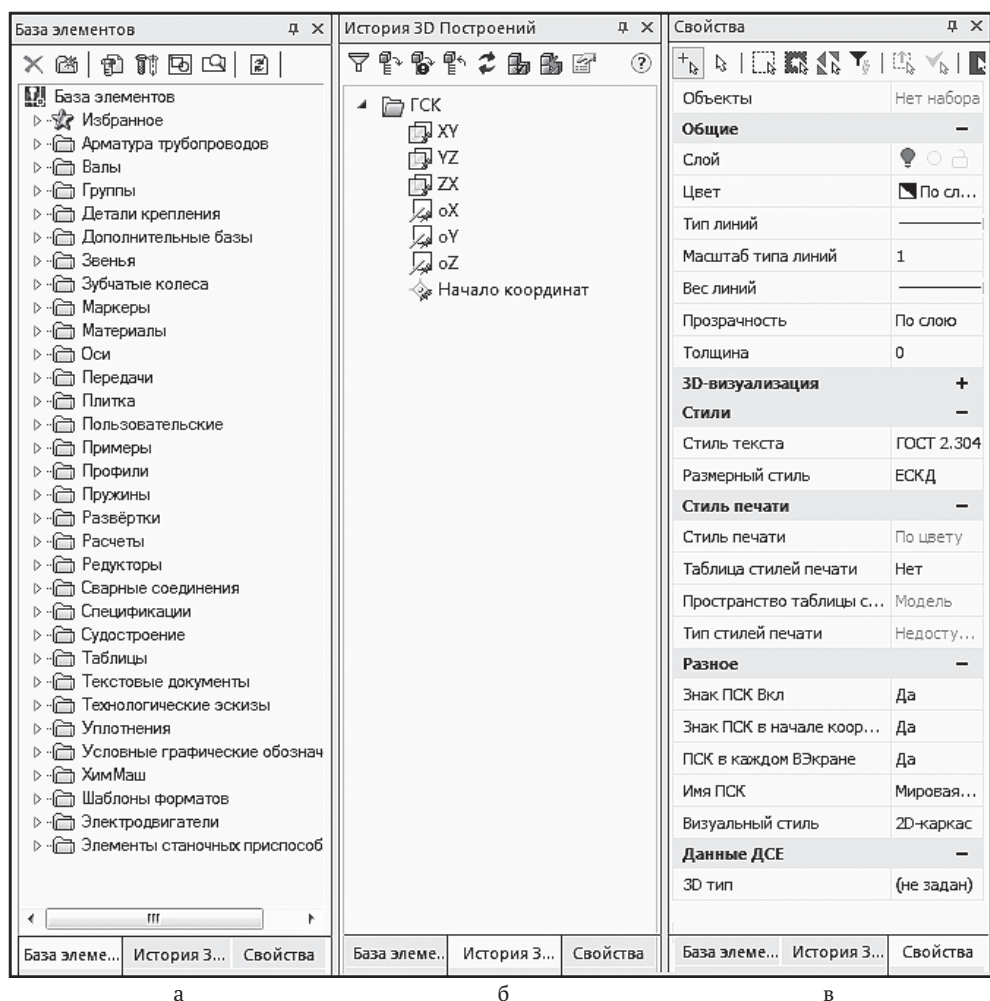


Рис. 1.7. Блок функциональных панелей

5. Статусная строка – располагается в нижней части рабочего окна (рис. 1.4), элементы интерфейса которой и их назначение даны в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Элементы интерфейса статусной строки программы

Отображение текущих координат курсора:

<div>53.1962,403.4737,0.0000</div> <div>104.9102 < 29</div>	<p>Режимы отображения координат курсора:</p> <ul style="list-style-type: none"> динамическое отображение абсолютных координат курсора в <u>декартовой системе координат</u> при его перемещении. отображение относительного расстояния от предыдущей точки в <u>полярных координатах</u> (расстояние<угол). Переключение в режим отображения относительного расстояния происходит автоматически при любых операциях, когда требуется указание второй и последующих точек.
--	--

Кнопки включения/отключения режимов:

ШАГ	Привязка к сетке (F9).
СЕТКА	Отображение <u>сетки</u> (F7 , CTRL + G).
oПРИВЯЗКА	<u>Объектная привязка</u> (F3).
3D oПРИВЯЗКА	<u>Объектная 3D привязка</u> .
ОТС-ОБЪЕКТ	<u>Объектное отслеживание</u> (F11).
ОТС-ПОЛЯР	<u>Полярное отслеживание</u> (F10).
ОРТО	<u>Ортогональный режим</u> (F8).
ДИН-ВВОД	Включение/отключение <u>динамического ввода</u> (F12).
ИЗО	Режим построения прямоугольных <u>изометрических проекций</u> .
ВЕС	Отображение <u>толщин (веса) линий</u> .
ШТРИХОВКА	<p>Отображение штриховок, заливок фигур и широких полилиний.</p> <p>При отключении режима заливки широкие полилинии, закрашенные многоугольники, градиентные заливки и штриховки отображаются в виде контуров, что повышает производительность программы.</p>

Продолжение таблицы 1.1

Кнопки управления режимами и масштабами в графической области:	
	<p>Многофункциональная кнопка переключения между пространством модели и пространством листа:</p> <ul style="list-style-type: none"> при работе в пространстве модели - переключение в пространство последнего активного листа. при работе в пространстве листа - переход в пространство модели видового экрана.
	<p>Кнопка <u>блокировки масштаба</u> выбранного видового экрана в пространстве листа.</p> <p>Блокирование видового экрана используется для того, чтобы ранее заданный масштаб видового экрана оставался неизменным (зуммирование внутри видового экрана не влияло на масштаб видового экрана).</p> <p>Кнопка может находиться в четырех состояниях:</p> <ul style="list-style-type: none"> нет выбранных видовых экранов; масштаб выбранного видового экрана доступен для изменения (не разблокирован); масштаб выбранного видового экрана недоступен для изменения (заблокирован); в пространстве листа выбраны несколько видовых экранов с разными параметрами блокирования.
	<p>Просмотр и задание масштаба выбранного видового экрана в пространстве листа.</p> <p>Изменение масштаба невозможно, если видовой экран заблокирован: </p>
	<p>Кнопка управления режимом предварительного просмотра выбора объектов чертежа.</p>
	<p>Кнопка <u>управления режимом отображения объектов</u> чертежа (изоляция объектов).</p>
	<p>Динамическая ПСК.</p>
	<p>Кнопка переключения режима выбора объектов на заблокированных слоях.</p>
	<p>Кнопка просмотра и задания <u>масштаба символов и масштаба измерений</u>.</p>
	<p><u>Стандарты САПР</u>: настройка стандартов, проверка на соответствие стандартам, оповещение о несоответствии стандартов.</p>

Окончание таблицы 1.1

	Панорамирование.
	Навигация.
	Показать всё.
	Рамка.
	Зависимая орбита.
	Регенерация чертежа.
	<p>Кнопка блокировки/разблокировки элементов интерфейса. Зафиксировать от случайного перемещения можно следующие элементы интерфейса:</p> <ul style="list-style-type: none"> • закрепленные панели инструментов; • перемещаемые панели инструментов; • закрепленные окна; • перемещаемые окна; • блокировать все; • разблокировать все. <p>Для временного разблокирования - нажать и удерживать клавишу CTRL.</p>
	<p>Кнопка индикатора наличия в чертеже внешних ссылок. При наведении курсора, появляется всплывающее сообщение об отсутствии или наличии внешних ссылок. Контекстное меню кнопки содержит команды:</p> <p>Внешние ссылки – вызов диалогового окна;</p> <p>Обновить внешние ссылки.</p>
	Кнопка включения/отключения полноэкранного режима.

Включение/Отключение режима отображения строки состояния осуществляется командой ☐ **Строка состояния**, расположенной в меню **Вид** и на ленте - вкладка **Настройки** – группа **Адаптация**

Настройку статусной строки осуществляют следующим образом:

- 1) ПК на свободном пространстве статусной строки;
 - 2) ЛК устанавливают или снимают флажки для отображения или скрытия нужных элементов.
- 6. Строка вкладок листов активного чертежа** – располагается в нижней левой части рабочего окна (рис. 1.4), вкладки которой предназначены для переключения листов в документе, а также для перехода из пространства **Модели** в пространство **Листа** и обратно.
- 7. Блок управление видами** – располагается в верхней левой части рабочего окна (рис. 1.4) и содержит раскрывающееся меню для выбора вида и визуального стиля чертежа (рис. 1.8).

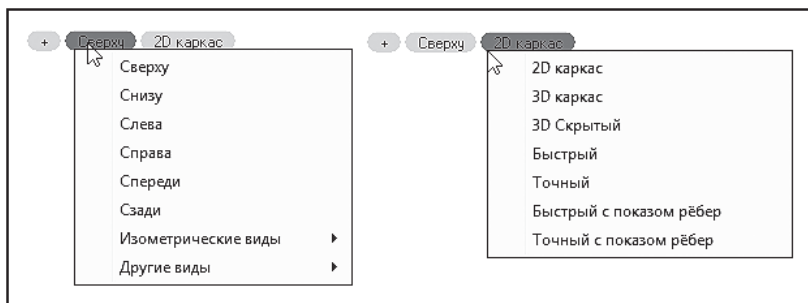


Рис. 1.8. Блок функциональных панелей

8. Локатор – располагается в верхней правой части рабочего окна (рис. 1.4), показывает текущую ориентацию модели и позволяет быстро переключаться между ортогональными, промежуточными и изометрическими видами или устанавливать любой произвольный вид (рис. 1.9).

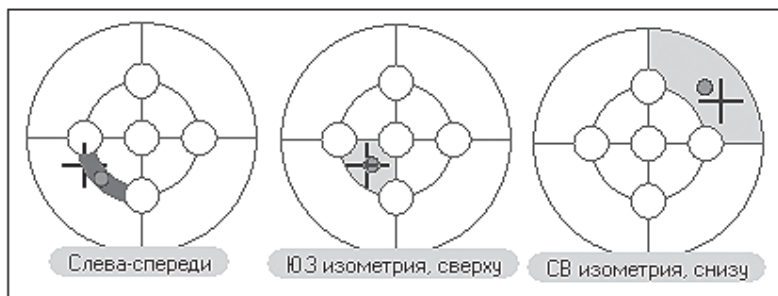


Рис. 1.9. Инструмент Локатор

9. Пиктограмма знака ПСК – представляет собой расположение осей X и Y в прямоугольной системе координат, именуемой пользовательской системой координат, или **просто ПСК** (рис. 1.4). Пиктограмма находится в изначально установленных координатах: $X = 0$; $Y = 0$; $Z = 0$. ПСК может быть расположена в любой точке пространства и под любым углом к мировой системе координат (МСК), у которой ось X всегда располагается горизонтально, ось Y – вертикально, а ось Z – перпендикулярно плоскости XY. Перемещение и поворот ПСК при 3D-моделировании осуществляют следующим образом: ЛК на вкладке **Вид** – ЛК на иконках необходимых команд из группы Координаты.

10. Курсор – основной инструмент указания и выбора объектов в графической области (рис. 1.4). При работе в рабочем пространстве курсор имеет вид перекрестья с квадратным прицелом в точке пересечения. Вне графической области курсор принимает форму обычной стрелки. Вид курсора, размеры его перекрестья и прицела настраивают следующим образом: ЛК на вкладке **Настройки** – ЛК на иконке Настройки программы – диалоговое окно **Настройки** – двойной ЛК на строке **Курсор**.

11. Командная строка – располагается в нижней части рабочего окна (рис. 1.4), представляет собой особую функциональную панель и предназна-

чена для ввода команд с клавиатуры, отображения подсказок и сообщений nanoCAD, а также выбора опций запущенной команды.

1.3. Вызов команд и действия с ними

Вызов команд осуществляют **ЛК** на иконке с изображением **команды** на соответствующей **вкладке ленты** (например, рис. 1.10):



Рис. 1.10. Пример выбора команды **Универсальная выноска**

В дальнейшем выбирают следующие варианты действий.

Вариант № 1. В командной строке с клавиатуры вводят необходимые данные, а далее подтверждают их ввод нажатием на клавиатуре клавиши **Enter** или **ПК**.

Вариант № 2. Соглашаются с предложенным программой вариантом в командной строке и подтверждают его выбор нажатием на клавиатуре клавиши **Enter** или **ПК**.

Вариант № 3. Отказываются от любого запроса в командной строке, подтверждая отказ нажатием на клавиатуре клавиши **Esc**.

1.4. Отмена и возврат действия команд

Реализация основана на использовании **Панели быстрого доступа** (рис. 1.11), расположенной в левом верхнем углу рабочего окна программы с ленточным интерфейсом (рис. 1.4).

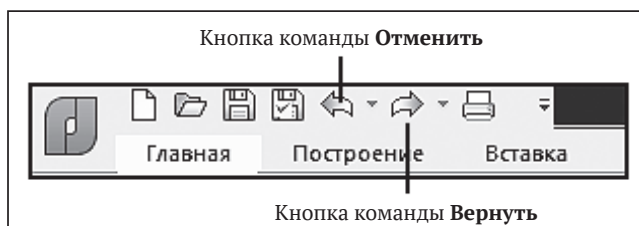


Рис. 1.11. Панель быстрого доступа с кнопками **Отменить** и **Вернуть**

После вызовы ЛК команд **Отменить** или **Вернуть** в рабочем пространстве чертежа (при перемещении курсора мыши на пункты отмены или возврата) появляются наглядные списки действий.

1.5. Получение сведений о командах, 3D-моделях и программе папоCAD Механика

Для получения сведений о командах, 3D-моделях, программе и ее версии используют несколько способов.

Способ № 1. ЛК на кнопке **Справка** (знак ?) в верхнем правом углу рабочего окна программы (рис. 1.12) – открывается диалоговое окно **Справка папоCAD** (рис. 1.12) – с клавиатуры в строке «Введите ключевое слово для поиска» вводят название запрашиваемой команды (рис. 1.12) – ЛК на кнопке **Вывести** – в окне просмотра получают сведения о команде и действиях с ней, например о команде **Выравнивание** (рис. 1.13).

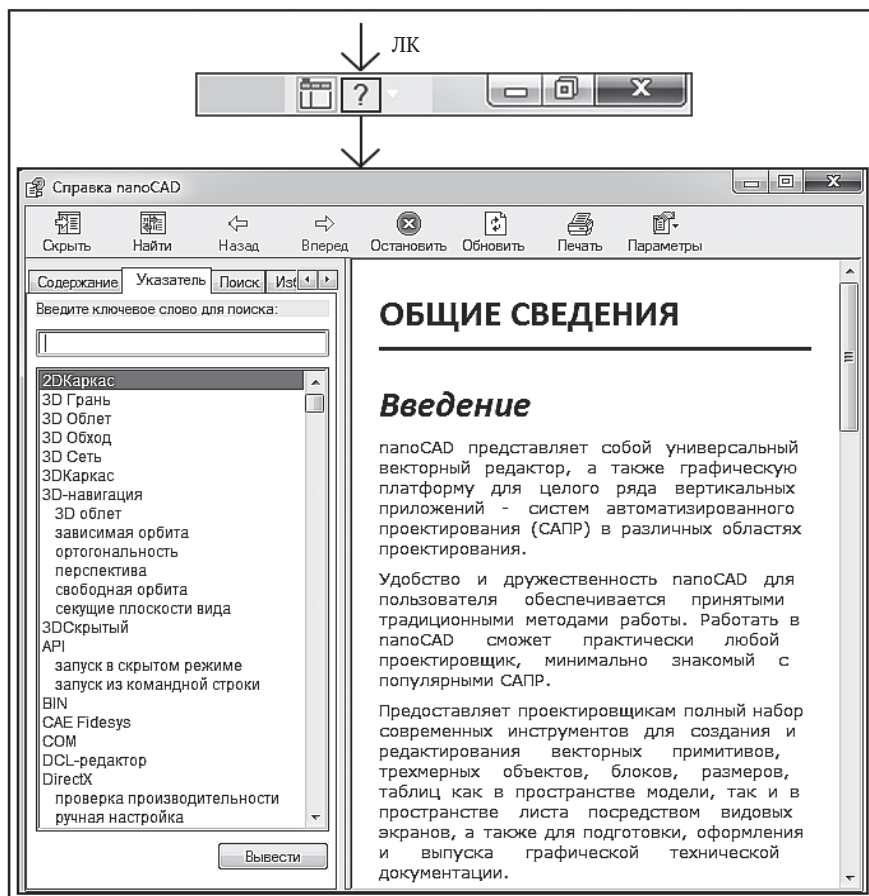


Рис. 1.12. Схема получения сведений о системе, программе и ее версии

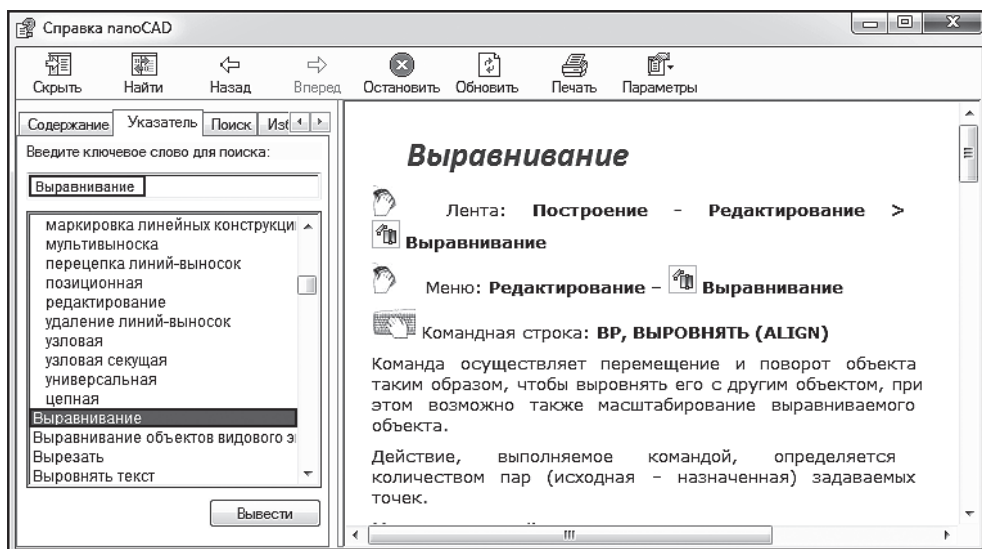


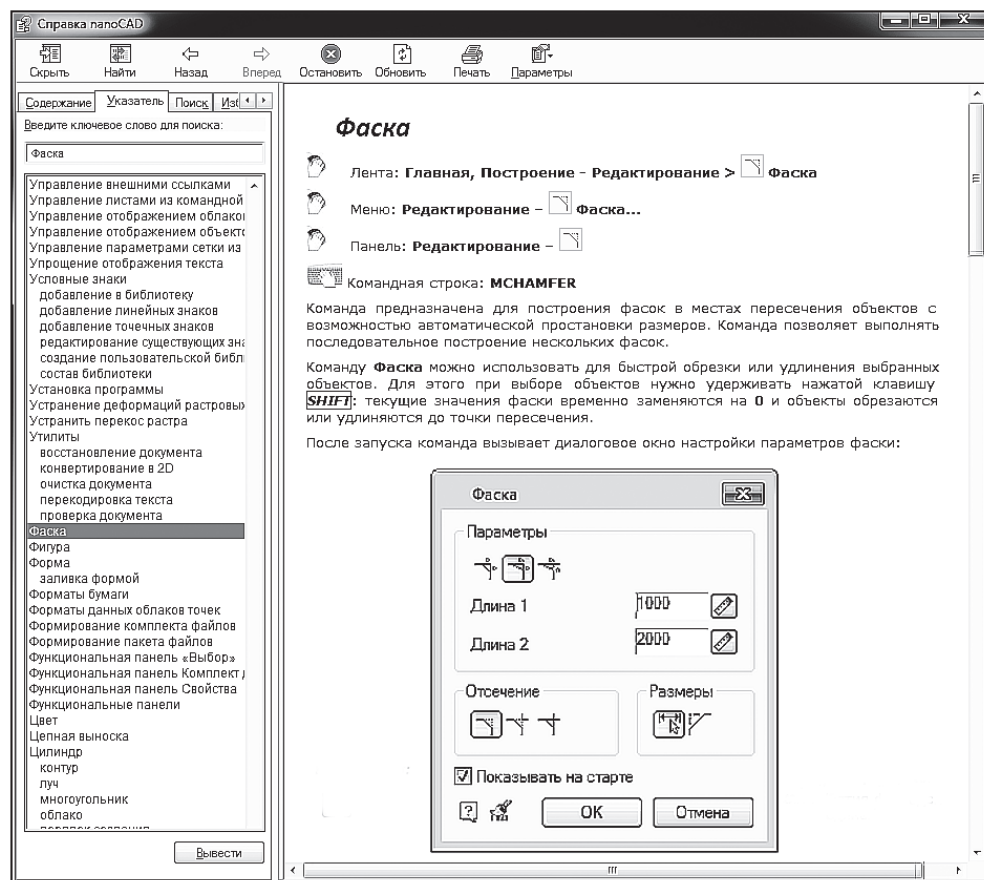
Рис. 1.13. Пример получения сведений о работе с командой **Выравнивание**

Способ № 2. После выбора ряда команд открываются диалоговые окна. Для получения сведений об этих командах: 1) ЛК на значке вопрос (?) в левом нижнем углу открывают диалоговое окно **Справка nanoCAD** (например, рис. 1.14); 2) в окне просмотра получают необходимые сведения, например о команде **Фаска** (рис. 1.14).

Способ № 3. После запуска программы или в процессе работы на клавиатуре нажимают клавишу **F1** – открывается диалоговое окно **Справка nanoCAD** – несколькими ЛК в папках и списках в окне просмотра получают сведения о требуемой команде.

Способ № 4. Для получения справочной информации о последовательности построения 3D-моделей деталей используют функциональную панель **История 3D Построений** (рис. 1.76) из блока функциональных панелей (рис. 1.4), в **дереве построения** которой отображается последовательность (история) создания объектов как для непараметрических (рис. 1.15) [2], так и для параметрических (рис. 1.16) 3D-моделей деталей.

Сведения о структуре дерева построений и действий с самой функциональной панелью **История 3D Построений** находят в диалоговом окне **Справка nanoCAD** (рис. 1.17).

Рис. 1.14. Пример получения сведений о работе с командой **Фаска**

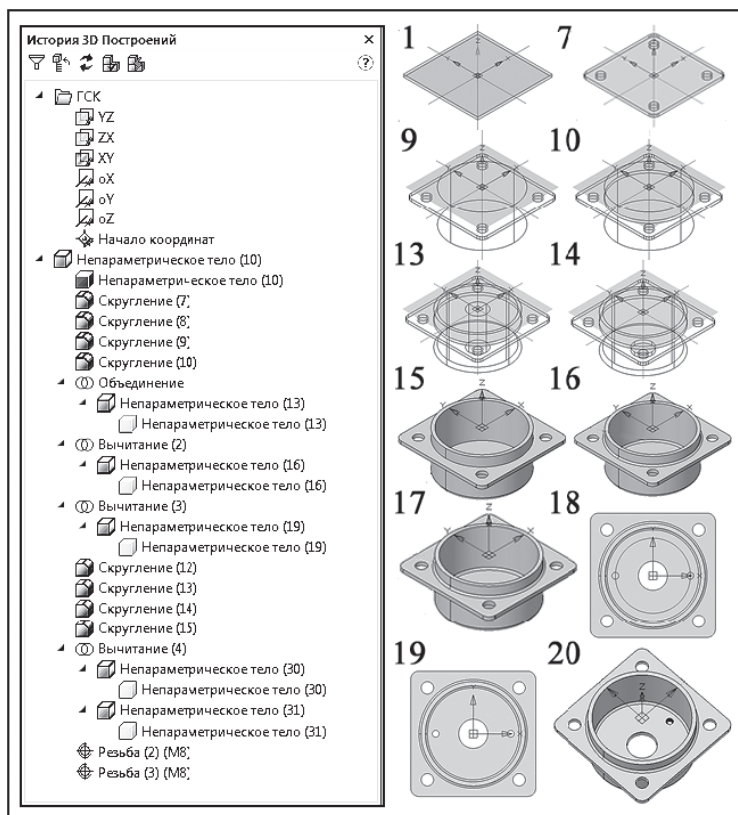


Рис. 1.15. Пример получения сведений о построении не параметрической 3D-модели детали «Основание»

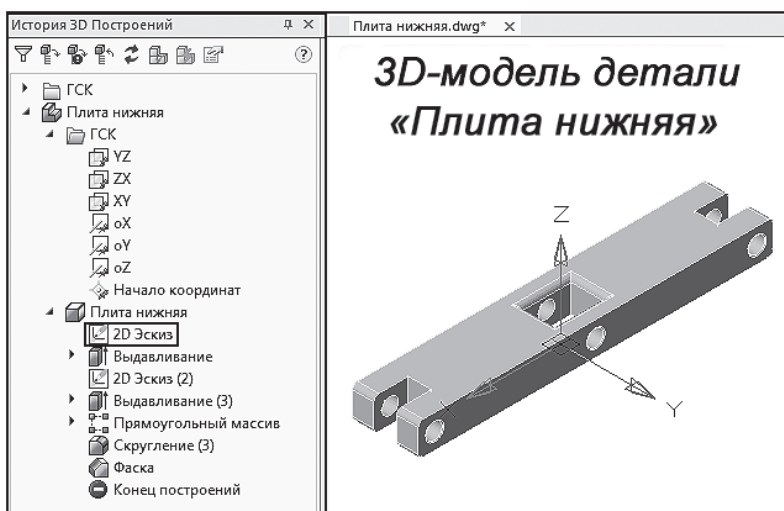
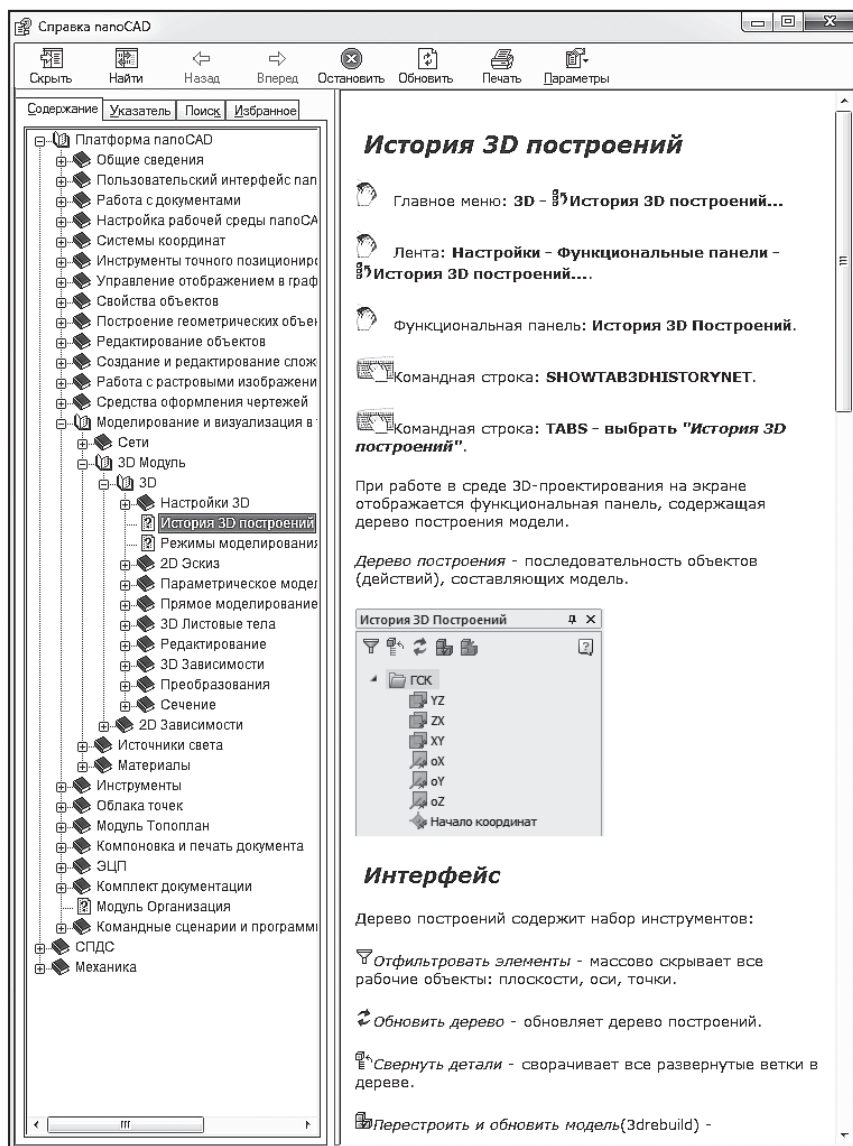


Рис. 1.16. Пример получения сведений о построении параметрической 3D-модели детали «Плита нижняя»

Рис. 1.17. Пример получения сведений о панели **История 3D Построений**

Способ № 5. ЛК на строке выпадающих меню «О программе» (рис. 1.18) – окна **О программе** с номером версии, номером сборки, сроком действия лицензии, с перечнем подключенных модулей и т. п. (рис. 1.18).

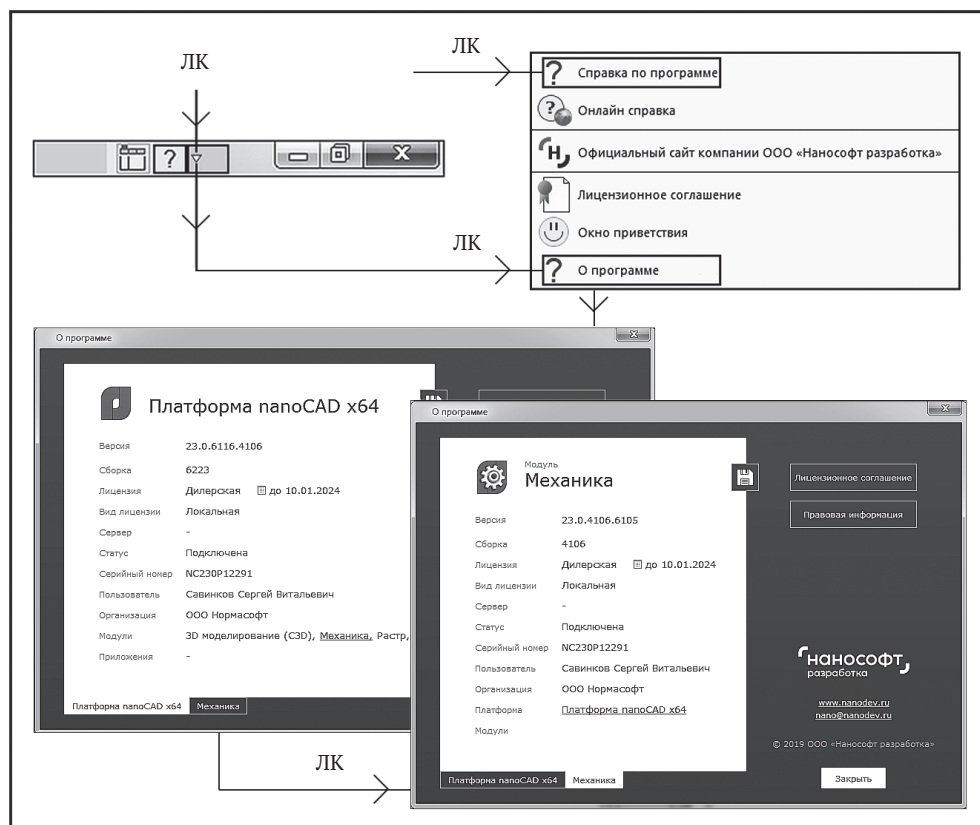


Рис. 1.18. Общая схема получения сведений о системе и программе

1.6. Переключение ленточного интерфейса на классический интерфейс и обратно

В программе nanoCAD Механика по аналогии с предыдущими версиями программы предусмотрено мгновенное автоматическое переключение «ленточного интерфейса на классический интерфейс» и обратное переключение – «классического интерфейса к ленточному интерфейсу».

Переключение интерфейсов осуществляют одним из следующих способов [1, 2].

Способ № 1. Производят ЛК на кнопке **Лента** (рис. 1.19а), расположенной в верхнем правом углу рабочего окна программы (рис. 1.4).

Итог – классический интерфейс программы (рис. 1.19в).

Способ № 2. Производят ЛК на иконке **Классический интерфейс** из группы Адаптация на вкладке **Настройки** (рис. 1.19б).

Итог – классический интерфейс программы (рис. 1.19в).

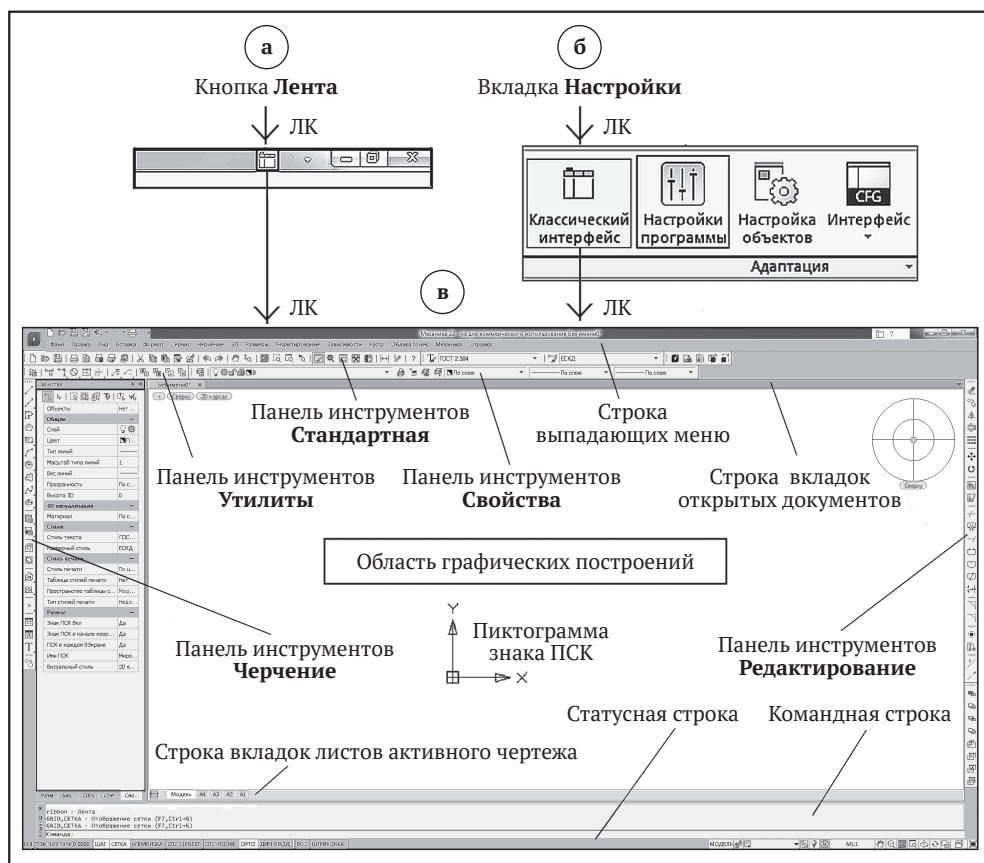


Рис. 1.19. Рабочее окно программы с классическим интерфейсом

Важно знать!!!

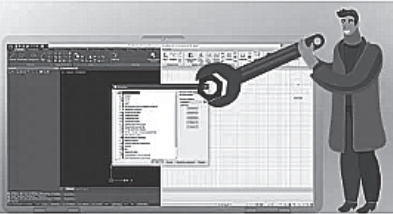
При переключении интерфейсов конфигурация изображений, размеры, масштаб 3D-моделей деталей и 2D-чертежей деталей, выполненных в программе nanoCAD любых версий, не изменяются [1, 2].

1.7. Рекомендуемые настройки платформы nanoCAD

Для обеспечения стабильной работы и использования дополнительных возможностей программы разработчики платформы nanoCAD рекомендуют пользователям применить десять востребованных настроек, которые находят по приведенной ниже **ссылке** из открытого доступа в сети **Интернет**.

Ссылка: <https://www.nanocad.ru/press/news/samye-vostrebovannye-nastroyki-nanocad/> (рис. 1.20).

Самые востребованные настройки nanoCAD



nanoCAD
ИНЖЕНЕРНАЯ ПЛАТФОРМА

Самый страшный сон проектировщика – когда после многочасовой работы над проектом внезапно выключается компьютер, и все труды оказываются напрасными ☹️

В этой статье вы узнаете о самых востребованных настройках Платформы nanoCAD, которые помогут избежать последствий от таких внезапностей:

- ♦ настройки автосохранения;
- ♦ редактирование выбранных блоков, когда остальные объекты становятся невидимыми;
- ♦ настройка стандартных папок для поиска файлов, которые хранятся вне *.dwg-файла;
- ♦ формирование пакета файлов из выбранных настроек;
- ♦ замена недостающего шрифта, используемого в стороннем чертеже;
- ♦ выбор шаблонов для новых документов (импортируемых или экспортируемых);
- ♦ добавление пользовательского формата бумаги;
- ♦ переключение графической подсистемы;
- ♦ импорт и экспорт профилей.

Читайте подробнее

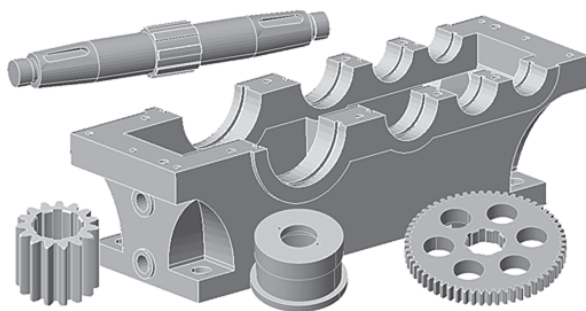
С уважением,
команда nanoCAD

Рис. 1.20. Настройки платформы nanoCAD

Раздел II

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ. ВЫПОЛНЕНИЕ 2D-УЧЕБНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Платформа
nanoCAD



«нанософт»
разработка

nanoCAD
инженерная платформа

ГЛАВА 1

Технология выполнения чертежей. Параметрические 3D-модели деталей общего назначения

1.1. Новый интерфейс и новые возможности программы

1. Новый интерфейс – для построения 3D-моделей деталей используют вкладку **3D-инструменты** и команды из группы Параметрическое моделирование (рис. 2.1), а саму группу активируют ЛК на иконке раздела «Параметрика» из **новой группы** Режимы моделирования (рис. 2.1).

2. Новый подход к построению 3D-моделей деталей – основан на **параметрическом моделировании**, при использовании которого построение 3D-моделей деталей (в отличие от прямого моделирования в программах nanoCAD Механика предыдущих версий [1, 2] и программы AutoCAD [8]) начинают с **построения 2D-эскизов**. Для этого используют команду **Добавить эскиз** (рис. 2.1).

Методы построения рассмотрены ниже, в разделах II, III и IV.

3. Новые визуальные стили – предназначены для корректного управления внешним видом 2D-чертежей деталей, 3D-моделей деталей и 3D-моделей изделий, а переключение между ними ускоряет процесс проектирования.

Стиль **2D-каркас** – позволяет отображать 2D-чертежи с использованием линий и кривых, оптимизированных под высокое качество.

Стиль **Концептуальный** – позволяет отображать 3D-модели деталей и 3D-модели изделий с использованием тонирования, плавных переходов с учетом стиля граней по Гучу (переходы между холодными и теплыми оттенками цветов). Стиль не в полной мере реалистичен, но зато лучше характерные подробности моделей.

Стиль **Реалистичный** – позволяет отображать 3D-модели деталей и 3D-модели изделий с использованием тонирования, с плавными переходами и с учетом примененных материалов.

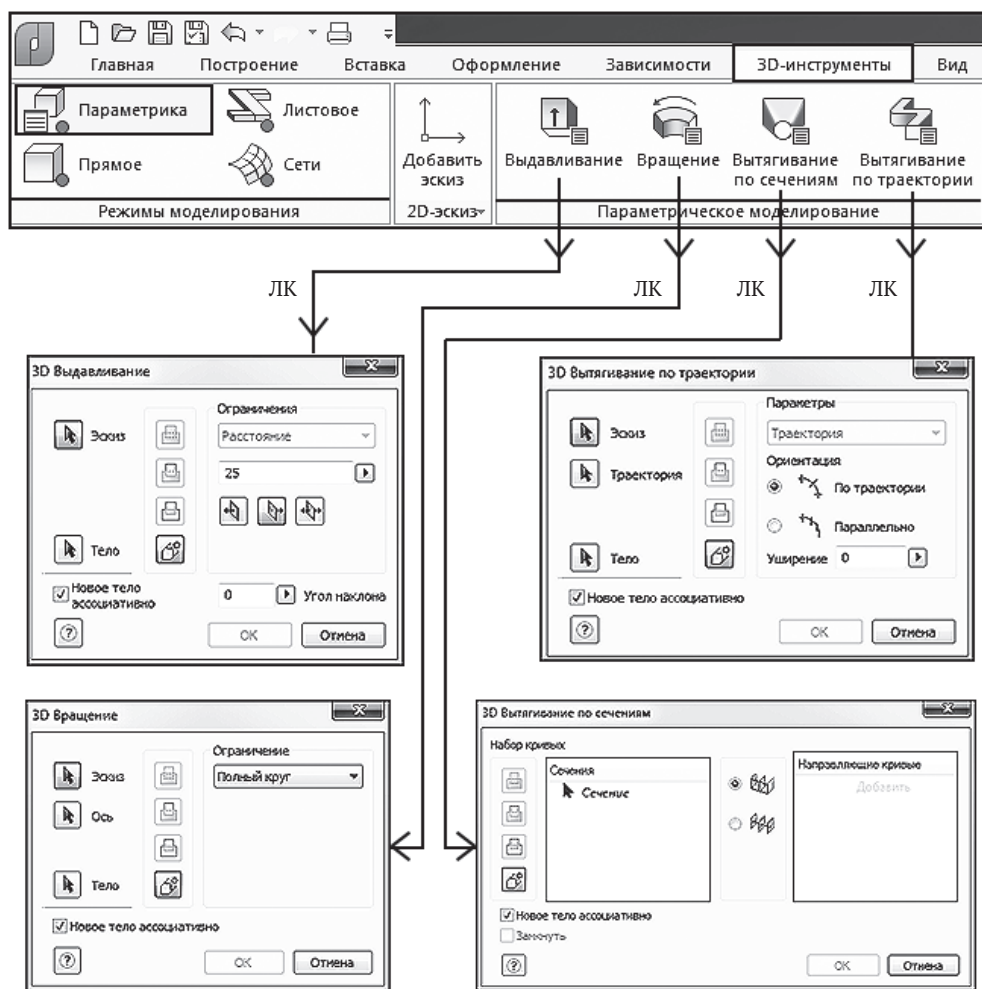


Рис. 2.1. Иконки команд и диалоговые окна группы **Параметрическое моделирование**

Стиль **Каркас** – позволяет отображать 3D-модели деталей и 3D-модели изделий только с использованием линий и кривых.

Стиль **Скрытый** – позволяет отображать 3D-детали и 3D-модели изделий в каркасном виде, при этом линии, относящиеся к задним граням, не отображаются.

Стиль **Оттенки серого** – позволяет отображать 3D-модели деталей и 3D-модели изделий с использованием тонирования оттенками одного цвета (серого) с плавными переходами.

Стиль **Эскизный** – позволяет отображать 2D-чертежи, 3D-модели деталей и 3D-модели изделий с эффектом рисования от руки.

Стиль **Просвечивание** – позволяет отображать 3D-модели деталей и 3D-модели изделий частично прозрачными.

Стиль **Тонированный с кромками** – позволяет отображать 3D-модели деталей и 3D-модели изделий с использованием тонирования, с плавными переходами и с видимыми ребрами.

Стиль **Тонированный** – позволяет отображать 3D-модели деталей и 3D-модели изделий с использованием тонирования и с плавными переходами.

Выбор визуальных стилей для 3D-моделей изделий или предварительно выделенных элементов изделий на практике осуществляют следующим образом:

- 1) ЛК № 1 на вкладке **Вид** (рис. 2.2) – ЛК № 2 на иконке команды **Визуальные стили** из группы Визуализация (рис. 2.2) – открывается функциональная панель **Визуальные стили** (рис. 2.2);

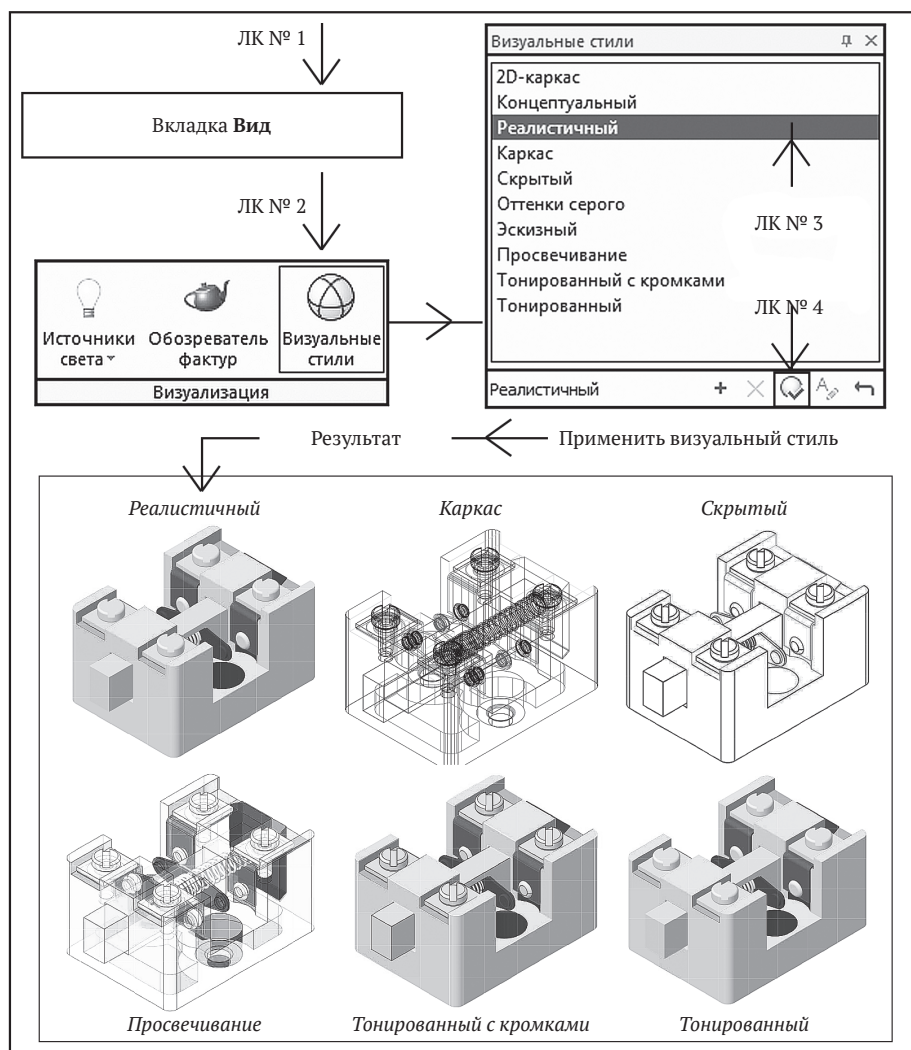


Рис. 2.2. Схема выбора визуального стиля Реалистичный и результаты отображения основных визуальных стилей на 3D-модели изделия «Микровыключатель»

2) ЛК № 3 на строке выбранного стиля – ЛК № 4 на кнопке **Применить визуальный стиль** (рис. 2.2) – результат выбора визуального стиля **Реалистичный** и отображения основных визуальных стилей, например для изделия «Микровыключатель» [5], приведены ниже, на рис. 2.2.

4. Новая опция «Грань» для команды ПСК – позволяет упростить указание точки размещения новой ПСК на выбранной грани 3D-модели детали.

Примечание 1. Нажатием в статусной строке клавиши F6 должна быть активирована динамическая ПСК.

Примечание 2. Система координат, созданная этим способом, не отображается на панели **История 3D Построений**. Кроме того, какие-либо манипуляции, помимо переноса положения ПСК, не работают.

Использование опции осуществляют одним из двух способов.

Способ № 1: ЛК № 1 на иконке команды **Новая ПСК** (рис. 2.3) – ПК – ЛК № 2 на строке **Грань** всплывающем контекстном меню (рис. 2.3) – перемещением курсора выбирают грань на 3D-модели детали (рис. 2.3), и она подсвечивается голубым цветом – ЛК № 3 указывают точку размещения **новой ПСК** на выбранной грани, например детали «Корпус микровыключателя» [5] (рис. 2.3).

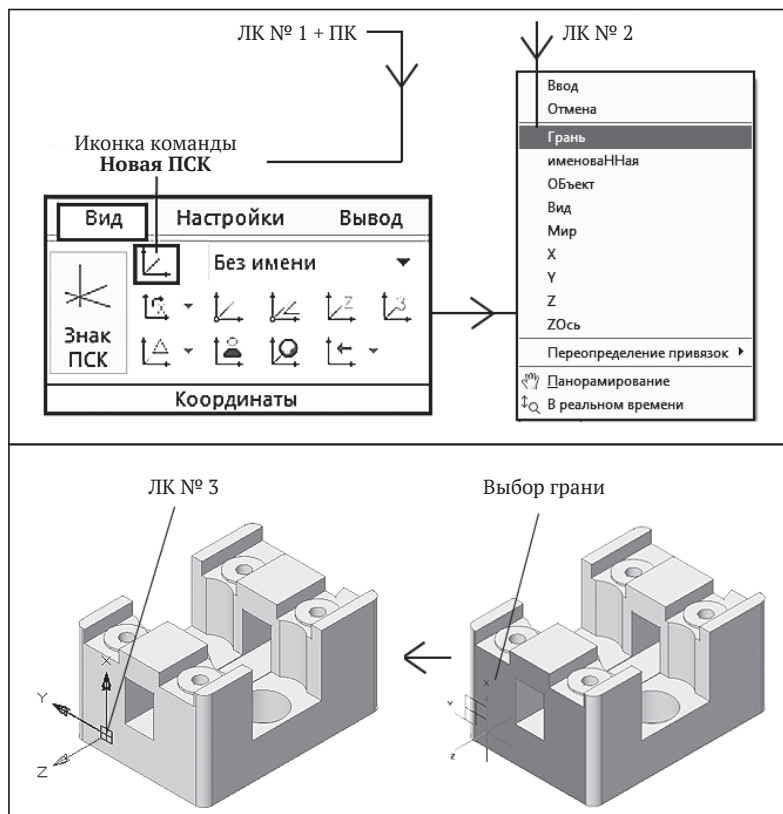


Рис. 2.3. Способ № 1 указания точки вставки новой ПСК на грани 3D-модели детали «Корпус микровыключателя»

Способ № 2: ЛК № 1 на иконке команды **Новая ПСК** (рис. 2.3) – ЛК № 2 на опции **Грань** в командной строке – перемещением курсора выбирают грань на 3D-модели детали (рис. 2.3) – ЛК № 3 указывают точку размещения **новой ПСК** на выбранной грани (рис. 2.3).

5. Новая объектная привязка 3D – предназначена для взаимосвязи между 3D-моделями деталей на основе использования расширенных возможностей позиционирования. Включение и выключение режима данной привязки производят ЛК на кнопке статусной строки **3D оПРИВЯЗКА** или используют функциональную клавишу **F4**.

Настройку ее режимов осуществляют следующим образом: **1)** ПК на кнопке статусной строки **3D оПРИВЯЗКА** (рис. 2.4) – ЛК на меню **Настройки** всплывающего контекстного меню – появляется диалоговое окно **Режимы черчения** (рис. 2.4); **2)** ЛК на вкладке **Объектная привязка 3D** диалогового окна **Режимы черчения** (рис. 2.4) – последовательными ЛК выбирают необходимые «Режимы объектной привязки» путем фиксации их галочками в квадратах; **в)** ЛК на кнопке **ОК** подтверждают выбор режимов, а диалоговое окно **Режимы черчения** (рис. 2.4) автоматически закрывается.

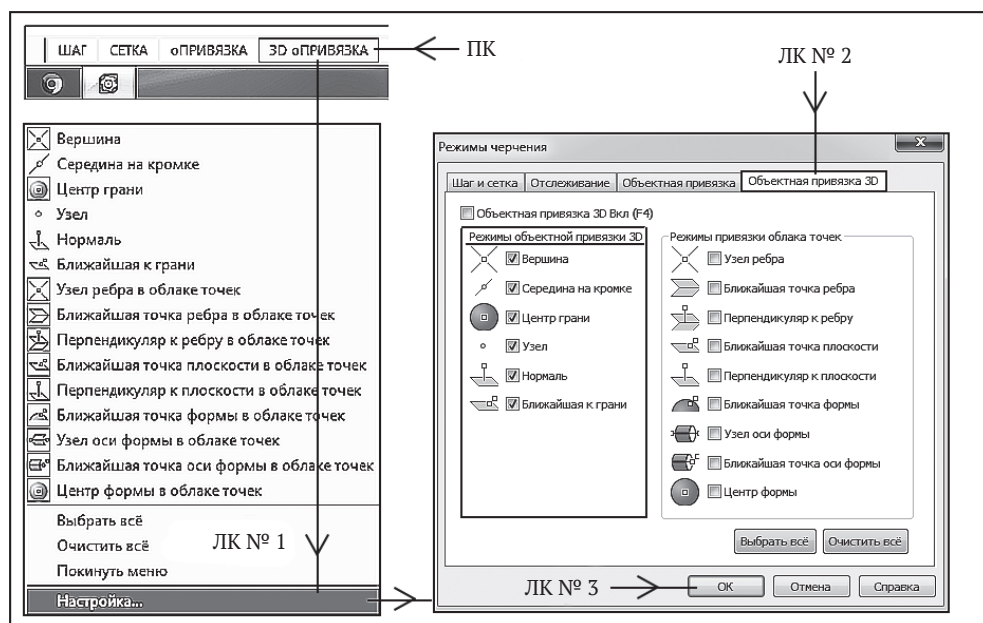


Рис. 2.4. Последовательность настройки режимов объектной привязки 3D

Наибольший интерес в практической деятельности представляют: **а)** режим **Центр грани**, эффективный для 3D-моделей деталей вращения и позволяющий повысить производительность работы за счет отсутствия необходимости вычерчивания осевых и вспомогательных линий; **б)** режимы **Вершина**, **Бли-**

жайшая к грани и **Середина на кромке**, эффективные при проектировании 3D-моделей деталей, одна из которых имеет элементы плоскостей.

На практике осуществляют следующие действия: **1)** используя методы 3D-моделирования, строят 3D-модель детали № 1; **2)** используя необходимую привязку 3D (курсор мыши попадает на плоскую грань 3D-тела), nanoCAD на время выравнивает плоскость XY ПСК относительно этой плоской грани, методами 3D-моделирования на поверхности детали № 1 строят 3D-модель детали № 2; **3)** используя команды **Объединение**, **Вычитание** и **Перемещение** на вкладке **3D-инструменты** (рис. 2.3), создают 3D-модели деталей или их элементов.

Ниже на рис. 2.5 приведены примеры использования привязок 3D.

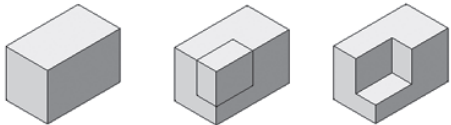
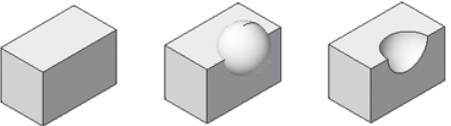
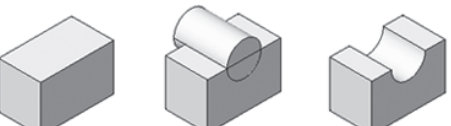
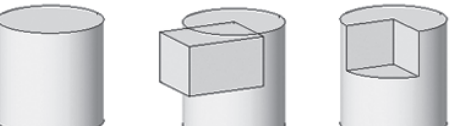
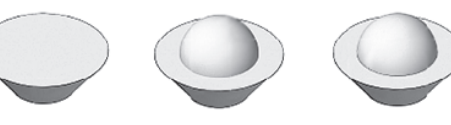
1. Параллелепипед 2. Параллелепипед 3. Вычитание	
1. Параллелепипед 2. Сфера 3. Вычитание	
1. Параллелепипед 2. Цилиндр 3. Вычитание	
1. Цилиндр 2. Параллелепипед 3. Вычитание	
1. Конус 2. Сфера 3. Объединение	

Рис. 2.5. Примеры использования объектной привязки 3D

Рекомендация. Данную привязку целесообразно использовать при прямом моделировании [1, 2].

6. Новый подход к выполнению 2D-чертежей деталей – основан на предварительном создании 3D-моделей деталей и последующей **прямой вставке** изображений их 2D-видов и 2D-разрезов или из пространства **Модели** в пространство **Модели**, или из пространства **Модели** в пространство **Листа**.

1.2. Вставка 2D-видов и 2D-разрезов 3D-моделей деталей из пространства Модели в пространство Модели на примере детали «Корпус»

Для оценки **новых возможностей** на практике была выбрана готовая параметрическая 3D-модель детали общего назначения **«Корпус»**, которая расположена в одной из папок программы nanoCAD Механика при ее стандартной установке:

C:\ProgramFiles\Nanosoft\nanoCADx6423.0\UserDataCache\Samples\Механика\3D – Корпус.dwg (рис. 2.6).

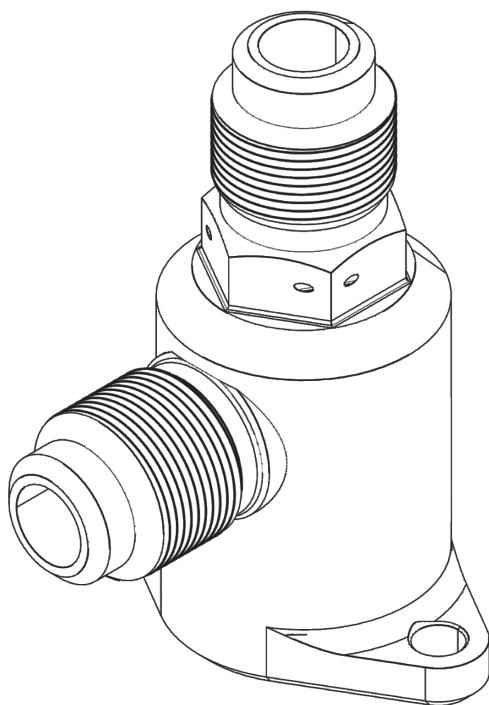


Рис. 2.6. Изображение 3D-модели детали «Корпус» в ЮЗ изометрии (визуальный стиль Скрытый)

Рекомендация. Пользователям программы целесообразно ознакомиться с последовательностью построения данной параметрической 3D-модели детали, отображенной на функциональной панели **История 3D Построений** (рис. 2.7).

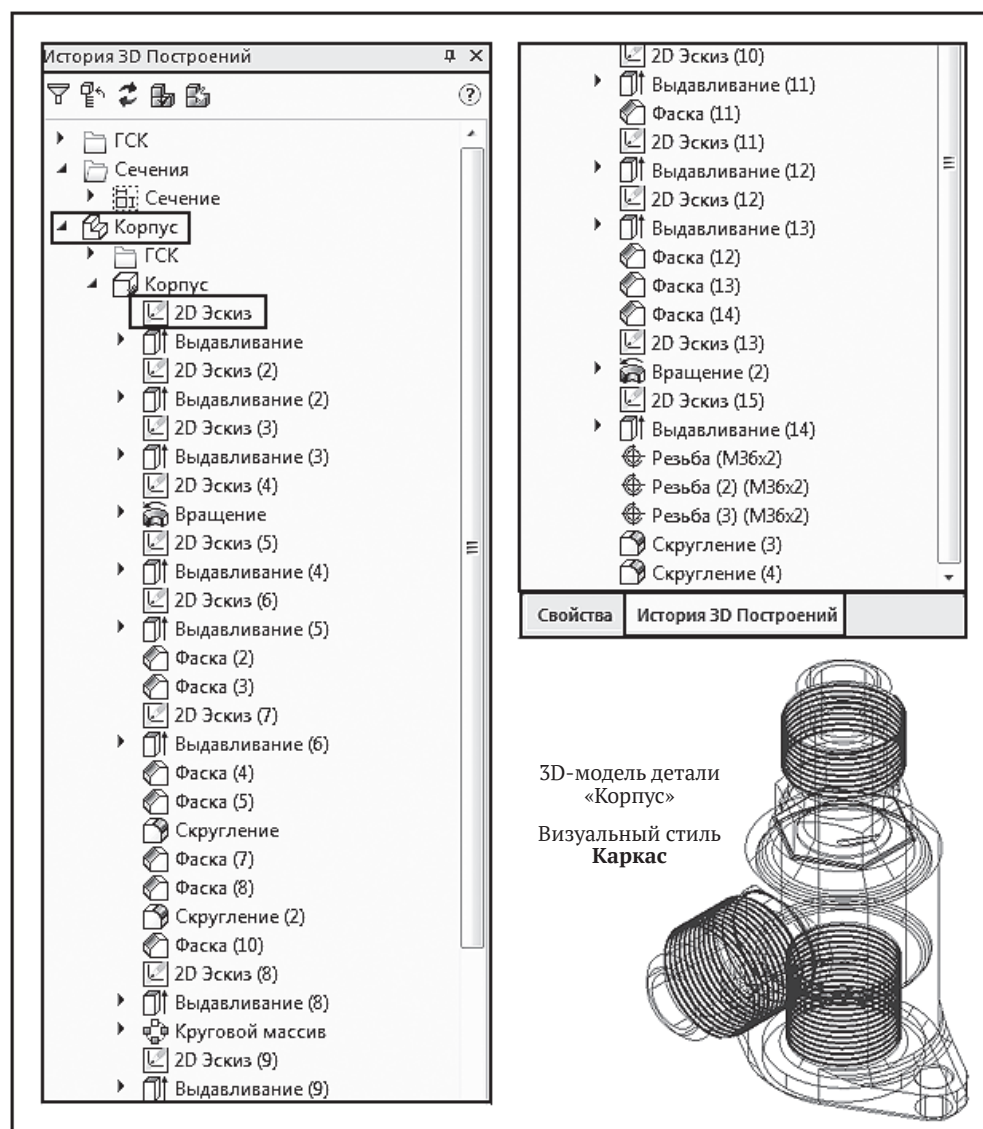


Рис. 2.7. Последовательность построения 3D-модели детали «Корпус»

Вставку 2D-видов и 2D-разрезов 3D-модели детали «Корпус» (рис. 2.6) из пространства **Модели** в пространство **Модели**, выполнение чертежей и вывод их на печать осуществляют следующим образом.

ПРИМЕР № 1

Первоначальный вариант выполнения 2D-чертежа детали «Корпус»

Этап № 1. Переводят изображение 3D-модели детали «Корпус» из ЮЗ изометрии (рис. 2.6) в изображение **Вид сверху**.

Способ № 1. Используют интерфейсный инструмент: ЛК на кнопке **Сверху** инструмента **Блок управления видами** (рис. 2.8) – в рабочем окне программы из вида ЮЗ изометрия образуется Вид сверху (рис. 2.8).

Способ № 2. Используют интерфейсный инструмент: ЛК на центральной точке инструмента **Локатор** (рис. 2.8) – в рабочем окне программы из вида ЮЗ изометрия образуется Вид сверху (рис. 2.8).

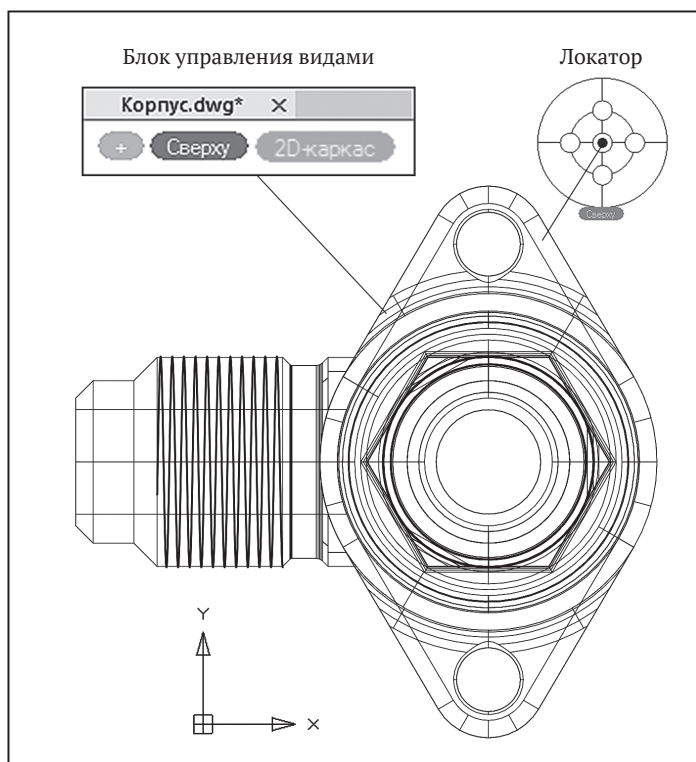


Рис. 2.8. Способы № 1 и 2 образования Влада сверху 3D-модели детали «Корпус» (визуальный стиль Каркас)

Способ № 3. Используют команду **Вид сверху**:

- 1) ЛК на вкладке **Вид** (рис. 2.9);
- 2) ЛК на инструменте **Ортогональные виды** (рис. 2.9);
- 3) ЛК на иконке команды **Вид сверху** – в рабочем окне программы из вида ЮЗ изометрия образуется Вид сверху (рис. 2.9).

Этап № 3. Вставка на поле формата А3 изображений **2D-видов** и **2D-разреза**:

- 1) ЛК на иконке команды **2D-Вид** из группы 2D-виды на вкладке **3D-инструменты** (рис. 2.11);
- 2) ЛК на изображении 3D-модели детали **Вид сверху** (рис. 2.11) осуществляют его выбор и подтверждают нажатием клавиши **Enter** – появляются запросы в командной строке;
- 3) ЛК на опции **Модель** в командной строке (рис. 2.12) или ПК и далее ЛК на всплывающем контекстном меню (рис. 2.13) – появляется проекция **вид сверху** – перемещением курсора ее изображение помещают внутри формата А3 – ЛК фиксируют ее положение и завершают вставку нажатием клавиши **Esc** (рис. 2.14);

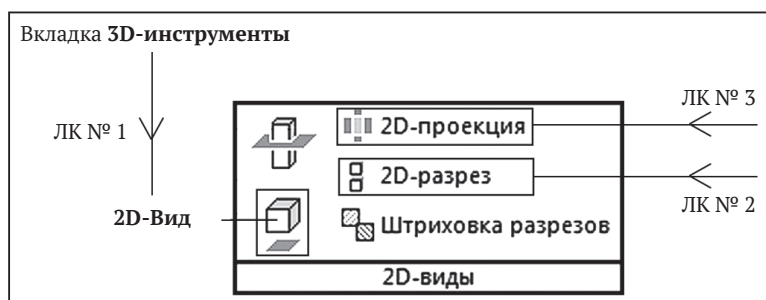


Рис. 2.11. Схема выбора команд из группы 2D-виды

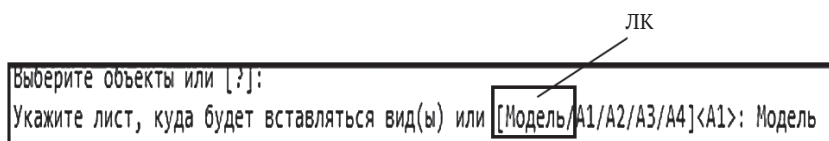


Рис. 2.12. Способ № 1 выбора вставки 3D-модели в пространство Модели

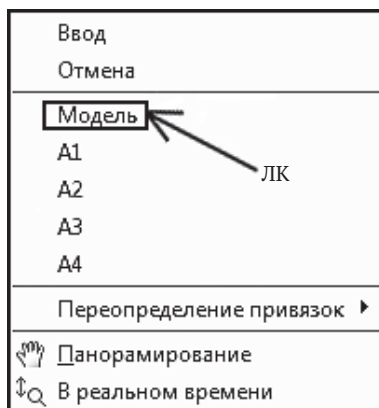


Рис. 2.13. Способ № 2 выбора вставки 3D-модели в пространство Модели

- 4) ЛК на иконке команды **2D-разрез** из группы 2D-виды на вкладке **3D-инструменты** (рис. 2.11) – появляется запрос в командной строке;
- 5) ЛК на проекции **вида сверху** (рис. 2.14) – используя средство объектной привязки **Центр** (клавиша F3), ЛК указывают первую точку – используя режим **ОРТО** (клавиша F8), перемещают курсор мыши вправо, а ЛК фиксируют вторую точку – перемещением курсора мыши вверх, ЛК фиксируют положение **главного вида с разрезом** на поле формата **A3** (рис. 2.14);
- 6) ЛК на иконке команды **2D-проекция** (или, в зависимости от сборки программы, ЛК на иконке команды **2D-Проекционный вид**) из группы 2D-виды на вкладке **3D-инструменты** (рис. 2.11);
- 7) ЛК на проекции **главного вида с разрезом** (рис. 2.14) – перемещением курсора мыши вправо с использованием режима **ОРТО** (клавиша F8) ЛК фиксируют положение **вида слева** на поле формата **A3** и завершают вставку нажатием клавиши **Esc** (рис. 2.14).

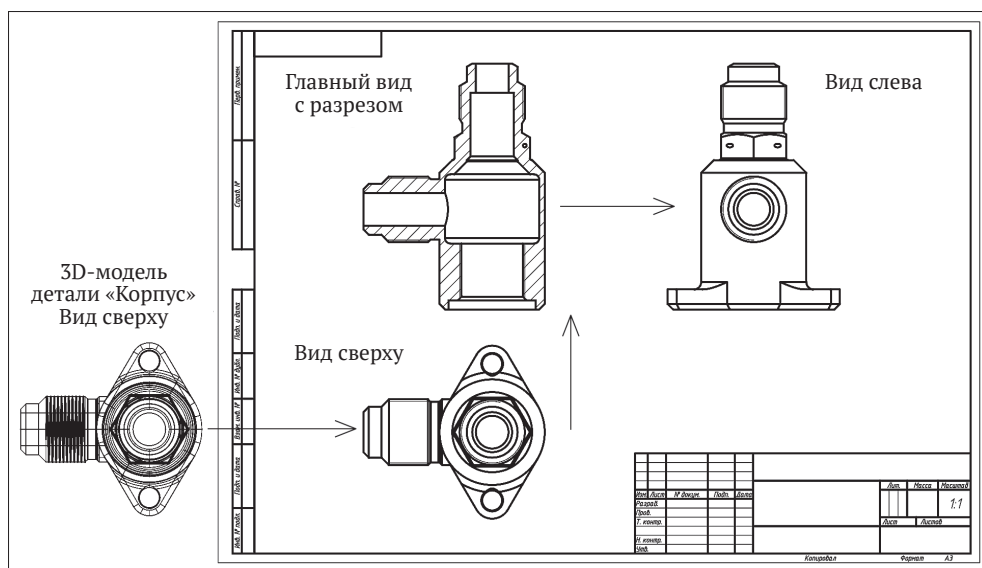


Рис. 2.14. Вставка изображений 2D-видов и 2D-разреза на формат A3

Этап № 4. Выполнение и оформление чертежа детали «Корпус» на формате A3 (рис. 2.15):

- 1) используя методику работ [1, 2], осуществляют заполнение основной надписи, при этом, учитывая размеры детали, принимают масштаб **M1:1**, а так как детали такой геометрической формы изготавливают обычно методом литья, в графе **Материалы** основной надписи указывают сплав латунный литейный (раздел V);
- 2) используя методику раздела V, осуществляют вставку технических требований;
- 3) используя команду **Разрезы, сечения** из группы Символы на вкладке **Механика** и методику работ [1, 2], осуществляют выполнение сечения А-А;

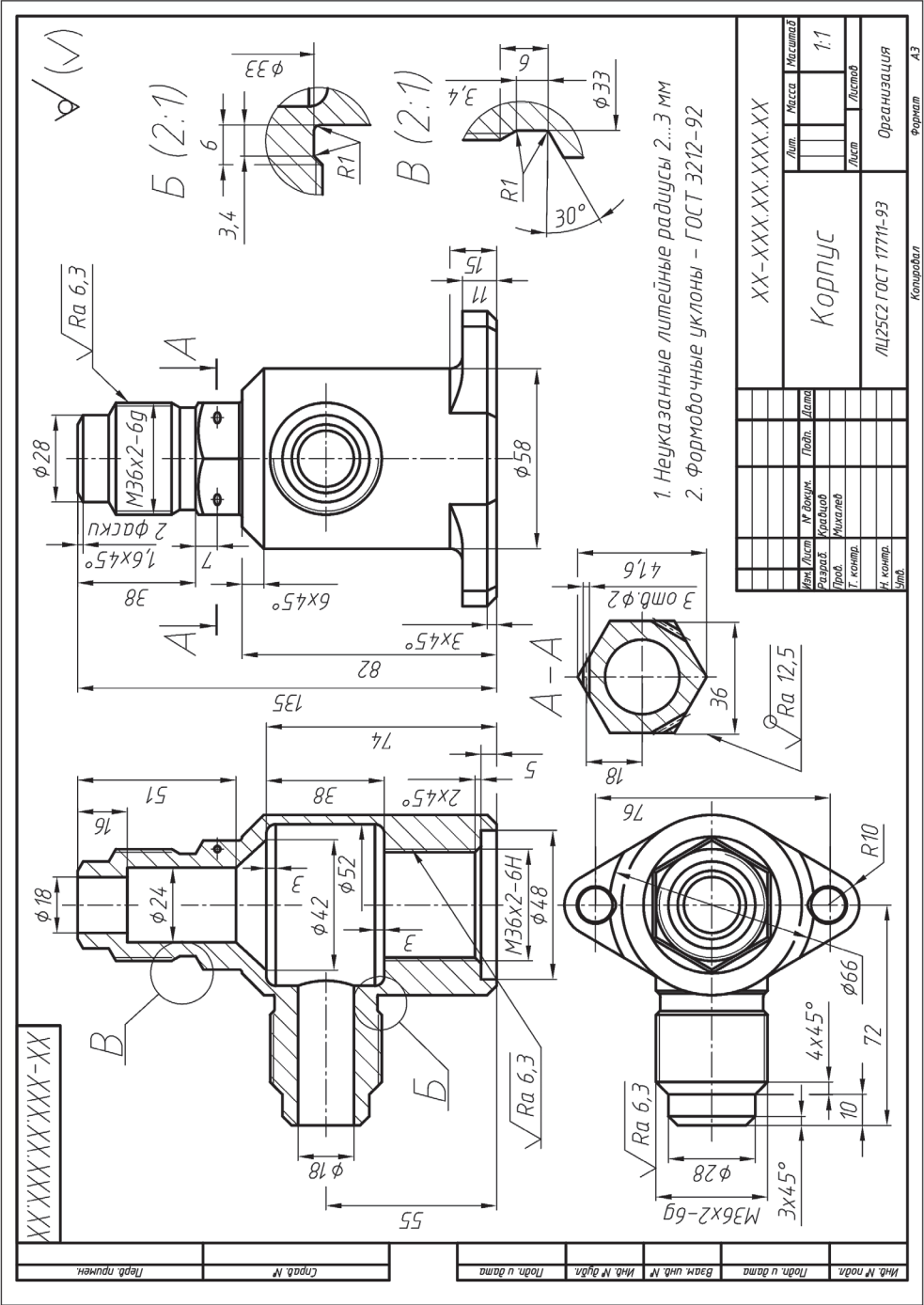


Рис. 2.15. Пример № 1. Выполнение чертежа детали «Корпус» на формате А3 (исходная 3D-модель детали – рис. 2.6)

- 4) используя команду **Выносные виды** из группы Символы на вкладке **Механика** и методику работ [1, 2], осуществляют выполнение изображений выносных видов **Б** и **В** в масштабе **М2:1**;
- 5) используя команду **Размеры** из группы Черчение на вкладке **Главная** и методику работ [1, 2], осуществляют нанесение размеров на изображениях видов и сечениях **А-А**, а на выносных видах **Б** и **В** с учетом требований **ГОСТ 27148–86**;
- 6) используя команду **Шероховатость** из группы Символы на вкладке **Механика** и методику работ [1, 2], осуществляют простановку знаков шероховатости поверхностей.

Этап № 5. Вывод чертежа детали «Корпус» на печать:

- 1) **ЛК** на иконке **Печать** панели быстрого доступа (рис. 2.16) или **ЛК** на иконке символа программы (рис. 2.17) – **ЛК** на строке выпадающего меню **Печать** (рис. 2.17) или **ЛК** на вкладке **Вывод** – **ЛК** на иконке команды **Печать** из группы Печать (рис. 2.18) – открывается диалоговое окно **Печать – Model** (рис. 2.19);

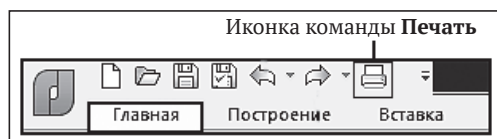


Рис. 2.16. Схема выбора команды **Печать**

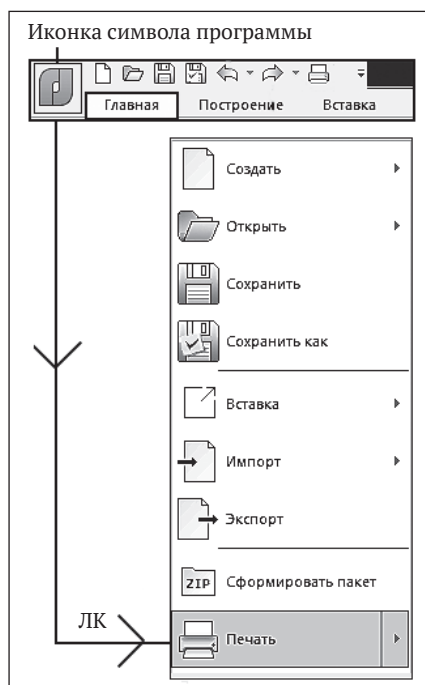
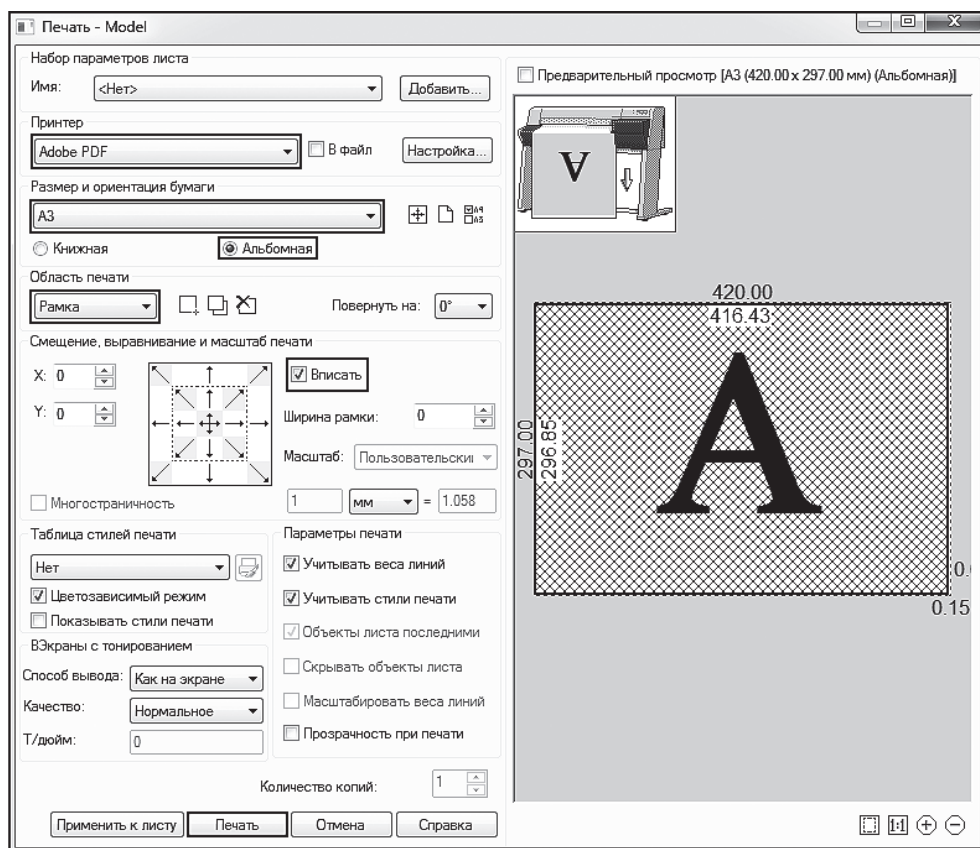
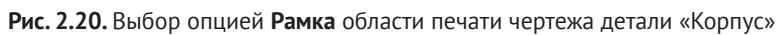


Рис. 2.17. Схема выбора команды **Печать**

Рис. 2.18. Схема выбора иконки команды **Печать**Рис. 2.19. Диалоговое окно **Печать – Model**

- 2) ЛК в диалоговом окне (рис. 2.19) выбирают печатающее устройство и устанавливают основные параметры печати: а) в качестве принтера – выбирают, например, принтер **Adobe PDF**; б) устанавливают размер бумаги – **формат A3**; в) устанавливают ориентацию бумаги – **Альбомная**; г) устанавливают выбор области печати – **Рамка** (рис. 2.20); д) устанавливают способ выравнивания изображения – **Вписать**;
- 3) вывод на печать осуществляют ЛК на кнопке **Печать** (рис. 2.19).



ПРИМЕР № 2

Расширенный вариант выполнения 2D-чертежа детали «Корпус»

Анализ этапов № 1...№ 5. Первоначальная компоновка всех изображений детали «Корпус» на формате А3 (рис. 2.20) показала:

- 1) для лучшего восприятия геометрической формы детали, чертежа целесообразно дополнить аксонометрическим изображением детали, включая ее изображение с четвертным вырезом;
- 2) чертеж перенасыщен близко расположенными элементами, и его целесообразно скомпоновать в будущем на формате А2.

Этап № 6. Выполнение выреза в 3D-модели детали «Корпус» (вариант представлен работах [1, 2] до выхода версии 23.0):

- 1) используя 3D-примитив **Параллелепипед**, например из группы **Прямое моделирование** на вкладке **3D-инструменты**, средство объектной привязки **Центр** (клавиша F3) и команду **Выдавливание**, например из группы **Прямое моделирование** на вкладке **3D-инструменты**, осуществляют выдавливание примитива вниз на высоту, равную высоте детали **135 мм** (иногда лучше немного больше) – рис. 2.21а;

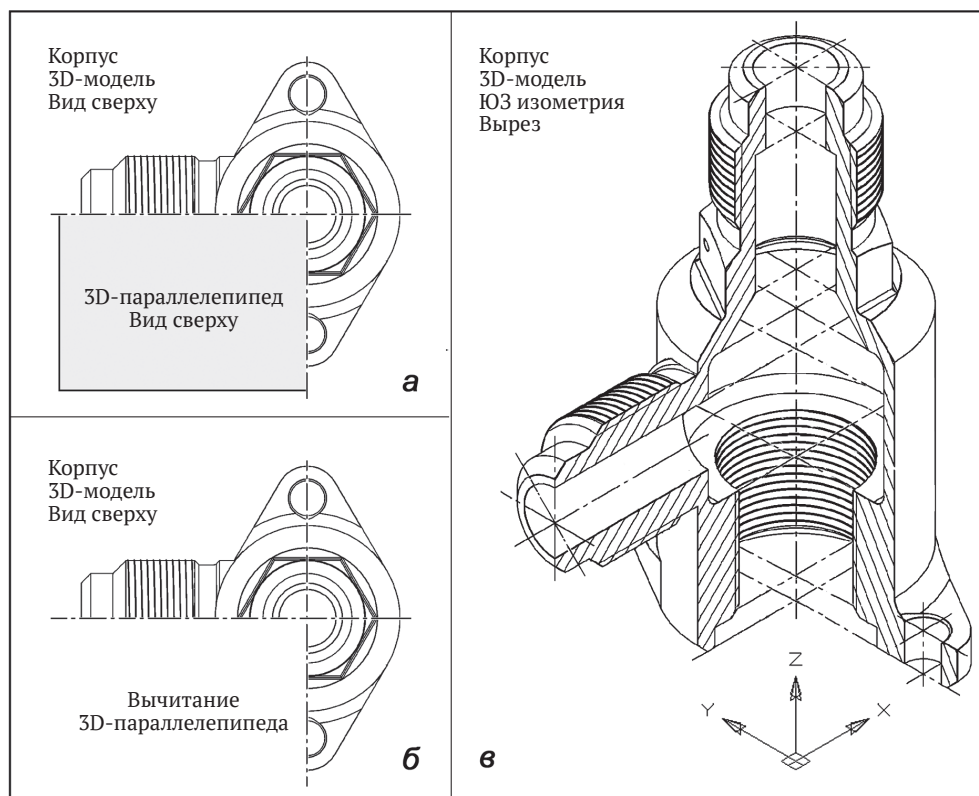


Рис. 2.21. Последовательность выполнения четвертного выреза в 3D-модели детали «Корпус»

- 2) используя команду **Вычитание**, например из группы Булевы операции на вкладке **3D-инструменты**, осуществляют вычитание 3D-примитива Параллелепипед из 3D-модели детали «**Корпус**» (рис. 2.21б);
- 3) используя, например, интерфейсный инструмент **Локатор** (рис. 2.8), осуществляют перевод 3D-модели детали «**Корпус**» с четвертым вырезом из положения **Вид сверху** (рис. 2.21б) в положение **ЮЗ изометрия** (рис. 2.21в);
- 4) по методике работ [1, 2] в группе Слои на вкладке **Главная** создают новый слой, например с именем **Обводка** (рис. 2.22), цвет, например **Красный**;

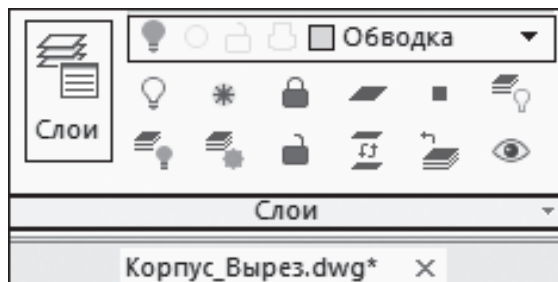


Рис. 2.22. Группа слоев с новым слоем **Обводка**

- 5) используя новую **опцию «Грань»** (раздел II, рис. 2.3) или команду ПСК **3 точки** из группы Координаты на вкладке **Вид** (рис. 2.23) и средства объектной привязки (клавиша **F3**), осуществляют перенос пиктограммы знака ПСК на левую плоскость выреза 3D-модели (рис. 2.21в), образуя на ней плоскость **XY** [1, 2];



Рис. 2.23. Схема выбора команды переноса ПСК по трем точкам

- 6) используя команду **Полилиния**, например из группы Черчение на вкладке **Главная** (рис. 2.1 или 2.24), и средства объектной привязки (клавиша **F3**), осуществляют **обводку** контура левой плоскости разреза 3D-модели детали «**Корпус**» (рис. 2.21в), образуя на ней замкнутый контур в плоскости **XY** для будущей штриховки [1, 2];

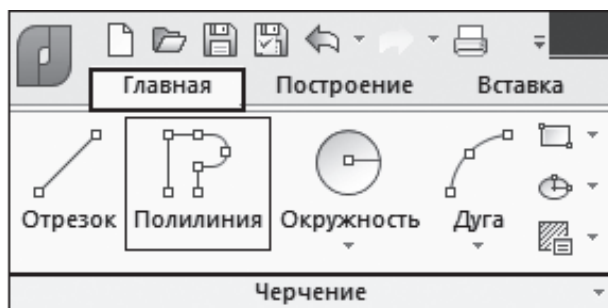


Рис. 2.24. Иконка команды **Политиния** на вкладке **Главная**

- 7) используя команду **Штриховка**, например из группы **Черчение** на вкладке **Главная**, осуществляют штриховку контура левой плоскости разреза 3D-модели детали «**Корпус**» (рис. 2.21в), устанавливая в раскрывающемся диалоговом окне **Штриховка** угол ее наклона 15° [1, 2];
- 8) для образования штриховки на правой плоскости разреза 3D-модели детали «**Корпус**» (рис. 2.21в) **повторяют** пункты 5, 6 и 7, устанавливая в раскрывающемся диалоговом окне **Штриховка** угол ее наклона 75° [1, 2]. Далее слой **Обводка** (рис. 2.22) или включают, или удаляют [1, 2].

Этап № 7. По методике раздела 5 формат **A3** преобразуют в формат **A2** (рис. 2.25).

Этап № 8. Поочередно выделяя обычной рамкой изображения 3D-модели детали «**Корпус**» (рис. 2.6 и 4.21в) и используя буфер обмена (комбинации клавиш **Ctrl+C** и **Ctrl+V**), осуществляют их **вставку** на поле формата **A2** (рис. 2.25).

Этап № 9. Используя команду **Перемещение**, например из группы **Редактирование** на вкладке **Главная**, осуществляют окончательную **компоновку** всех изображений чертежа на поле формата **A2** (рис. 2.25).

Этап № 10. Вывод чертежа детали «**Корпус**» (рис. 2.25) на печать осуществляют аналогично **примеру № 1**, устанавливая в диалоговом окне **Печать – Model** (рис. 2.18) размер бумаги формата **A2**.

Рекомендация. Вышеприведенную методику используют для выполнения 2D-чертежей на основе любых 3D-моделей деталей.



1.3. Вставка 2D-видов и 2D-разрезов 3D-моделей деталей из пространства Модели в пространство Листа на примере детали «Крышка»

В качестве примера для оценки и реализации новых возможностей программы выбрана литая чугунная деталь общего назначения «Крышка». По ее натурным размерам был выполнен эскиз детали (рис. 2.26).

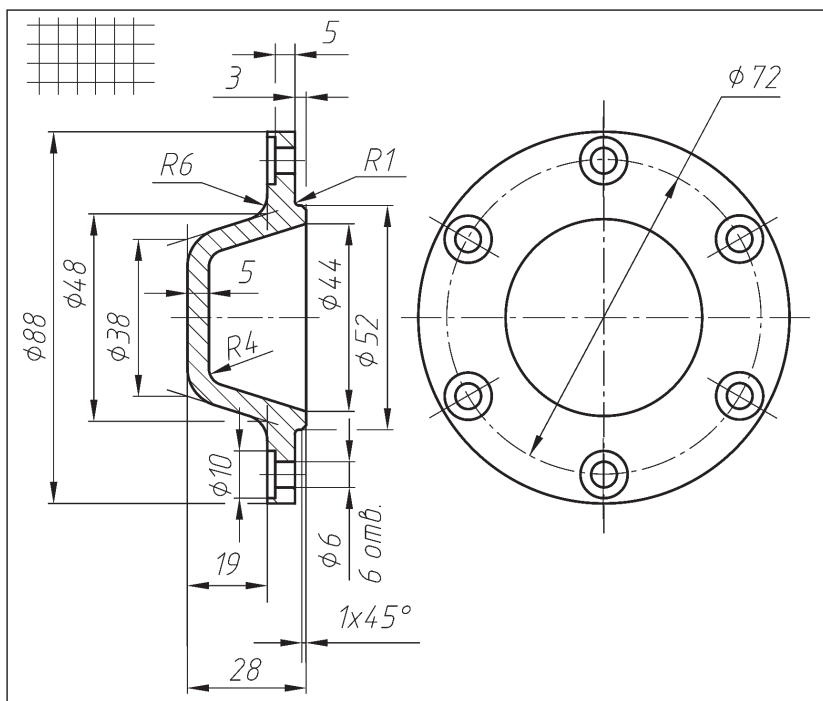


Рис. 2.26. Эскиз детали «Крышка» с натурального образца

Используя **новые возможности**, например команды из группы **Листовое моделирование** (раздел III), включая команды **Добавить эскиз** и **Штамповка**, или команды из группы **Параметрическое моделирование** (раздел III), по размерам (рис. 2.26) строят 3D-модель детали (рис. 2.27).

Вставка 2D-видов и 2D-разрезов 3D-модели детали «Крышка» (рис. 2.27) из пространства **Модели** в пространство **Листа**, один из вариантов выполнения чертежа и вывода его на печать приведены ниже.

Этап № 1. В рабочее окно программы в пространстве **Модели** одним из способов вставляют изображение **Вид сверху** 3D-модели детали «Крышка»:

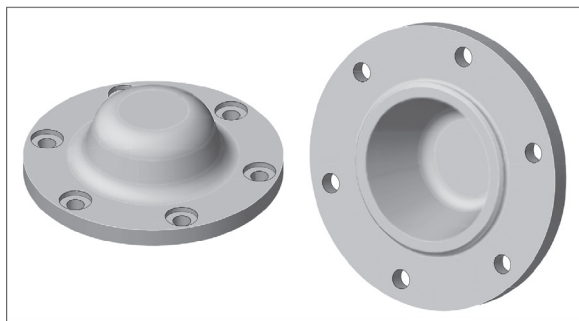


Рис. 2.27. Изображения 3D-модели детали «Крышка» в двух ракурсах (визуальный стиль Реалистичный)

Способ № 1. Используют интерфейсный инструмент: ЛК на кнопке **Сверху** инструмента **Блок управления видами** (рис. 2.28).

Способ № 2. Используют интерфейсный инструмент: ЛК на центральной точке инструмента **Локатор** (рис. 2.28).

Способ № 3. Используют команду **Вид сверху**: 1) ЛК на вкладке **Вид** (рис. 2.29); 2) ЛК на инструменте **Ортогональные виды** (рис. 2.29); 3) ЛК на иконке команды **Вид сверху** (рис. 2.29).

Этап № 2. В рабочее окно программы из пространства Модели в пространство Листа формата А4 вставляют изображения **2D-вида** и **2D-разреза** 3D-модели детали «Крышка»: 1) ЛК на иконке команды **2D-Вид** из группы 2D-виды на вкладке **3D-инструменты** (рис. 2.30); 2) ЛК на изображении 3D-модели детали **Вид сверху** (рис. 2.28 или 2.29) осуществляют его выбор и подтверждают нажатием клавиши **Enter** – появляются запросы в командной строке;

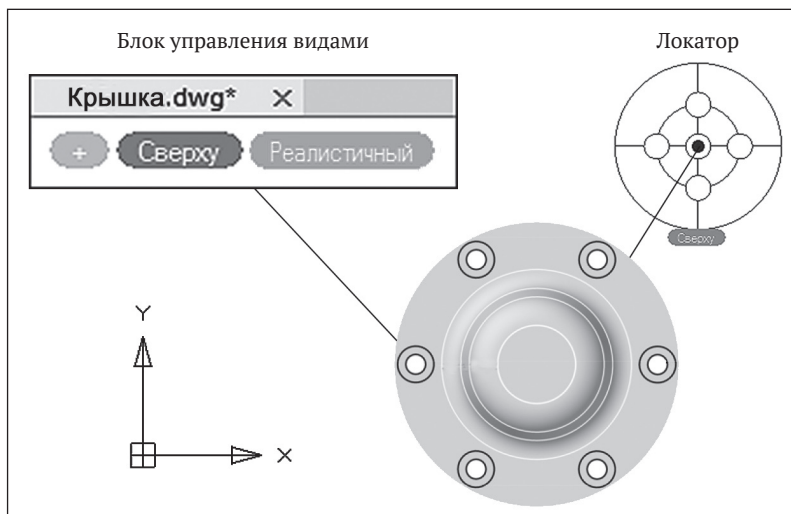


Рис. 2.28. Способы № 1 и 2 образования Вода сверху 3D-модели детали «Крышка» (визуальный стиль Реалистичный)

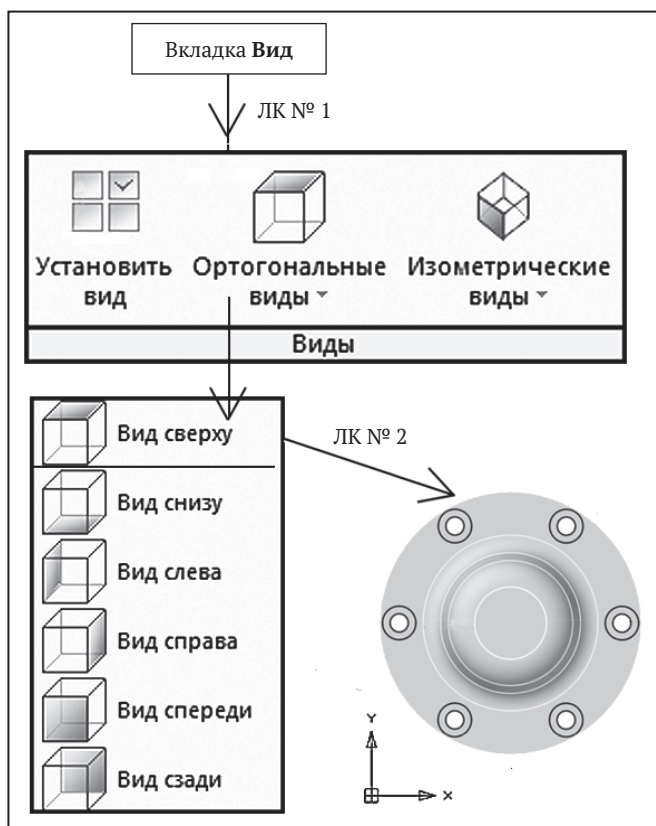


Рис. 2.29. Способ № 3. Схема образования Виду сверху 3D-модели детали «Крышка» (визуальный стиль Реалистичный)

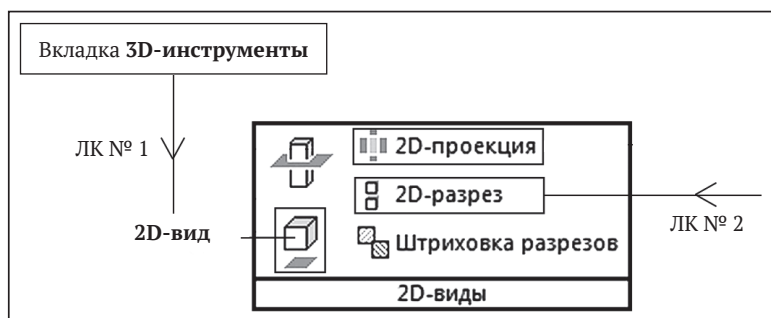


Рис. 2.30. Схема выбора команд из группы 2D-виды

- 3) **ЛК** на опции **A4** в командной строке (рис. 2.31) или **ПК** и далее **ЛК** на всплывающем меню (рис. 2.32) – появляется **Лист** формата **A4** с изображением проекции **вид сверху** – перемещением курсора мыши изображение размещают внутри формата **Лист** – **ЛК** фиксируют его положение и завершают вставку клавишей **Esc** (рис. 2.33);

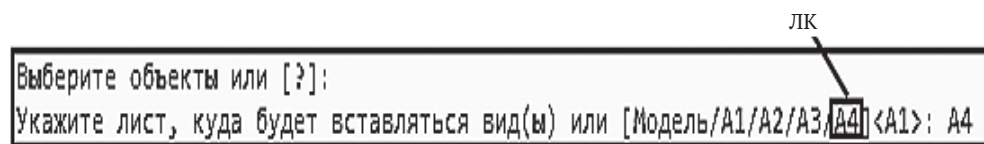


Рис. 2.31. Способ № 1 выбора вставки 3D-модели в пространство Листа

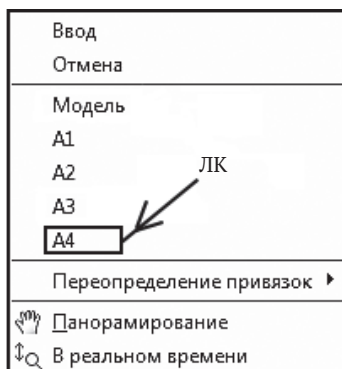


Рис. 2.32. Способ № 2 выбора вставки 3D-модели в пространство Листа

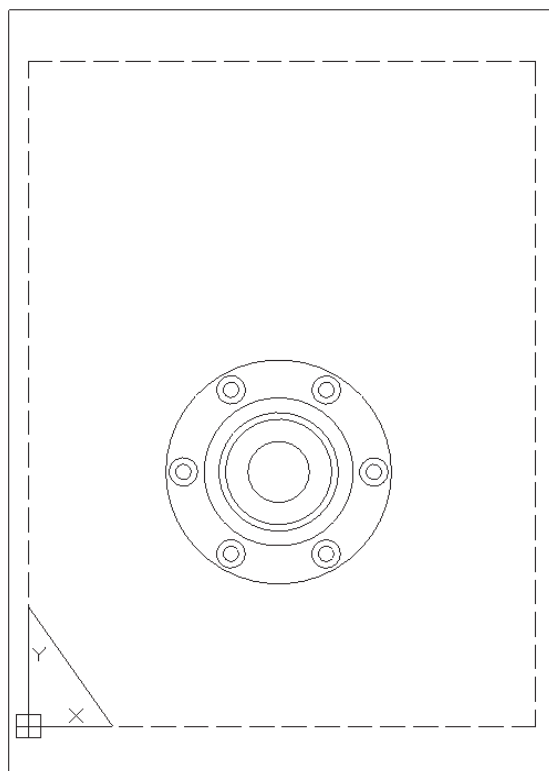


Рис. 2.33. Вставка изображения Вид сверху на Лист формата А4

- 4) ЛК на иконке команды **2D-разрез** из группы 2D-виды на вкладке **3D-инструменты** (рис. 2.30) – появляется запрос в командной строке;
- 5) ЛК на проекции **вида сверху** (рис. 2.33) – используя средство объектной привязки **Центр** (клавиша F3), ЛК указывают первую точку – используя режим ортогональности **ОРТО** (клавиша F8), перемещают курсор мыши вправо, а ЛК фиксируют вторую точку – перемещением курсора мыши вверх, ЛК фиксируют положение **главного вида с разрезом** на Листе формата A4 (рис. 2.34).

Этап № 3. На Лист формата A4 с использованием средств объектной привязки (клавиши F3) вставляют формат A4 [1, 2]:

- 1) ПК в строке вкладок на вкладке **A4** (рис. 2.35) – открывается контекстное меню с вкладкой **Диспетчер параметров печати** (рис. 2.36) – ЛК на вкладке **Диспетчер параметров печати** – открывается диалоговое окно **Диспетчер параметров листов (A4)** – рис. 2.36;
- 2) ЛК на кнопке **Редактировать...** (рис. 2.36) – открывается диалоговое окно **Параметры листа –A4** (рис. 2.37);

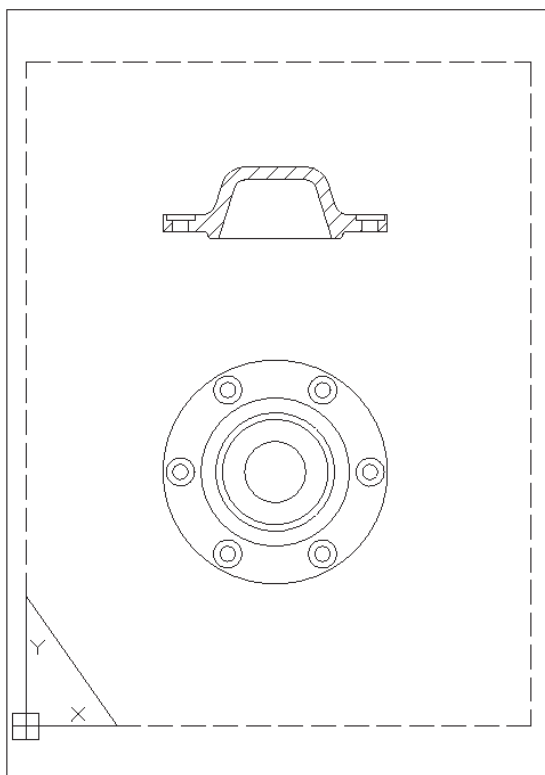
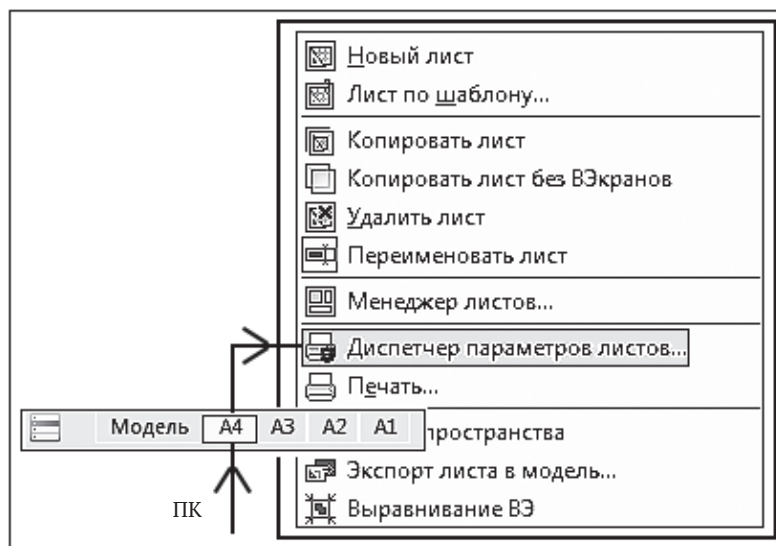
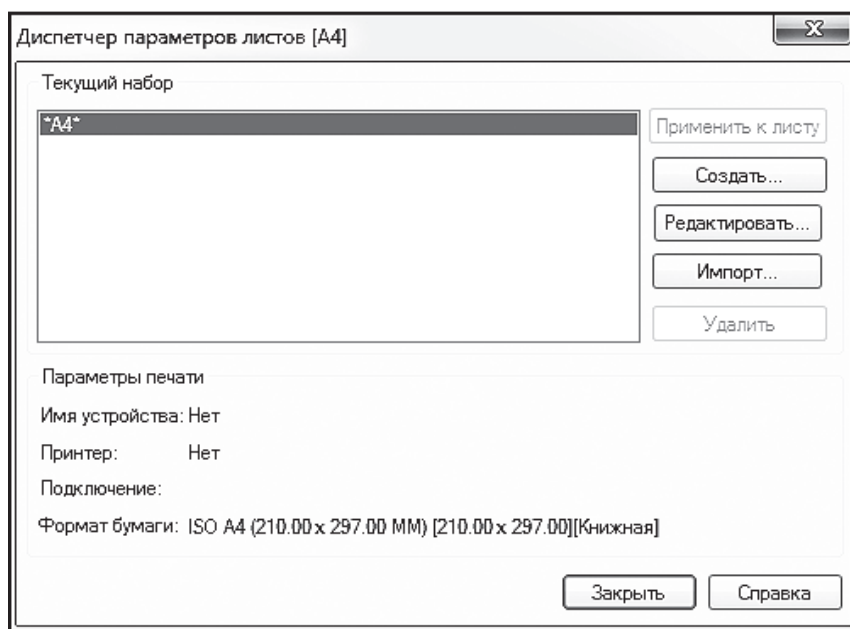


Рис. 2.34. Вставка изображения главного вида с разрезом на Лист формата A4

Рис. 2.35. Выбор вкладки **Диспетчер параметров печати**Рис. 3.36. Диалоговое окно **Диспетчер параметров листов (A4)**

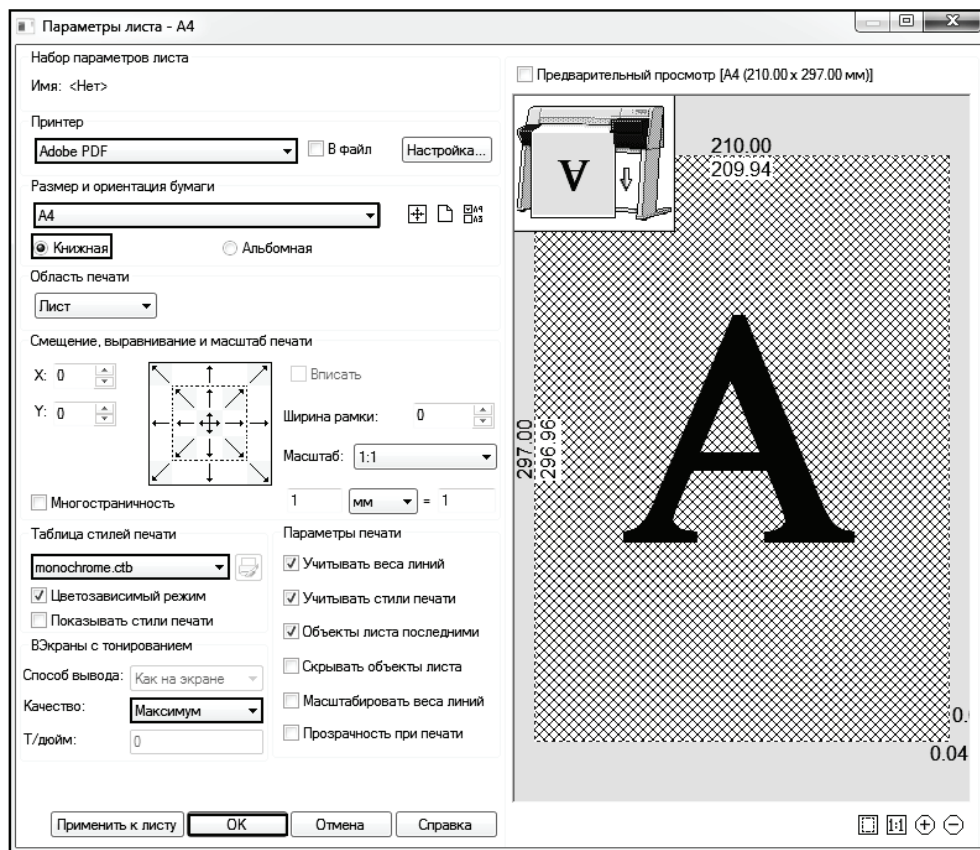


Рис. 2.37. Диалоговое окно **Параметры листа – A4** с заданными параметрами печати

- 3) в диалоговом окне **Параметры листа – A4** (рис. 2.37) задают необходимые параметры будущей печати чертежа: а) принтер, например **Adobe PDF**; б) размер и ориентация бумаги для данного чертежа, например **A4** или **Книжная**; в) таблица стилей печати, например **monochrome.ctb**; г) качество печати, например **Максимум**;
- 4) ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Параметры листа – A4** (рис. 2.37) и возвращаются обратно в диалоговое окно **Диспетчер параметров печати (A4)** – рис. 2.38;
- 5) ЛК на кнопке **Заккрыть** закрывают диалоговое окно **Диспетчер параметров печати (A4)** – рис. 2.38 и возвращаются обратно в пространство **Листа** с заданными параметрами печати (рис. 2.39);
- 6) по методике работ [1, 2], используя средства объектной привязки (клавиша **F3**) на **Лист** (рис. 2.39), ориентируясь на левые нижние углы формата и листа, вставляют формат **A4** (рис. 2.40) и завершают вставку нажатием клавиши **Esc**.

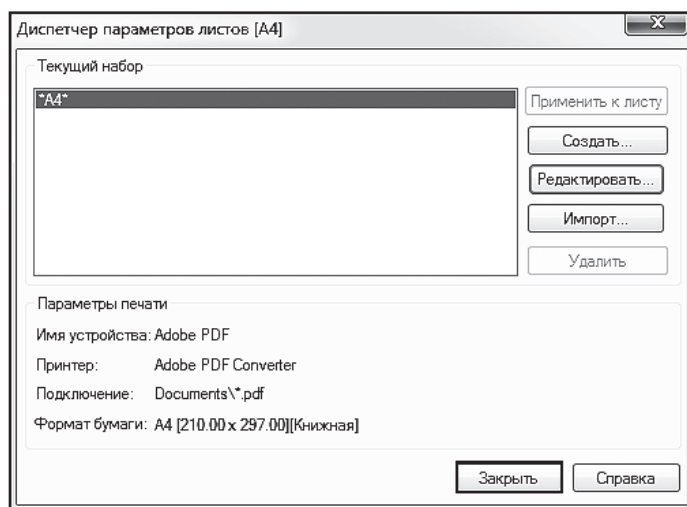


Рис. 2.38. Диалоговое окно Диспетчер параметров листов (A4)

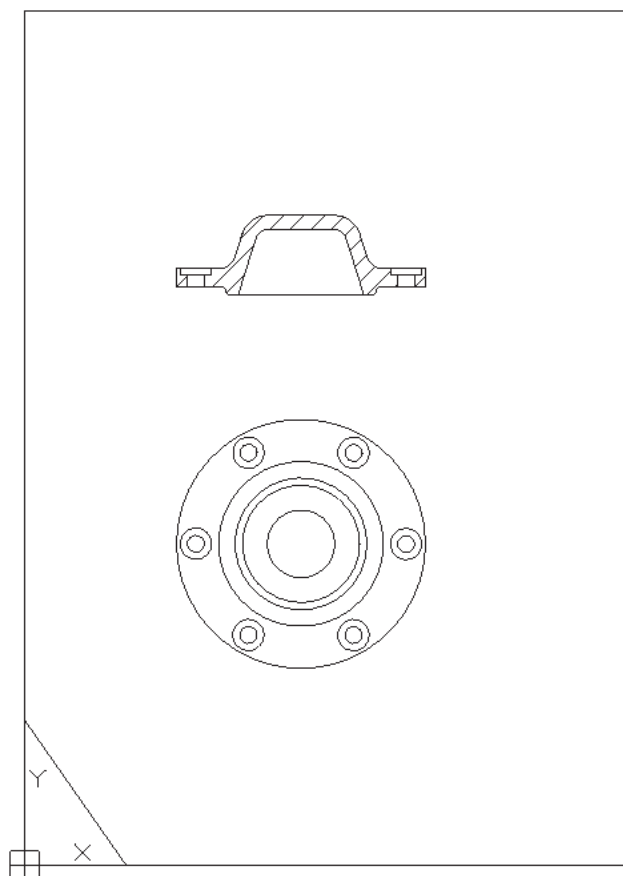


Рис. 2.39. Лист формата A4 с заданными параметрами печати

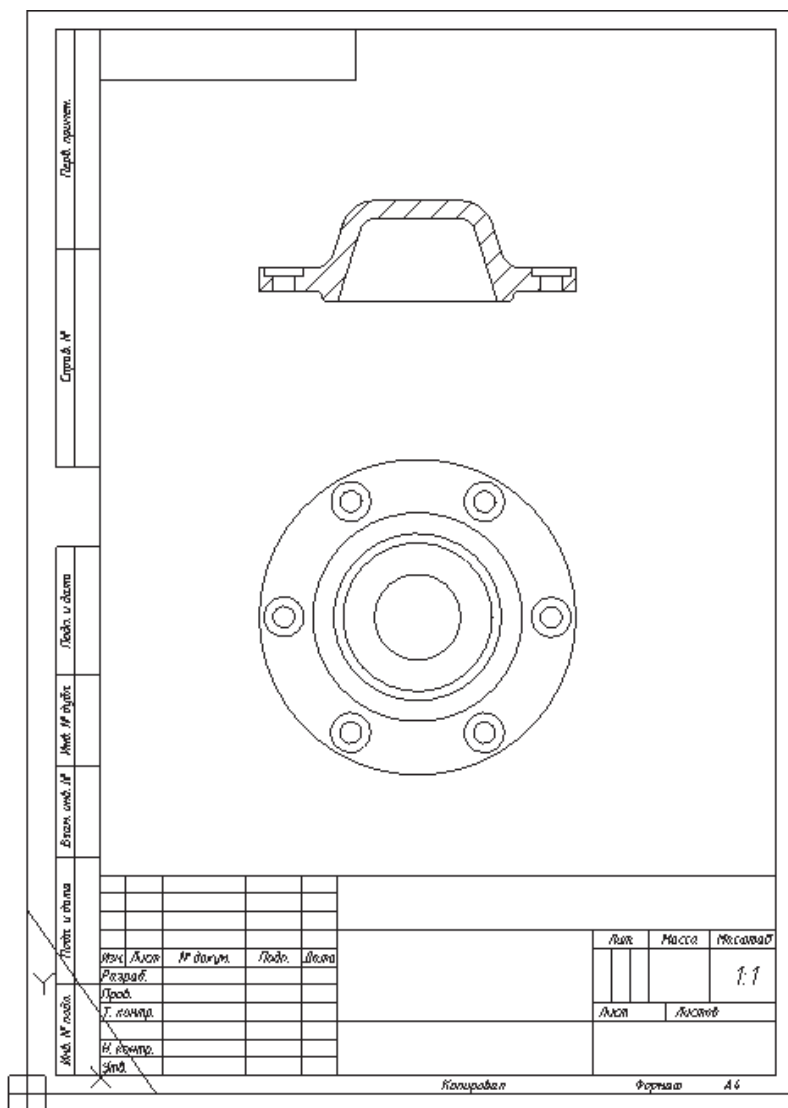


Рис. 2.40. Вставка формата A4 на Лист формата A4

- 7) ЛК на любой линии конура формата – появляется изображение внутреннего контура сгенерированного видового экрана (рис. 2.41), который удаляют нажатием клавиши **Delete** (рис. 2.42).

Этап № 4. По вышеприведенной методике (Пример № 1) выполняют чертеж детали «Крышка», включая нанесение размеров, простановку знаков шероховатости поверхностей, вставку технических требований и заполнение основной надписи (рис. 2.43).

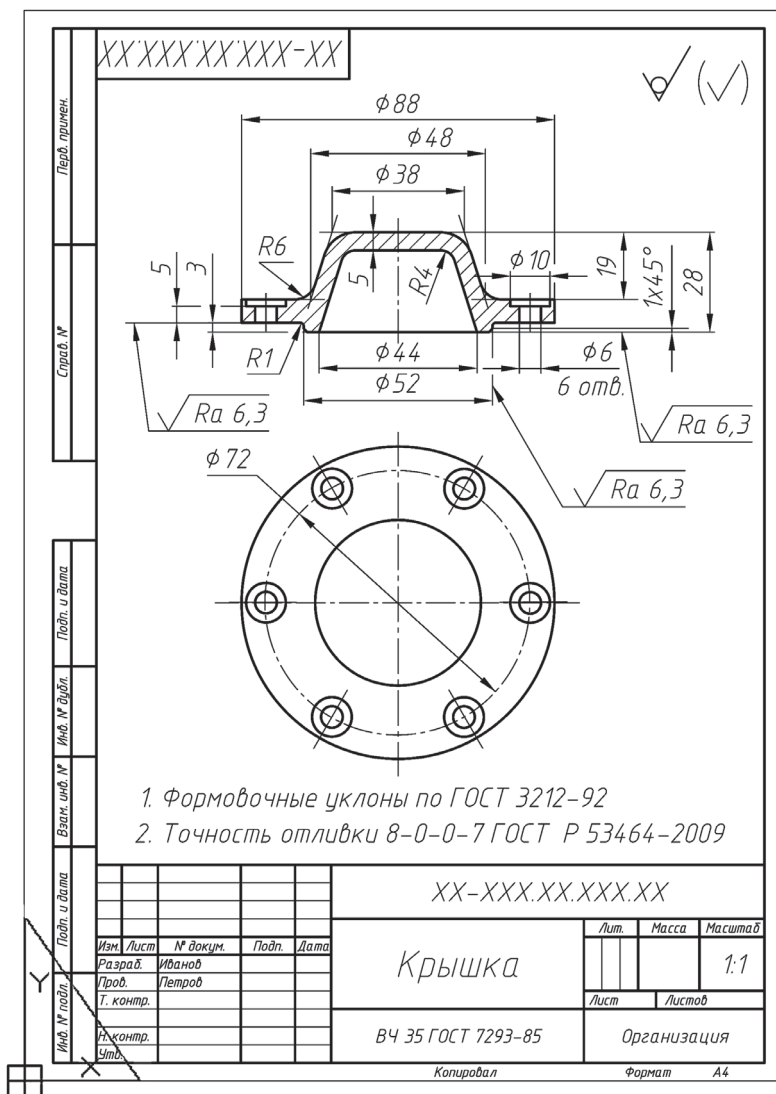


Рис. 2.43. Пример выполнения чертежа детали «Крышка» на Листе формата А4

Этап № 5. Осуществляют вывод чертежа детали «Крышка» (рис. 2.43) на печать:

- 1) ЛК на иконке **Печать** панели быстрого доступа (рис. 2.16) или ЛК на иконке символа программы (рис. 2.16) – ЛК на строке выпадающего меню **Печать** (рис. 2.17) или ЛК на вкладке **Вывод** – ЛК на иконке команды **Печать** из группы Печать (рис. 2.18) – открывается диалоговое окно **Печать – А4** (рис. 2.44);
- 2) в диалоговом окне **Печать – А4** (рис. 2.44) задают необходимые параметры будущей печати чертежа: а) принтер, например **Adobe PDF**; б) размер и ориентация бумаги для данного чертежа, например **А4** или **Книжная**;

в) таблица стилей печати, например **monochrome.ctb**; г) качество печати, например **Максимум**; д) в раскрывающемся списке **Область печати** выбирают заданную, предпочтительно **Рамка** – диалоговое окно закрывается; е) двумя ЛК задают размеры прямоугольной рамки – возврат в открывающееся диалоговое окно **Печать – А4** – ЛК ставят галочку в строке **Вписать** – ЛК на кнопке **Печать** (рис. 2.44) закрывают диалоговое окно (рис. 2.44) и выводят чертеж на печать.

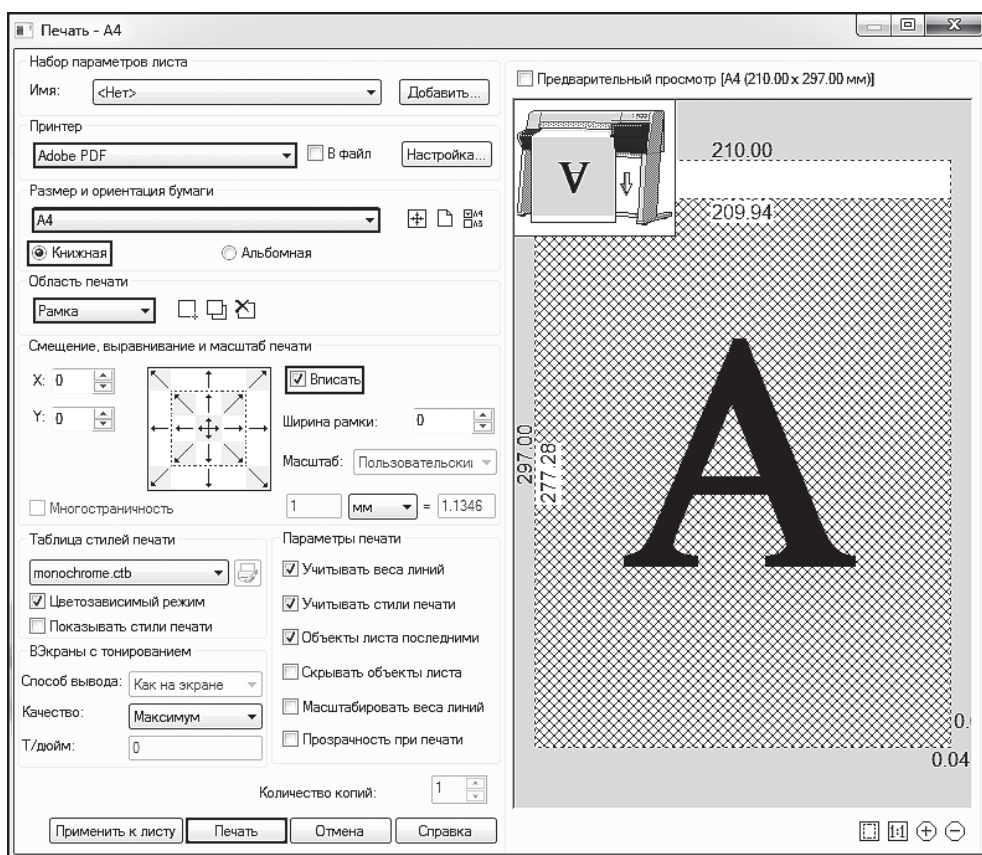


Рис. 2.44. Диалоговое окно **Печать – А4**

Рекомендация. Вышеприведенную методику используют для выполнения 2D-чертежей на основе любых 3D-моделей деталей.

Построение параметрической 3D-модели детали «Корпус»

Новый принцип – построение 3D-моделей деталей общего назначения в программе nanoCAD Механика (в отличие от программы AutoCAD [8]) начинают с **построения 2D-эскизов**. Для этого в начале используют команду **Добавить эскиз** (рис. 2.46).

Ниже в качестве примера рассматривается **один из вариантов** построения 3D-модели детали «Корпус» (рис. 2.45) на основе использования команд **Добавить эскиз**, **Окружность**, **3D-массив**, **Выдавливание** и др.

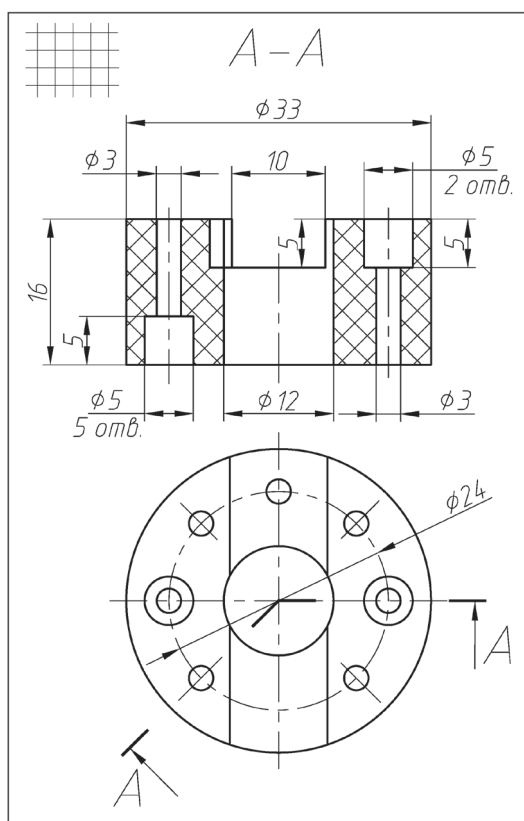


Рис. 2.45. Эскиз детали «Корпус» с натурального образца

Этап № 1. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 2.1) – ЛК на иконке раздела **Параметрика** (рис. 2.1) – ЛК на иконке команды **Добавить эскиз** (рис. 2.46) – ЛК на иконке плоскости **XY** панели **История 3D Построений** (рис. 2.46) – в рабочем окне программы появляется новая пиктограмма знака **ПСК** (рис. 2.46), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 2.1) изменяет свой вид (рис. 2.47).

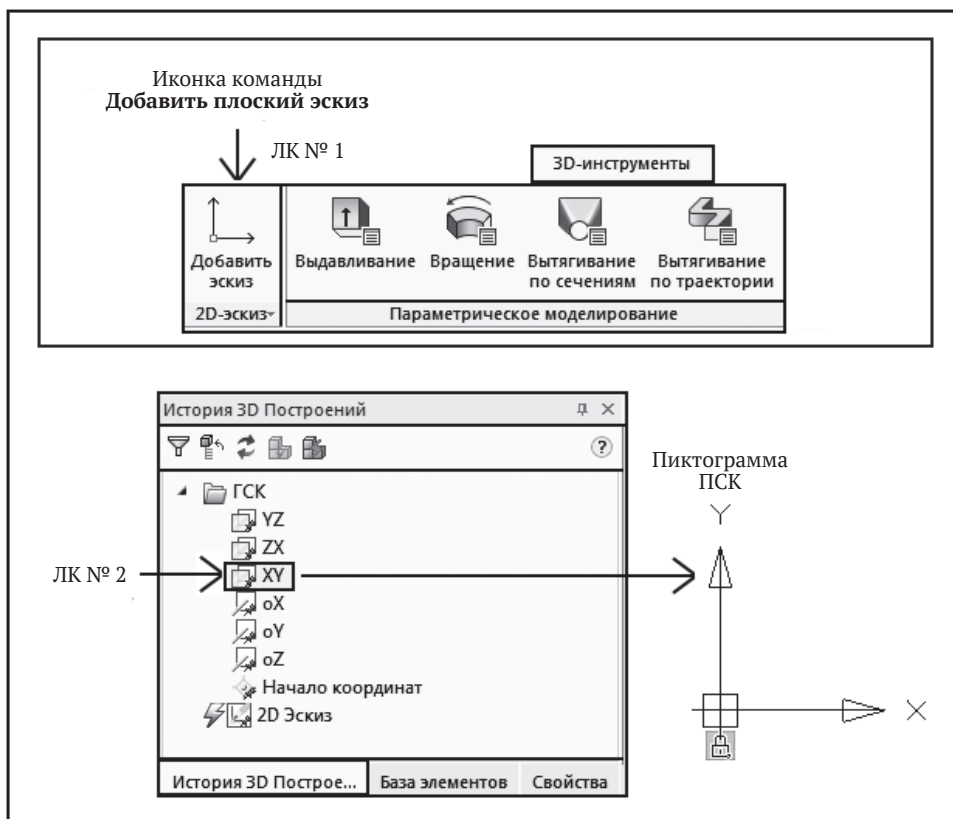


Рис. 2.46. Начало построения эскизов окружностей

Этап № 2. По размерам (рис. 2.45) с использованием команды **Окружность** (рис. 2.47), средств объектной привязки **Центр** и **Квадрант** (клавиша **F3**) и ЛК мыши строят окружности (рис. 2.48).

Этап № 3. На изображении построенного 2D-эскиза плоского контура 3D-модели детали «Крышка» (рис. 2.48) осуществляют простановку параметрических диаметральных размеров (рис. 2.48):

- 1) ЛК № 2 на иконке команды **Линейный размер** (рис. 2.47 или 2.49);
- 2) последовательно из списка выпадающего меню (рис. 2.49) ЛК № 3...ЛК № 6 с использованием средств объектной привязки (клавиша **F3**) выбирают строку **Диаметральный размер** (рис. 2.49) и проставляют размеры на соответствующих окружностях (рис. 2.48).

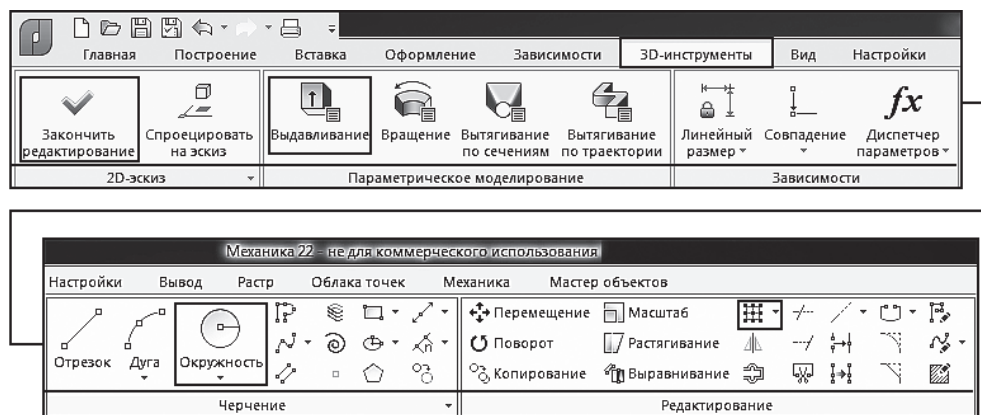


Рис. 2.47. Измененный вид вкладки 3D-инструменты

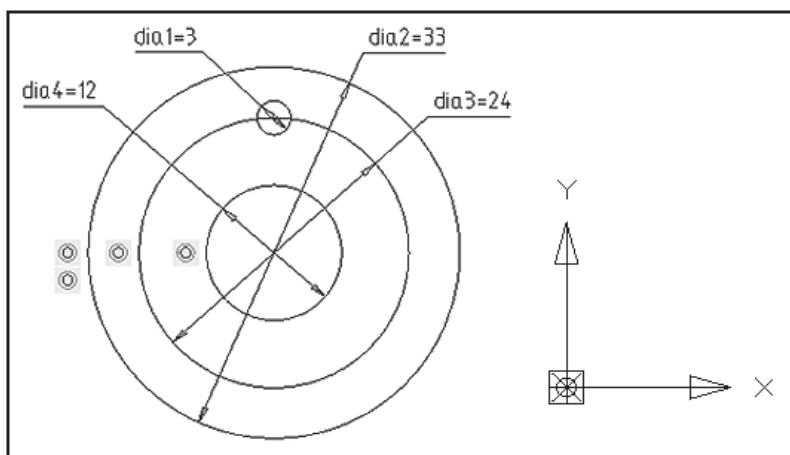


Рис. 2.48. Построение эскизов окружностей и их размеров

Этап № 4. ЛК № 1 на иконке команды **Прямоугольный массив** из группы Редактирование (рис. 2.47 или 2.50) – ЛК № 2 на строке **Круговой массив** из открывающегося контекстного меню – ЛК выбирают окружность диаметром **3 мм** (рис. 2.48) и подтверждают выбор нажатием клавиши **Enter** – ЛК со средством объектной привязки **Центр** (клавиша **F3**) выбирают центр окружности диаметром **24 мм** в качестве центра кругового массива – ЛК в командной строке выбирают опцию **Элементы** – с клавиатуры устанавливают число элементов **8** – завершают операцию нажатием на клавиатуре клавиши **Esc** – образуется 2D-круговой массив из восьми отверстий (рис. 2. 51).

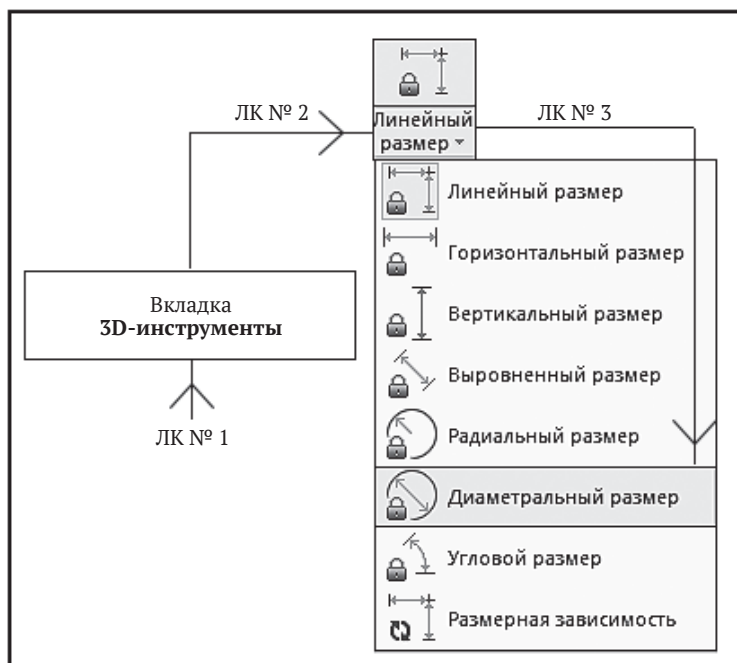


Рис. 2.49. Схема выбора параметрического диаметрального размера

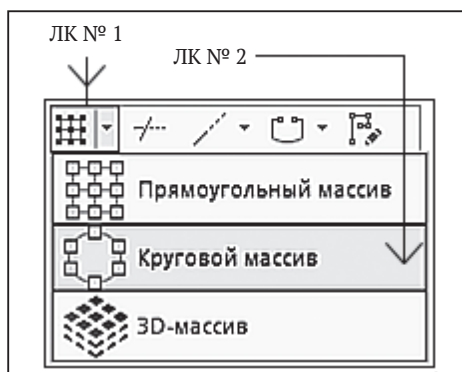


Рис. 2.50. Схема выбора команды **Круговой массив**

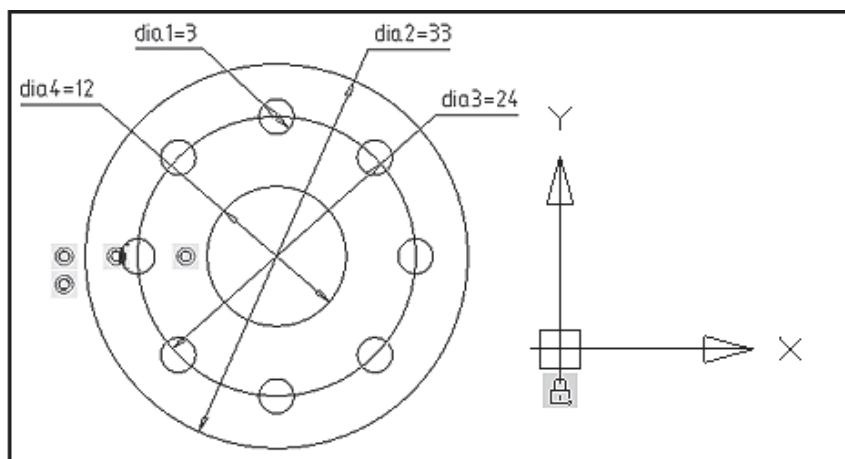


Рис. 2.51. Образование эскиза 2D-кругового массива

Этап № 5. ЛК выбирают лишнюю окружность вместе с ее размером и удаляют их нажатием на клавиатуре клавиши **Delete** (рис. 2.52).

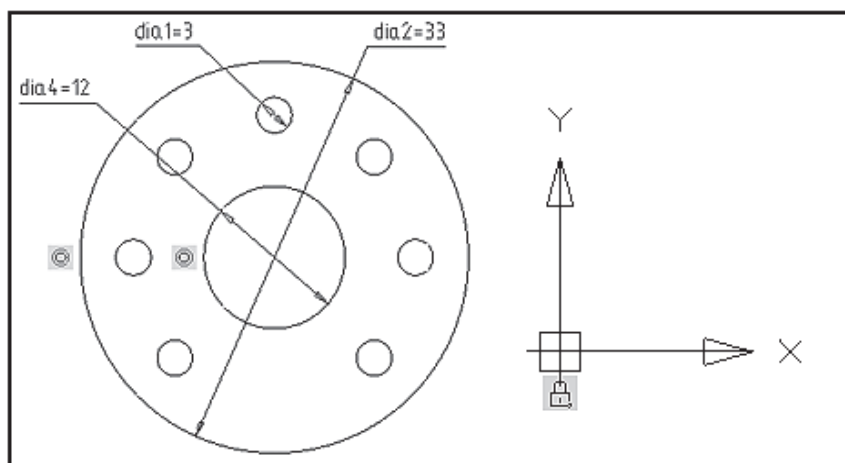


Рис. 2.52. Удаление лишних элементов с эскиза 2D-кругового массива

Этап № 6. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** (рис. 2.47) завершают построение **эскиза**, изображение которого автоматически переходит к виду **ЮВ изометрия**, и далее его переводят к более привычному виду – **ЮЗ изометрия** (рис. 2.53), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 2.47) возвращается к своему первоначальному виду (рис. 2.1).

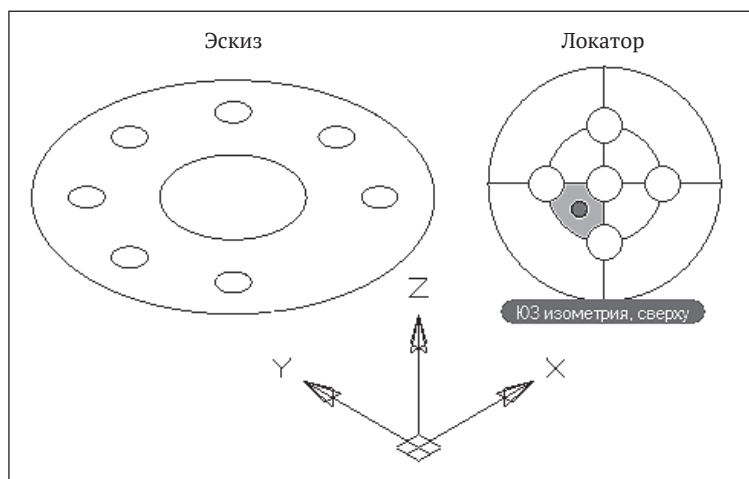


Рис. 2.53. Завершение построения 2D-эскиза плоского контура с переводом его в ЮЗ изометрию

Этап № 7. ЛК на иконке команды **Выдавливание** (рис. 2.1) – открывается диалоговое окно **3D Выдавливание** – устанавливают высоту выдавливания **16 мм**, направление выдавливания – **вниз** (рис. 2.54) – ЛК внутри эскиза – образуются контуры 3D-модели (рис. 2.54) – ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – образуется промежуточный вид 3D-модели детали «Корпус» (рис. 2.55).

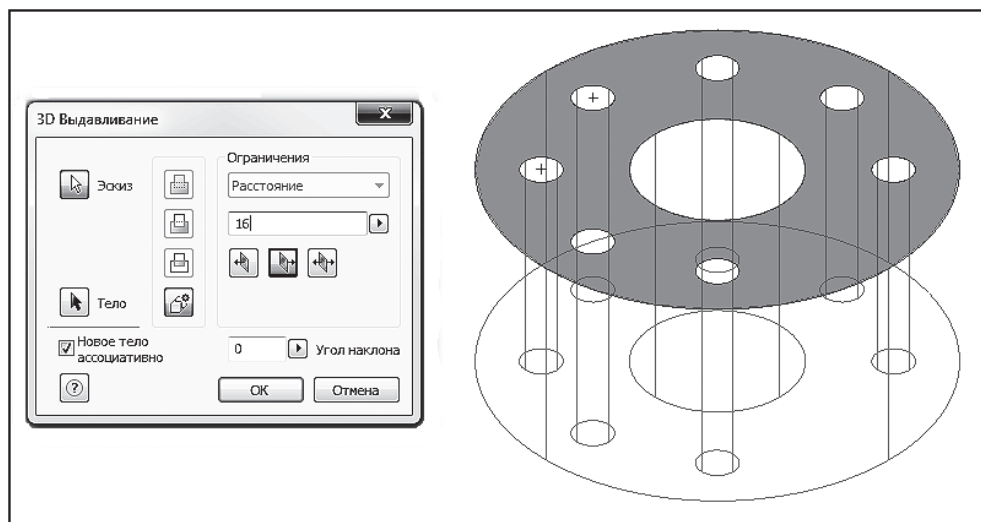


Рис. 2.54. Диалоговое окно **3D Выдавливание** и выбор эскиза для выдавливания

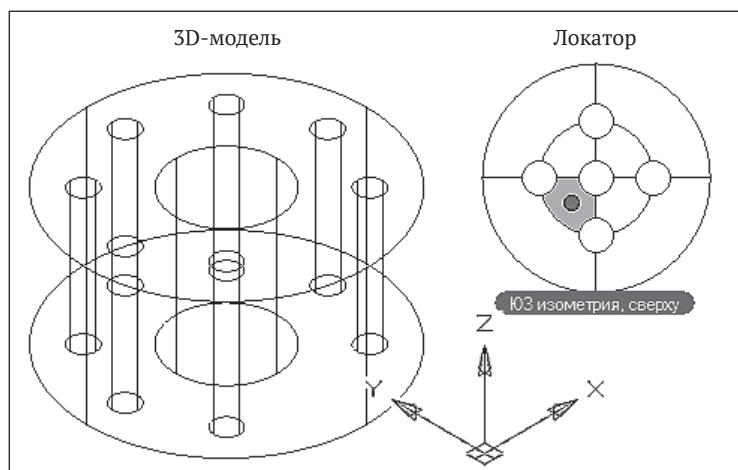


Рис. 2.55. Промежуточный вид 3D-модели детали «Корпус»

Этап № 8. На верхней плоскости промежуточного вида 3D-модели детали «Корпус» строят 2 окружности диаметром 5 мм, используя один из вариантов (рис. 2.56):

Вариант № 1 (новый) – последовательно повторяют этапы № 1, 2 и 6;

Вариант № 2 (прежний) [1, 2] – ЛК на иконке команды **Окружность** из группы Черчение на вкладке **Главная** и средство объектной привязки **Центр** (клавиша F3).

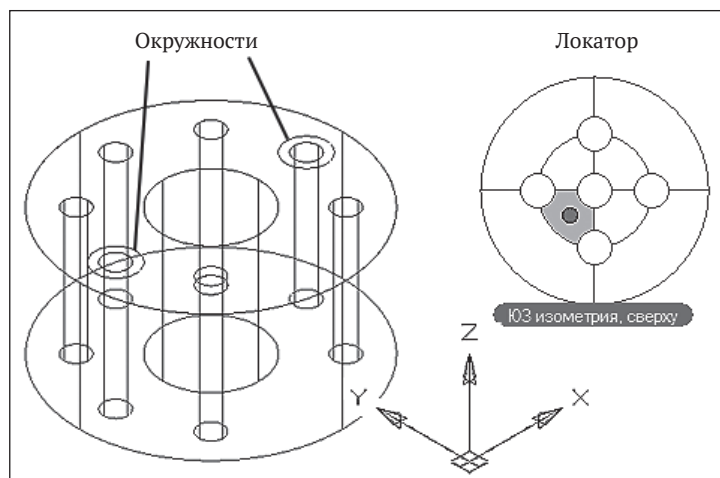


Рис. 2.56. Построение двух окружностей на верхней плоскости промежуточного вида 3D-модели детали «Корпус»

Этап № 9. ЛК на иконке команды **Выдавливание** (рис. 2.1) – открывается диалоговое окно **3D Выдавливание** – устанавливают глубину выдавливания 5 мм, направление выдавливания – **вниз** (рис. 2.57) – ЛК внутри эскиза пер-

вой окружности – образуются контуры 3D-модели цилиндра (рис. 2.57) – ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – образуется промежуточный вид 3D-модели детали «Корпус» (рис. 2.57). Повторяют действия для эскиза второй окружности. Итог представлен ниже, на рис. 2.58 – образуется промежуточный вид 3D-модели детали «Корпус» (рис. 2.58).

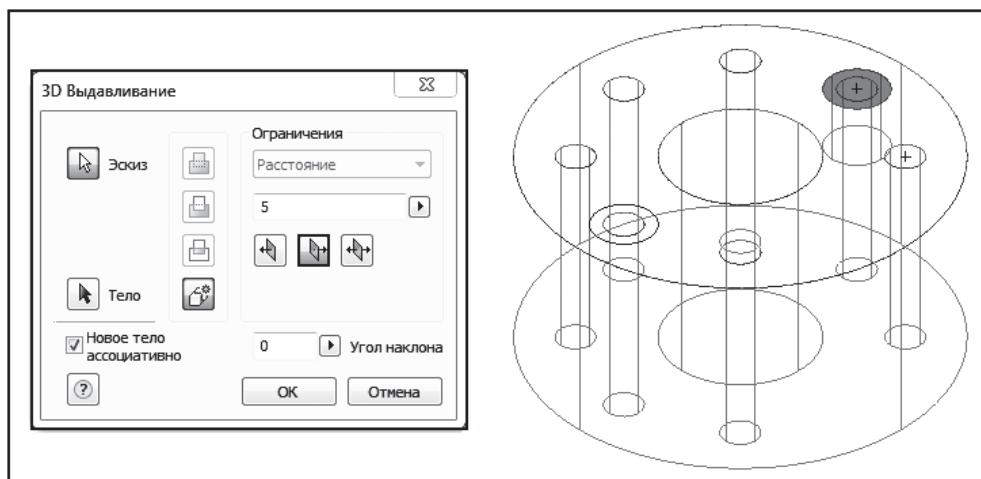


Рис. 2.57. Диалоговое окно **3D Выдавливание** и выбор эскиза окружности для выдавливания

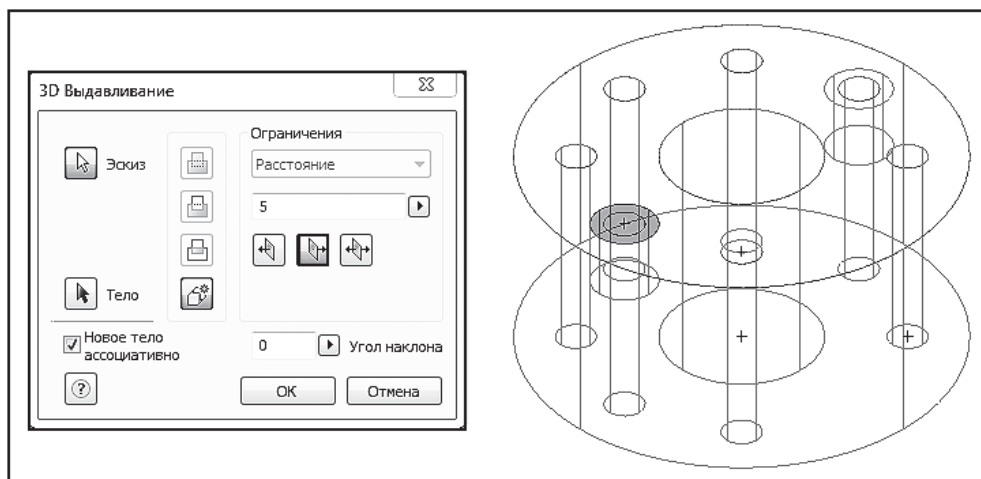


Рис. 2.58. Диалоговое окно **3D Выдавливание** и выбор эскиза окружности для выдавливания

Этап № 10. Используя команду **Вычитание** из группы Булевы операции (ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке инструмента **Прямое моделирование** из группы Режимы моделирования), осуществляют вычитание двух

выдавленных цилиндров – образуются два ступенчатых цилиндрических отверстия в промежуточном виде 3D-модели детали «Корпус» (рис. 2.59).

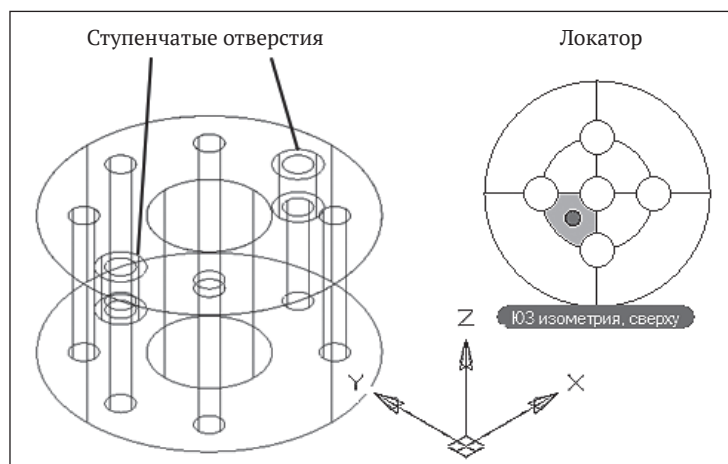


Рис. 2.59. Построение двух ступенчатых отверстий в промежуточном виде 3D-модели детали «Корпус»

Этап № 11. Изображение промежуточного вида 3D-модели детали «Корпус» (рис. 2.59) любым известным способом приводят к виду **ЮЗ изометрия – Вид снизу** (рис. 2.60). Для удобства построений **5 окружностей** визуальный стиль **Каркас** изменяют на визуальный стиль **Скрытый** (рис. 2.60).

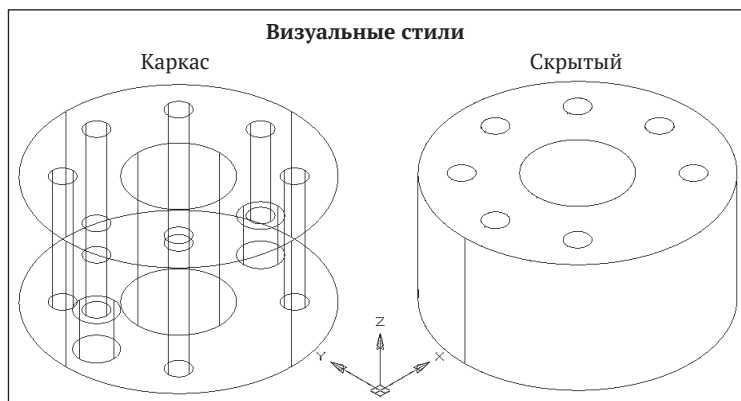


Рис. 2.60. Перевод промежуточного вида 3D-модели детали «Корпус» к виду ЮЗ изометрия – Вид снизу

Этап № 12. На верхней плоскости промежуточного вида 3D-модели детали «Корпус» строят **5 окружностей** диаметром **5 мм**, используя один из вариантов:

Вариант № 1 (новый) – последовательно повторяют этапы №1, 2 и 6.

Вариант № 2 (прежний) [1, 2] – ЛК на иконке команды **Окружность** из группы Черчение на вкладке **Главная** совместно со средством объектной привязки

Центр (клавиша **F3**) и новой объектной привязки **3D ОПРИВЯЗКА** (клавиши **F4**) строят **5 окружностей** диаметром **5 мм** (рис. 2.61). Для удобства будущих построений визуальный стиль **Скрытый** изменяют на визуальный стиль **Каркас** (рис. 2.61).

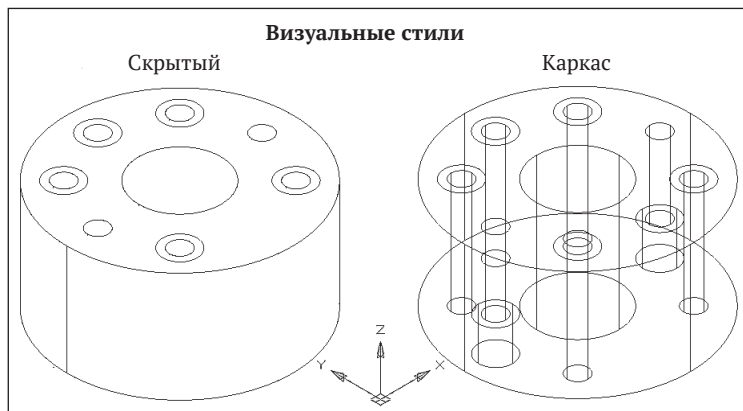


Рис. 2.61. Построение пяти окружностей на верхней плоскости в промежуточном виде 3D-модели детали «Корпус»

Этап № 13. ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке инструмента **Прямое моделирование** из группы Режимы моделирования – ЛК на иконке команды **Выдавливание** – последовательно ЛК выбирают **5 окружностей** и подтверждают выбор нажатием на клавиатуре клавиши **Enter** – в командной строке с клавиатуры задают глубину выдавливания **5 мм** (рис. 2.62).

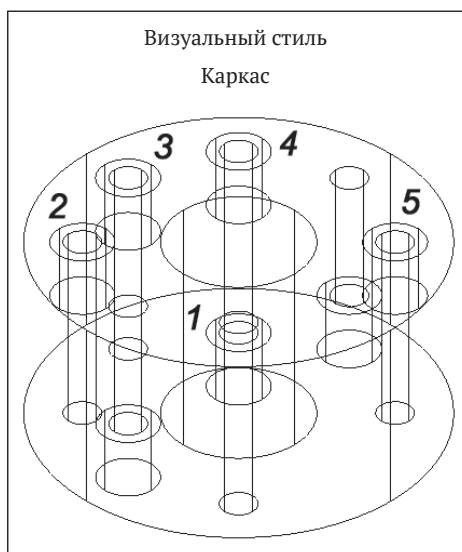


Рис. 2.62. Построение пяти выдавленных отверстий в промежуточном виде 3D-модели детали «Корпус»

Этап № 14. Используя команду **Вычитание** из группы Булевы операции (ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке инструмента **Прямое моделирование** из группы Режимы моделирования), осуществляют вычитание 5 выдавленных цилиндров – образуются 5 ступенчатых цилиндрических отверстий в промежуточном виде 3D-модели детали «Корпус» (рис. 2.63).

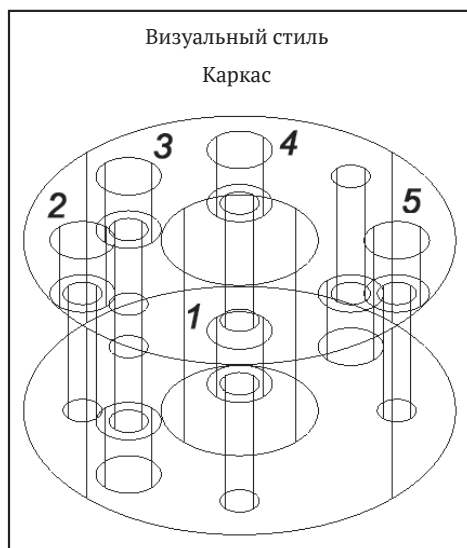


Рис. 2.63. Построение пяти ступенчатых отверстий в промежуточном виде 3D-модели детали «Корпус»

Этап № 15. Изображение промежуточного вида 3D-модели детали «Корпус» (рис. 2.63) любым известным способом приводят к виду **ЮЗ изометрия – Вид сверху** (рис. 2.64). Для удобства построения **горизонтального паза** визуальный стиль **Каркас** изменяют на визуальный стиль **Скрытый** (рис. 2.64).

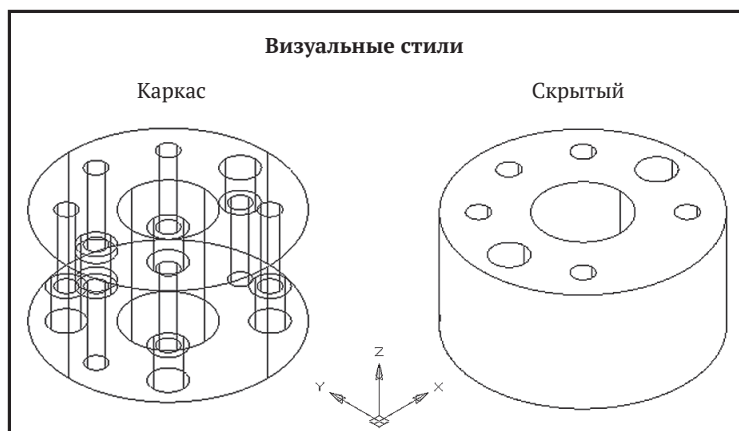


Рис. 2.64. Перевод промежуточного вида 3D-модели детали «Корпус» к виду ЮЗ изометрия – Вид сверху

Этап № 16. ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке раздела **Параметрика** (рис. 2.1 или 2.65) – ЛК на иконке команды **Добавить эскиз** (рис. 2.65) – ЛК на иконке плоскости **XY** панели **История 3D Построений** (рис. 2.65) – в рабочем окне программы появляется изображение 3D-модели детали (рис. 2.66) и новая пиктограмма знака **ПСК** (рис. 2.66), а вкладка **3D-инструменты** изменяет свой вид (рис. 2.67), и ее используют для дальнейших построений.

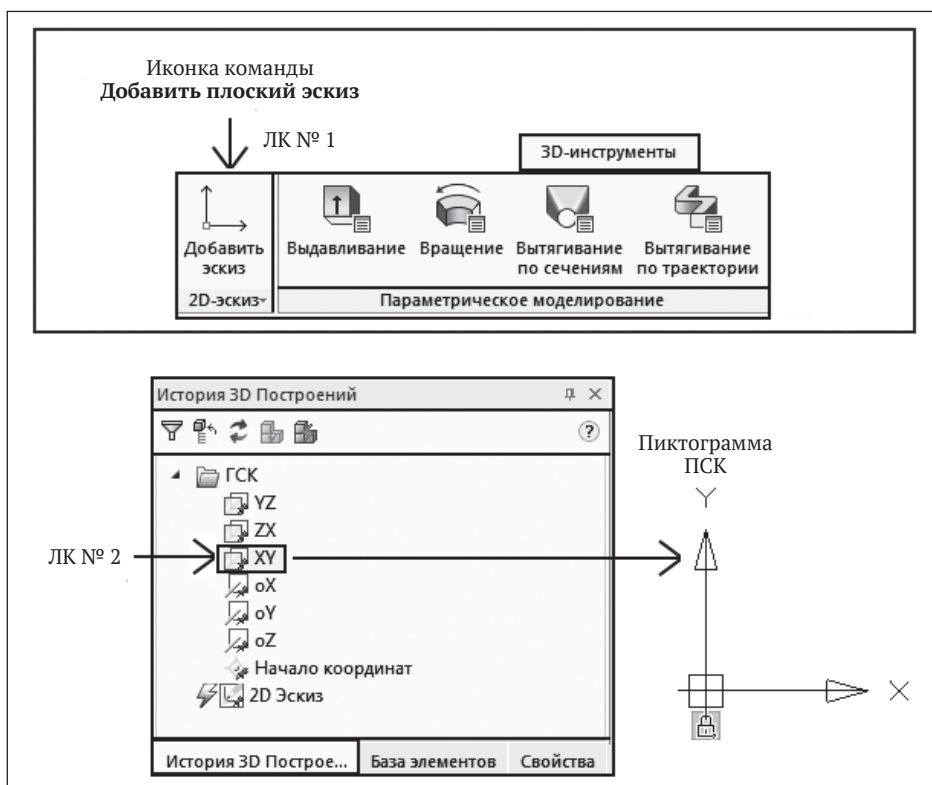


Рис. 2.65. Начало построения эскиза прямоугольника

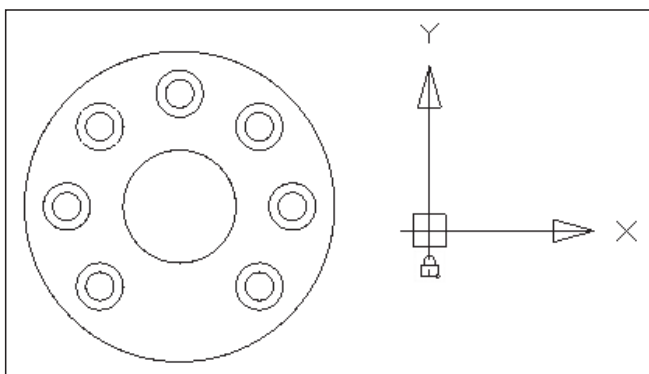


Рис. 2.66. Начало построения эскиза прямоугольника

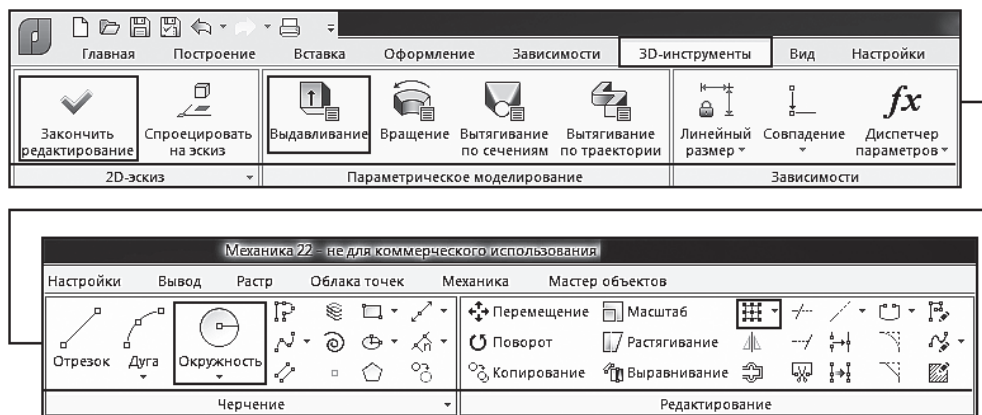


Рис. 2.67. Измененный вид вкладки **3D-инструменты**

Этап № 17. Используя команду **Прямоугольник** (рис. 2.67), строят прямоугольник шириной 10 мм (рис. 2.68), длиной с запасом, превышающим наружный диаметр детали «Корпус» (рис. 2.45), и со вспомогательной диагональю (рис. 2.68).

Этап № 18. Используя команду **Перемещение** (рис. 2.67) и средства объектной привязки **Середина** и **Центр** (клавиша F3), осуществляют перемещение эскиза прямоугольника на изображение 3D-модели детали «Корпус» – ЛК выбирают диагональ прямоугольника и удаляют ее нажатием на клавиатуре клавиши **Delete** (рис. 2.69).

Этап № 19. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** (рис. 2.67) завершают построение эскиза прямоугольника (рис. 2.70). Пиктограмма знака ПСК принимает обычный вид (рис. 2.70), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 2.67) возвращается к своему первоначальному виду (рис. 2.1).

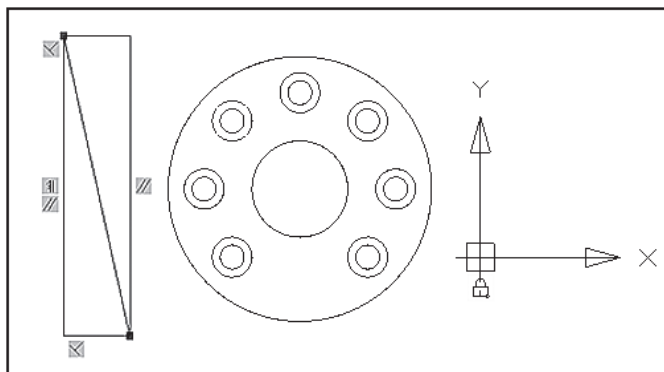


Рис. 2.68. Продолжение построения эскиза прямоугольника

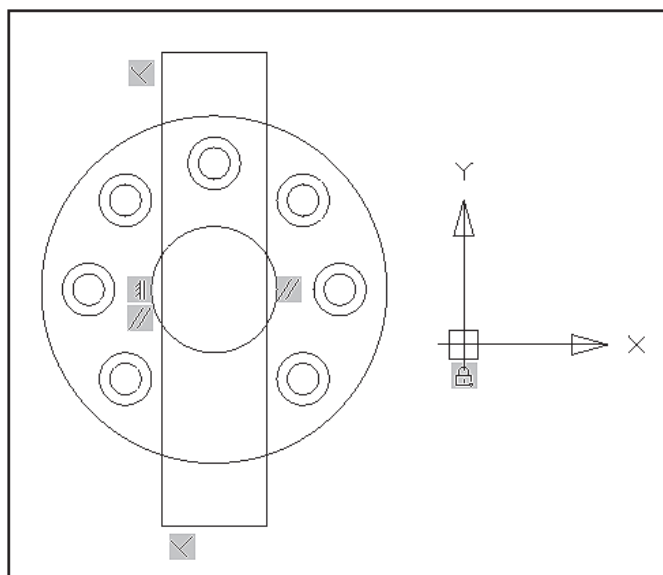


Рис. 2.69. Перемещение эскиза прямоугольника на изображение 3D-модели детали «Корпус»

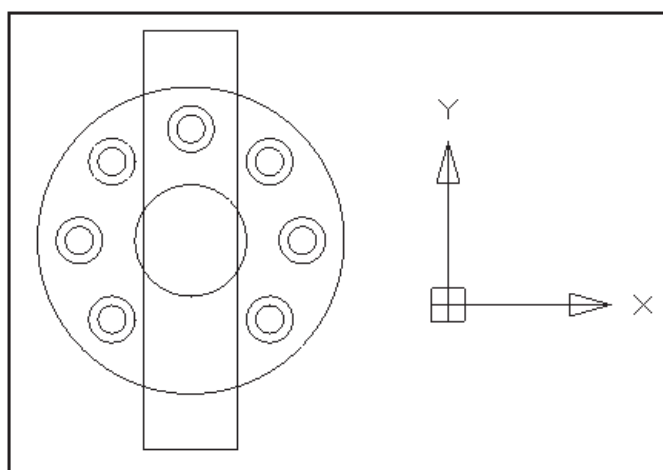


Рис. 2.70. Завершение редактирования эскиза прямоугольника

Этап № 20. Для наглядности будущих построений общее изображение (рис. 2.70) переводят в **ЮЗ изометрию**, например, с помощью интерфейсного инструмента **Локатор** (рис. 2.71).

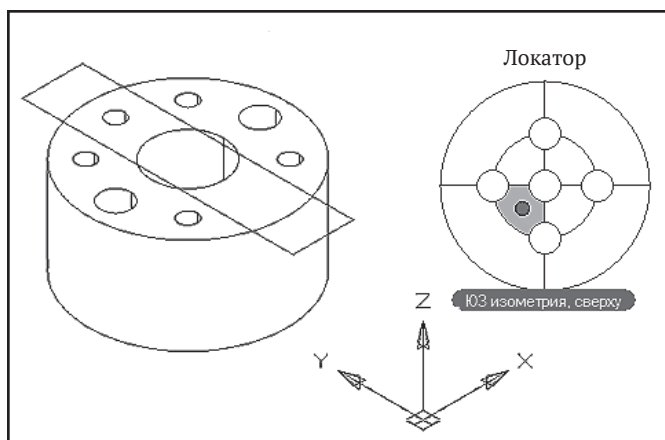


Рис. 2.71. Перевод общего изображения в ЮЗ изометрию

Этап № 21. ЛК на иконке команды **Выдавливание** (рис. 2.1) – открывается диалоговое окно **3D Выдавливание** (рис. 2.72) – устанавливают высоту выдавливания **5 мм**, направление выдавливания – **вниз** (рис. 2.72) – ЛК внутри эскиза прямоугольника (рис. 2.71) – образуется 3D-модель параллелепипеда (рис. 2.72) – ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – образуется промежуточный вид 3D-модели детали «**Корпус**» (рис. 2.72).

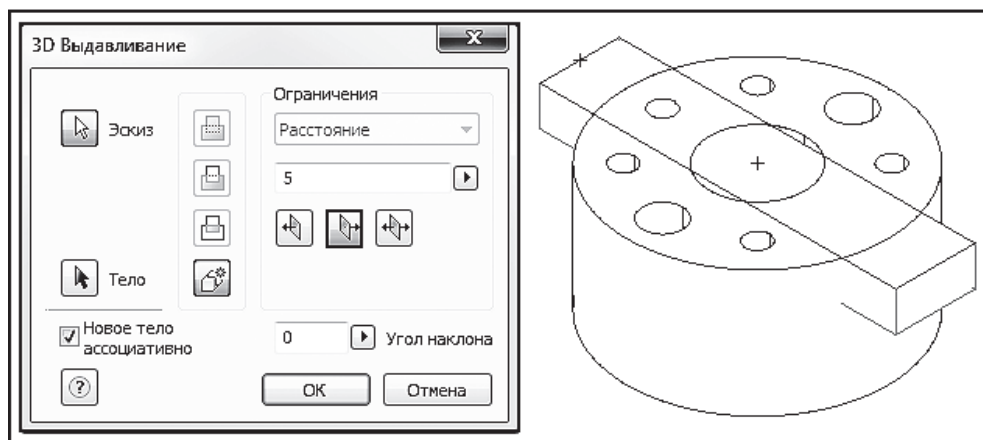


Рис. 2.72. Диалоговое окно **3D Выдавливание** и 3D-модель параллелепипеда

Этап № 22. Используя команду **Вычитание** (ЛК на иконке команды **Вычитание** из группы Булевы операции), осуществляют вычитание 3D-модели параллелепипеда (рис. 2.72) из промежуточного вида 3D-модели детали «**Корпус**» (рис. 2.73).

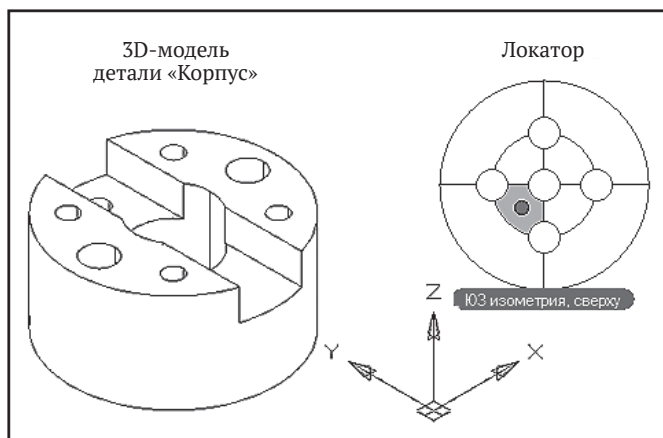


Рис. 2.73. Окончательный вид 3D-модели детали «Корпус» в ЮЗ изометрии

Ниже, на рис. 2.74, представлены изображения 3D-модели детали «Корпус» в двух ракурсах и двух визуальных стилях.

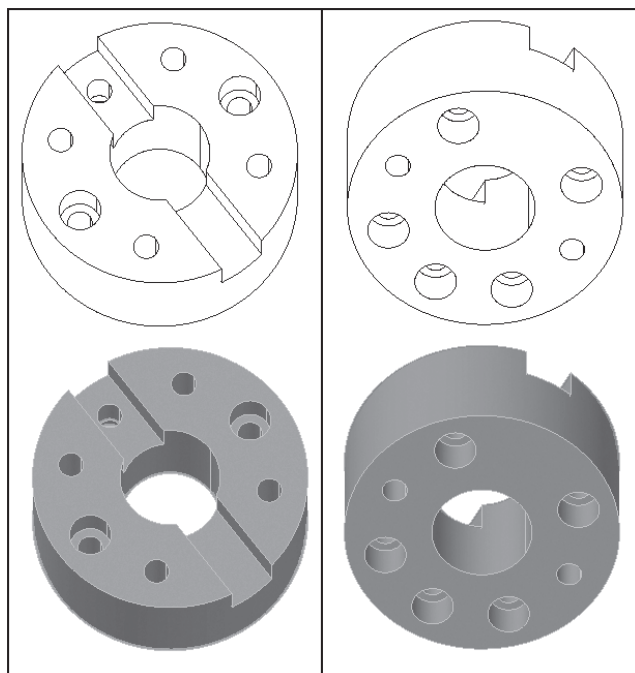


Рис. 2.74. Примеры изображения 3D-модели детали «Корпус» в двух ракурсах и двух разных визуальных стилях Скрытый и Тонированный

Рекомендация. Сведения о работе с часто встречающейся командой **Круговой массив** получают, например, следующим образом: ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на вкладке **Главная** – ЛК на иконке команды **Прямо-**

угольный массив из группы Редактирование – ЛК на строке **Круговой массив** из открывающегося контекстного меню – клавиша на клавиатуре **F1** – открывается окно **Справка nanoCAD** (рис. 2.75) – в окне просмотра получают сведения о запрашиваемой команде и действиях с ней (рис. 2.75).

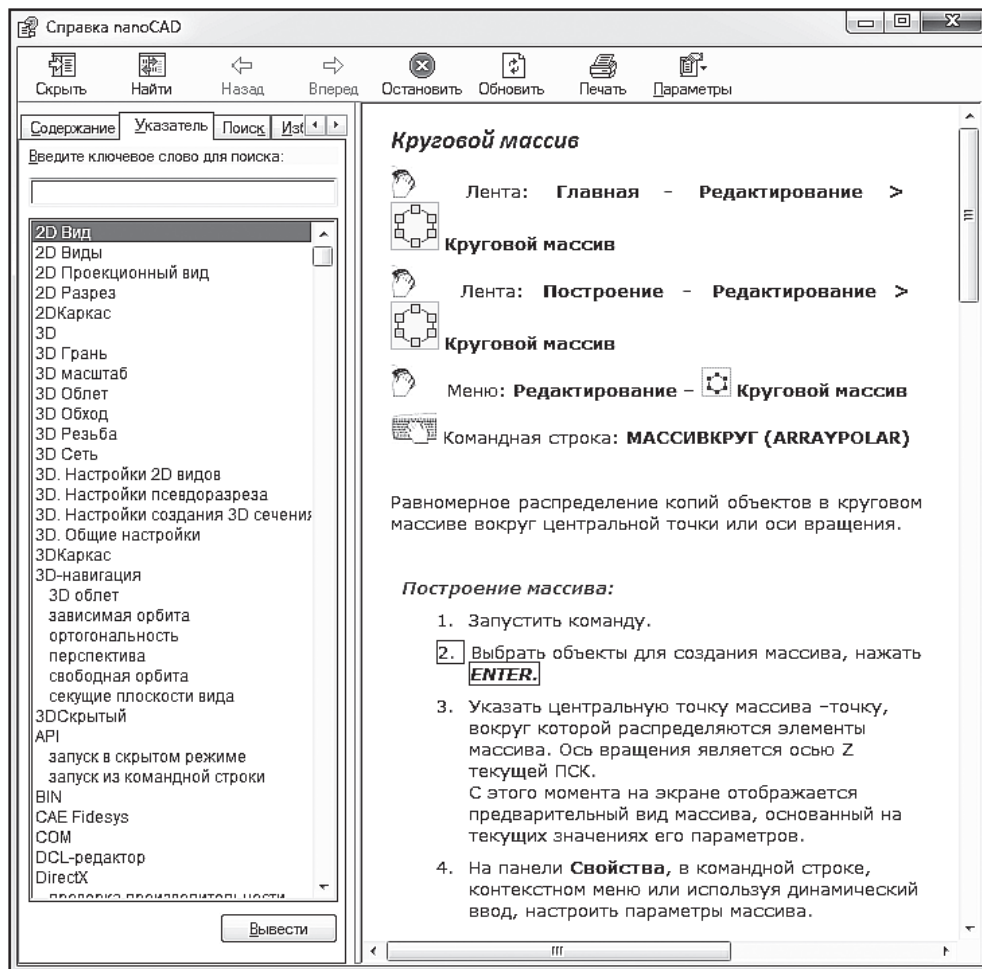


Рис. 2.75. Пример получения сведений о работе с командой 3D-круговой массив

ГЛАВА 3

Построение сложных ступенчатых разрезов в 3D-моделях деталей на основе сечений из плоских контуров

Новые возможности. Построение **сложных** ступенчатых разрезов в 3D-моделях деталей общего назначения основано на создании **эскиза**, который используют в качестве **сечения** для операций 3D-построения.

Ниже, на примере детали «**Основание**», рассматривается **один из вариантов** построения ступенчатого разреза, необходимого для полного выявления ее геометрической формы.

1. Построение параметрической 3D-модели детали

Этап № 1. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 2.76) – ЛК на иконке раздела **Параметрика** – ЛК на иконке команды **Добавить эскиз** (рис. 2.77) – ЛК на иконке плоскости **XY** панели **История 3D Построений** (рис. 2.77) – в рабочем окне программы появляется новая пиктограмма знака **ПСК** (рис. 2.77), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 2.78) изменяет свой вид (рис. 3) и используется для дальнейших построений.

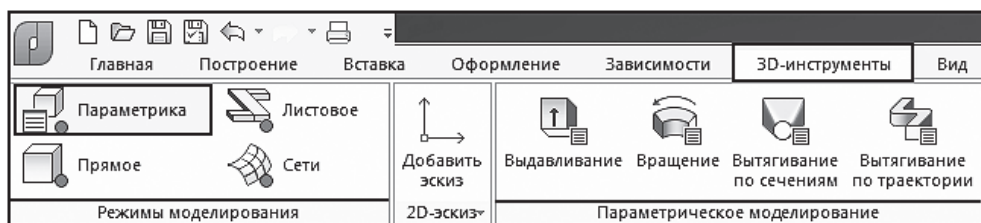


Рис. 2.76. Новый вид интерфейса вкладки **3D-инструменты**

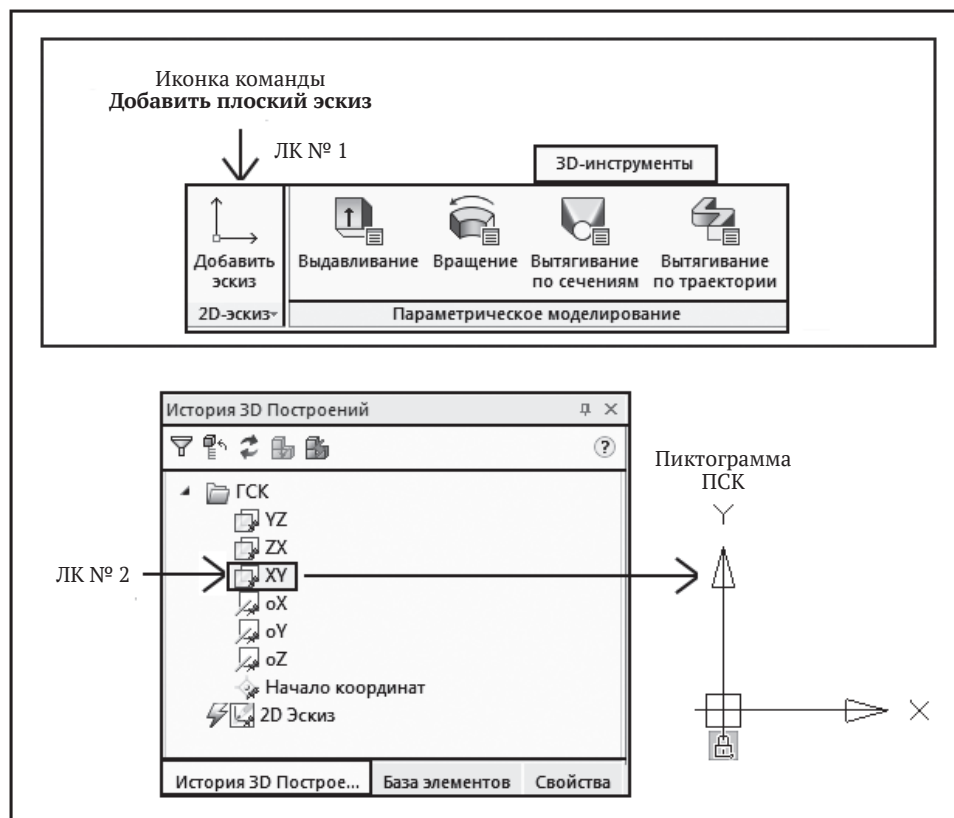


Рис. 2.77. Переход к построению всех плоских эскизов составных частей 3D-модели детали

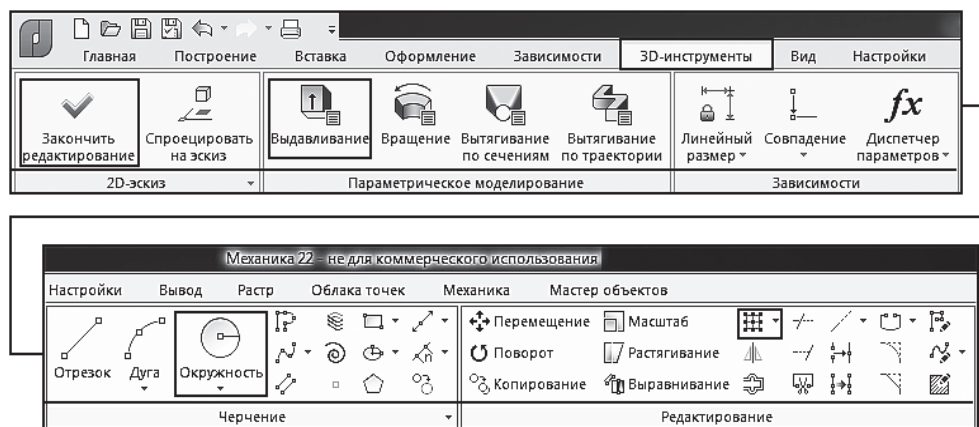


Рис. 2.78. Измененный вид интерфейса вкладки 3D-инструменты

Этап № 2. По размерам с эскиза (рис. 2.79), используя команды моделирования **Добавить эскиз**, **Полилиния**, **Сопряжение**, **Окружность**, **Выдавливание**, **Рабочая плоскость**, **Вычитание** и **Закончить редактирование** (рис. 2.78), строят 3D-модель детали «**Основание**» (рис. 2.80).

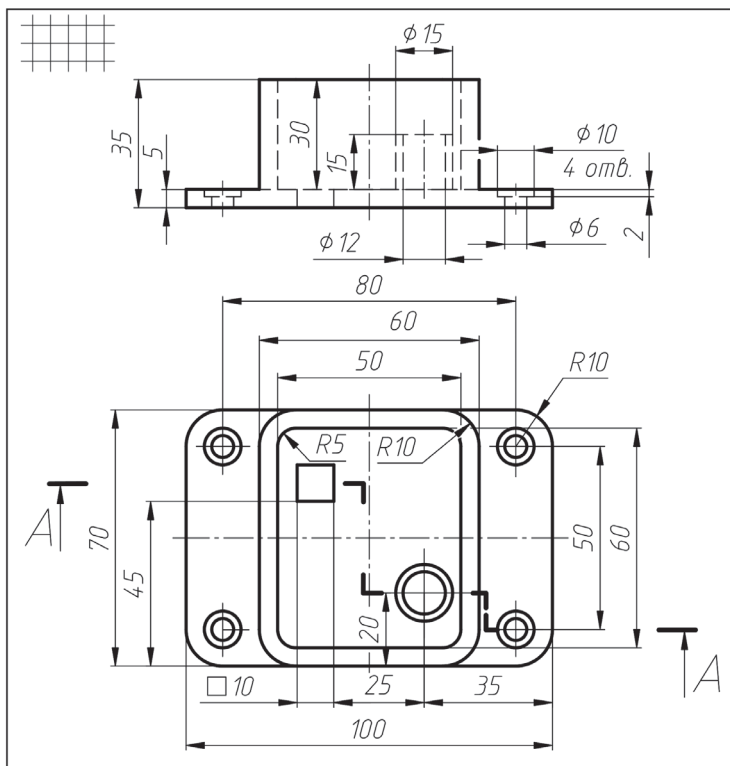


Рис. 2.79. Эскиз детали «Основание» с натурального образца

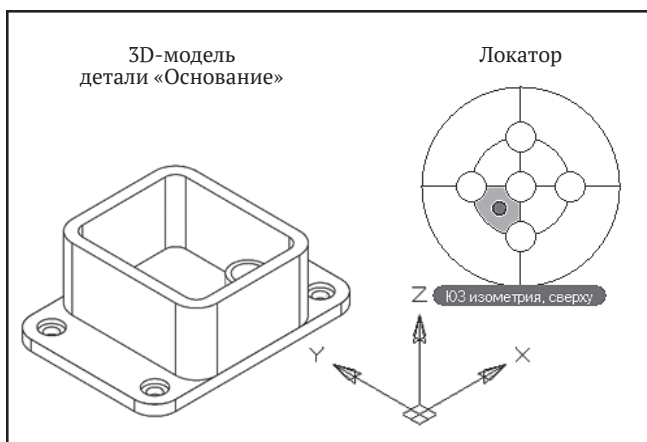


Рис. 2.80. Изображение 3D-модели детали «Основание» в ЮЗ изометрии

Этап № 3. Для наглядности будущих построений изображение 3D-модели детали «**Основание**» из **ЮЗ изометрии** (рис. 2.80) переводят к изображению **Вид сверху**, например, с помощью интерфейсного инструмента **Локатор** (рис. 2.81)

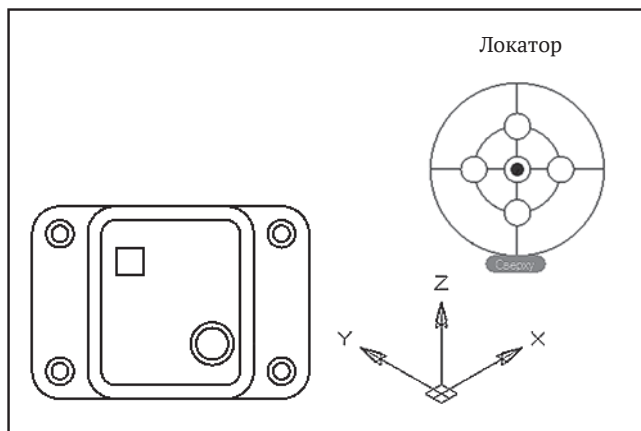


Рис. 2.81. Вид сверху изображения 3D-модели детали «Основание»

II. Построение эскиза замкнутого плоского контура

Этап № 1. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 2.76) – ЛК на иконке раздела **Параметрика** (рис. 2.76) – ЛК на иконке команды **Добавить эскиз** (рис. 2.77) – ЛК на иконке плоскости **XY** панели **История 3D Построений** (рис. 2.77) – в рабочем окне программы появляется новая пиктограмма знака **ПСК** (рис. 2.77), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 2.76) изменяет свой вид (рис. 2.78) и используется для дальнейших построений.

Этап № 2. Используя команду **Полилиния** (рис. 2.78), на верхней плоскости 3D-модели детали «**Основание**» (рис. 2.82) строят эскиз замкнутого плоского контура по разрезу **А-А** (рис. 2.79), а ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** (рис. 2.78) завершают его построение (рис. 2.82). Вкладка **3D-инструменты** (рис. 2.78) возвращается к своему первоначальному виду (рис. 2.76).

Этап № 3. Для наглядности будущих построений изображение 3D-модели детали «**Основание**» с плоским замкнутым контуром (рис. 2.82) переводят к виду **ЮЗ изометрия**, например, с помощью интерфейсного инструмента **Локатор** (рис. 2.83).

III. Построение сложного ступенчатого разреза

Этап № 1. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 2.76) – ЛК на иконке раздела **Параметрика** (рис. 2.76) – ЛК на иконке команды **Выдавливание** (рис. 2.76) – открывается диалоговое окно **3D Выдавливание** (рис. 2.84) с кнопками управления (рис. 2.85).

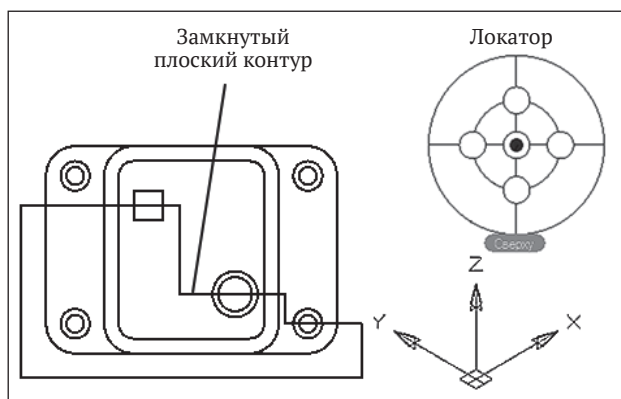


Рис. 2.82. Построение плоского замкнутого контура на Виде сверху изображения 3D-модели детали «Основание»

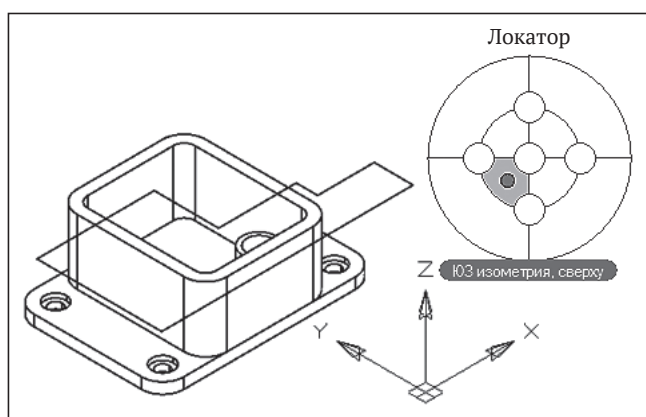


Рис. 2.83. Изображение 3D-модели детали «Основание» с плоским замкнутым контуром в ЮЗ изометрии

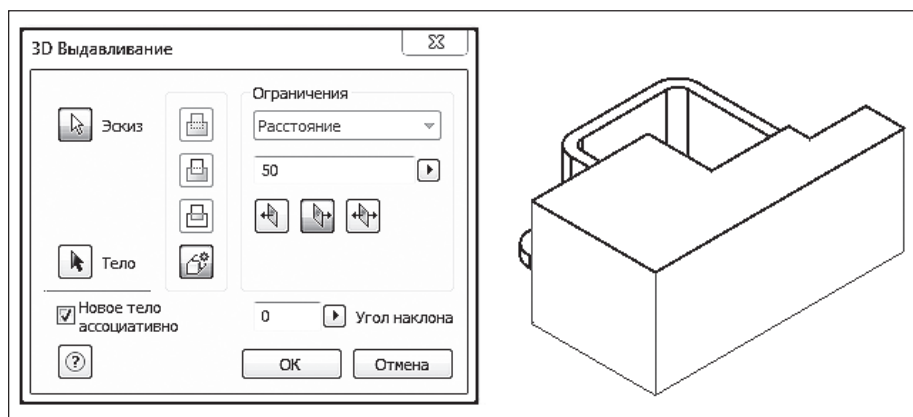


Рис. 2.84. Диалоговое окно 3D Выдавливание и выбор эскиза для выдавливания

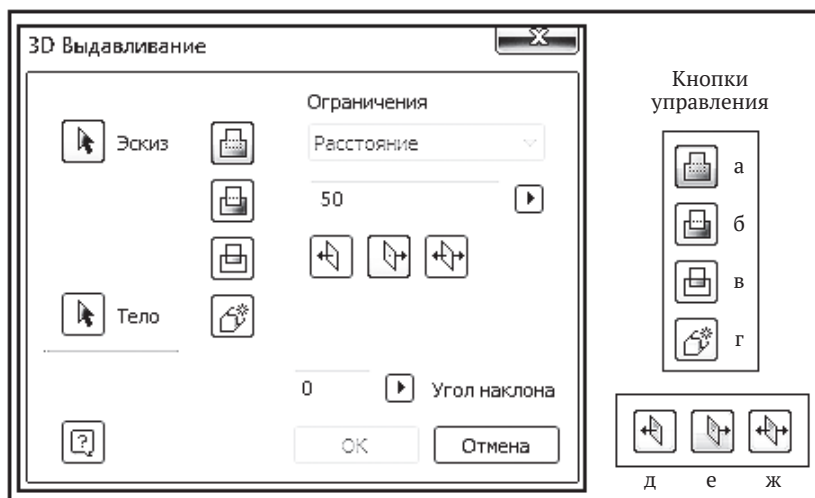


Рис. 2.85. Диалоговое окно **3D Выдавливание** с кнопками управления:
 а – выдавленный эскиз объединить с телом, указанным кнопкой **Тело**;
 б – выдавленный эскиз вычесть из тела, указанного кнопкой **Тело**;
 в – выдавленный эскиз пересечь с телом, указанным кнопкой **Тело**;
 г – кнопка для выбора нового тела, созданного кнопками а, б, в;
 д – выдавливание эскиза по оси z; е – выдавливание эскиза против оси z;
 ж – выдавливание эскиза в обе стороны вдоль оси z

Этап № 2. В диалоговом окне (рис. 2.84 или 2.85) устанавливают с «запасом» высоту выдавливания – **50 мм**, направление выдавливания – **вниз** (рис.2.84 или 2.85е) – **ЛК** внутри эскиза – образуются контуры выдавленной 3D-модели эскиза (рис. 2.84) – **ЛК** на кнопке **Тело** (рис. 2.84 или 2.85) – **ЛК** на кнопке **Вычесть из тела** (рис. 2.85 или 2.85б) – **ЛК** на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – образуется сложный ступенчатый разрез в 3D-модели детали «**Основание**» (рис. 2.86).

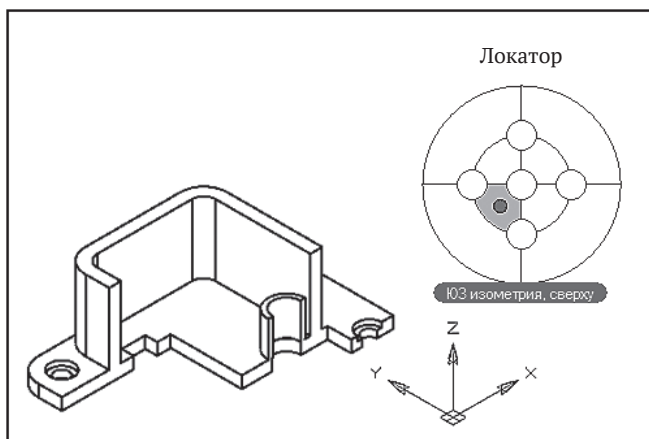


Рис. 2.86. Сложный ступенчатый разрез в 3D-модели детали «Основание»

Этап № 3. По методике работ [1, 2] на плоскостях **XOZ** и **YOZ** ступенчатого разреза (рис. 2.86) наносят штриховку. Результат представлен на рис. 2.87.

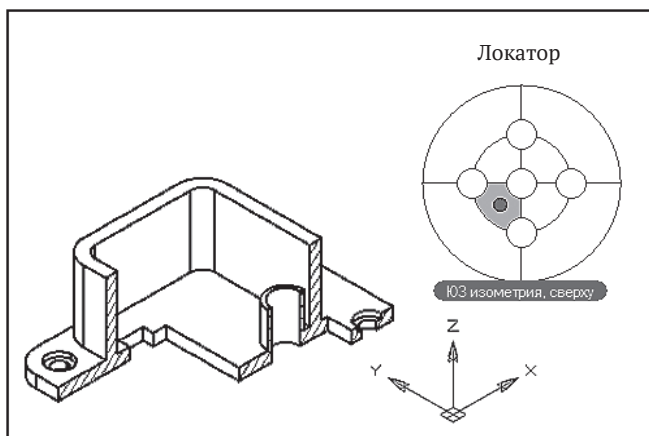


Рис. 2.87. Штриховка на плоскостях XOZ и YOZ ступенчатого разреза 3D-модели детали «Основание»

ГЛАВА 4

Построение параметрической 3D-модели детали «Крышка» и ее редактирование

Новый принцип – построение 3D-моделей деталей общего назначения в программе nanoCAD Механика (в отличие от программы AutoCAD [8]) начинают с **построения 2D-эскизов**. Для этого в начале используют команду **Добавить эскиз** (рис. 2.46).

Условие использования – 2D-эскиз должен представлять собой плоский замкнутый контур. Создание 2D-эскизов плоских замкнутых контуров подробно рассмотрено в работах [1, 2].

Ниже на примере детали «**Крышка**» (рис. 2.88) рассматривается **один из вариантов** построения ее параметрической 3D-модели и последующего редактирования.

4.1. Построение 3D-модели детали «Крышка»

По размерам с эскиза (рис. 2.88), используя команды моделирования **Добавить эскиз**, **Полилиния** (для построения 2D-эскиза плоского контура), **Вращение**, **Выдавливание**, **3D Круговой массив**, **Рабочая плоскость** и др., осуществляют построение 3D-модели детали «**Крышка**» (рис. 2.89).

Последовательность построения 3D-модели детали «**Крышка**» отображается в дереве построений функциональной панели **История 3D Построений** (рис. 2.89).

4.2. Редактирование 3D-модели детали «Крышка»

Построенная выше 3D-модель детали «**Крышка**» (рис. 2.89) является **параметрической моделью**, поэтому ее можно редактировать путем внесения изменений в объекты дерева построений функциональной панели **История 3D Построений** (рис. 2.89).

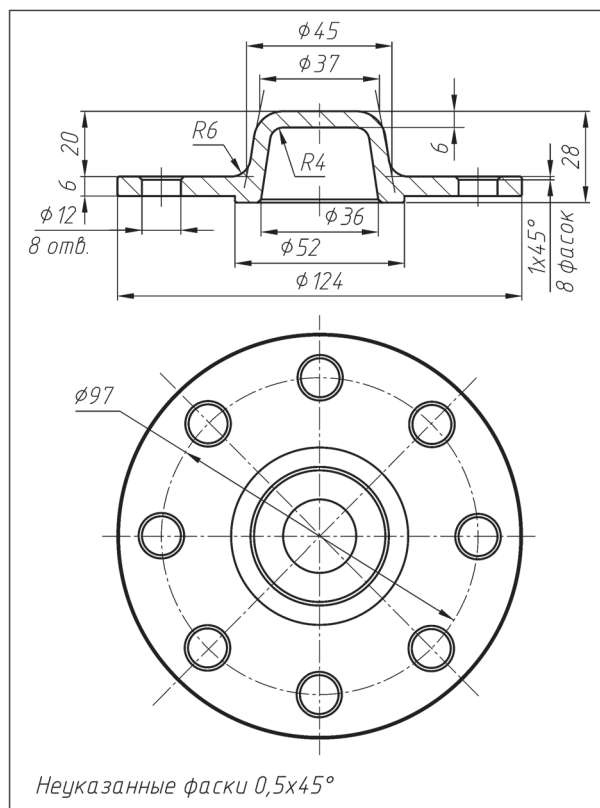


Рис. 2.88. Эскиз детали «Крышка» с натурального образца

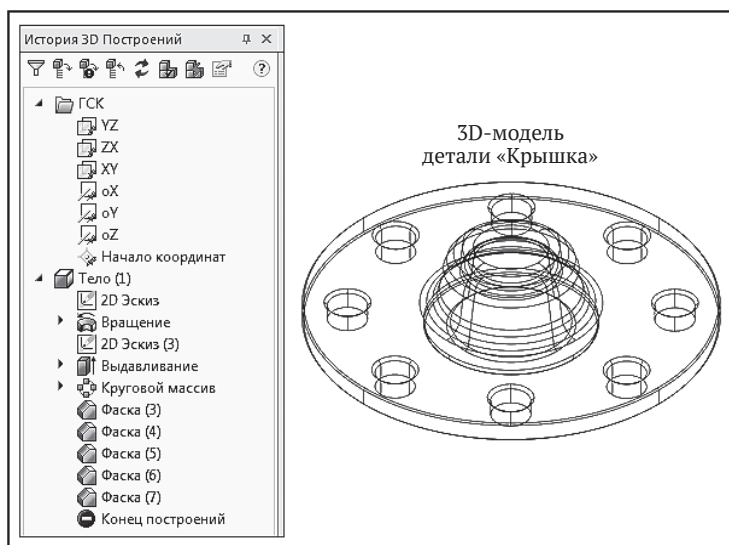


Рис. 2.89. Пример 3D-модели детали «Крышка» и истории ее построения (визуальный стиль Каркас)

Этап № 1. Редактирование размеров 2D-эскиза плоского контура: ЛК № 1 и ПК № 1 на объекте дерева построений **2D Эскиз** (рис. 2.90) – ЛК № 2 в строке всплывающего меню **Редактировать** (рис. 2.90) – появляется изображение первоначально построенного 2D-эскиза плоского контура 3D-модели детали «Крышка», на котором по аналогии с главой 2 (раздел II) проставляют параметрические размеры (рис. 2.91):

- 1) ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 2.47);
- 2) ЛК на иконке команды **Линейный размер** (рис. 2.47);
- 3) далее ЛК из списка выпадающего меню выбирают и проставляют необходимые размеры с использованием средств объектной привязки (клавиша F3).

Редактирование размеров 2D-эскиза плоского контура (рис. 2.91) осуществляют, например, путем выбора ЛК «ручек» на примитиве **Полилиния** и их перемещением в режиме **ОРТО** (клавиша F8). Итог изменения размеров – **56×10 мм** (рис. 2.92а). Редактирование завершают: ПК на объекте дерева построений **2D Эскиз** (рис. 2.93) и далее ЛК в строке **Завершить редактирование** (рис. 2.93). Изменения отображаются на изображении 3D-модели детали (рис. 2.92б).

Этап № 2. Редактирование размера 2D-эскиза отверстия: ЛК № 1 и ПК № 1 на объекте дерева построений **2D Эскиз (3)** (рис. 2.94) – ЛК № 2 в строке всплывающего меню **Редактировать** (рис. 2.94) – появляется изображение первоначально построенного 2D-эскиза отверстия 3D-модели детали «Крышка» (рис. 2.95а).

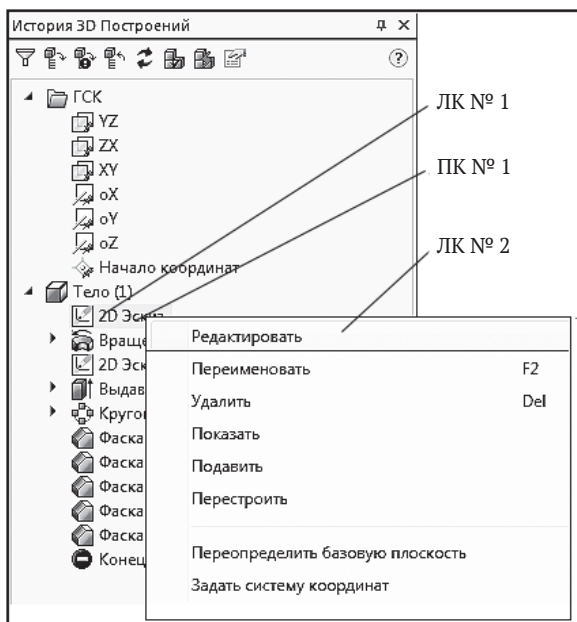


Рис. 2.90. Выбор объекта «2D Эскиз» из дерева построений для редактирования

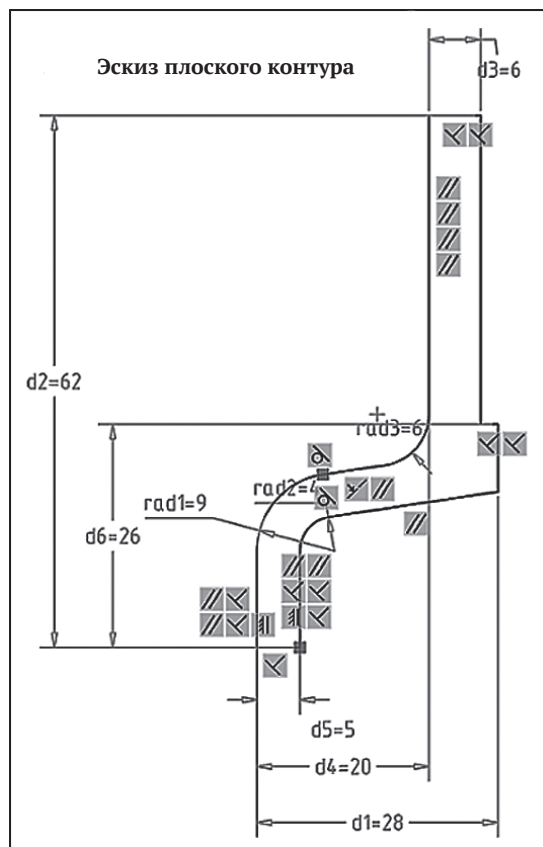


Рис. 2.91. Начальный вид и размеры 2D-эскиза плоского контура

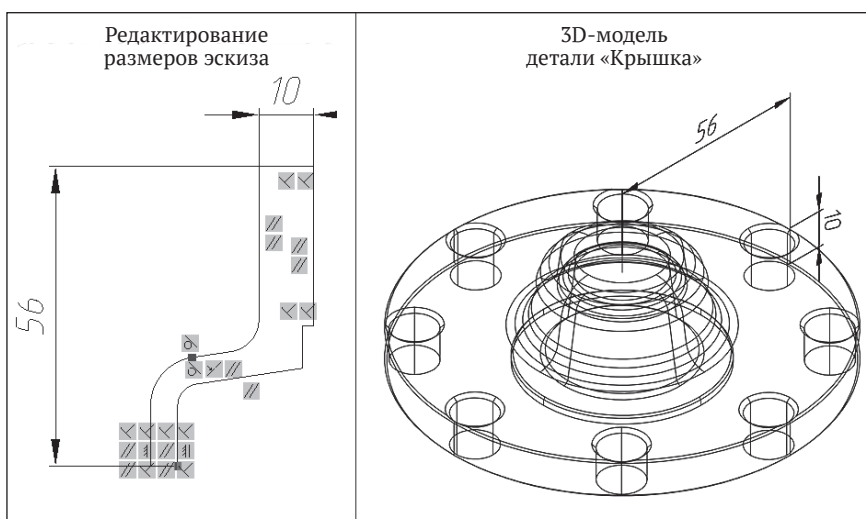


Рис. 2.92. Конечные размеры 2D-эскиза плоского контура и вид 3D-модели детали

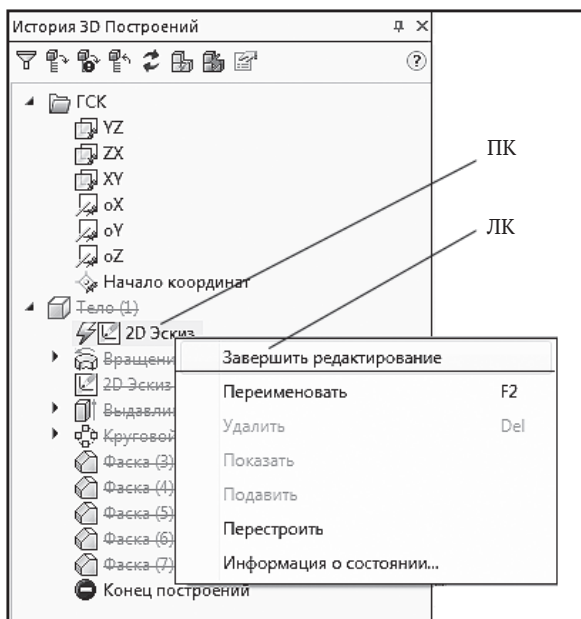


Рис. 2.93. Завершение редактирования 2D-эскиза плоского контура

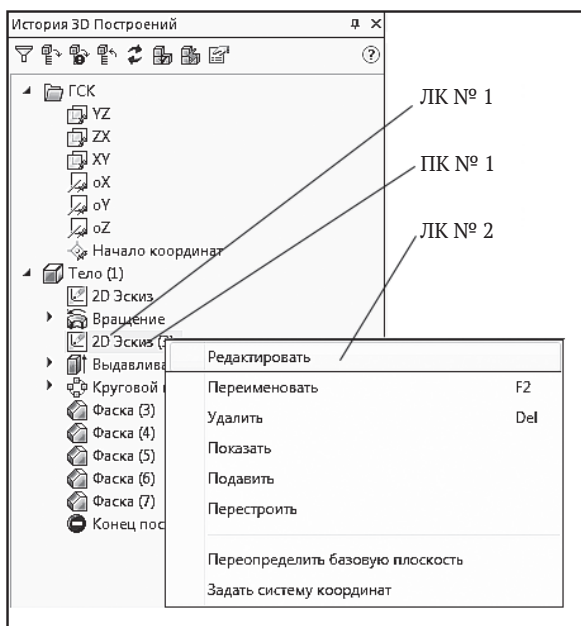


Рис. 2.94. Выбор объекта «2D Эскиз (3)» из дерева построений для редактирования

Изменение размера 2D-эскиза отверстия (рис. 2.95) осуществляют, например, путем использования команды **Масштаб**. Итог изменения размера – $d = 8 \text{ мм}$ (рис. 2.96а). Второй этап редактирования завершают: ПК на объекте дерева построений **2D Эскиз** (рис. 2.97) и ЛК в строке **Завершить редактирование** (рис. 2.97). Изменения отображаются на изображении 3D-модели детали «Крышка» (рис. 2.96б).

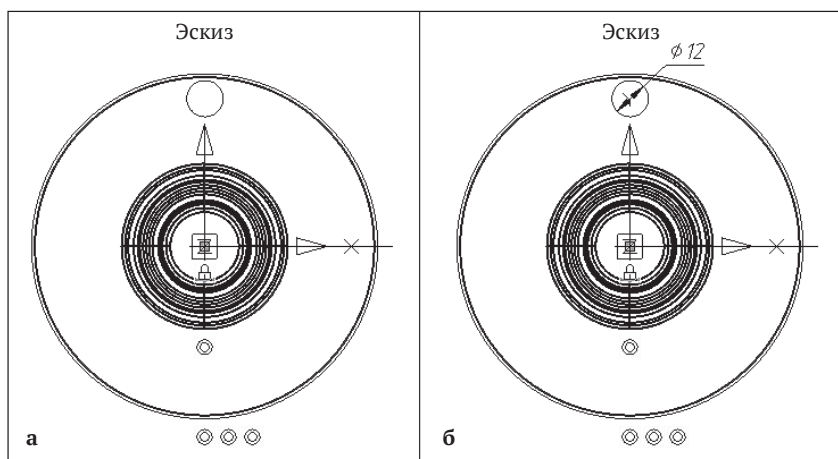


Рис. 2.95. Начальный вид 2D-эскиза и размер отверстия перед редактированием

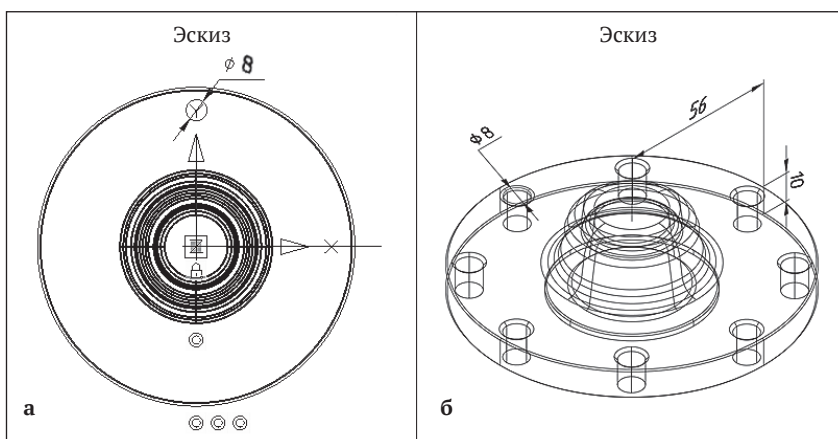


Рис. 2.96. Конечные размеры 2D-эскиза отверстия и вид 3D-модели детали после редактирования

Этап № 3. Редактирование количества отверстий: ЛК № 1 и ПК № 1 на объекте дерева построений **Круговой массив** (рис. 2.98) – ЛК № 2 в строке всплывающего меню **Редактировать** (рис. 2.98) – открывается диалоговое окно **3D Круговой массив** с первоначально построенными отверстиями в количестве **8 штук** (рис. 2.99).

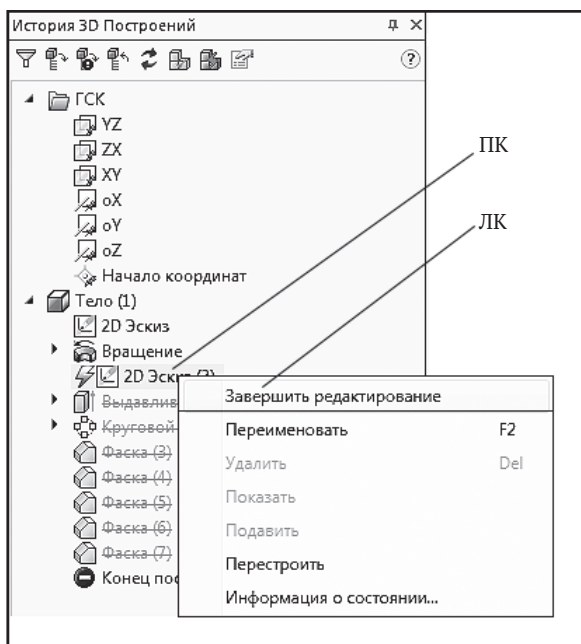


Рис. 2.97. Завершение редактирования 2D-эскиза отверстия

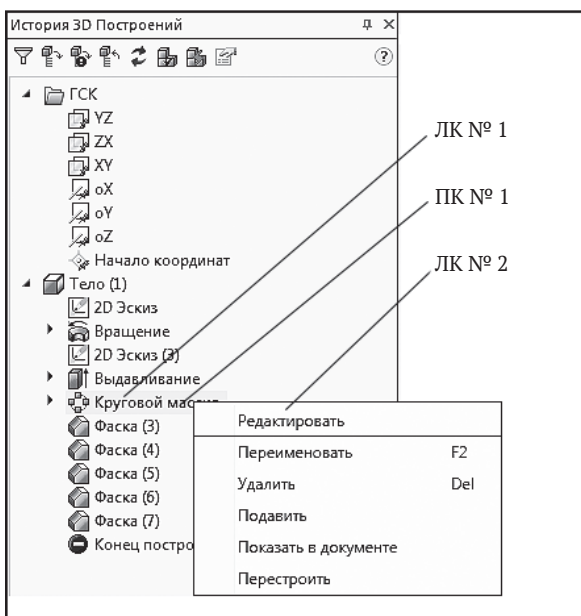


Рис. 2.98. Выбор объекта «Круговой массив» из дерева построений для редактирования

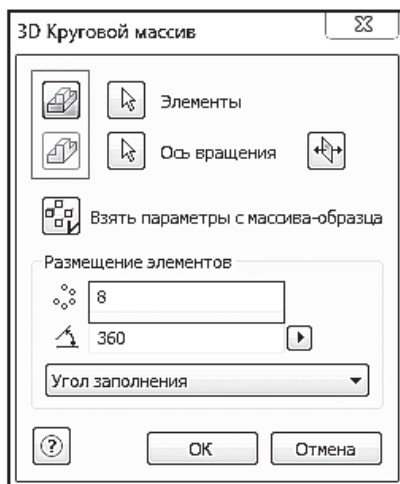


Рис. 2.99. Начальное количество отверстий в диалоговом окне **3D Круговой массив**

Изменение количества отверстий осуществляют с клавиатуры в диалоговом окне **3D-Круговой массив** и фиксируют нажатием ЛК кнопки **OK** (рис. 2.99). Итог изменения количества отверстий – **4 штуки** (рис. 2.100а). Изменения отображаются на изображении 3D-модели детали «Крышка» (рис. 2.100б).

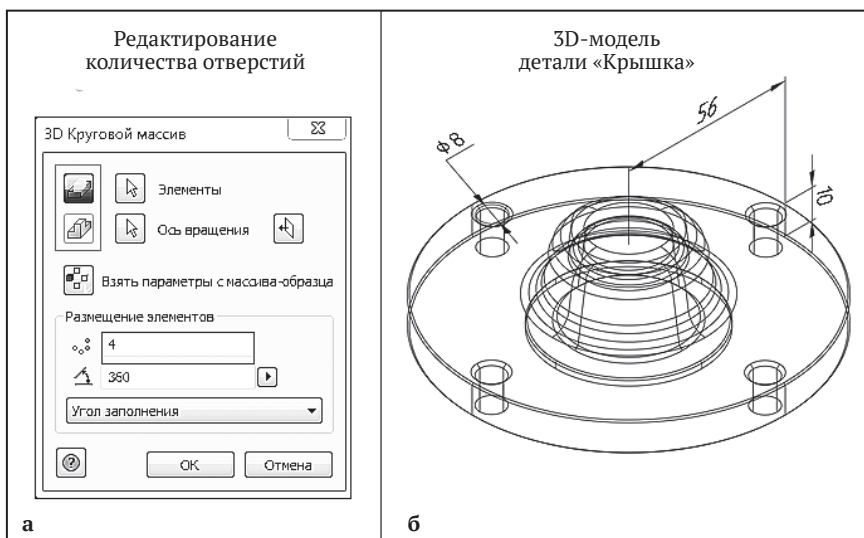


Рис. 2.100. Конечное количество отверстий и вид 3D-модели детали после редактирования

Этап № 4. Редактирование фасок в отверстиях: ЛК № 1 и ПК № 1 на объекте дерева построений **Фаска (7)** (рис. 2.101) – ЛК № 2 в строке всплывающего меню

Редактировать (рис. 2.101) – открывается диалоговое окно **3D Фаска** с первоначально построенными фасками в отверстиях размером $1 \times 45^\circ$ (рис. 2.102).

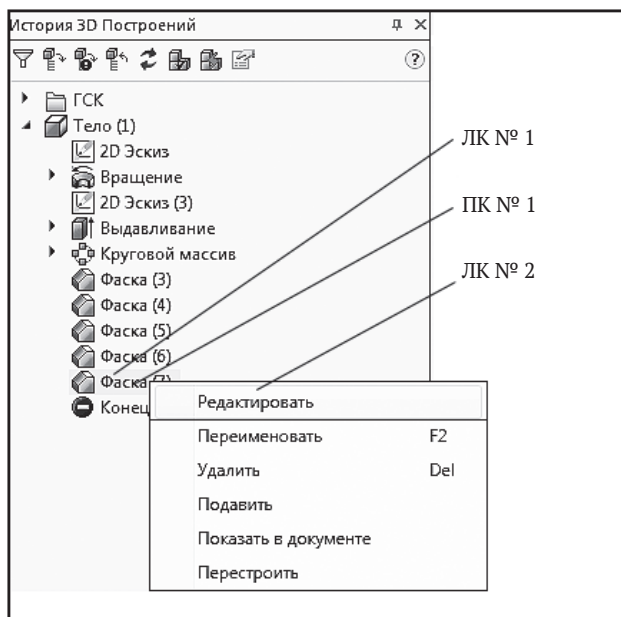


Рис. 2.101. Выбор объекта «Фаска (7)» из дерева построений для редактирования

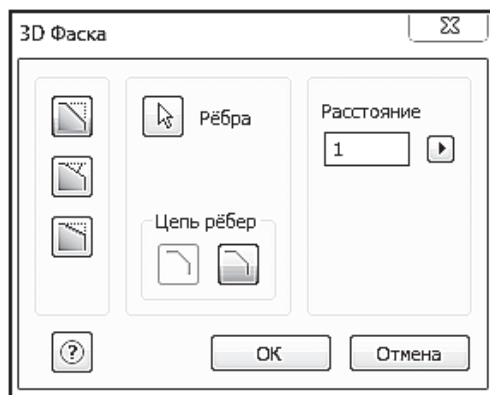


Рис. 2.102. Начальный размер фасок в диалоговом окне **3D Фаска**

Изменение размера фасок осуществляют с клавиатуры в диалоговом окне **3D Фаска** и фиксируют нажатием ЛК кнопки **ОК** (рис. 2.103). Итог изменения размера фасок – $2 \times 45^\circ$ (рис. 2.103а). Изменения отображаются на изображении 3D-модели детали «Крышка» (рис. 2.103б).

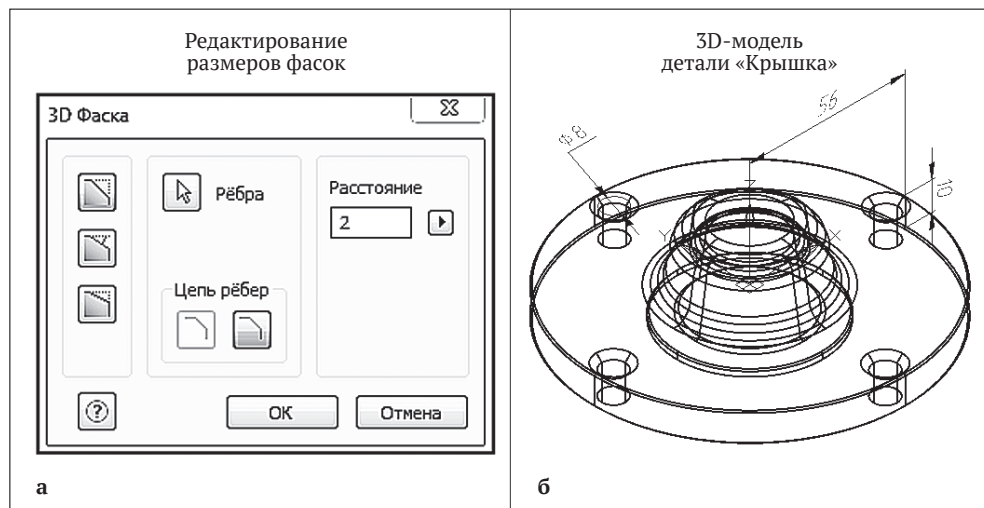


Рис. 2.103. Конечный размер фасок в отверстиях и вид 3D-модели детали после редактирования

Ниже на рис. 2.104 представлены изображения 3D-модели детали «Крышка» в двух ракурсах и визуальном стиле **Тонированный** после удаления проставленных размеров на этапах редактирования № 1...№ 4.

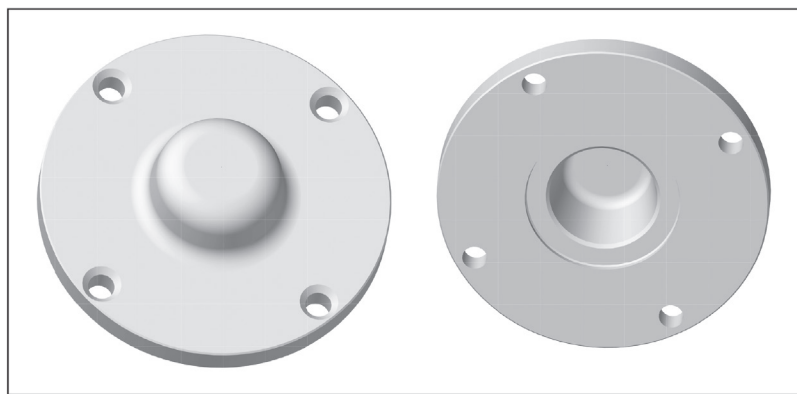


Рис. 2.104. Изображение 3D-модели детали «Крышка» в двух ракурсах (визуальный стиль Тонированный)

Рекомендация 1. Приведенная выше методика построения и редактирования 3D-модели детали «Крышка» может быть использована для редактирования любых 3D-моделей деталей общего назначения.

Рекомендация 2. Формирование 2D-видов, 2D-разрезов и вывод чертежей на печать после редактирования 3D-моделей деталей осуществляют по приведенной выше методике (глава 1, подразделы 1.2 и 1.3).

ГЛАВА 5

Совместное использование команды 3D Выравнивание и функциональной панели История 3D Построений

По **новой технологии** программы nanoCAD Механика формирование 2D-видов, 2D-разрезов и вывод чертежей на печать осуществляют на основе **Вида сверху** 3D-моделей деталей (глава 1, подразделы 1.2 и 1.3).

В тоже время 3D-модели деталей в процессе построения могут быть повернуты относительно плоскостей проекций, например плоскости нижних оснований 3D-моделей деталей «**Крышка**» (рис. 2.104) и «**Колпачок**» (раздел III, рис. 3.36), а также параллельные основаниям плоскости могут не совпадать с плоскостями **XY** или не быть им параллельны.

Ниже на примере 3D-модели детали «**Колпачок**» рассматривается один из способов совмещения ее нижней плоскости с плоскостью проекций **XY** для образования стандартного положения **Вид сверху**.

Этап № 1. Для наглядности построений включают изображение плоскости **XY**: ЛК на выбранной плоскости **XY** панели **История 3D Построений** (рис. 2.105) – ПК – ЛК на строке открывающегося контекстного меню **Показать** – выбранная плоскость желтого цвета появляются в рабочем окне программы (рис. 2.105).

Этап № 2. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 2.106) – ЛК на иконке команды **3D Выравнивание** из группы Манипуляция (рис. 2.106) – ЛК на изображении 3D-модели детали «**Колпачок**» (рис. 2.105) – выбор подтверждают нажатием клавиши **Enter** – открывается диалоговое окно **3D Выравнивание** (рис. 2.107).

Этап № 3. ЛК на кнопке **Поверхность** блока Старое местоположение (рис. 2.107) – ЛК на нижней плоскости 3D-модели детали «**Колпачок**» (рис. 2.107) – она окрашивается зеленым цветом – ЛК на кнопке **Поверхность** блока Новое местоположение (рис. 2.107) – ЛК на изображении плоскости **XY** (рис. 2.107) – она окрашивается зеленым цветом – ЛК на кнопке **Инвертировать направление** (рис. 2.107) – появляется **фантом** 3D-модели детали «**Колпачок**» оранжевого цвета (рис. 2.108) – ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **3D Выравнивание** – результат представлен на рис. 2.109.

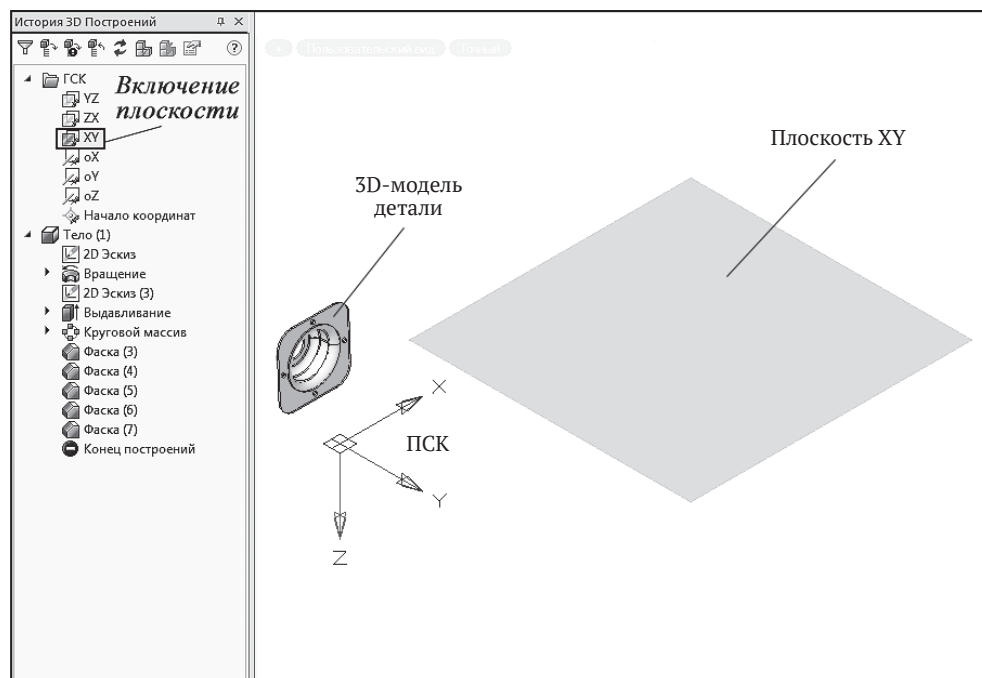


Рис. 2.105. Включение изображения плоскости XY
(визуальный стиль 3D-модели детали «Колпачок» – Реалистичный)

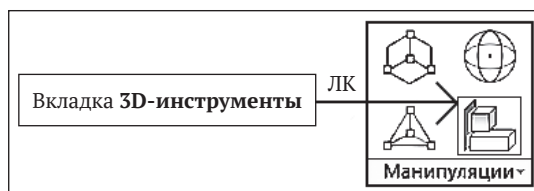


Рис. 2.106. Схема выбора команды 3D Выравнивание



Рис. 2.107. Диалоговое окно 3D Выравнивание

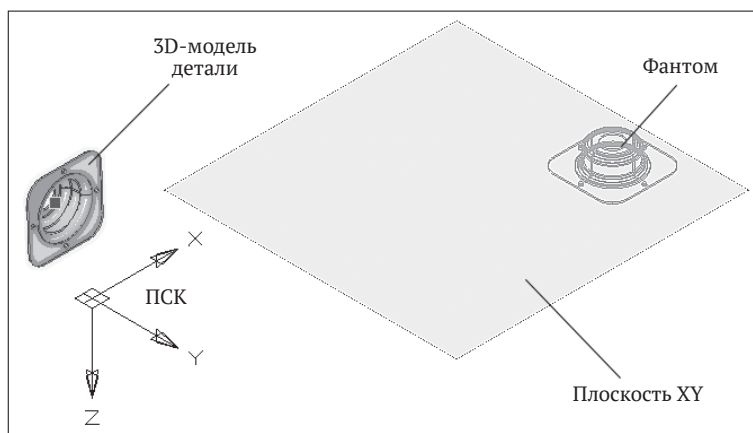


Рис. 2.108. Промежуточный результат построений (плоскость XY включена)

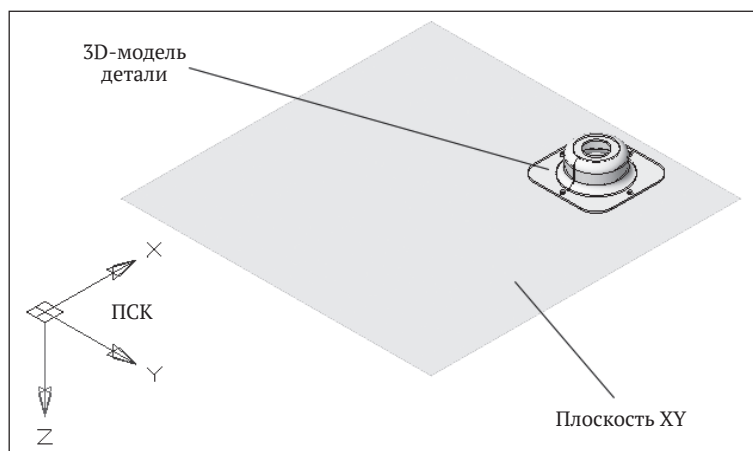


Рис. 2.109. Промежуточный результат построений (плоскость XY включена)

Этап № 4. ЛК на вкладке **Вид** (рис. 2.110) – ЛК на иконке команды **МСК** из группы Координаты (рис. 2.110) – результат представлен на рис. 2.111.



Рис. 2.110. Схема выбора команды **МСК** (мировой системы координат)

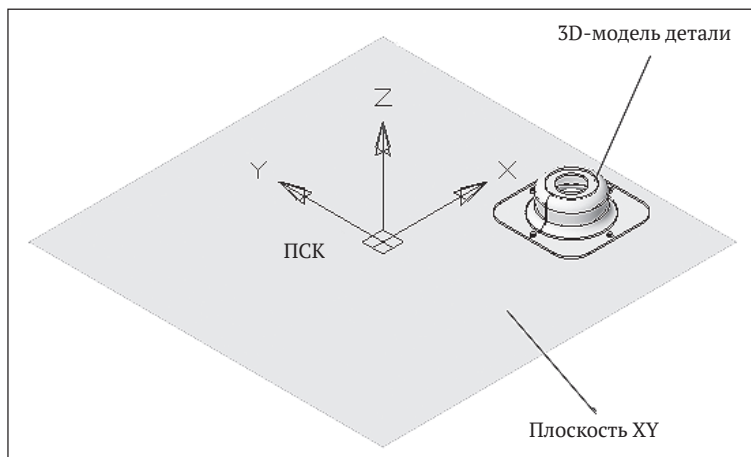


Рис. 2.111. Промежуточный результат построений (плоскость XY включена)

Этап № 5. ЛК на виде Сверху инструмента **Локатор** (рис. 2.112) – результат представлен на рис. 2.112.

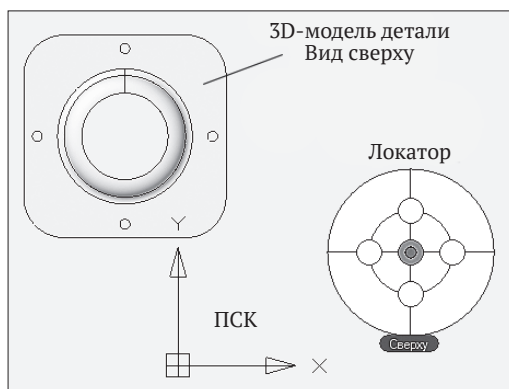


Рис. 2.112. Промежуточный результат построений (плоскость XY включена)

Этап № 6. Построение завершают скрыванием изображения плоскости XY: ПК на объекте дерева построений плоскость XY (рис. 2.113) и далее ЛК в строке **Скрыть** (рис. 2.113). Изменения отображаются на изображении 3D-модели детали (рис. 2.114).

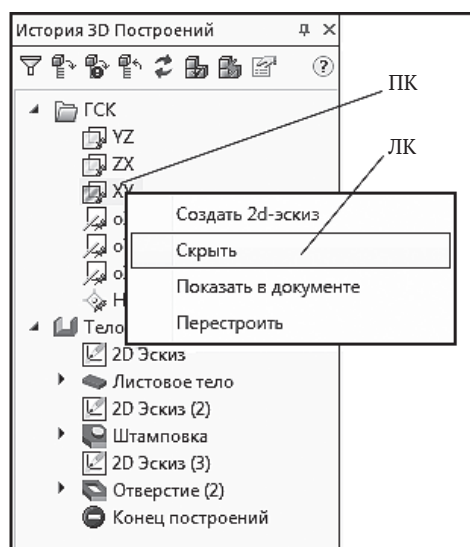


Рис. 2.113. Отключение изображения плоскости XY

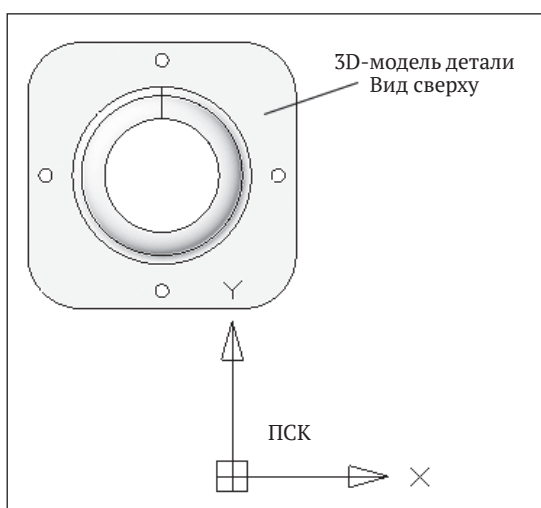


Рис. 2.114. Окончательный результат построений (плоскость XY скрыта)

Рекомендация. Приведенная выше методика может быть использована для совмещения любых 3D-моделей деталей с плоскостью **XY** и образования стандартного положения **Вид сверху**.

ГЛАВА 6

Ссылки из интернета на видеоуроки по 3D-моделированию деталей общего назначения

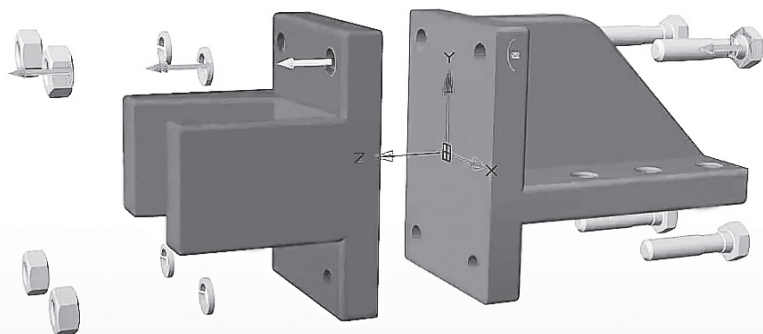


Для пользователей программы дополнительно представлены **ссылки** из открытого доступа в сети **Интернет** на видеоуроки по 3D-моделированию деталей общего назначения (рис. 2.115... 2.117).

Ссылка: https://youtube.com/watch?v=8YZ6DvYbR_Y
(рис. 2.115).

nanoCAD 3D-модуль.

Урок №1 – Основы моделирования



Докладчик: Алексей Дмитриевич Гепта,
agepta@nanocad.ru

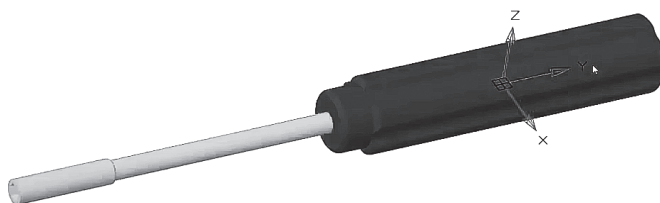
Рис. 2.115

Ссылка: <https://youtube.com/watch?v=GvWKeZXt5E4>
(рис. 2.116).



nanoCAD 3D-модуль.

Урок №2 - Параметрическое моделирование



Докладчик: Алексей Дмитриевич Гепта,
agepta@nanocad.ru

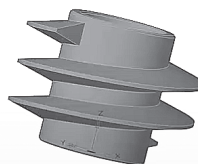
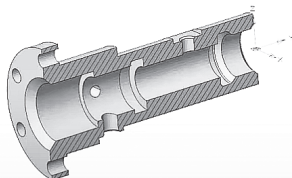
Рис. 2.116

Ссылка: <https://youtube.com/watch?v=RdJx6DoK4f8>
(рис. 2.117).



nanoCAD 3D-модуль.

Урок №3 - Базовые команды 3D моделирования



Докладчик: Алексей Дмитриевич Гепта,
agepta@nanocad.ru

Рис. 2.117

ГЛАВА 7

Новые возможности использования панели История 3D Построений

I. Новые возможности (вариант № 1) – основаны на откатке построенных 3D-моделей деталей к определенному этапу их создания, включая в том числе откатку до первого этапа – начала построения первого «родительского объекта».

Реализация откатки на практике позволяет оперативно вносить изменения в построения 3D-моделей деталей, включая в том числе избежание возможных ошибок при перестроении сложных моделей деталей.

Указанные возможности основаны на появлении в конце дерева построений функциональной панели **История 3D Построений** нового объекта **Конец построений** и использовании его новой функции.

Откатку построений осуществляют следующим образом.

Этап № 1. ЛК мыши на новом объекте **Конец построений**.

Этап № 2. При нажатой ЛК мыши перемещают объект **Конец построений** вверх по дереву построений до выбранного этапа.

Этап № 3. Отпускают ЛК мыши.

Использование новых возможностей на примере 3D-модели детали «Крышка» (рис. 2.118) приведено ниже, на рис. 2.119...2.121.

II. Новые возможности (вариант № 2) – основаны на создании упорядоченной структуры одноименных по названию объектов путем их перемещения в дереве построений и подробно рассмотрены ниже (раздел III, глава 4).

III. Новые возможности (вариант № 3) – основаны на заполнении основной надписи 2D-чертежей деталей, вставке форматов на основе предварительно построенных 3D-моделей деталей и подробно рассмотрены ниже (раздел III, глава 4).

Рекомендация. Приведенные выше методы могут быть реализованы при построении и редактировании любых 3D-моделей деталей общего назначения, включая более сложные по конфигурации 3D-модели деталей.

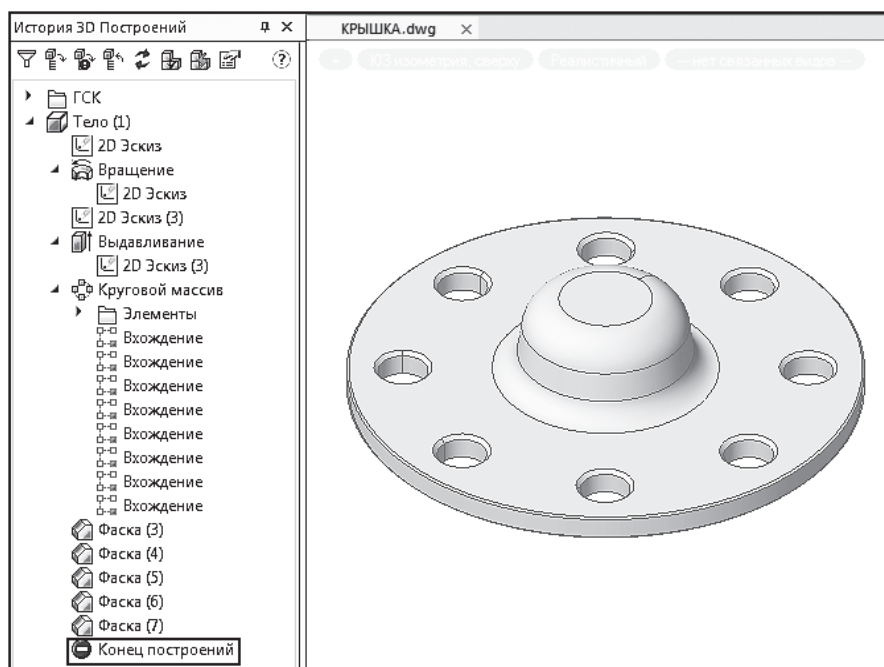


Рис. 2.118. Исходная история построения 3D-модели детали «Крышка» с новым объектом **Конец построений**

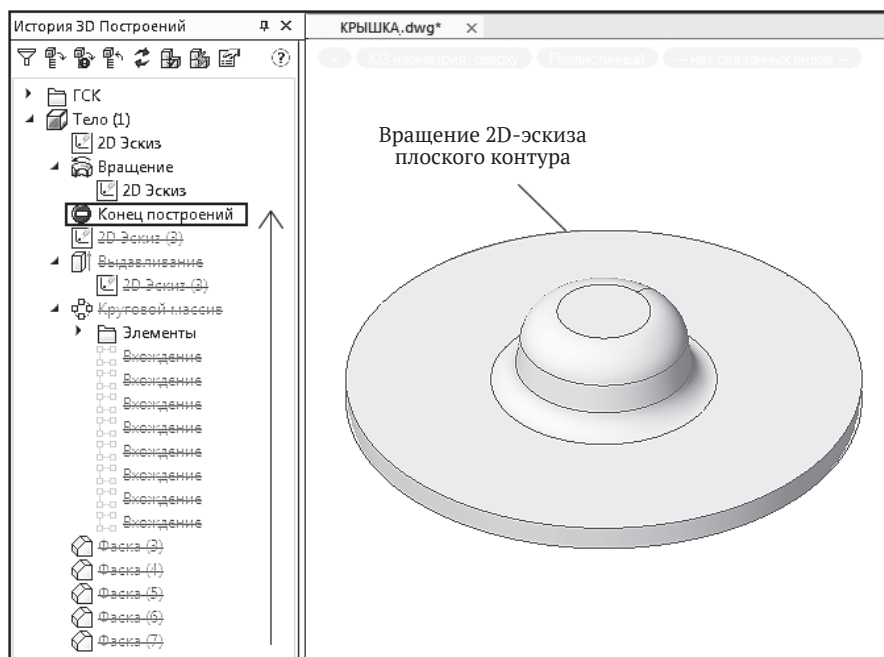


Рис. 2.119. Пример откатки истории построения 3D-модели детали «Крышка» до объекта **Вращение**

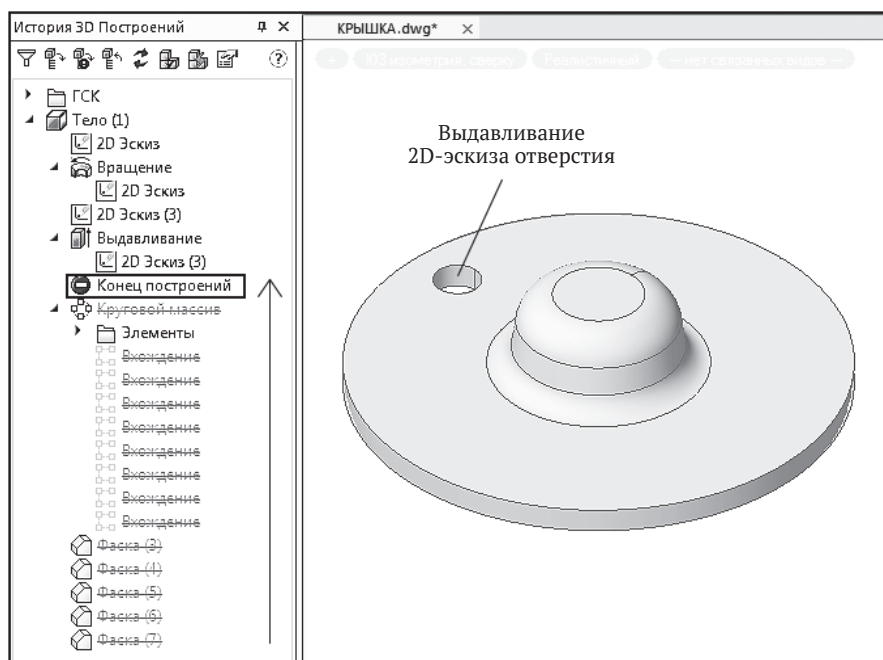


Рис. 2.120. Пример откатки истории построения 3D-модели детали «Крышка» до объекта **Выдавливание**

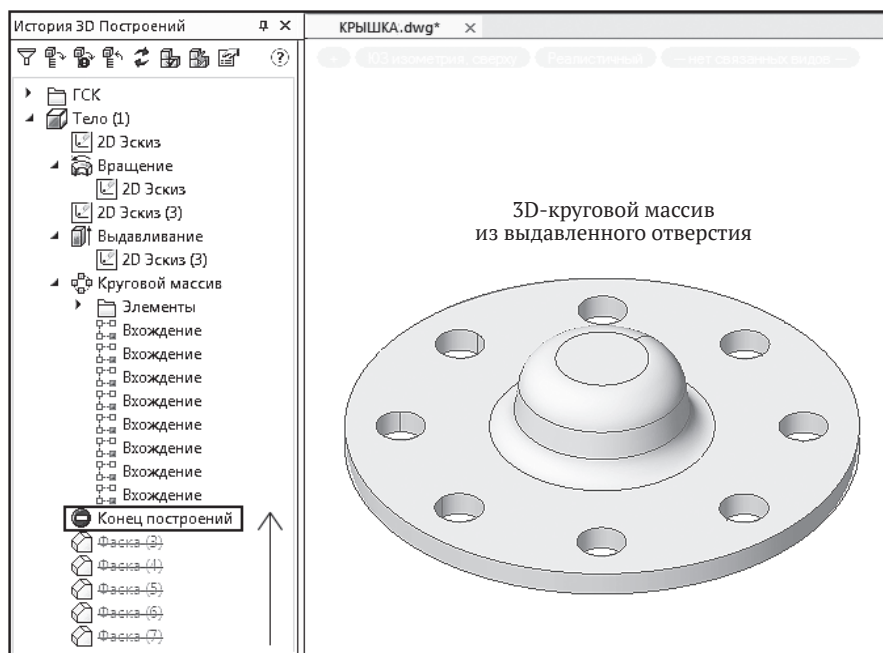


Рис. 2.121. Пример откатки истории построения 3D-модели детали «Крышка» до объекта **Круговой массив**

ГЛАВА 8

Новые возможности визуализации 3D-моделей деталей на основе наложения материалов

Новые возможности – основаны на использовании команды **Обозреватель фактур** и последующего **наложения материалов** на ранее построенные 3D-модели деталей. Материалы, представляющие собой **совокупность настроек и текстур**, используют для улучшения визуализации 3D-объектов за счет придания им более реалистичного внешнего вида.

8.1. Подготовка 3D-моделей деталей

Перед визуализацией 3D-моделям деталей присваивают визуальный стиль **Реалистичный**.

Этап № 1. Выводят на экран монитора одну или несколько 3D-моделей деталей с любыми визуальными стилями, например рис. 2.122.

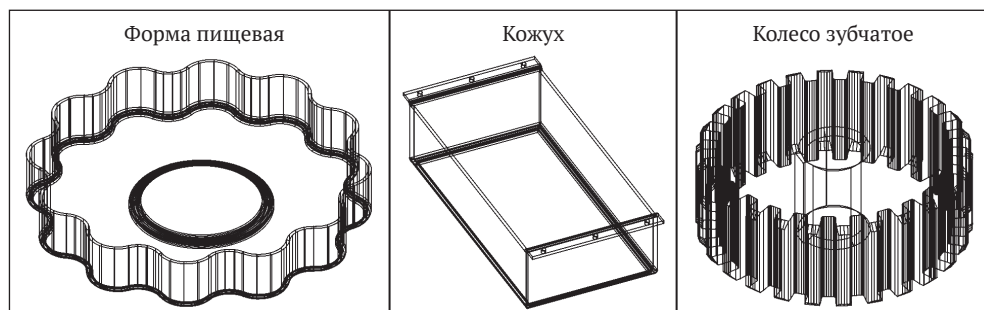


Рис. 2.122. Примеры 3D-модели деталей. Визуальный стиль Каркас

Этап № 2

1. ЛК № 1 на вкладке **Вид** (рис. 2.123) – ЛК № 2 на иконке команды **Визуальные стили** из группы Визуализация (рис. 2.123) – открывается функциональная панель **Визуальные стили** (рис. 2.123).

2. ЛК № 3 на строке **Реалистичный** (рис. 2.123) – ЛК № 4 на кнопке **Применить визуальный стиль** (рис. 2.123) – результат присвоения визуального стиля **Реалистичный** 3D-моделям деталей (рис. 2.122) приведен ниже, на рис. 2.124.

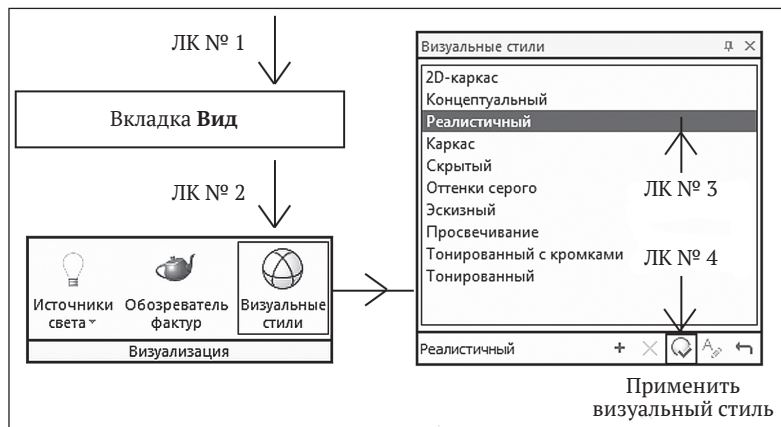


Рис. 2.123. Схема выбора визуального стиля Реалистичный

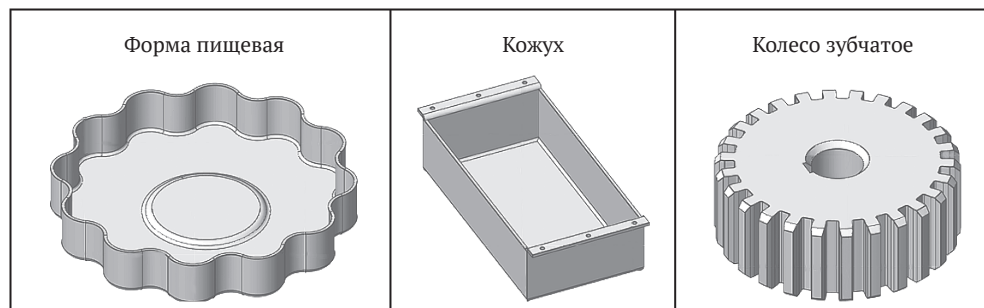


Рис. 2.124. Примеры 3D-модели деталей. Визуальный стиль Реалистичный

8.2. Выбор и добавление материалов для 3D-моделей деталей

После присвоения 3D-моделям деталей визуального стиля **Реалистичный** (рис. 2.124) осуществляют выбор и добавление материала 3D-моделям деталей.

Этап № 1. ЛК № 1 на вкладке **Вид** (рис. 2.125) – ЛК № 2 на иконке команды **Обозреватель фактур** (рис. 2.125) – открывается окно **Обозреватель фактур** с изображением предустановленного материала **Глобальный** (рис. 2.125).

Этап № 2. Вариант № 1. ПК на изображении материала **Глобальный** (рис. 2.126а) – ЛК в строке **Дублировать** открывающегося контекстного меню (рис. 2.126а) – в окне **Обозреватель фактур** появляется изображение дублирующего материала **Глобальный (1)** – (рис. 2.126б).

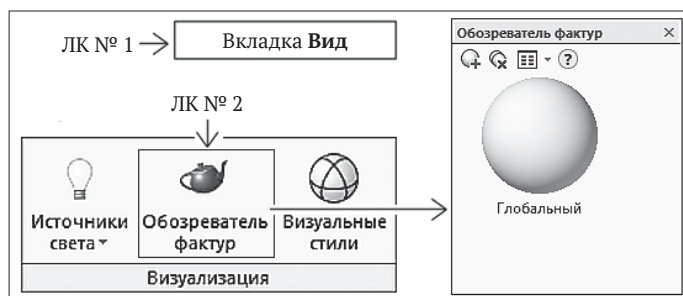


Рис. 2.125. Схема выбора окна **Обозреватель фактур**

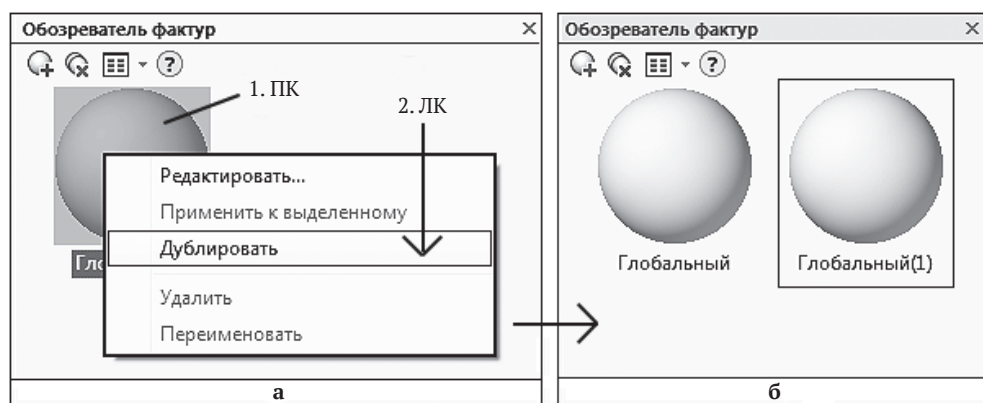


Рис. 2.126. Схема добавления материала в обозревателе фактур
(вариант № 1, материал Глобальный (1))

Или вариант № 2. ПК на свободном месте диалогового окна **Обозреватель фактур** (рис. 2.127а) – ЛК на кнопке **Новая фактура** – в окне **Обозреватель фактур** появляется изображение дублирующего материала **По умолчанию** (рис. 2.127б).

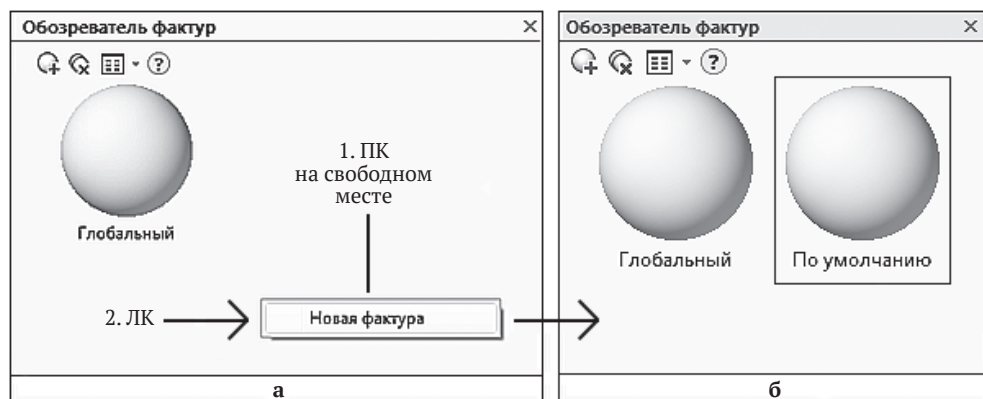


Рис. 2.127. Схема добавления материала в обозревателе фактур
(вариант № 2, материал **По умолчанию**)

Этап № 3. Вариант № 1. ПК на изображении материала **Глобальный (1)** – ЛК в строке **Редактировать** открывающегося контекстного меню (рис. 2.128) – открывается окно **Редактор фактуры – Глобальный (1)** – (рис. 2.130а).

Или **вариант № 2.** ПК на изображении материала **По умолчанию** – ЛК в строке **Редактировать** открывающегося контекстного меню (рис. 2.129) – открывается окно **Редактор фактуры – По умолчанию** – (рис. 2.130б).

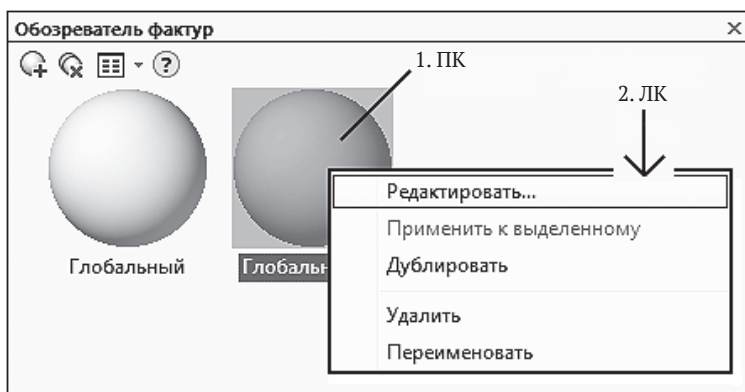


Рис. 2.128. Схема редактирования материала в обозревателе фактур по варианту № 1



Рис. 2.129. Схема редактирования материала в обозревателе фактур по варианту № 2

Этап № 4. Вариант № 1. ЛК № 1 в строке **Рассеивание** (рис. 2.131а) – ЛК № 2 на изображении указателя текстур (рис. 2.131а) – ЛК № 3 на строке **Растр** открывающегося контекстного меню (рис. 2.131а) – открывается окно с папками названий материалов (рис. 2.132).

Или **вариант № 2.** ЛК № 1 в строке **Рассеивание** (рис. 2.131б) – ЛК № 2 на изображении указателя текстур (рис. 2.131б) – ЛК № 3 на строке **Растр** открывающегося контекстного меню (рис. 2.131б) – открывается окно с папками названий материалов (рис. 2.132).

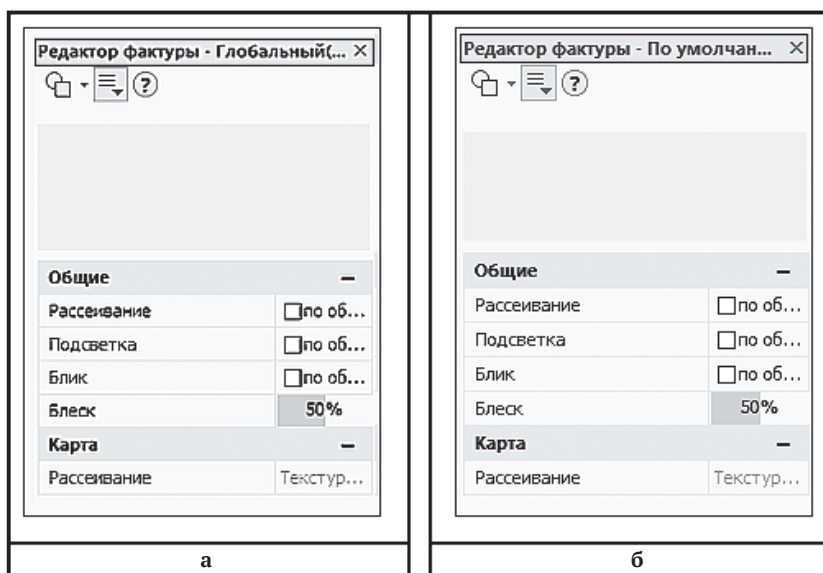


Рис. 2.130. Окна Редактор фактур – Глобальный и Редактор фактур – По умолчанию

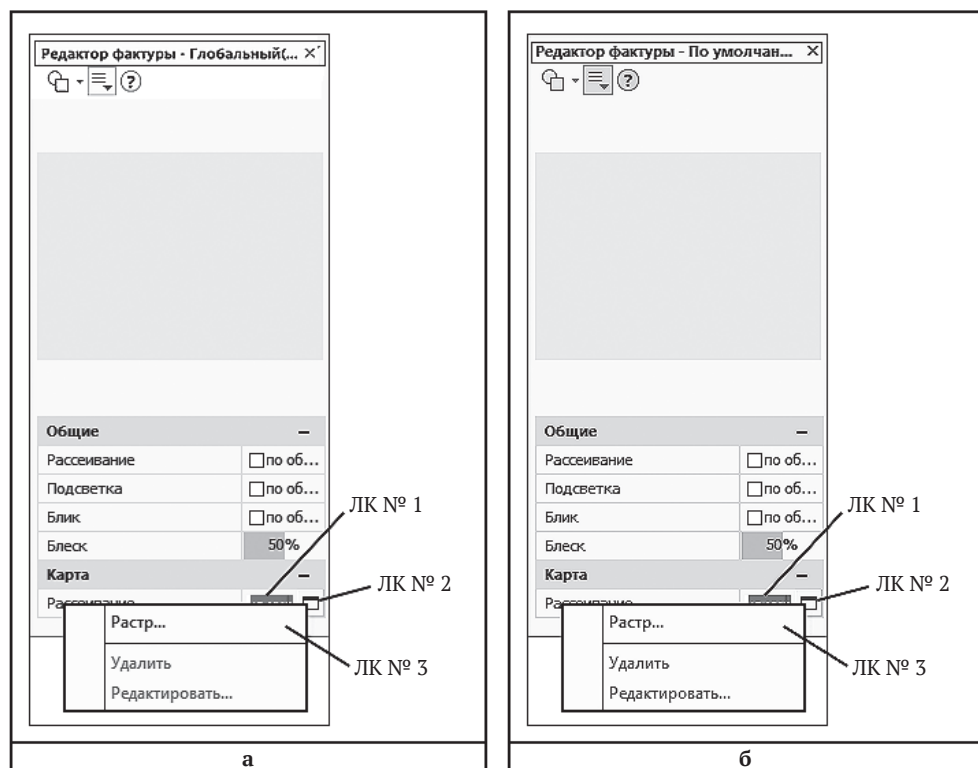


Рис. 2.131. Схемы выбора будущего окна с папками названий материалов

Имя	Дата изменения
3D-печать	11.01.2023 16:29
Асфальт	11.01.2023 16:29
Бетон	11.01.2023 16:29
Древесина	11.01.2023 16:29
Жалюзи	11.01.2023 16:29
Камень	11.01.2023 16:29
Кирпич и обшивка	11.01.2023 16:29
Кровля	11.01.2023 16:29
Ландшафтный дизайн	11.01.2023 16:29
Металл	11.01.2023 16:29
Обои	11.01.2023 16:29
Ограждение	11.01.2023 16:29
Плитка	11.01.2023 16:29
Растительность	11.01.2023 16:29
Стекло	11.01.2023 16:29
Ткани, кожа, текстиль	11.01.2023 16:29

Рис. 2.132. Результат открытия окна с папками названий материалов

Этап № 5. Двойной ЛК, например, на папке **Металл** (рис. 2.132) – открывается окно с изображениями иконок и названиями текстур металлов (рис. 2.133).

Этап № 6. ЛК № 1 на иконке материала, например **Нержавеющая сталь** (рис. 2.133), – ЛК № 2 на кнопке **Открыть** в правой нижней части окна (рис. 2.133) – в окнах **Обозреватель фактур**, например рис. 2.134а, и **Редактор фактур**, например рис. 2.134б, появляются изображения выбранного материала.

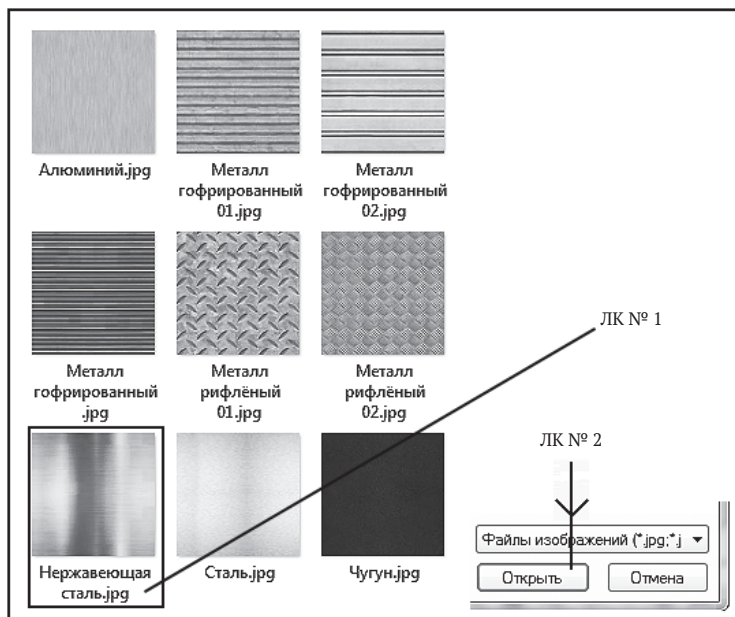


Рис. 2.133. Схема выбора материала с названием **Нержавеющая сталь**

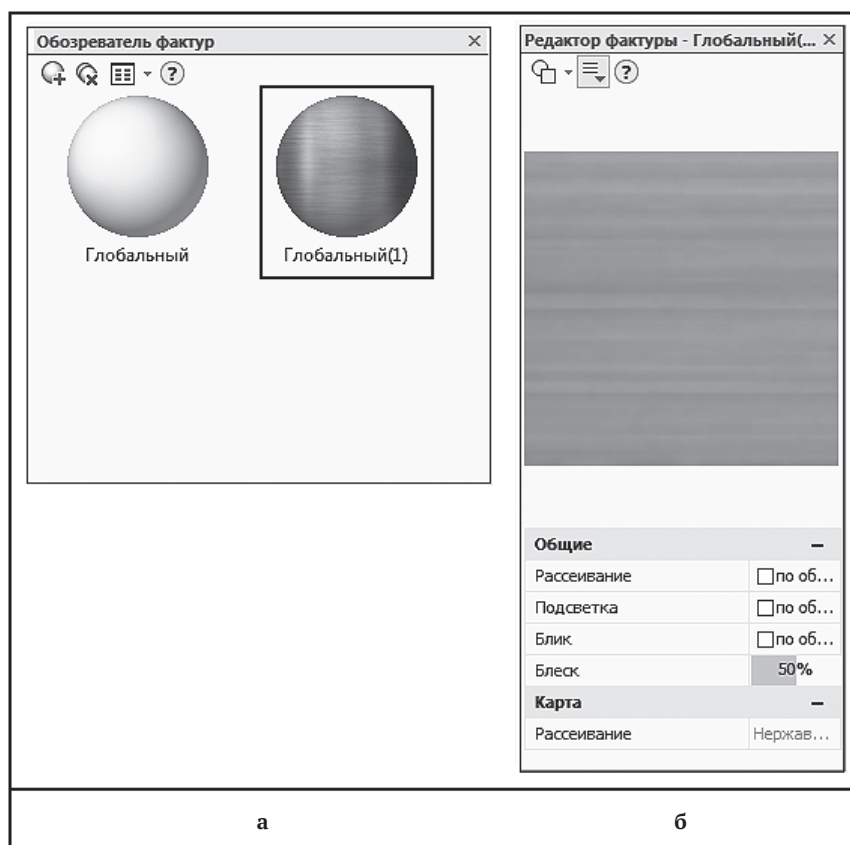


Рис. 2.134. Пример добавления выбранного материала с названием **Нержавеющая сталь**

8.3. Наложение материалов на поверхности 3D-моделей деталей

Реализацию на практике осуществляют следующим образом.

Этап № 1. ЛК или последовательными ЛК выделяем одну или несколько заранее подготовленных деталей с присвоенным визуальным стилем **Реалистичный**, например рис. 2.124.

Этап № 2. ПК, например, на материале **Глобальный (1)** рис. 2.134 или (что то же) на рис. 2.135 – ЛК в строке **Применить к выделенному** открывающегося контекстного меню (рис. 2.135) – нажатием на клавиатуре клавиши **Esc** завершают наложение выбранного материала **Нержавеющая сталь** на поверхности 3D-моделей деталей (рис. 2.136).

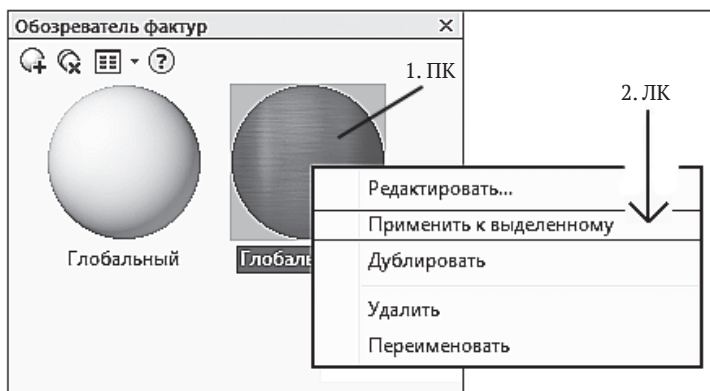


Рис. 2.135. Схема применения выбранного материала в обозревателе фактур по варианту № 1

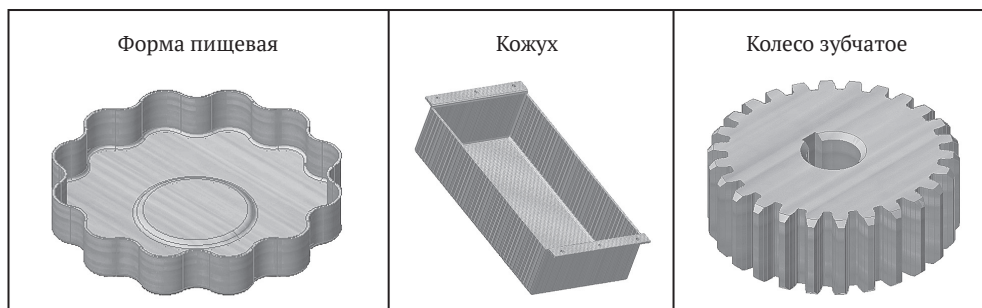


Рис. 2.136. Примеры визуализации 3D-модели деталей с наложенным материалом **Нержавеющая сталь**

Рекомендация. Приведенные выше методы могут быть реализованы при визуализации любых 3D-моделей деталей.

8.4. Редактирование текстур материалов

Для редактирования параметров выбранного для 3D-моделей деталей материала в **Обозревателе фактур** (например, рис. 2.134а) используют, например:

- 1) **Редактор фактуры – Глобальный (1)**, рис. 2.134б;
- 2) или **Редактор фактуры – Глобальный (1)**, рис. 2.137.

Этап № 1. ЛК № 1 в строке **Рассеивание** (рис. 2.137) – ЛК № 2 на изображении указателя текстур (рис. 2.137) – ЛК № 3 на строке **Редактировать** открывающегося контекстного меню (рис. 2.137) – открывается окно **Редактор текстур** (рис. 2.138).

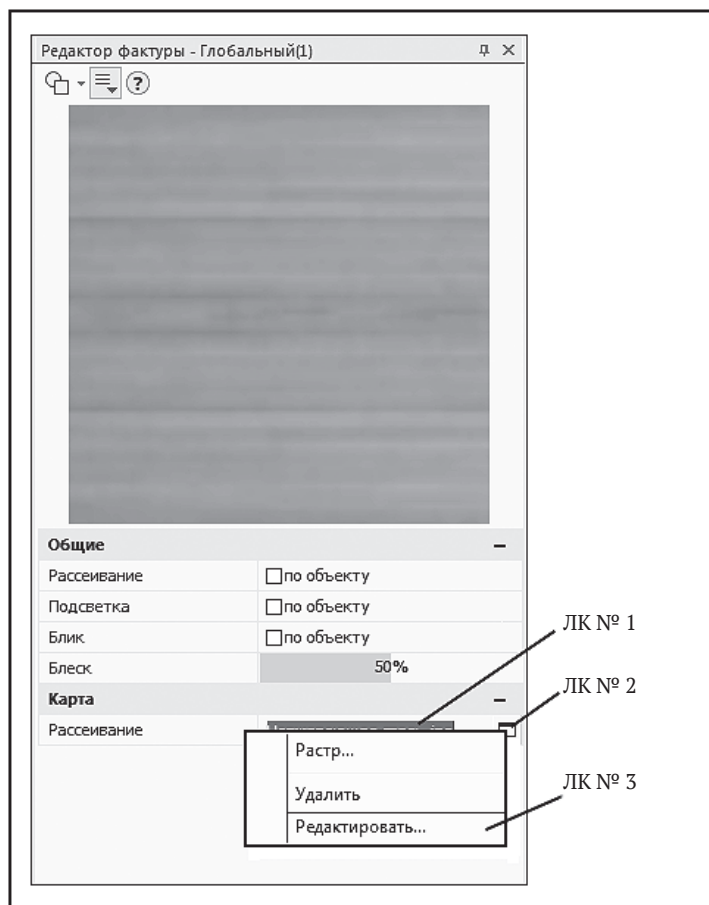


Рис. 2.137. Окно **Обозреватель фактуры – Глобальный (1)**

Этап № 2. ЛК в строке **Тип** (рис. 2.138) – ЛК на появившейся справа кнопке **Стрелка** (рис. 2.138) – открывается контекстное меню с названиями типов текстур (рис. 2.138).

Этап № 3. Последовательными ЛК № 1, 2 и 3 в строке **Тип** на названиях типов текстур (рис. 2.138) задают на одной или одновременно на нескольких 3D-моделях деталей соответствующие типы текстур (рис. 2.139...2.141) и при необходимости сохраняют их в **Обозревателе фактур** для дальнейшего использования, например рис. 2.126.

Рекомендация. В дальнейшем для каждой из 3D-моделей деталей **визуально** выбирают наиболее приемлемый тип текстуры материала.

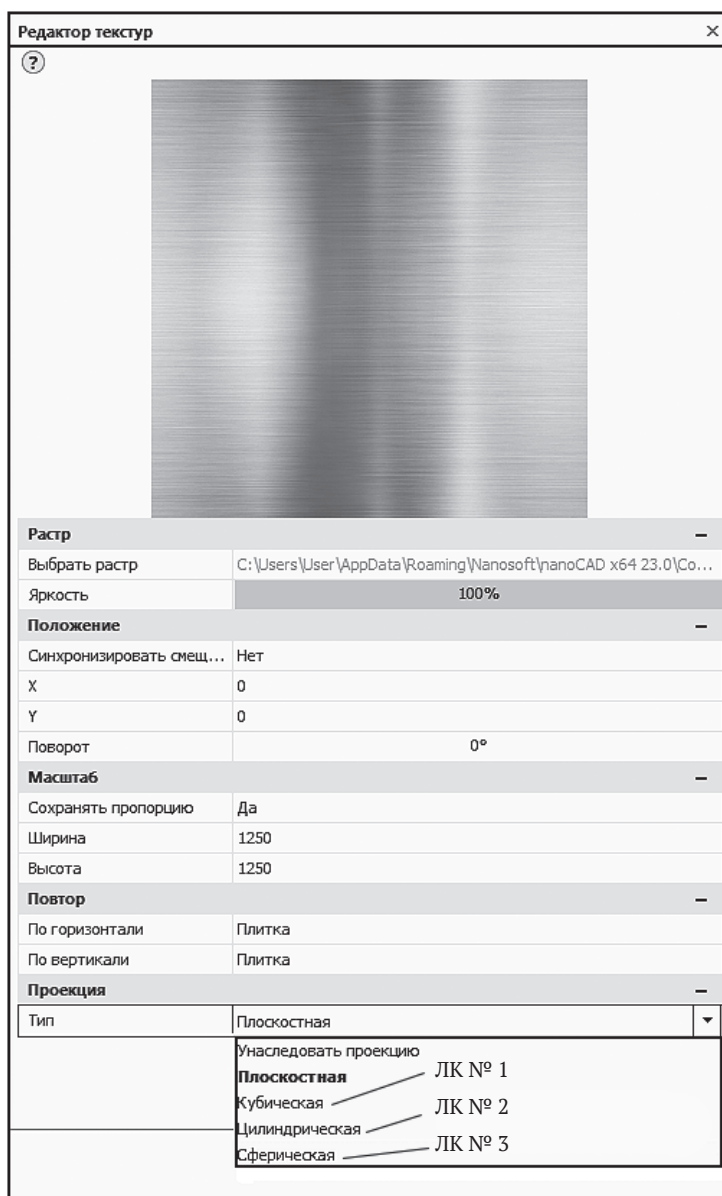


Рис. 2.138. Окно Редактор текстур

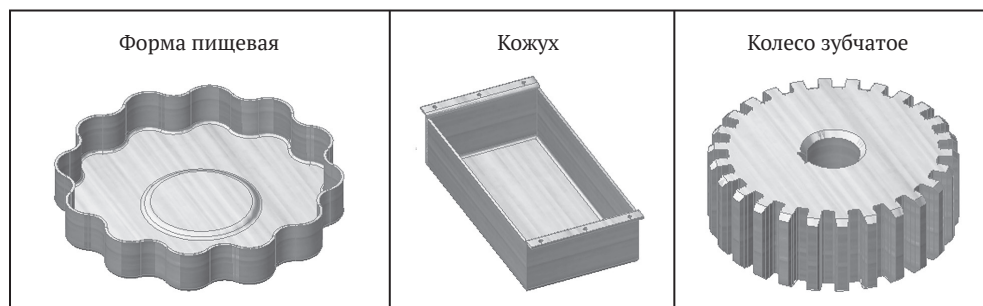


Рис. 2.139. Примеры задания 3D-моделям деталей текстуры Кубическая

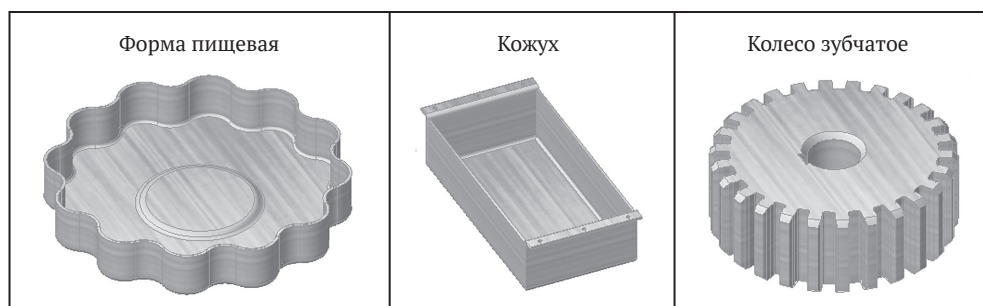


Рис. 2.140. Примеры задания 3D-моделям деталей текстуры Цилиндрическая

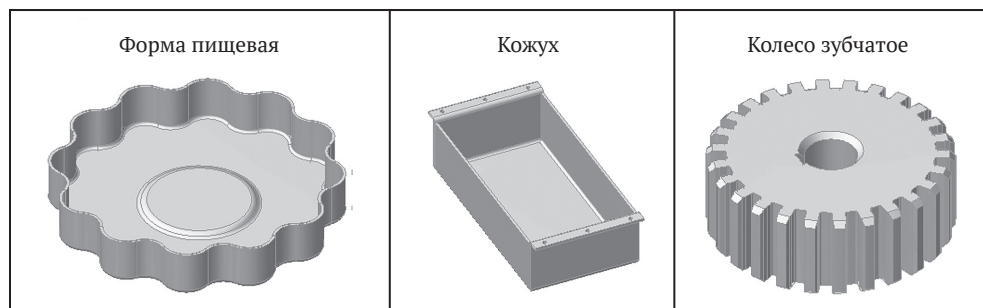


Рис. 2.141. Примеры задания 3D-моделям деталей текстуры Сферическая

Рекомендация 1. Приведенные выше методы редактирования текстур могут быть реализованы для любых материалов (рис. 2.132).

Рекомендация 2. Получение более полных сведений о работе с материалами и текстурами (окно **Редактор текстур** – рис. 2.138) осуществляют, например, следующим образом: ЛК на знаке вопрос (?) в окне **Обозреватель фактур** (например, рис. 2.125) и ЛК на знаке вопрос (?) в окне **Редактор фактуры – Глобальный (1)**, например рис. 2.134, – открываются окна с соответствующей справочной информацией (рис. 2.142 и 2.143).

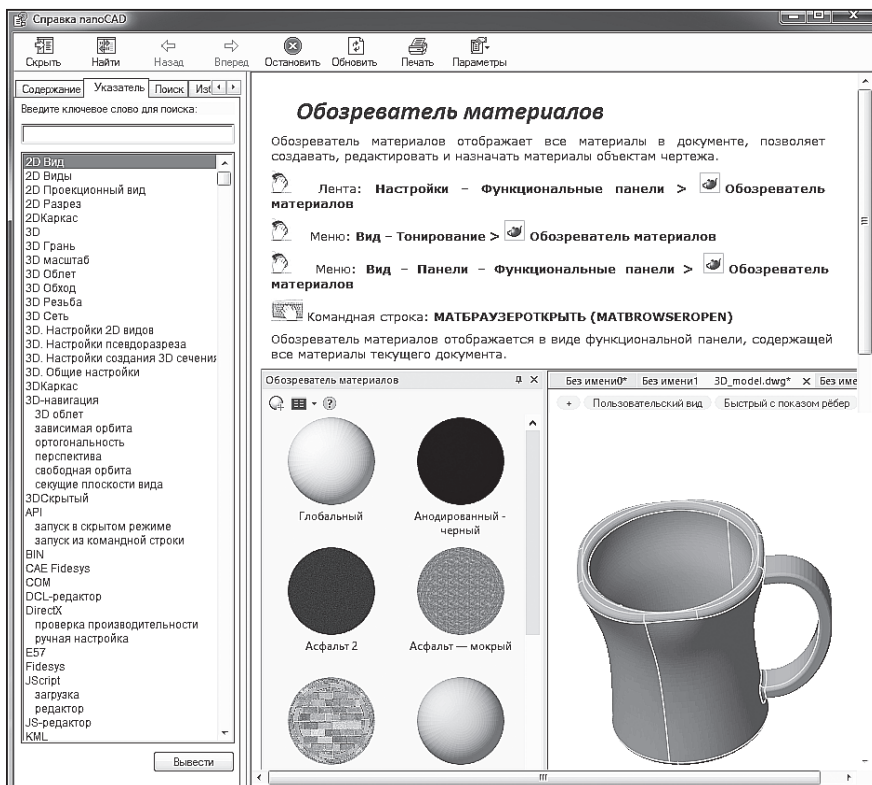


Рис. 2.142. Окно **Обозреватель материалов**

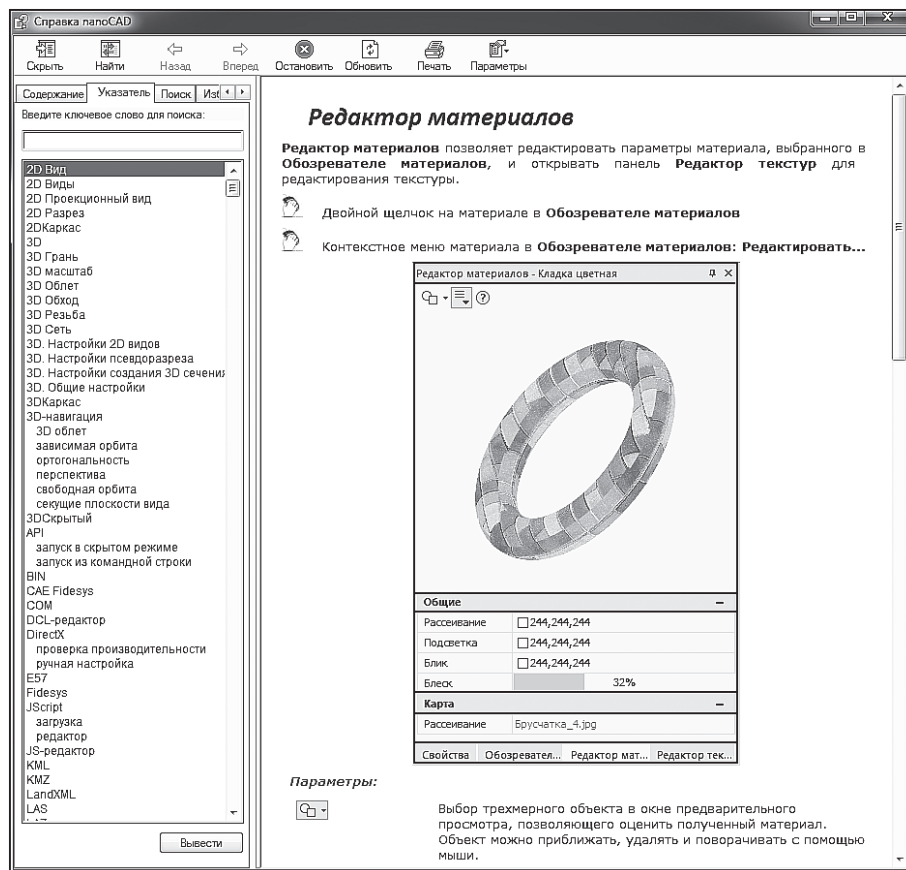
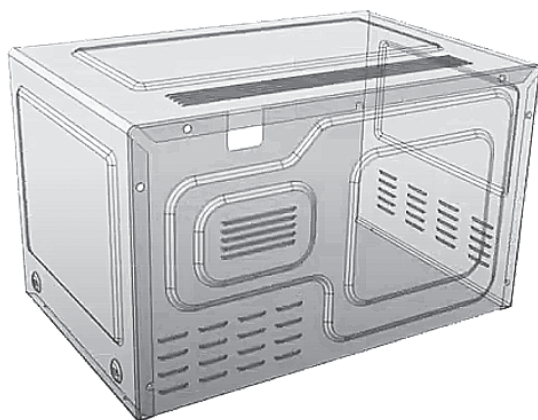


Рис. 2.143. Окно Редактор материалов

Раздел III

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА. ВЫПОЛНЕНИЕ 2D-УЧЕБНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Платформа
nanoCAD



«нанософт»
разработка

nanoCAD
инженерная платформа

ГЛАВА 1

Построение параметрических 3D-моделей деталей из листового проката

1.1. Новый интерфейс и подход к построению 3D-моделей деталей из листового проката

1. **Новый интерфейс** для построения 3D-моделей деталей из листового проката – используют вкладку **3D-инструменты** и команды из группы Листовые тела, а группу активируют ЛК на иконке раздела **Листовое моделирование** из группы Режимы моделирования (рис. 3.1).

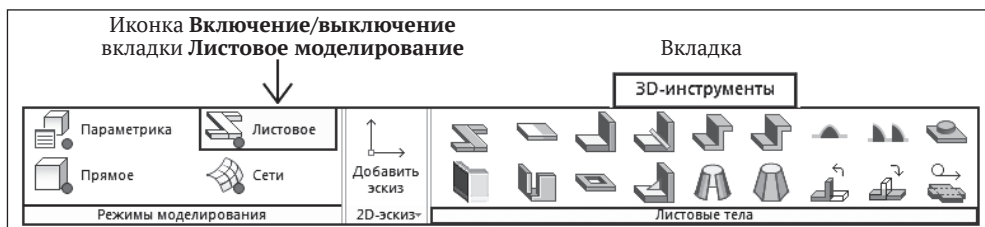


Рис. 3.1. Иконка Включение/выключение вкладки **Листовое моделирование**

2. **Новые команды листового моделирования** – для построения 3D-моделей деталей из листового проката используют **18 новых команд** из группы Листовые тела (рис. 3.1 или 3.2).



Рис. 3.2. Иконки команд листового моделирования:

- 1 – Листовое тело; 2 – Пластина; 3 – Сгиб по ребру; 4 – Сгиб по линии; 5 – Сгиб по эскизу;
- 6 – Подсечка; 7 – Буртик; 8 – Жалюзи; 9 – Штамповка; 10 – Отбортовка;
- 11 – Замыкание углов; 12 – Отверстие; 13 – Ребро жесткости; 14 – Обечайка;
- 15 – Линейчатая обечайка; 16 – Согнуть; 17 – Разогнуть; 18 – Развертка

3. Новый подход к построению 3D-моделей деталей – основан на **параметрическом моделировании**, при использовании которого построение 3D-моделей деталей (в отличие от прямого моделирования в программах nanoCAD Механика предыдущих версий [1, 2] и программы AutoCAD [8]) начинают с **построения 2D-эскизов**. Для этого используют команду **Добавить эскиз** (рис. 3.1).

Рекомендация. Пользователям программы целесообразно ознакомиться с последовательностью (историей) построений 3D-моделей деталей, отображенных на функциональной панели **История 3D Построений**, где все начинается с **построения эскизов**, например:

C:\ProgramFiles\Nanosoft\nanoCADx6423.0\UserDataCache\Samples\Механика\Листовые тела – детали «Кронштейн» и «Защелка» (рис. 3.3).

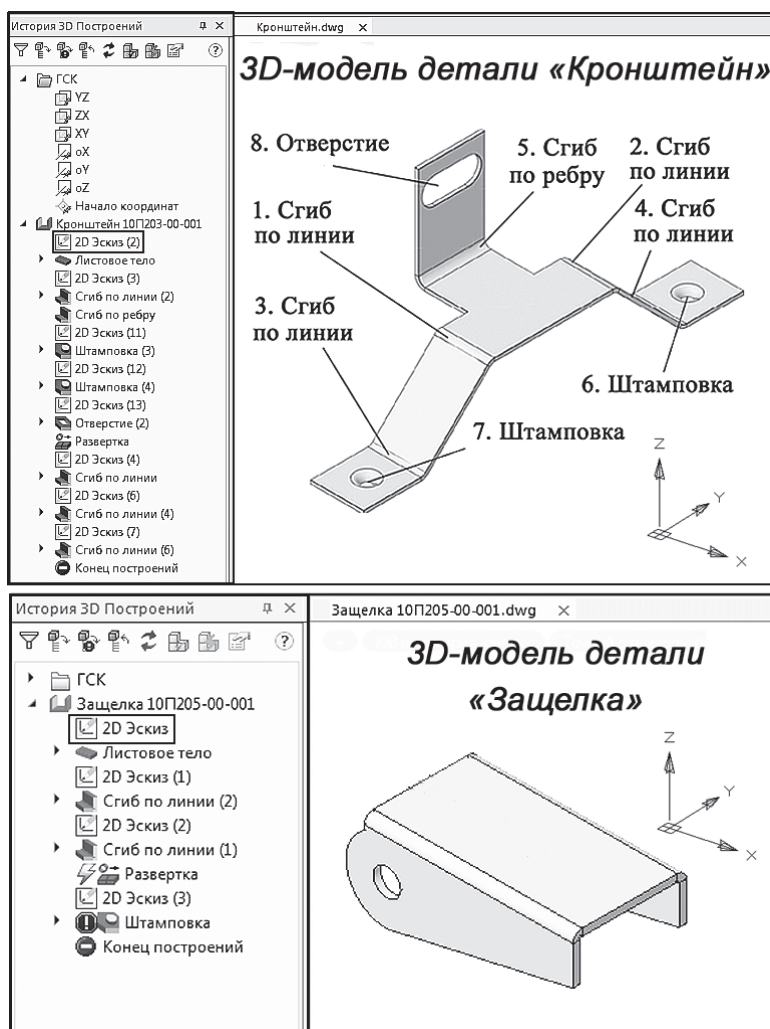


Рис. 3.3. История построений 3D-моделей деталей «Кронштейн» и «Защелка»

1.2. Команда Листовое тело. Пример построения 3D-модели детали «Пластина»

Этап № 1. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 3.1) – ЛК на иконке раздела **Листовое моделирование** (рис. 3.1) – ЛК на иконке команды **Добавить эскиз** (рис. 3.1 или рис. 3.4) – ЛК на плоскости **XY** панели **История 3D Построений** (рис. 3.4) – в рабочем окне программы появляется новая пиктограмма **ПСК** (рис. 3.4), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 3.1) изменяет свой вид (рис. 3.5).

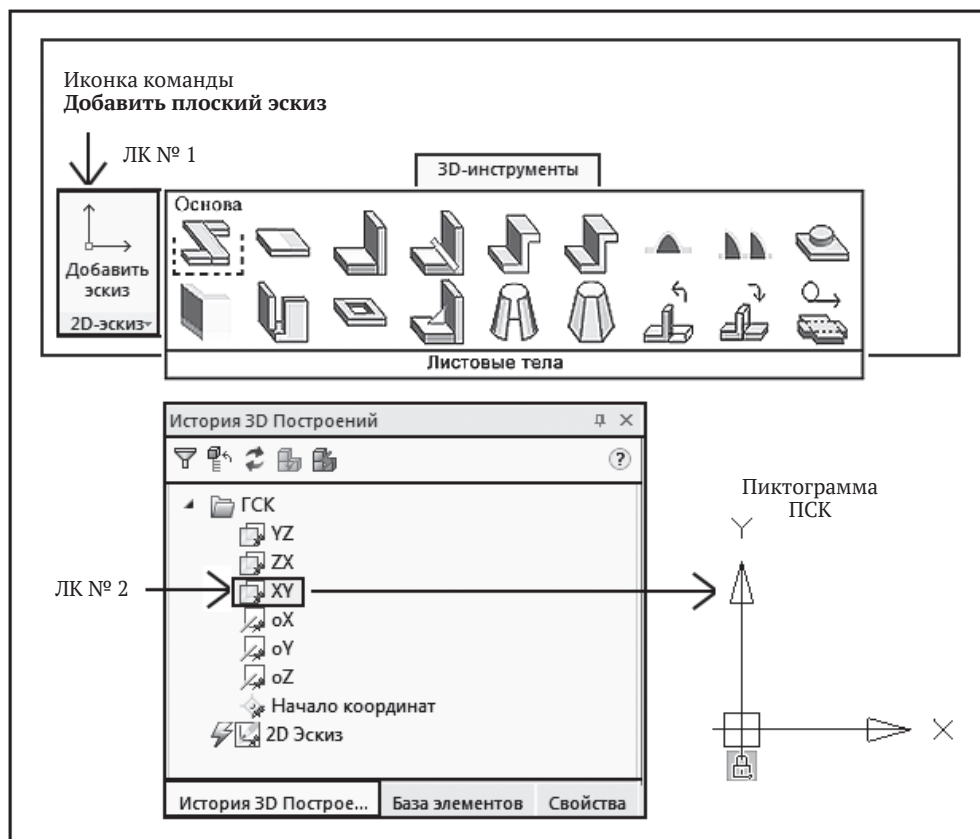


Рис. 3.4. Начало построения эскиза для листового тела

Этап № 2. Двойным ЛК, например, на иконке команды **Прямоугольник** из группы **Черчение** на вкладке **3D-инструменты** (рис. 3.5) строят **эскиз** прямоугольника (рис. 3.6) для будущей 3D-модели детали «Пластина».

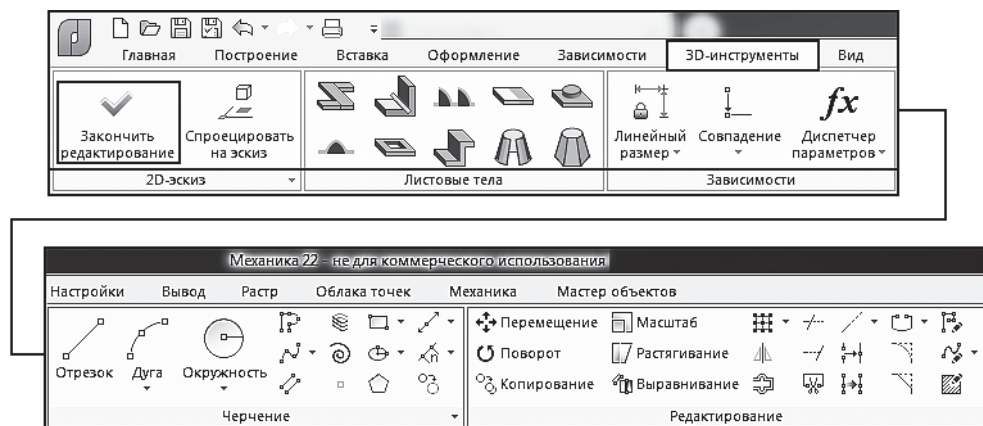


Рис. 3.5. Измененный вид вкладки 3D-инструменты

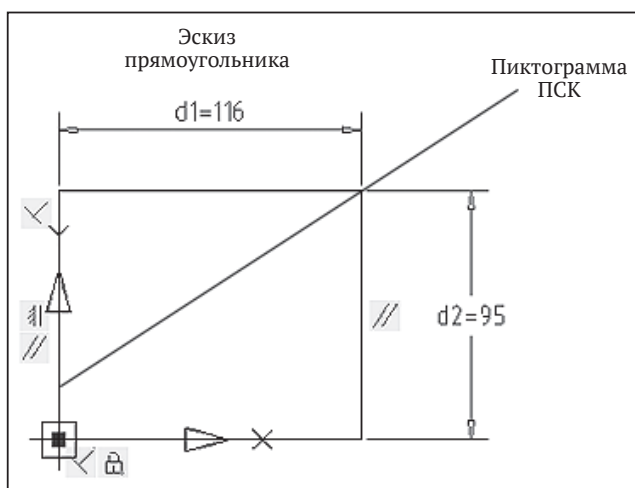


Рис. 3.6. Продолжение построения эскиза прямоугольника для листового тела

Этап № 3. На изображении построенного 2D-эскиза плоского контура 3D-модели детали «Пластина» (рис. 3.6) осуществляют простановку параметрических линейных размеров:

- 1) ЛК № 2 на иконке команды **Линейный размер** (рис. 3.5 или 3.7);
- 2) последовательно из списка выпадающего меню (рис. 3.7) ЛК № 3...ЛК № 4, с использованием средств объектной привязки (клавиша F3) выбирают строку **Линейный размер** (рис. 3.6) и проставляют два размера на соответствующих сторонах эскиза прямоугольника (рис. 3.6).

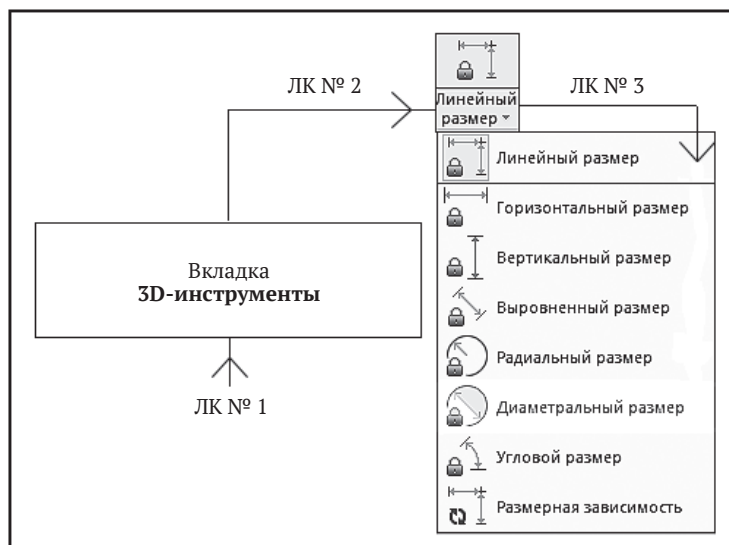


Рис. 3.7. Схема выбора параметрического линейного размера

Этап № 4. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** завершают построение эскиза, изображение которого автоматически переходит к виду **ЮВ изометрия**. Далее его переводят к более привычному виду – **ЮЗ изометрия** (рис. 3.8), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 3.5) возвращается к своему первоначальному виду (рис. 3.1).

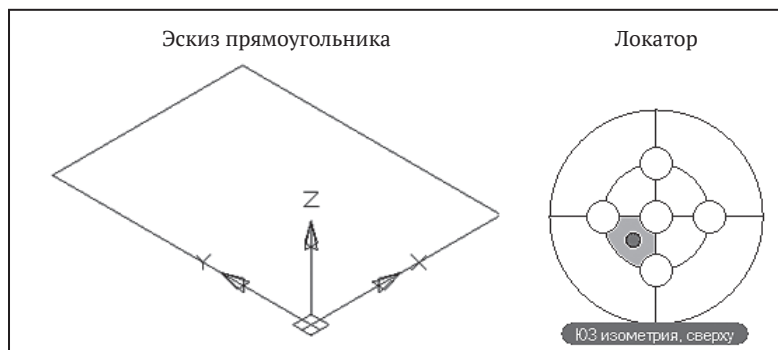


Рис. 3.8. Перевод изображения эскиза прямоугольника в ЮЗ изометрию

Этап № 5. В диалоговом окне **Листовое тело** (рис. 3.9а) вносят необходимые изменения параметров для 3D-модели детали, например толщину изменяют с **10** на **2 мм**, коэффициент с **0,4** на **0**, радиус с **3** на **0 мм**, направление – **вниз** (рис. 3.9б).

Этап № 6. ЛК внутри построенного эскиза-прямоугольника (рис. 3.8) – образуется **3D-модель детали** «Пластина» (рис. 3.10а) с заданными параметрами (рис. 3.9б) – ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Листовое тело** (рис. 3.9б). Для наглядности построений включают режим ви-

зуализации, например **Реалистичный** (рис. 3.10а). Последовательность построений отображается на функциональной панели **История 3D Построений** (рис. 3.10б).

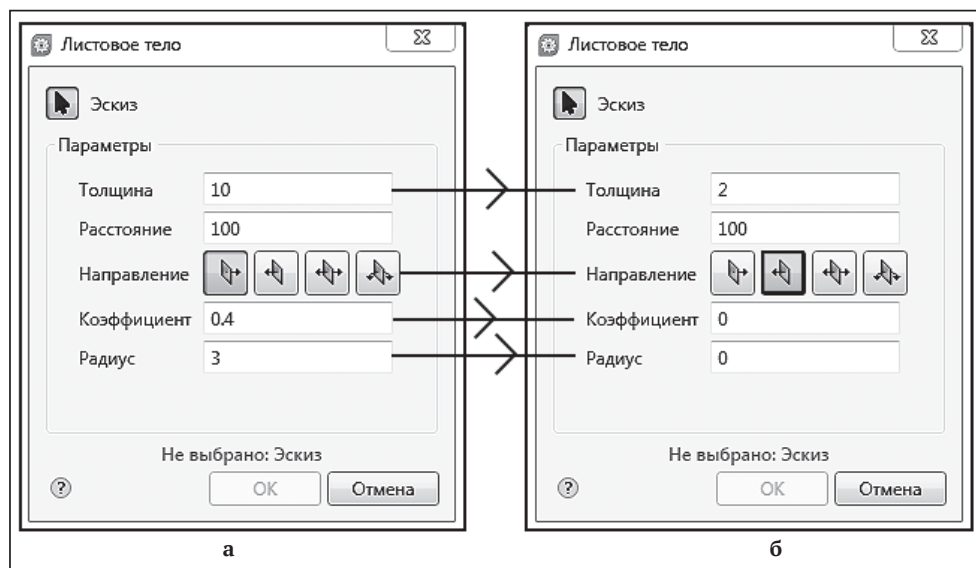


Рис. 3.9. Внесение изменений в диалоговом окне **Листовое тело**

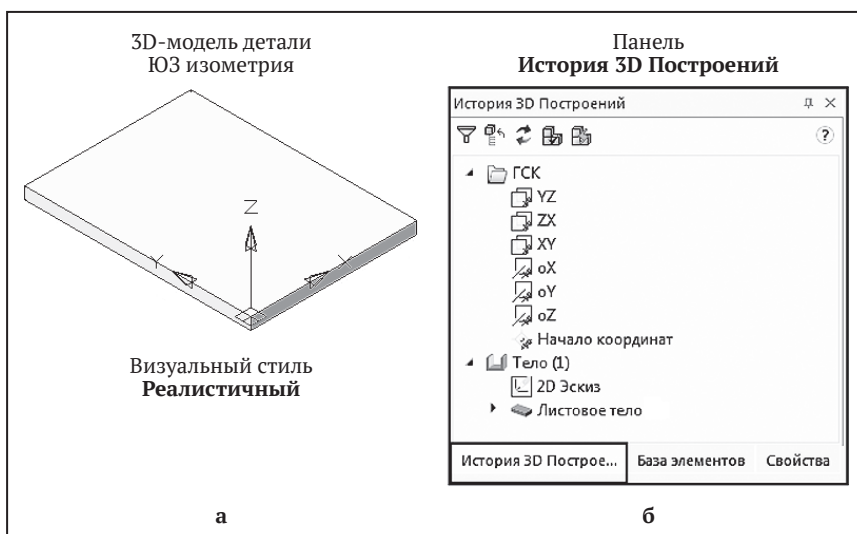


Рис. 3.10. Результаты построения 3D-модели детали «Пластина»

Ниже приводятся примеры построения 3D-моделей деталей из листового проката на основе натуральных образцов деталей и наиболее востребованных команд моделирования (рис. 3.2).

1.3. Команда Сгиб по линии. Пример построения 3D-модели детали «Уголок»

Команда **Сгиб по линии** (рис. 3.2, 4) позволяет сгибать листовое тело по прямой линии относительно его внешней или внутренней плоской грани. Указанные линия и грань будут являться линией сгиба и базовой гранью сгиба.

Ниже рассматривается работа с отмеченной командой на примере натурной детали «Уголок». Ее эскиз приведен на рис. 3.11.

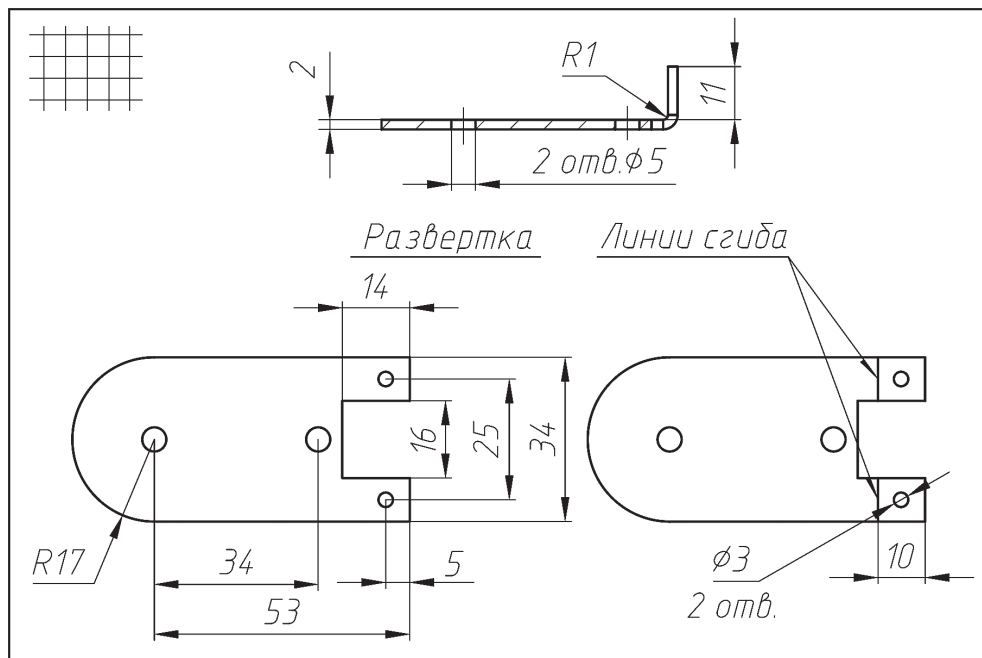


Рис. 3.11. Эскиз детали «Уголок» с натурного образца

Для создания 3D-модели детали «Уголок» используют размеры натурного образца (рис. 3.11) и команды: **Добавить эскиз**; черчения и редактирования; **Листовое тело**; **Сгиб по линии**; **3D-Поворот**, а также интерфейсный инструмент **Локатор** и режим **Визуальные стили**.

Этап № 1. Повторяют действия этапа № 1 (раздел III, подраздел 1.2).

Этап № 2. Используя команды черчения и редактирования из групп Черчение и Редактирование на вкладке **3D-инструменты** (рис. 3.5), по размерам (рис. 3.11) **строят эскиз развертки** для будущей 3D-модели детали (рис. 3.12).



Рис. 3.12. Эскиз развертки поверхности детали «Уголок»

Этап № 3. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** завершают построение эскиза, изображение которого автоматически переходит к виду **ЮВ изометрия**, и далее его переводят к более привычному виду – **ЮЗ изометрия** (рис. 3.13), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 3.5) возвращается к своему первоначальному виду (рис. 3.1).

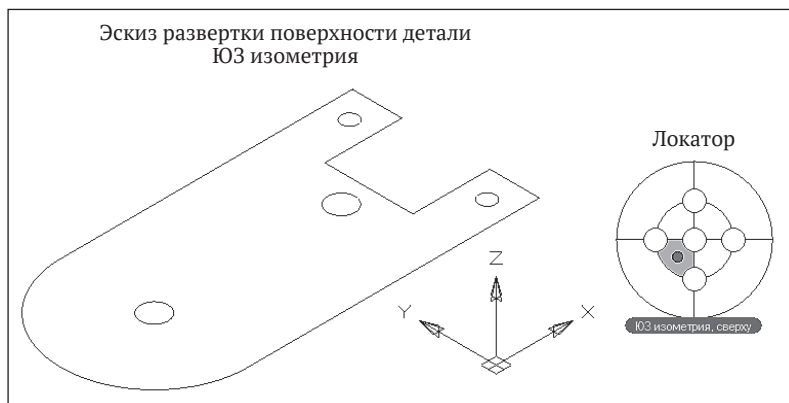


Рис. 3.13. Эскиз развертки поверхности детали «Уголок» в ЮЗ изометрии

Этап № 4. ЛК на иконке команды **Листовое тело** (рис. 3.1 или рис. 3.2) – диалоговое окно **Листовое тело** (рис. 3.14а). В диалоговом окне вносят изменения параметров для будущей 3D-модели детали (рис. 3.14): толщину изменяют с **10** на **2 мм**, коэффициент с **0,4** на **0**, радиус с **3** на **0 мм**, направление – **вниз** (рис. 3.14б).

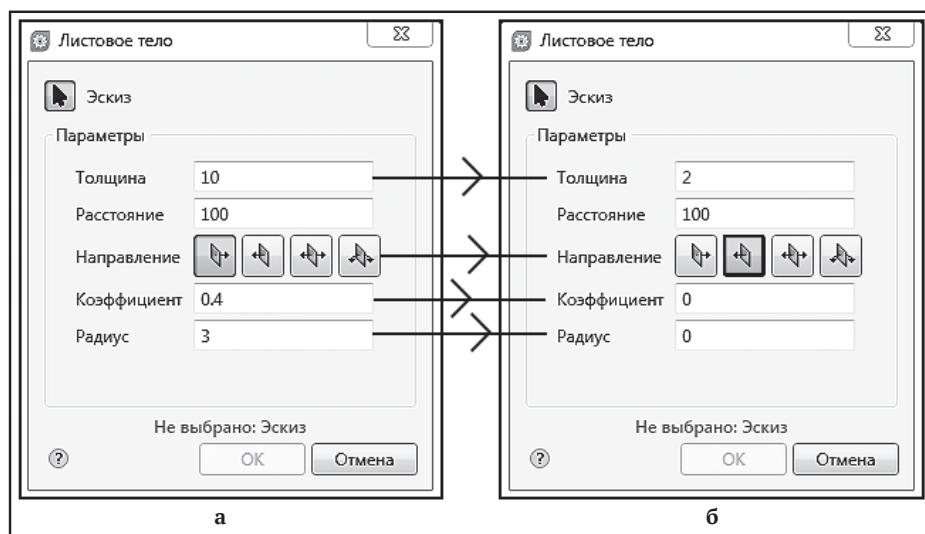


Рис. 3.14. Внесение изменений в диалоговом окне **Листовое тело**

Этап № 5. ЛК внутри построенного эскиза развертки детали (рис. 3.13) – образуется **3D-модель развертки поверхности** детали (рис. 3.15) с параметрами (рис. 3.146) – ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Листовое тело** (рис. 3.146).

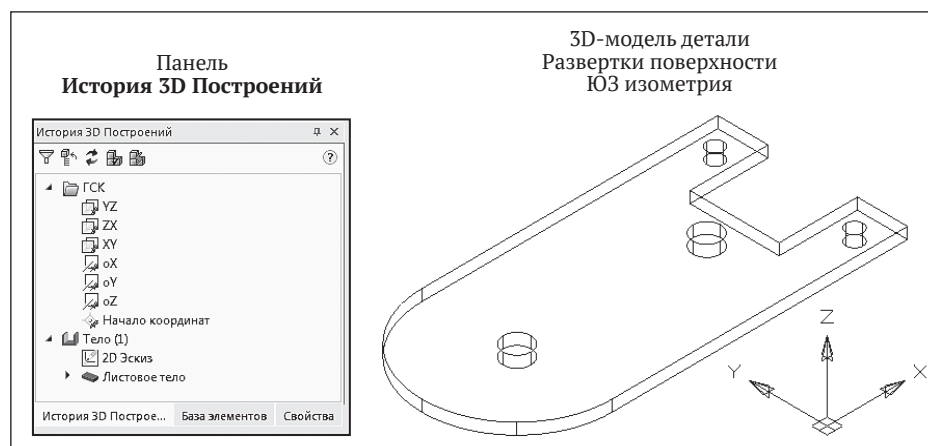


Рис. 3.15. 3D-модель развертки поверхности детали «Уголок» в ЮЗ изометрии

Этап № 6. Для наглядности построений используют различные визуальные стили, например **Реалистичный** (рис. 3.16).

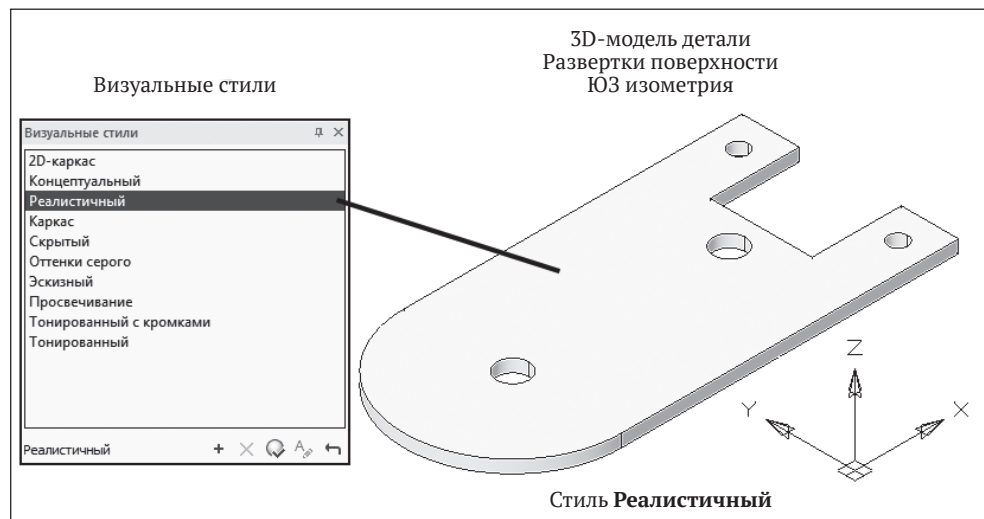


Рис. 3.16. Визуализация 3D-модели развертки поверхности детали «Уголок»

Этап № 7. Используя команду **Отрезок**, например, из группы Черчение на вкладке Главная (рис. 3.17), двумя ЛК по размерам с эскиза (рис. 3.11) строят **линию сгиба**, полностью пересекающую 3D-модель развертки поверхности детали «Уголок» (рис. 3.17).

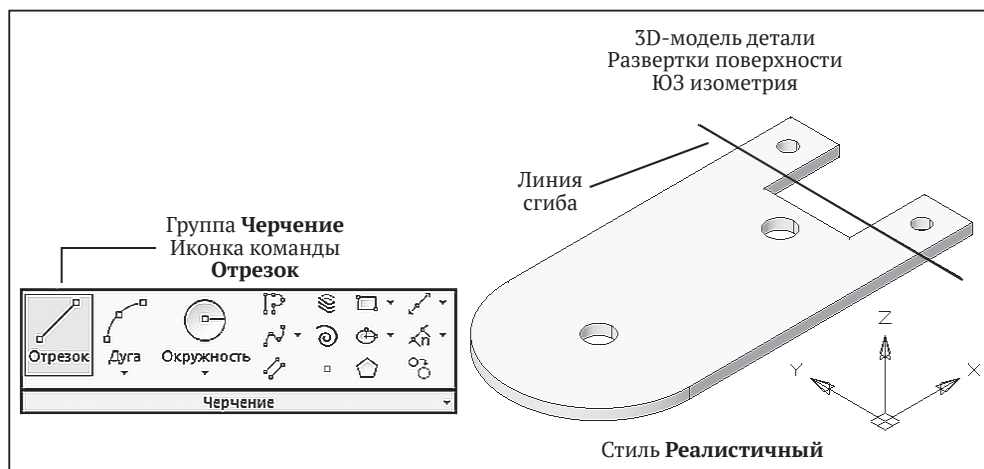


Рис. 3.17. Построение линии сгиба на развертке поверхности 3D-модели детали «Уголок»

Этап № 8. ЛК на иконке команды **Сгиб по линии** (рис. 3.2, 3) – открывается диалоговое окно **Сгиб по линии** (рис. 3.18а). В диалоговом окне вносят необходимые изменения параметров сгиба для будущей 3D-модели детали (рис. 3.11), например коэффициент с **0,4** изменяют на **0**, радиус с **5** на **1 мм** (рис. 3.18б).

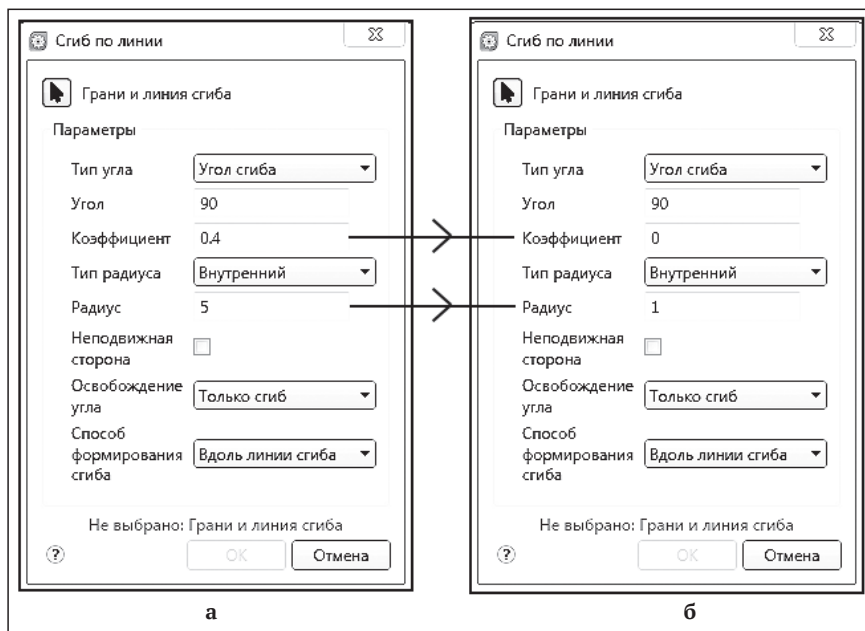


Рис. 3.18. Внесение изменений в диалоговом окне **Сгиб по линии**

Этап № 9. Последовательно ЛК № 1 и 2 выбирают поверхность 3D-модели развертки поверхности и линию сгиба (рис. 3.19а) – образуется **3D-модель детали «Уголок»** после сгиба (рис. 3.19б) – ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Сгиб по линии** (рис. 3.18б).

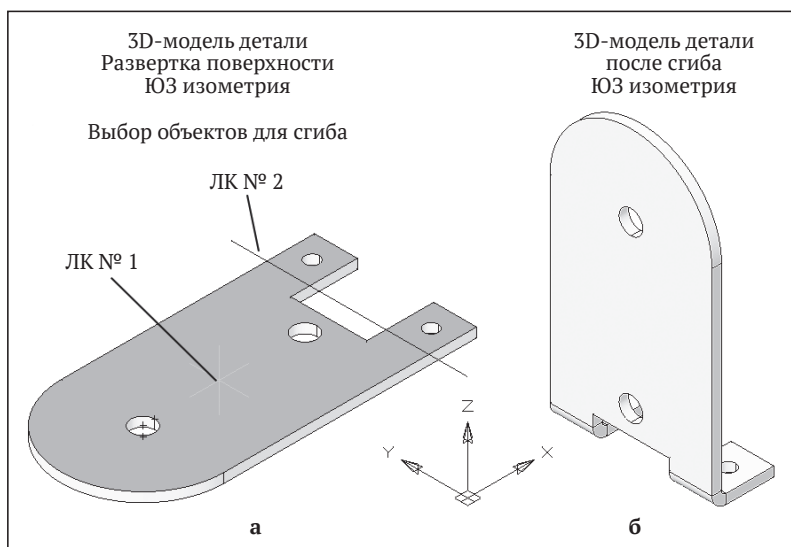


Рис. 3.19. Образование 3D-модели детали «Уголок» после сгиба по линии

Этап № 10. ЛК на иконке команды **3D-Поворот** из группы Манипуляция на вкладке **3D-инструменты** (рис. 3.20а) – ЛК на изображении 3D-модели детали «Уголок» – клавиша **Enter** – появляется изображение 3D-манипулятора с орбитами **X**, **Y**, **Z** (рис. 3.20а) – для поворота вокруг оси **Y** на манипуляторе ЛК выбирают орбиту **Y** (рис. 3.20а) – с клавиатуры задают угол поворота «**-90°**» – выбор подтверждают нажатием клавиши **Enter**.

Итог всех предыдущих действий представлен на рис. 3.20б.

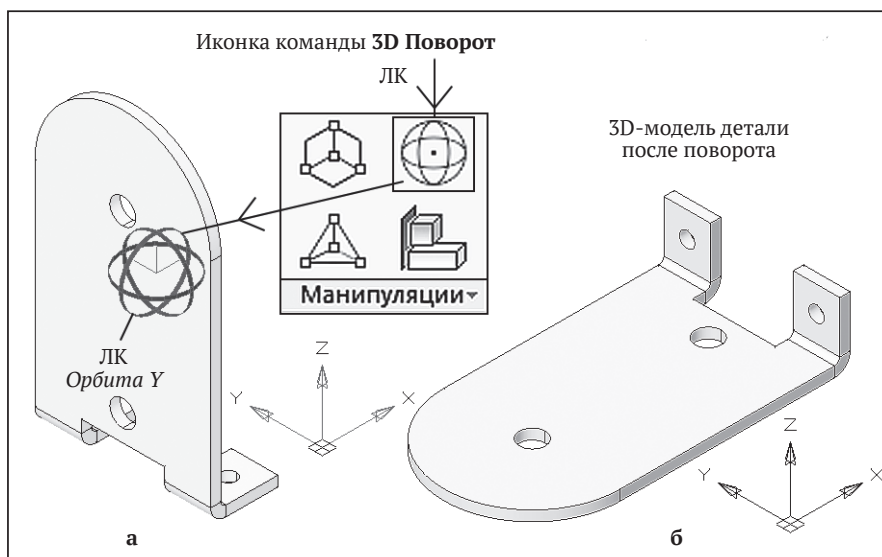


Рис. 3.20. Поворот 3D-модели детали «Уголок» вокруг оси Y на « -90° »

1.4. Команды Штамповка и Отверстие. Пример построения 3D-модели детали «Колпачок»

Команда **Штамповка** (рис. 3.2, 9) позволяет выполнять технологическую операцию «штамповка» на основе замкнутого эскиза, принадлежащего плоской грани листового тела.

Ниже рассматривается работа с отмеченной командой на примере натурной детали «Колпачок». Ее эскиз приведен на рис. 3.21.

Для создания 3D-модели детали «Колпачок» используют размеры натурного образца (рис. 3.21) и команды: **Добавить эскиз**; черчения и редактирования; **Листовое тело**; **Штамповка**; **Отверстие**, а также интерфейсный инструмент **Локатор** и режим **Визуальные стили**.

Этап № 1. Повторяют действия этапа № 1 (раздел III, подраздел 1.2).

Этап № 2. Используя команды черчения и редактирования из групп Черчение и Редактирование на вкладке **3D-инструменты** (рис. 3.5), по размерам (рис. 3.21) строят **эскиз** детали на виде сверху для будущей 3D-модели детали.

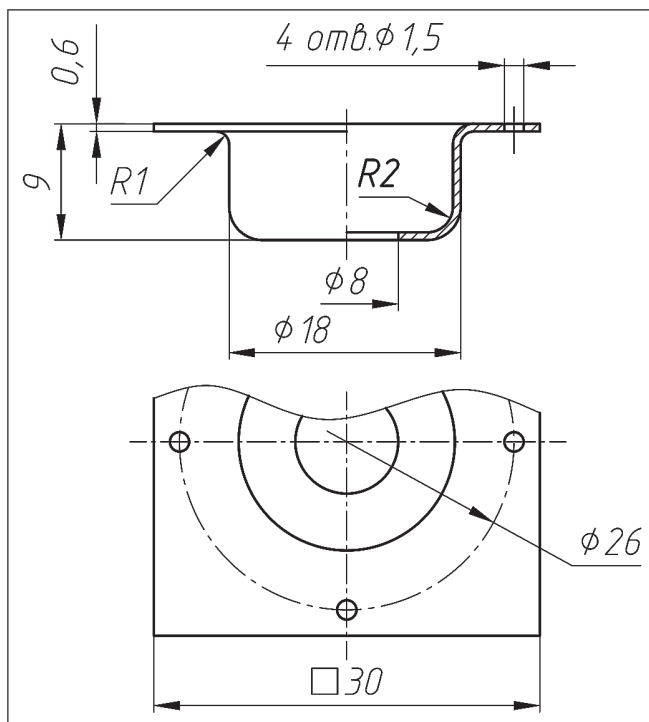


Рис. 3.21. Эскиз детали «Колпачок» с натурального образца

Этап № 3. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** завершают построение эскиза, изображение которого автоматически переходит к виду ЮВ **изометрия**, и далее его переводят к более привычному виду – **ЮЗ изометрия** (рис. 3.23), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 3.5) возвращается к своему первоначальному виду (рис. 3.1).

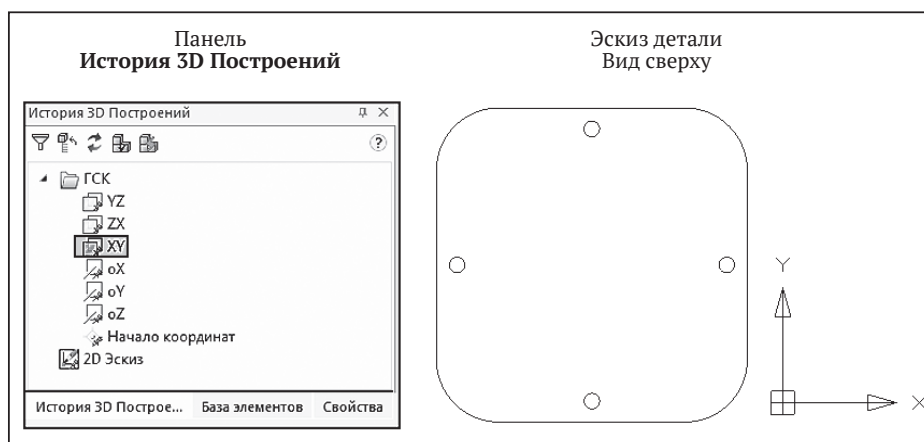


Рис. 3.22. Эскиз вида сверху детали «Колпачок»

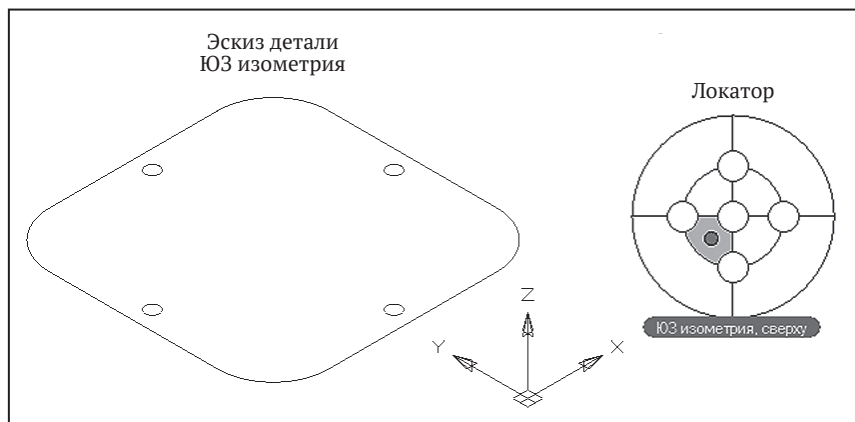


Рис. 3.23. Эскиз вида сверху детали «Колпачок» в ЮЗ изометрии

Этап № 4. ЛК на иконке команды **Листовое тело** (рис. 3.1 или рис. 3.2, 1) – открывается диалоговое окно **Листовое тело** (рис. 3.24а). В диалоговом окне вносят необходимые изменения параметров для будущей 3D-модели детали (рис. 4.21), например толщину изменяют с **10** на **0,6 мм**, коэффициент с **0,4** на **0**, радиус с **3** на **0 мм**, направление – **вниз** (рис. 3.24б).

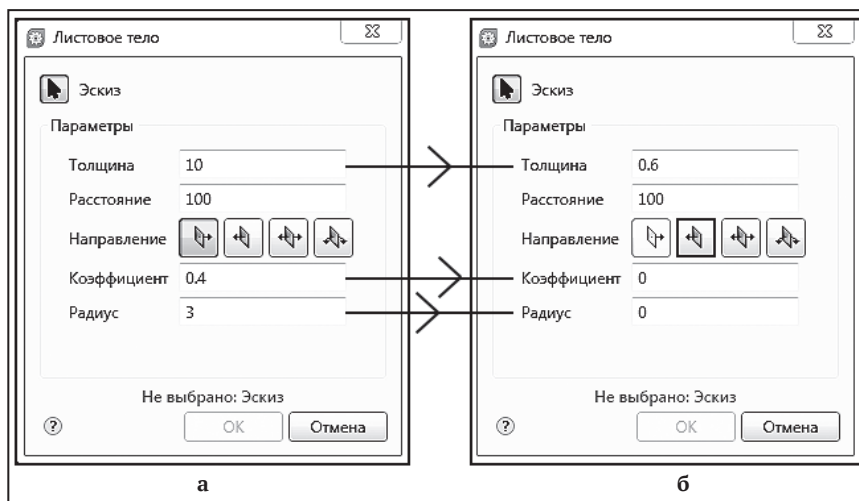


Рис. 3.24. Внесение изменений в диалоговом окне **Листовое тело**

Этап № 5. ЛК внутри построенного эскиза детали (рис. 3.23) – образуется **3D-модель детали** перед штамповкой (рис. 3.25) с заданными параметрами (рис. 3.24б) – ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Листовое тело** (рис. 3.24б).



Рис. 3.25. 3D-модель детали «Колпачок» перед штамповкой в ЮЗ изометрии

Этап № 6. ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке команды **Добавить эскиз** (рис. 3.1 или 3.4) – ЛК на верхней плоскости листового тела (рис. 3.26а) – в рабочем окне программы появляется новая пиктограмма **ПСК**, а вкладка **3D-инструменты** изменяет свой вид (рис. 3.5).

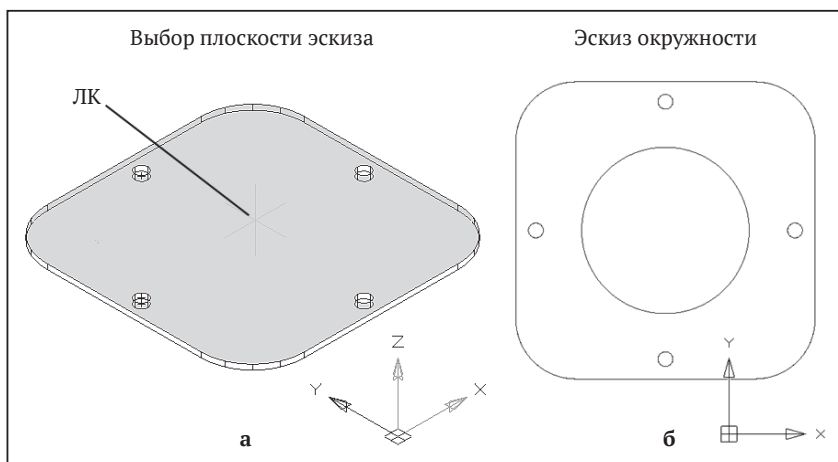


Рис. 3.26. Построение эскиза окружности

Этап № 7. Используя команду **Окружность** из групп Черчение на вкладке **3D-инструменты** (рис. 3.5), по размерам эскиза (рис. 3.21) строят **эскиз окружности** диаметром **16,8 мм** (рис. 3.26б).

Этап № 8. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** (рис. 3.5) завершают построение **эскиза окружности**, а вкладка **3D-инструменты** возвращается к своему первоначальному виду (рис. 3.1).

Этап № 9. Для наглядности будущих построений изображение эскиза (рис. 3.26б) переводят в **ЮЗ изометрию**, например, с помощью интерфейсного инструмента **Локатор** (рис. 3.27).

Этап № 10. ЛК на иконке команды **Штамповка** (рис. 3.1 или 3.2, 9) – открывается диалоговое окно **Штамповка** (рис. 3.28а). В диалоговом окне вносят необходимые изменения параметров для будущей 3D-модели детали (рис. 3.21), например высоту изменяют с **50** на **9 мм**, направление штамповки с **Наружу** на **Внутрь**, радиус окружности эскиза с **0** на **2 мм**, базовый радиус скругления с **0** на **1 мм**, нижний радиус скругления с **0** на **2 мм** (рис. 3.28б).

Этап № 11. ЛК выбирают плоскость эскиза (рис. 3.29а) – образуется **3D-модель детали «Колпачок»** после технологической операции штамповка (рис. 3.29б) – ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Штамповка** (рис. 3.28б).

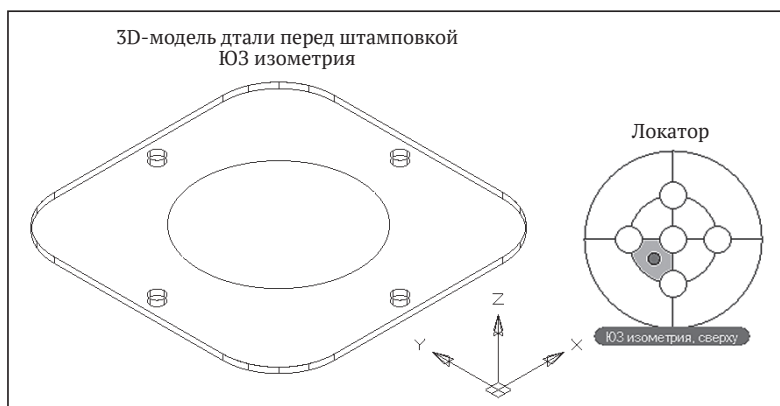


Рис. 3.27. Перевод изображения 3D-модели детали «Колпачок» в ЮЗ изометрию

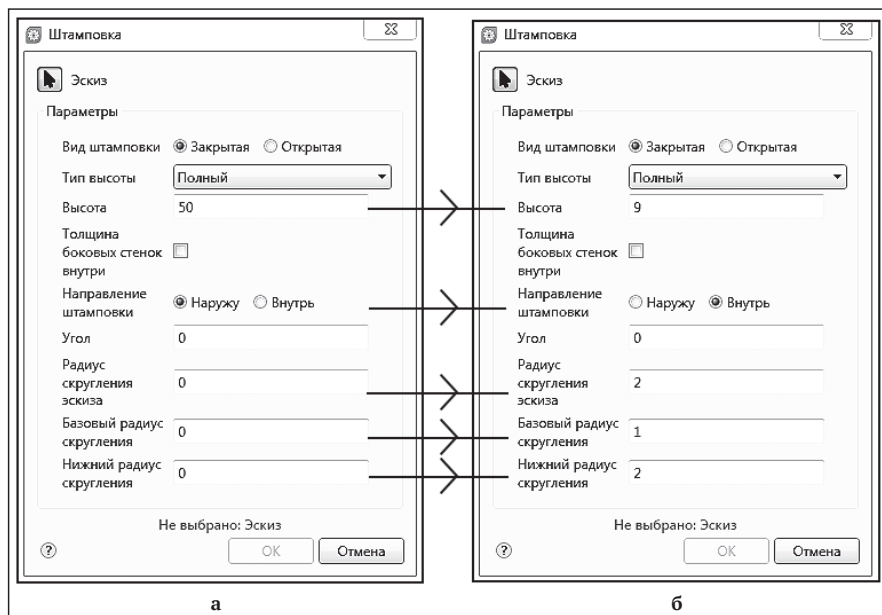


Рис. 3.28. Внесение изменений в диалоговом окне **Штамповка**

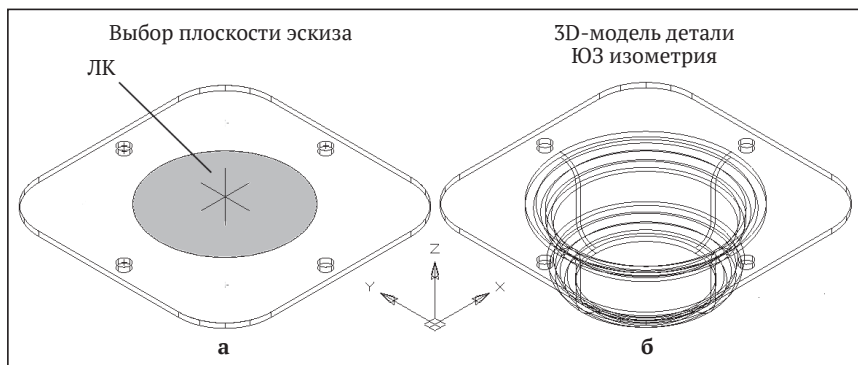


Рис. 3.29. Образование 3D-модели «Колпачок»

Этап № 12. Для наглядности будущих построений 3D-модели детали «Колпачок» включают режим визуализации, например **Реалистичный** (рис. 3.30).

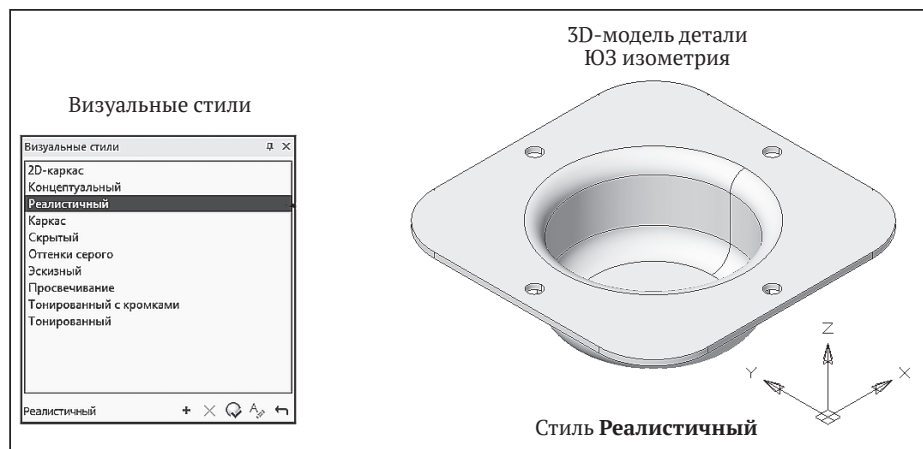


Рис. 3.30. Визуализация 3D-модели детали «Колпачок»

Этап № 13. Используя, например, интерфейсный инструмент **Локатор**, осуществляют перевод изображения 3D-модели детали из ЮЗ изометрии в изображение **Вид сверху** (рис. 3.31).

Этап № 14. ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке команды **Добавить эскиз** (рис. 3.1 или 3.4) – ЛК на плоскости внутреннего основания 3D-модели детали (рис. 3.32а) – вкладка **3D-инструменты** изменяет свой вид (рис. 3.5).

Этап № 15. Используя команду **Окружность** из групп Черчение на вкладке **3D-инструменты** (рис. 3.5), по размерам эскиза (рис. 3.21) строят **эскиз окружности** диаметром 8 мм (рис. 3.32б).

Этап № 16. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** (рис. 3.5) завершают построение **эскиза окружности**, а вкладка **3D-инструменты** возвращается к своему первоначальному виду (рис. 3.1).

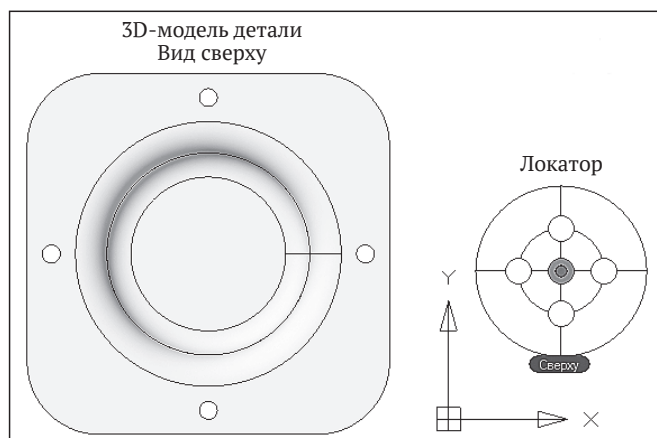


Рис. 3.31. Перевод изображения 3D-модели детали «Колпачок» к виду Вид сверху

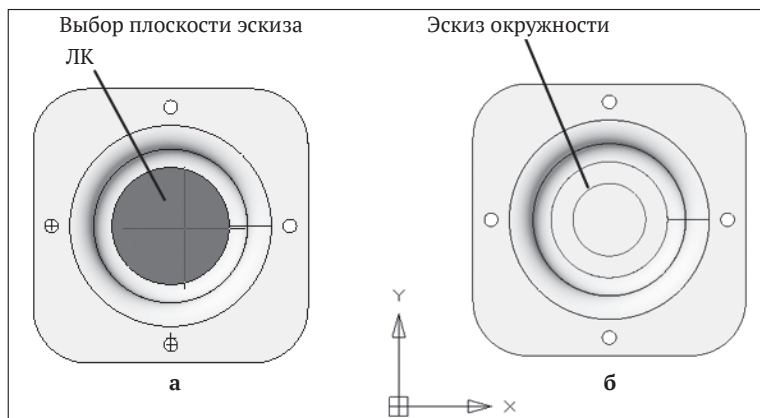


Рис. 3.32. Построение эскиза окружности

Этап № 17. Используя, например, интерфейсный инструмент **Локатор**, переводят изображение 3D-модели детали из положения **Вид сверху** (рис. 3.32б) в положение **ЮЗ изометрия** (рис. 3.33).

Этап № 18. ЛК на иконке команды **Отверстие** (рис. 3.1 или 3.2, 12) – открывается диалоговое окно **Отверстие** (рис. 3.34а) – ЛК выбирают плоскость эскиза окружности (рис. 3.34б).

Этап № 19. ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** диалогового окна **Отверстие** (рис. 3.35а) – в 3D-модели детали образуется сквозное цилиндрическое отверстие (рис. 3.35б).

Рекомендация. При необходимости итоговое изображение 3D-модели детали «Колпачок» (рис. 3.35) осматривают с разных ракурсов, используя, например, команду **Свободная орбита** из группы Навигация на вкладке **Вид**, а также и различные визуальные стили, например **Реалистичный** и **Тонированный** (рис. 3.36).

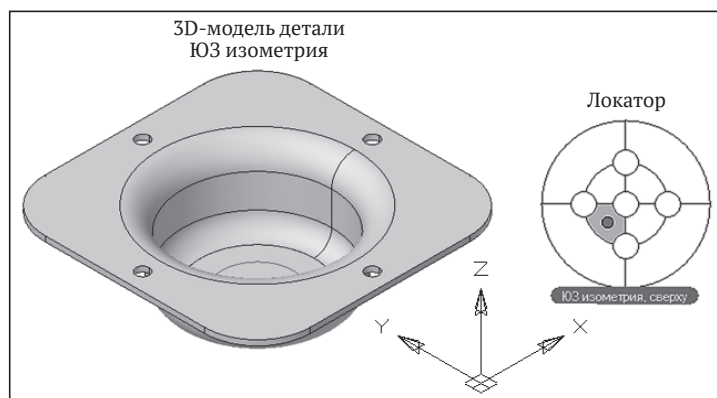


Рис. 3.33. Перевод изображения 3D-модели детали «Колпачок» в ЮЗ изометрию

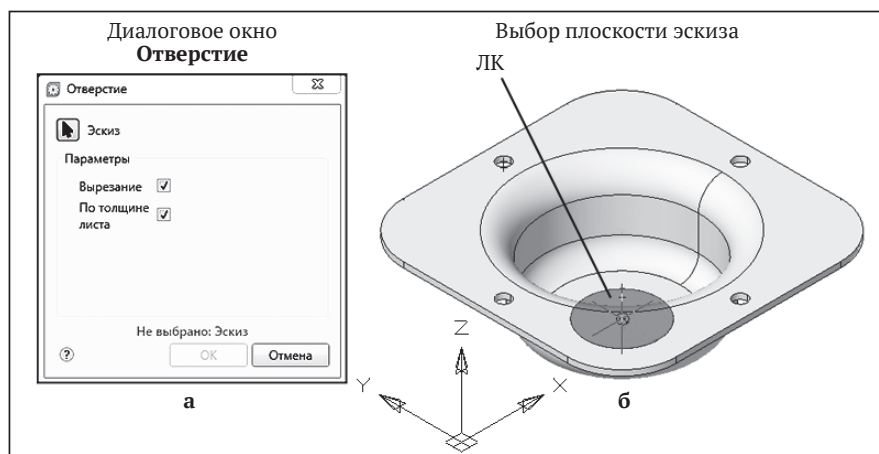


Рис. 3.34. Выбор плоскости эскиза окружности



Рис. 3.35. Образование сквозного цилиндрического отверстия в 3D-модели детали «Колпачок»

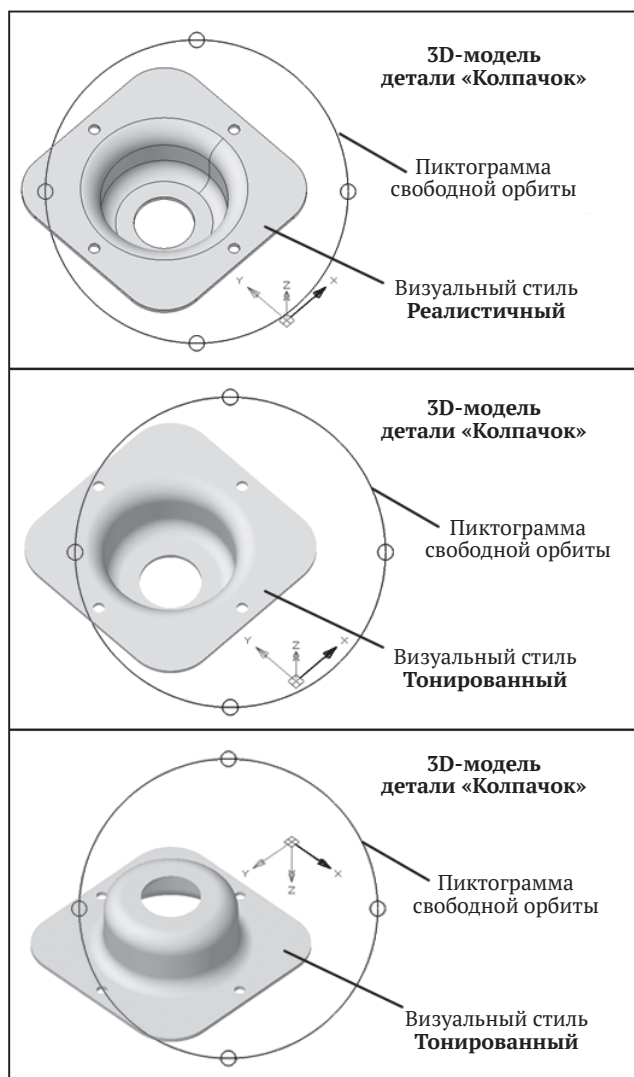


Рис. 3.36. Варианты представления изображений 3D-модели детали «Колпачок»

Рекомендация. Представленная выше последовательность построения 3D-модели детали «Колпачок» на основе моделирования деталей из листового проката не является единственно возможной, поэтому пользователям программы nanoCAD Механика рекомендуется самостоятельно проработать и другие варианты построения.

1.5. Команда Подсечка. Пример построения 3D-модели детали «Перемычка»

Команда **Подсечка** (рис. 3.1 или 3.2, 6) позволяет создавать сразу два сгиба по прямой линии относительно какой-либо грани листового тела. Указанные линия и грань будут являться линиями сгиба и базовой гранью сгиба.

Ниже рассматривается работа с отмеченной командой на примере натурной детали «Перемычка». Ее эскиз приведен на рис. 3.37.

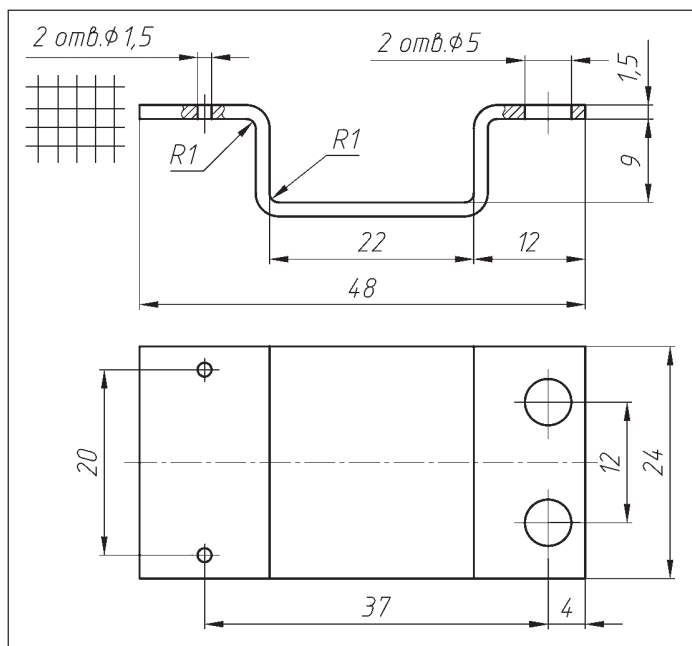


Рис. 3.37. Эскиз детали «Перемычка» с натурного образца

Для создания 3D-модели детали «Перемычка» используют размеры с натурального образца (рис. 3.37) и команды: **Добавить эскиз**; черчения и редактирования; **Листовое тело**; **Подсечка**, а также интерфейсный инструмент **Локатор** и режим **Визуальные стили**.

Этап № 1. Повторяют действия этапа № 1 (раздел III, подраздел 1.2).

Этап № 2. Используя команды черчения и редактирования из групп **Черчение** и **Редактирование** на вкладке **3D-инструменты** (рис. 3.5), по размерам (рис. 3.37) **строят эскиз** детали на виде сверху для будущей 3D-модели детали (рис. 3.38).

Этап № 3. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** завершают построение **эскиза**, изображение которого автоматически переходит к виду **ЮВ изометрия**. Далее его переводят к более привычному виду – **ЮЗ изометрия** (рис. 3.39), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 3.5) возвращается к своему первоначальному виду (рис. 3.1).

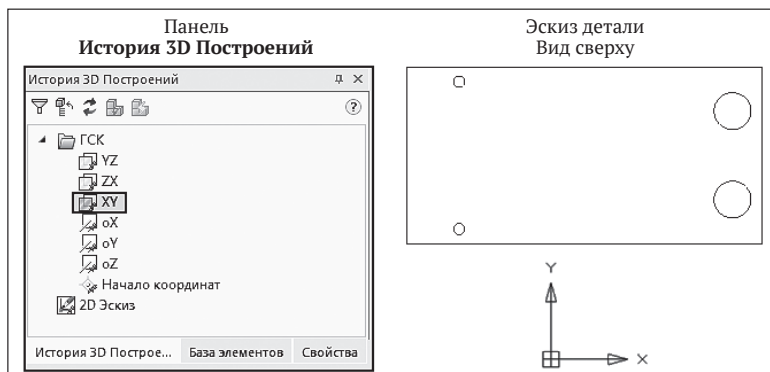


Рис. 3.38. Эскиз вида сверху детали «Перемычка»

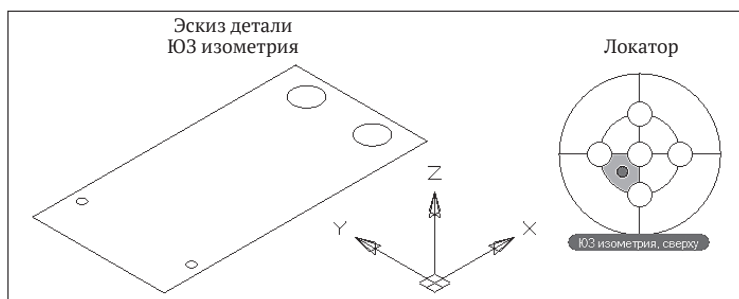


Рис. 3.39. Эскиз детали «Перемычка» в ЮЗ изометрии

Этап № 4. ЛК на иконке команды **Листовое тело** (рис. 3.1 или 3.2) – открывается диалоговое окно **Листовое тело** (рис. 3.40а). В диалоговом окне вносят необходимые изменения параметров для будущей 3D-модели детали (рис. 3.37), например толщину изменяют с **10** на **1,5 мм**, коэффициент с **0,4** на **0**, радиус с **3** на **0 мм**, направление – **вниз** (рис. 3.40б).

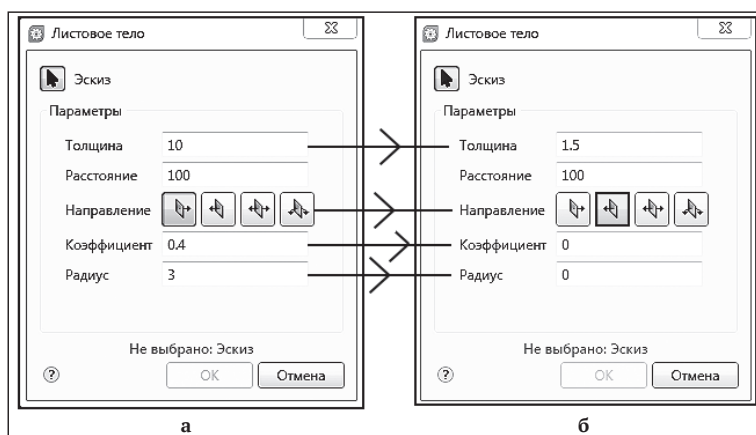


Рис. 3.40. Внесение изменений в диалоговом окне **Листовое тело**

Этап № 5. ЛК внутри построенного эскиза детали (рис. 4.39) – образуется **3D-модель детали** (рис. 3.41) – ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают окно **Листовое тело** (рис. 3.406).

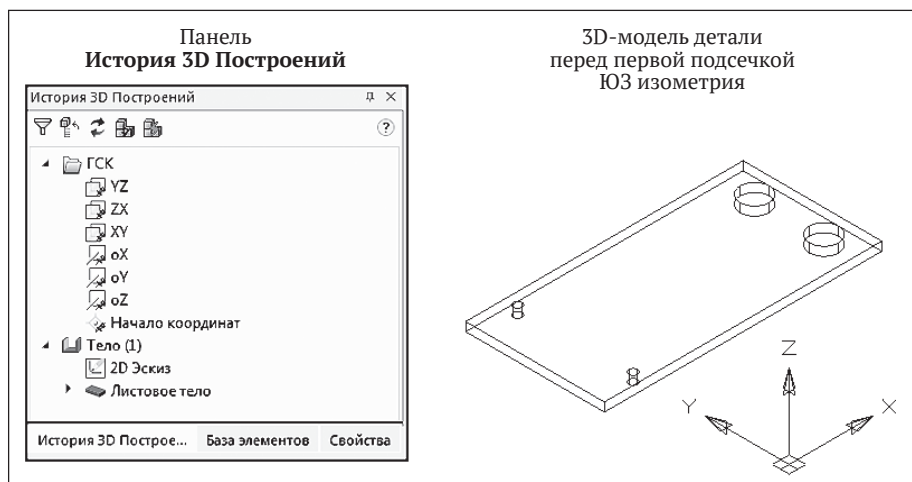


Рис. 3.41. 3D-модель детали «Перемычка» в ЮЗ изометрии перед подсечкой

Этап № 6. Используя команду **Отрезок**, например, из группы **Черчение** на вкладке **Главная** (рис. 3.42), ЛК по размерам с эскиза (рис. 3.37) строят **две линии сгиба**, полностью пересекающие 3D-модель листового тела (рис. 3.42).

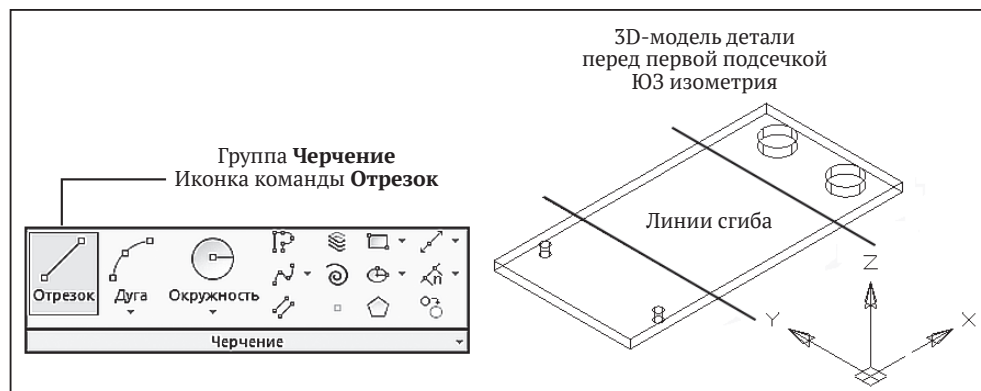


Рис. 3.42. Построение линий сгиба на 3D-модели детали «Перемычка»

Этап № 7. ЛК на иконке команды **Подсечка** (рис. 3.1 или 3.2, 6) – открывается диалоговое окно **Подсечка** (рис. 3.43а). В диалоговом окне вносят изменения параметров **первого сгиба**, например радиус с **5 мм** изменяют на **1 мм**, тип высоты с **Полная** на **Высота от грани**, высота с **20** на **9 мм** (рис. 3.43б).

Этап № 8. Последовательно ЛК № 1 и 2 выбирают плоскость 3D-модели детали и **первую линию сгиба** (рис. 3.44а) – образуется **первый изгиб** 3D-модели детали (рис. 3.44б) – ЛК на активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Подсечка** (рис. 3.43б).

Этап № 9. ЛК на иконке команды **Подсечка** (рис. 3.1 или 3.2, 6) – открывается диалоговое окно **Подсечка** (рис. 3.45а). В диалоговом окне вносят изменения параметров **второго сгиба**, например радиус с **5 мм** изменяют на **1 мм**, тип высоты с **Полная** на **Высота от грани**, высота с **20** на **9 мм**, сторона – **галочка** (рис. 3.43б).

Этап № 10. Последовательно ЛК № 1 и 2 выбирают плоскость 3D-модели детали и **вторую линию сгиба** (рис. 3.46а) – образуется **второй изгиб** 3D-модели детали (рис. 3.46б) – ЛК на активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Подсечка** (рис. 3.45б).

Рекомендация. При необходимости, а также для повышения наглядности изображения 3D-модели детали «**Перемычка**» используют различные визуальные стили, например **Реалистичный** и **Тонированный** (рис. 3.47).

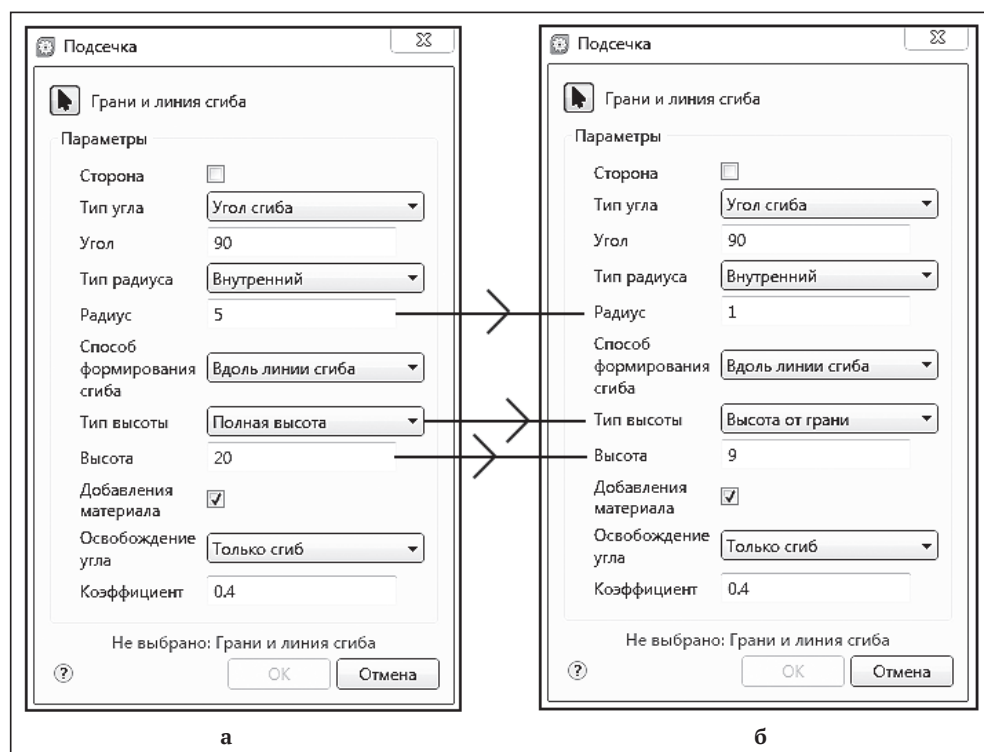


Рис. 3.43. Первое внесение изменений в диалоговом окне **Подсечка**

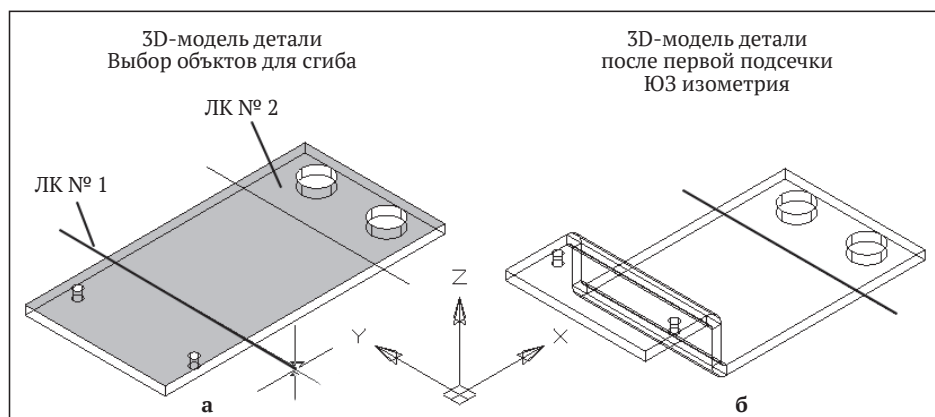


Рис. 3.44. Образование первого сгиба на 3D-модели детали «Перемычка»

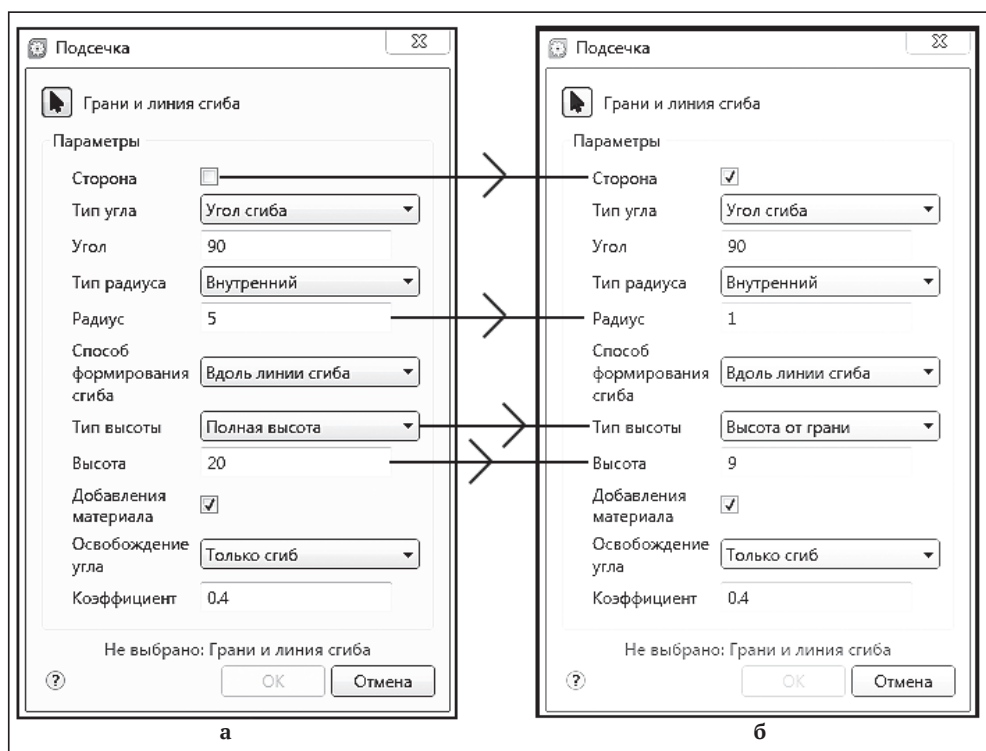


Рис. 3.45. Второе внесение изменений в диалоговом окне Подсечка

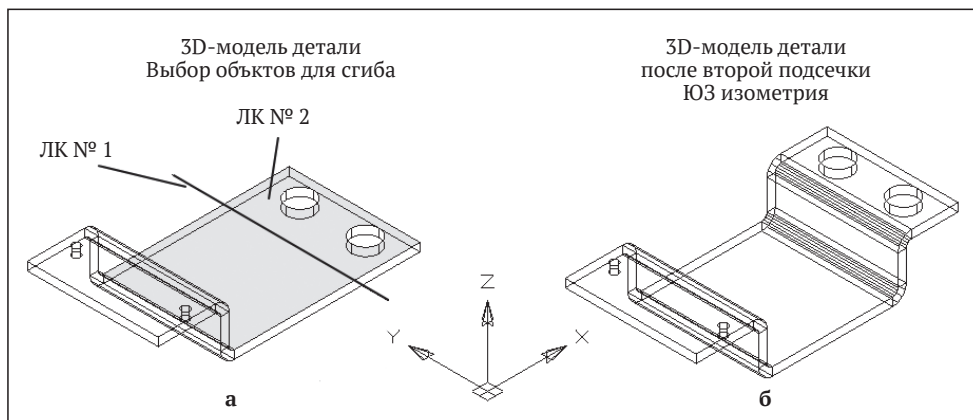


Рис. 3.46. Образование второго сгиба на 3D-модели детали «Перемычка»

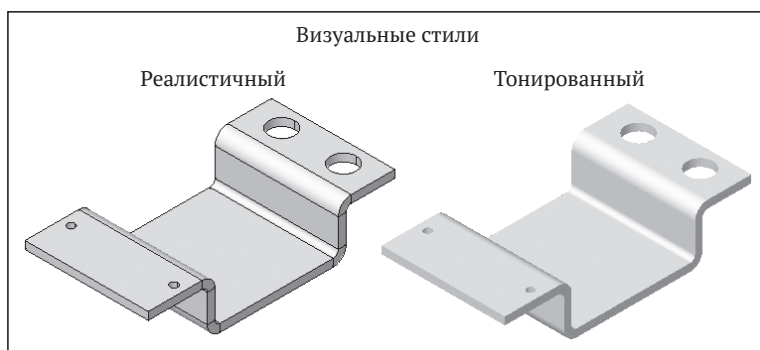


Рис. 3.47. Варианты представления изображений 3D-модели детали «Перемычка»

1.6. Команды Сгиб по ребру и Отверстие.

Пример построения 3D-модели детали «Скоба»

Команда **Сгиб по ребру** (рис. 3.1 или 3.2, 3) позволяет создавать сгиб листового тела вдоль одного или нескольких ребер. Ребро (ребра) должно быть прямолинейным и принадлежать внешней или внутренней плоской грани листового тела.

Ниже рассматривается работа с отмеченной командой на примере натурной детали «Скоба». Ее эскиз приведен на рис. 3.48.

Для создания 3D-модели детали «Скоба» используют размеры с натурного образца (рис. 3.48) и команды: **Добавить эскиз**; черчения и редактирования; **Листовое тело**; **Сгиб по ребру**; **Отверстие**, а также интерфейсный инструмент **Локатор** и режим **Визуальные стили**.

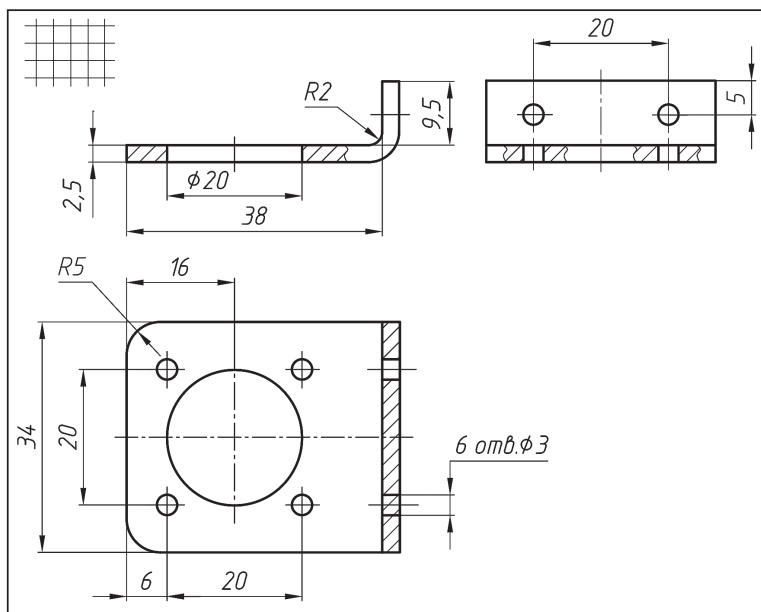


Рис. 3.48. Эскиз детали «Скоба» с натурального образца

Этап № 1. Повторяют действия этапа № 1 (раздел III, подраздел 1.2).

Этап № 2. Используя команды черчения и редактирования из групп Черчение и Редактирование на вкладке **3D-инструменты** (рис. 3.5), по размерам (рис. 3.48) **строят эскиз** детали на виде сверху для будущей 3D-модели детали (рис. 3.49).

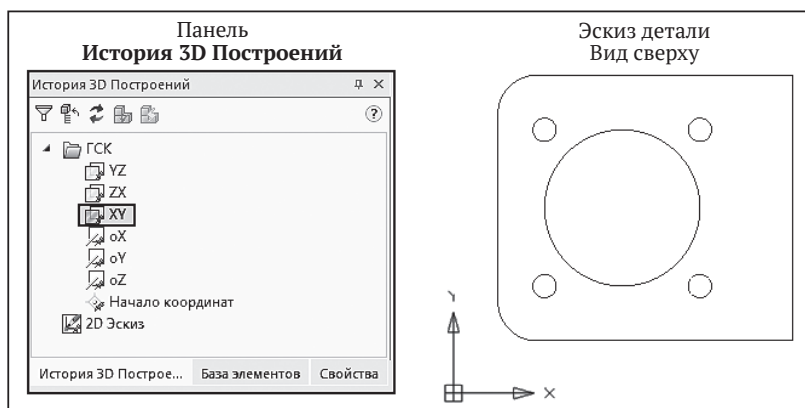


Рис. 3.49. Эскиз вида сверху детали «Скоба»

Этап № 3. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** завершают построение **эскиза**, изображение которого автоматически переходит к виду **ЮВ изометрия**. Далее его переводят к более привычному виду – **ЮЗ изометрия** (рис. 3.50), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 3.5) возвращается к своему первоначальному виду (рис. 3.1).



Рис. 3.50. Эскиз детали «Скоба» в ЮЗ изометрии

Этап № 4. ЛК на иконке команды **Листовое тело** (рис. 3.1 или 3.2, 1) – открывается диалоговое окно **Листовое тело** (рис. 3.51а). В диалоговом окне вносят необходимые изменения параметров для будущей 3D-модели детали (рис. 3.48), например, толщину изменяют с **10** на **2,5 мм**, коэффициент с **0,4** на **0**, радиус с **3** на **0 мм**, направление – **вниз** (рис. 3.51б).

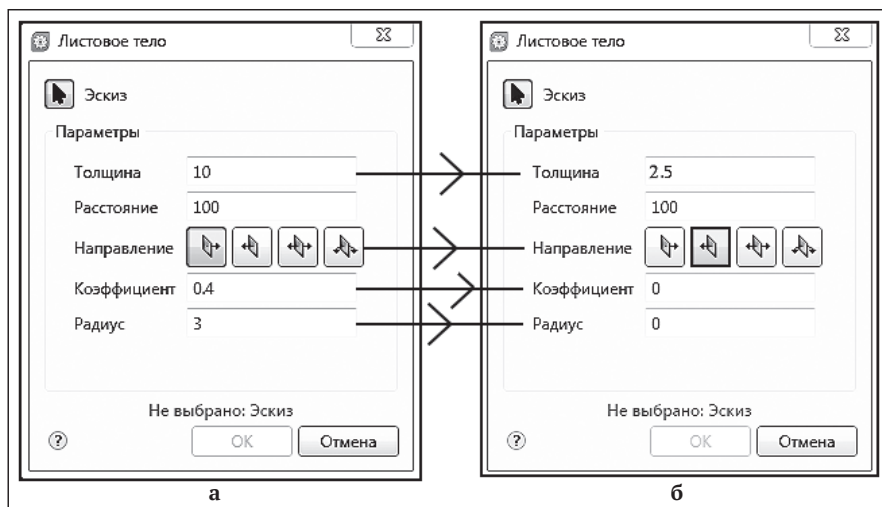


Рис. 3.51. Внесение изменений в диалоговом окне **Листовое тело**

Этап № 5. ЛК внутри построенного эскиза детали (рис. 3.50) – образуется **3D-модель детали** перед сгибом по ребру (рис. 3.52) – ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Листовое тело** (рис. 3.51б).

Этап № 6. ЛК на иконке команды **Сгиб по ребру** (рис. 3.1 или 3.2, 3) – открывается диалоговое окно **Сгиб по ребру** (рис. 3.53). В диалоговом окне изменяют параметры **сгиба**, например длину сгиба на **9,5 мм** (рис. 3.48), радиус сгиба – на **2 мм** (рис. 3.48), способ формирования сгиба – на **смещение наружу** (рис. 3.54). ЛК выбирают ребро для сгиба. ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Сгиб по ребру** (рис. 3.53) – образуется **3D-модель детали «Скоба»** после сгиба по ребру (рис. 3.54).

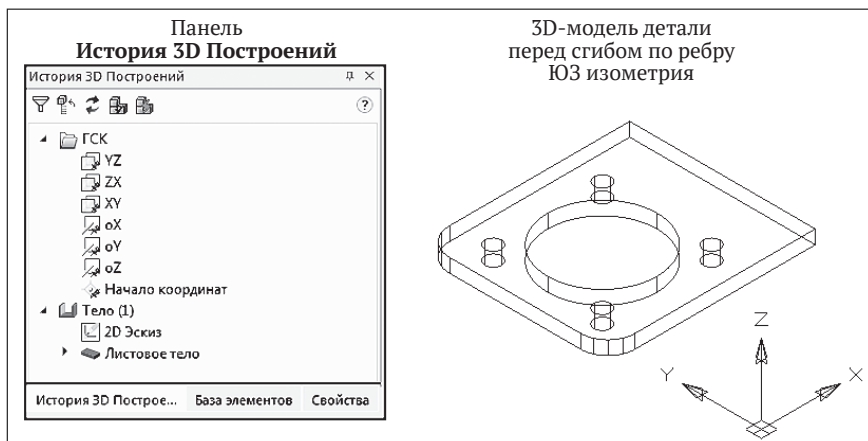


Рис. 3.52. 3D-модель детали «Скоба» в ЮЗ изометрии перед сгибом по ребру

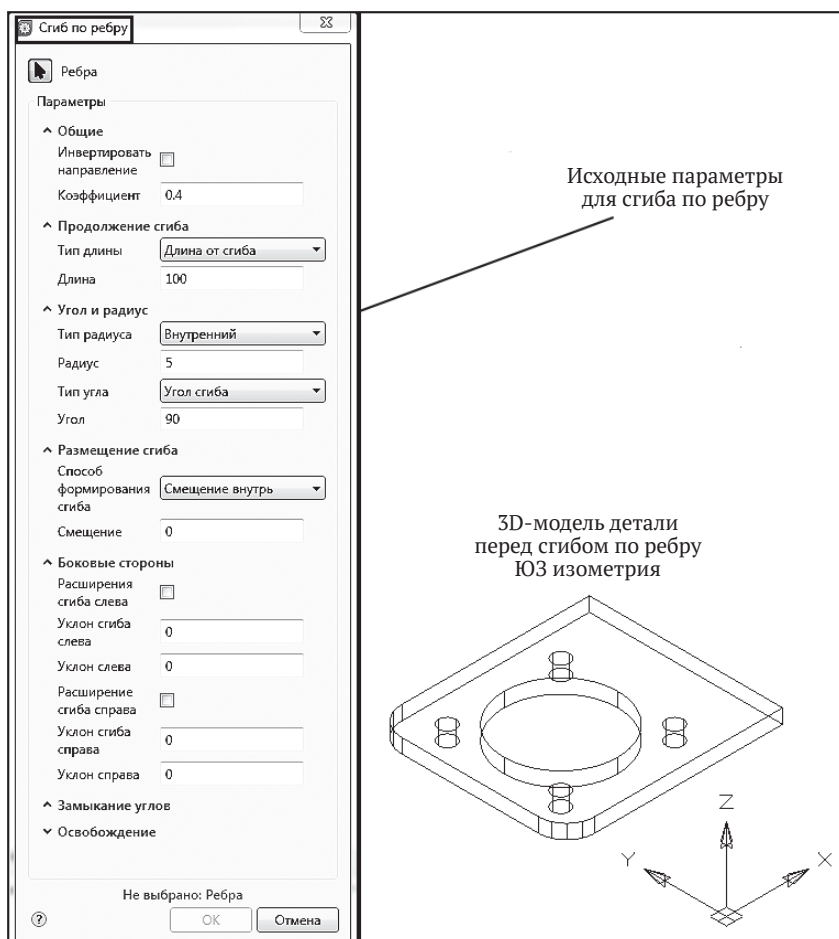


Рис. 3.53. Диалоговое окно Сгиб по ребру с исходными параметрами для сгиба

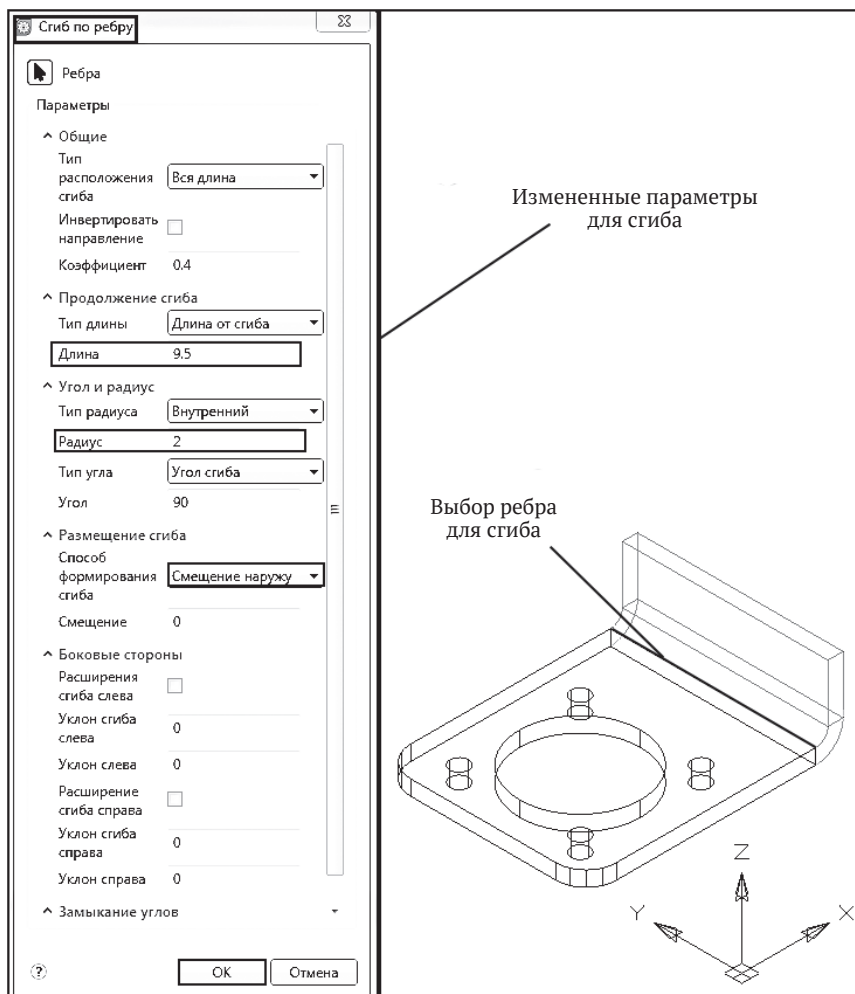


Рис. 3.54. Диалоговое окно **Сгиб по ребру** с измененными параметрами для сгиба

Этап № 7. Для наглядности будущих построений изображение 3D-модели детали после сгиба по выбранному ребру переводят в **ЮЗ изометрию**, например, с помощью интерфейсного инструмента **Локатор** (рис. 3.55).

Этап № 8. ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке команды **Добавить эскиз** (рис. 3.1 или 3.4) – ЛК на плоскости сгиба 3D-модели детали (рис. 3.56) – вкладка **3D-инструменты** изменяет свой вид (рис. 3.5), а изображение 3D-модели детали приобретает вид, представленный на рис. 3.57.

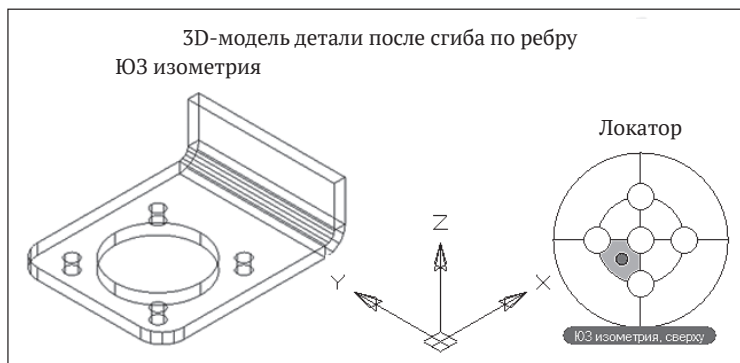


Рис. 3.55. 3D-модель детали «Скоба» после сгиба по выбранному ребру

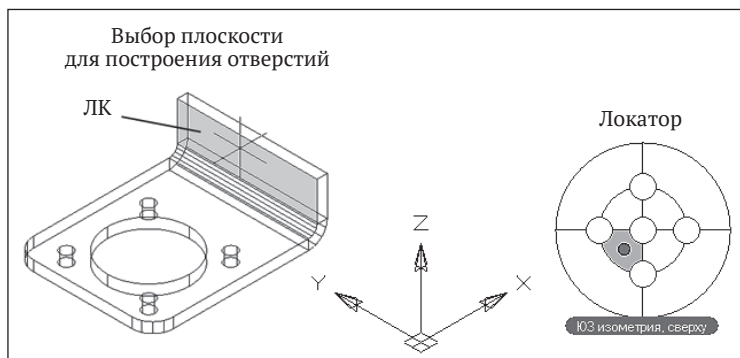


Рис. 3.56. Выбор плоскости для построения отверстий в 3D-модели детали «Скоба»

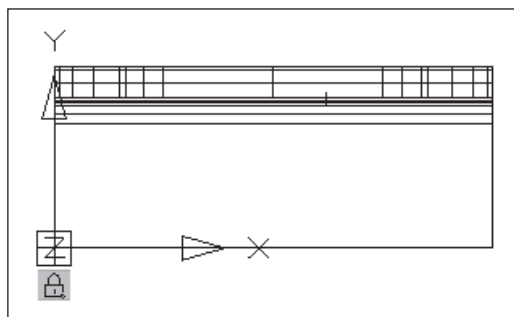


Рис. 3.57. Вид 3D-модели детали «Скоба» после выбора плоскости для отверстий

Этап № 9. Используя команду **Окружность** из групп Черчение на вкладке **3D-инструменты** (рис. 3.5), по размерам (рис. 3.48) строят эскизы двух окружностей диаметром 3 мм (рис. 3.58).

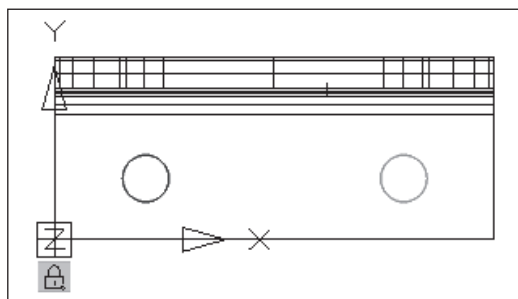


Рис. 3.58. Начало построения двух окружностей на 3D-модели детали «Скоба»

Этап № 10. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** (рис. 3.5) завершают построение эскизов двух окружностей (рис. 3.59), а вкладка **3D-инструменты** возвращается к своему первоначальному виду (рис. 3.1).

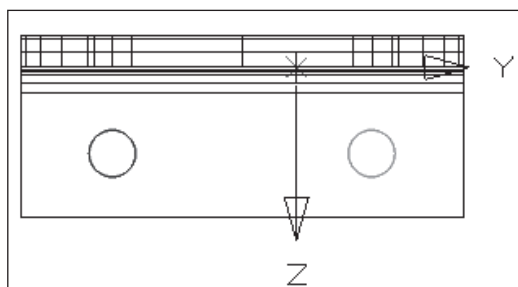


Рис. 3.59. Завершение построения двух окружностей на 3D-модели детали «Скоба»

Этап № 11. Для наглядности будущих построений изображение 3D-модели детали после построения эскизов двух окружностей переводят в **ЮЗ изометрию**, например, с помощью интерфейсного инструмента **Локатор** (рис. 3.60).

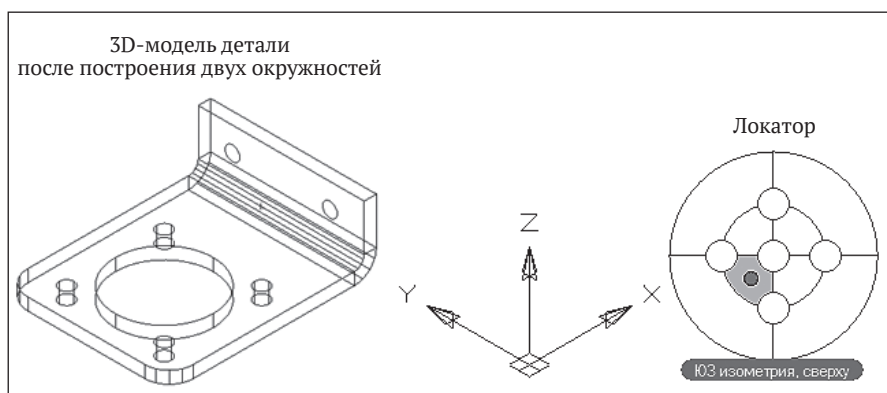


Рис. 3.60. 3D-модель детали «Скоба» после построения эскизов двух окружностей

Этап № 12. ЛК на иконке команды **Отверстие** (рис. 3.1 или 3.2, 12) – открывается диалоговое окно **Отверстие** (рис. 3.61а) – последовательными ЛК выбирают эскизы окружностей (рис. 3.61б).

Этап № 13. ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** диалогового окна **Отверстие** (рис. 3.62а) – в 3D-модели детали образуются два сквозных цилиндрических отверстия (рис. 3.62б), а диалоговое окно **Отверстие** (рис. 3.62а) автоматически закрывается.

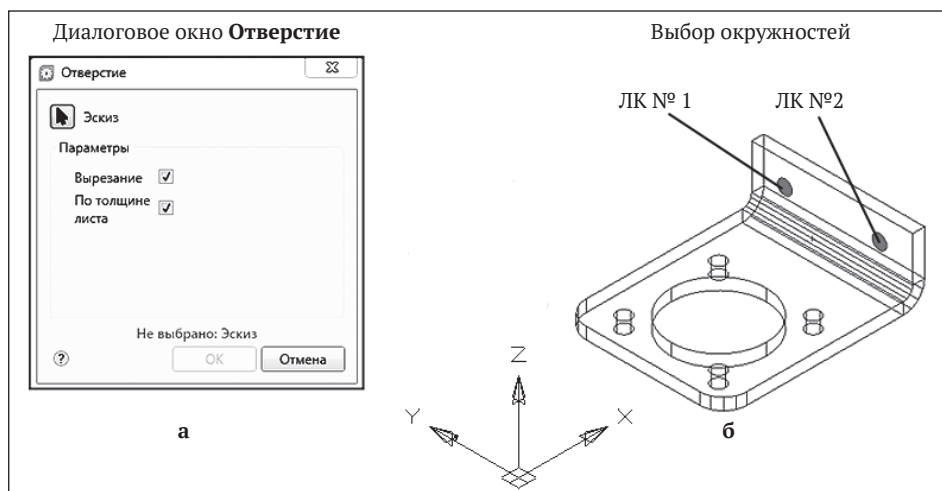


Рис. 3.61. Выбор эскизов двух окружностей на 3D-модели детали «Скоба»

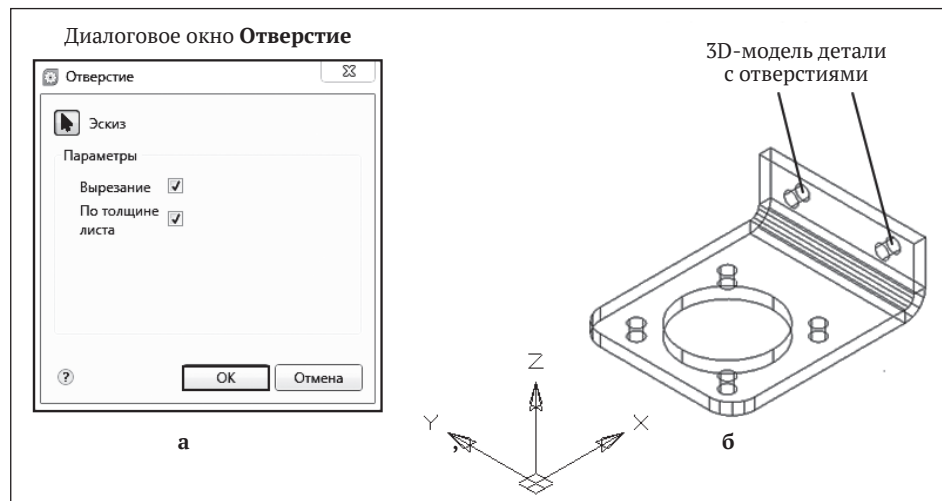


Рис. 3.62. Образование двух отверстий в 3D-модели детали «Скоба»

Рекомендация. При необходимости, а также для повышения наглядности изображения 3D-модели детали «Скоба» (рис. 3.62) используют различные визуальные стили, например **Реалистичный** и **Тонированный** (рис. 3.63).

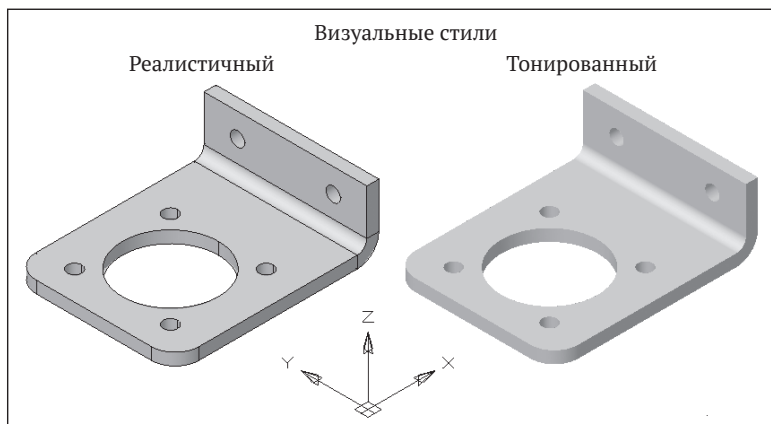


Рис. 3.63. Варианты представления изображений 3D-модели детали «Скоба»

Рекомендация. Представленная выше последовательность построения 3D-модели детали «Скоба» не является единственно возможной. Пользователям программы nanoCAD Механика рекомендуется самостоятельно проработать и другие варианты построения.

1.7. Команды Отбортовка и Отверстие. Пример построения 3D-модели детали «Кожух»

Новая команда Отбортовка (рис. 3.1 или 3.2, 10) позволяет построить в листовой детали сгиб вдоль плоского ребра произвольной формы или цепочки ребер, стыкующихся по касательной. Чаще всего данную команду используют совместно с другими командами.

Ниже рассматривается работа с командами **Отбортовка** и **Отверстие** на примере построения 3D-модели детали «Кожух», предназначенной для защиты элементов изделий от внешних механических воздействий. Ее чертеж представлен на рис. 3.64.

Этап № 1. ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке раздела **Листовое моделирование** (рис. 3.1) – ЛК на иконке команды **Добавить эскиз** (рис. 3.1 или 3.2) – ЛК на плоскости **XY** панели **История 3D Построений** (рис. 3.65) – в рабочем окне программы появляется новая пиктограмма **ПСК** (рис. 3.65), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 3.1) изменяет свой вид (рис. 3.66).

Этап № 2. Двойным ЛК, например, на иконке команды **Прямоугольник** из группы **Черчение** на вкладке **3D-инструменты** (рис. 3.66) в точке с координатами **0,0,0** по размерам с чертежа (рис. 3.64) строят **эскиз** прямоугольника для будущей 3D-модели детали «Кожух». По аналогии с подразделом 1.2 (раздел III) на эскизе проставляют параметрические линейные размеры (рис. 3.65).

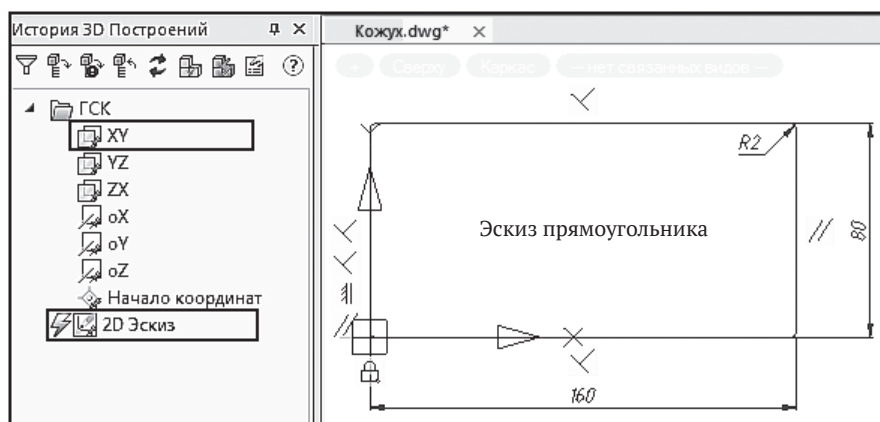


Рис. 3.65. Построение изображения эскиза прямоугольника для листового тела

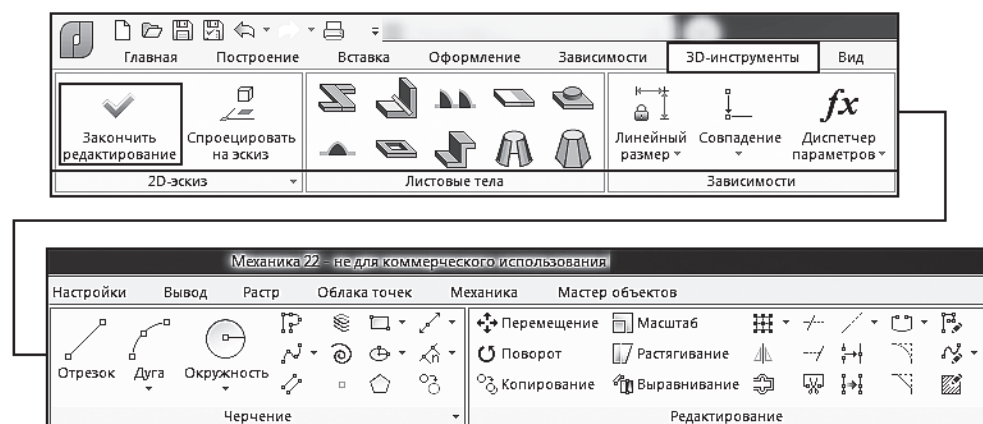


Рис. 3.66. Измененный вид вкладки 3D-инструменты

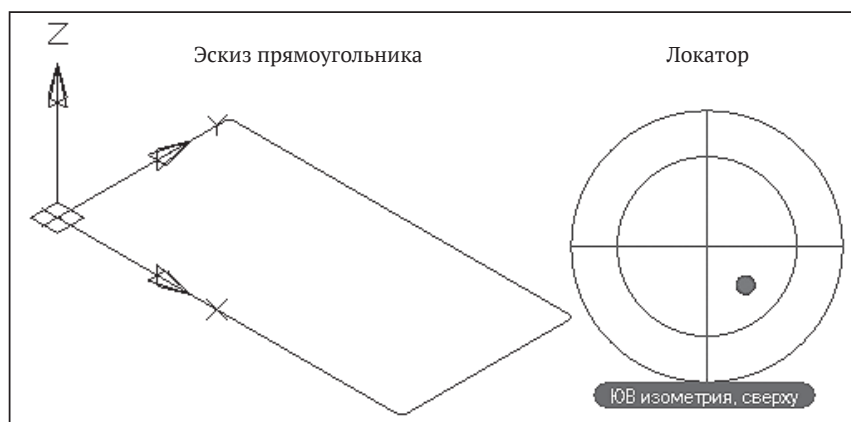


Рис. 3.67. Перевод изображения эскиза прямоугольника к виду ЮВ изометрия,сверху

Этап № 4. ЛК на иконке команды **Листовое тело** (рис. 3.1 или 3.2) – открывается диалоговое окно **Листовое тело** (рис. 3.68).

Этап № 5. В диалоговом окне **Листовое тело** (рис. 3.68) по размерам с чертежа (рис. 3.64) вносят изменения параметров для 3D-модели детали: толщину изменяют с **10** на **2 мм**, коэффициент с **0,4** на **0**, радиус с **3** на **0 мм**, направление – **вниз** (рис. 3.68).

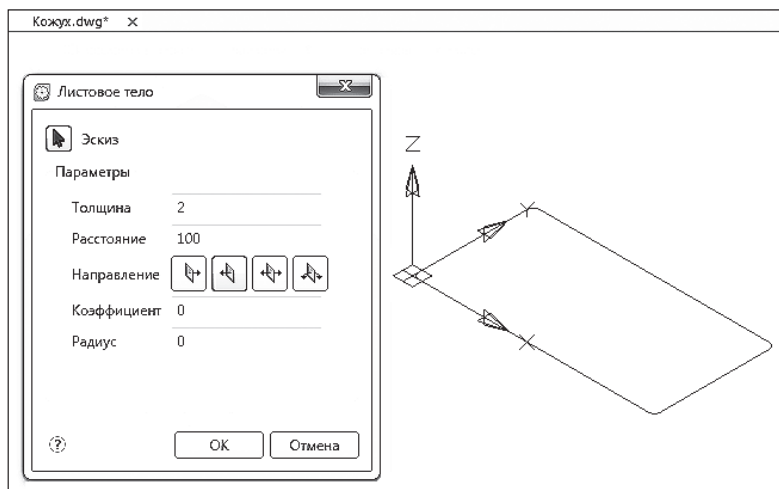


Рис. 3.68. Открытие и внесение изменений в диалоговом окне **Листовое тело**

Этап № 6. ЛК внутри построенного эскиза прямоугольника (рис. 3.69) – образуется 3D-модель детали «**Пластина**» (рис. 3.69) с заданными параметрами (рис. 3.68) – ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Листовое тело** (рис. 3.68). Для наглядности построений включают режим визуализации, например **Реалистичный** (рис. 3.69).

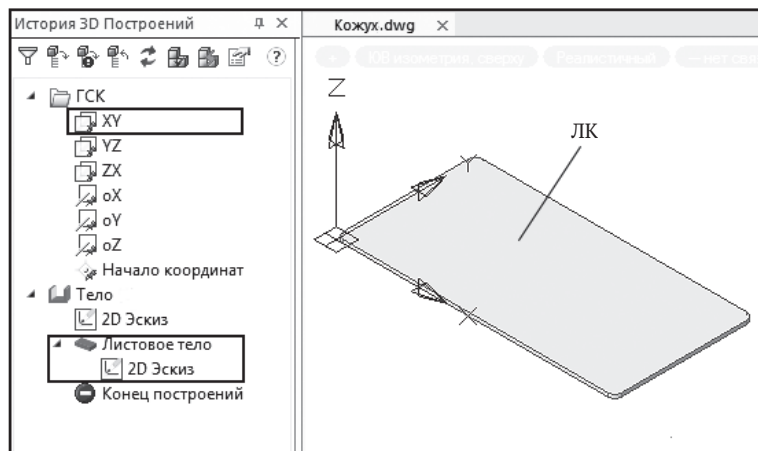


Рис. 3.69. Изображение 3D-модели детали «**Пластина**»

Этап № 7. ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке команды **Листовое моделирование** (рис. 3.1) – ЛК на иконке команды **Отбортовка** (рис. 3.1 или 3.2, 10) – открывается диалоговое окно **Отбортовка** (рис. 3.70а).

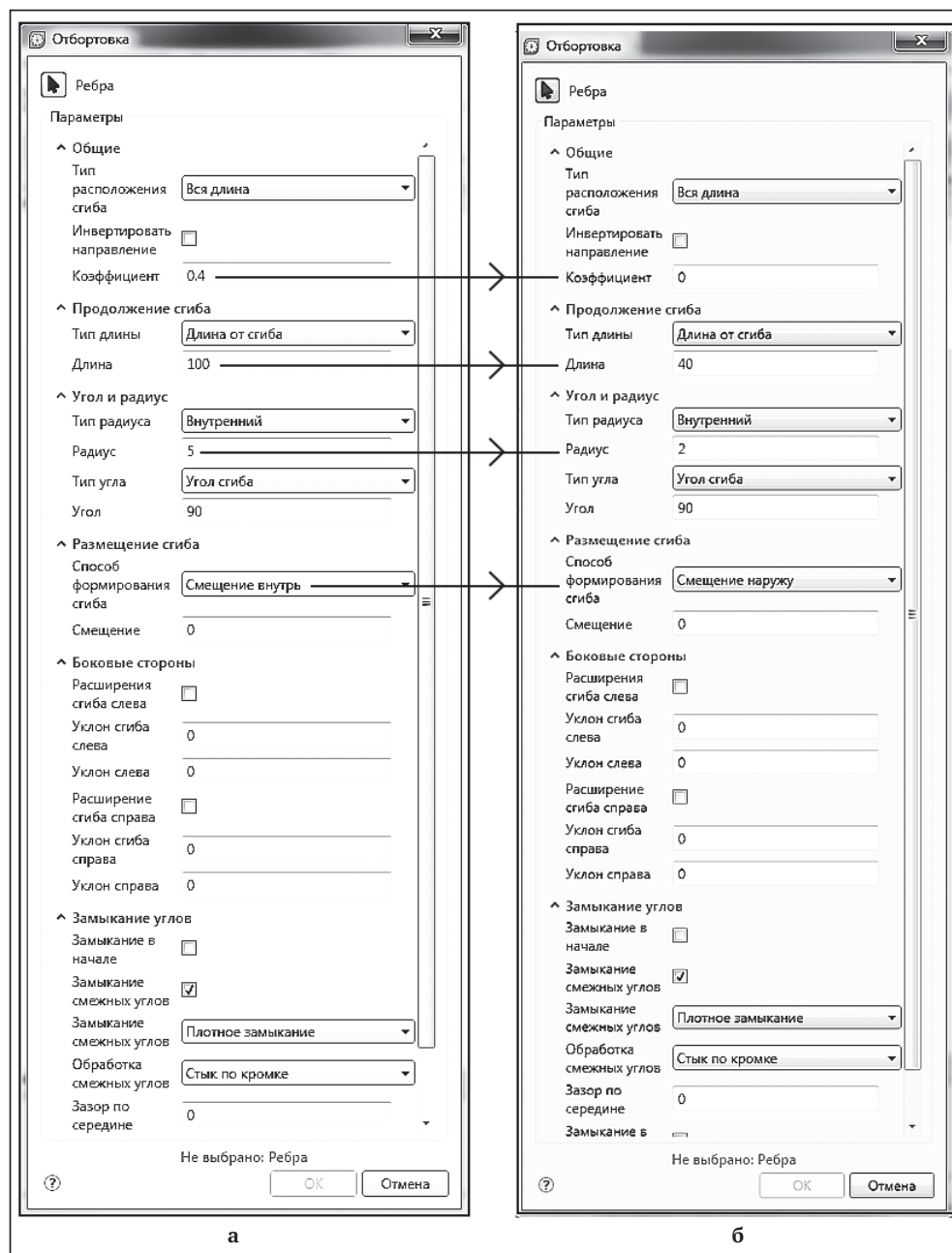


Рис. 3.70. Открытие и внесение изменений в диалоговом окне **Отбортовка**

Этап № 8. В диалоговом окне вносят изменения параметров для **отбортовки № 1** согласно чертежу (рис. 3.64): коэффициент с **0,4 мм** изменяют на **0 мм**; длину отбортовки со **100** на **40 мм**; радиус с **5** на **2 мм**; **Смещение внутрь** – на **Смещение наружу** (рис. 3.70б).

Этап № 9. ЛК выбирают верхнее левое ребро пластины (рис. 3.71) – диалоговое окно **Отбортовка** изменяет свой вид – ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Отбортовка** (рис. 3.70б) – на промежуточной 3D-модели детали образуется **отбортовка № 1** (рис. 3.71), а в дереве функциональной панели инструментов **История 3D Построений** появляется объект **Отбортовка** (рис. 3.71).

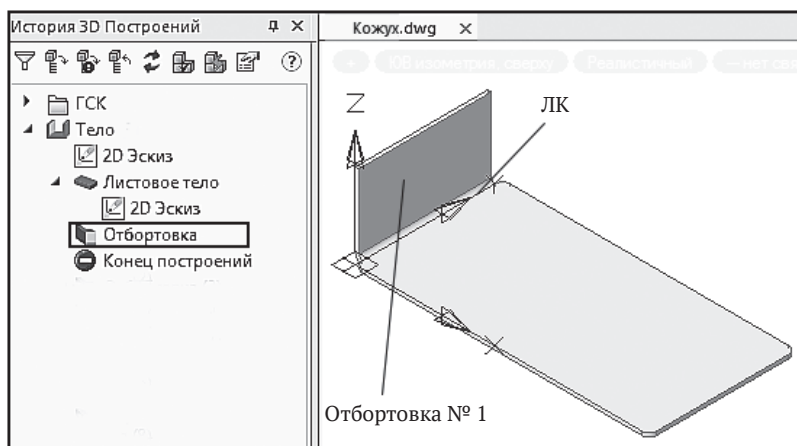


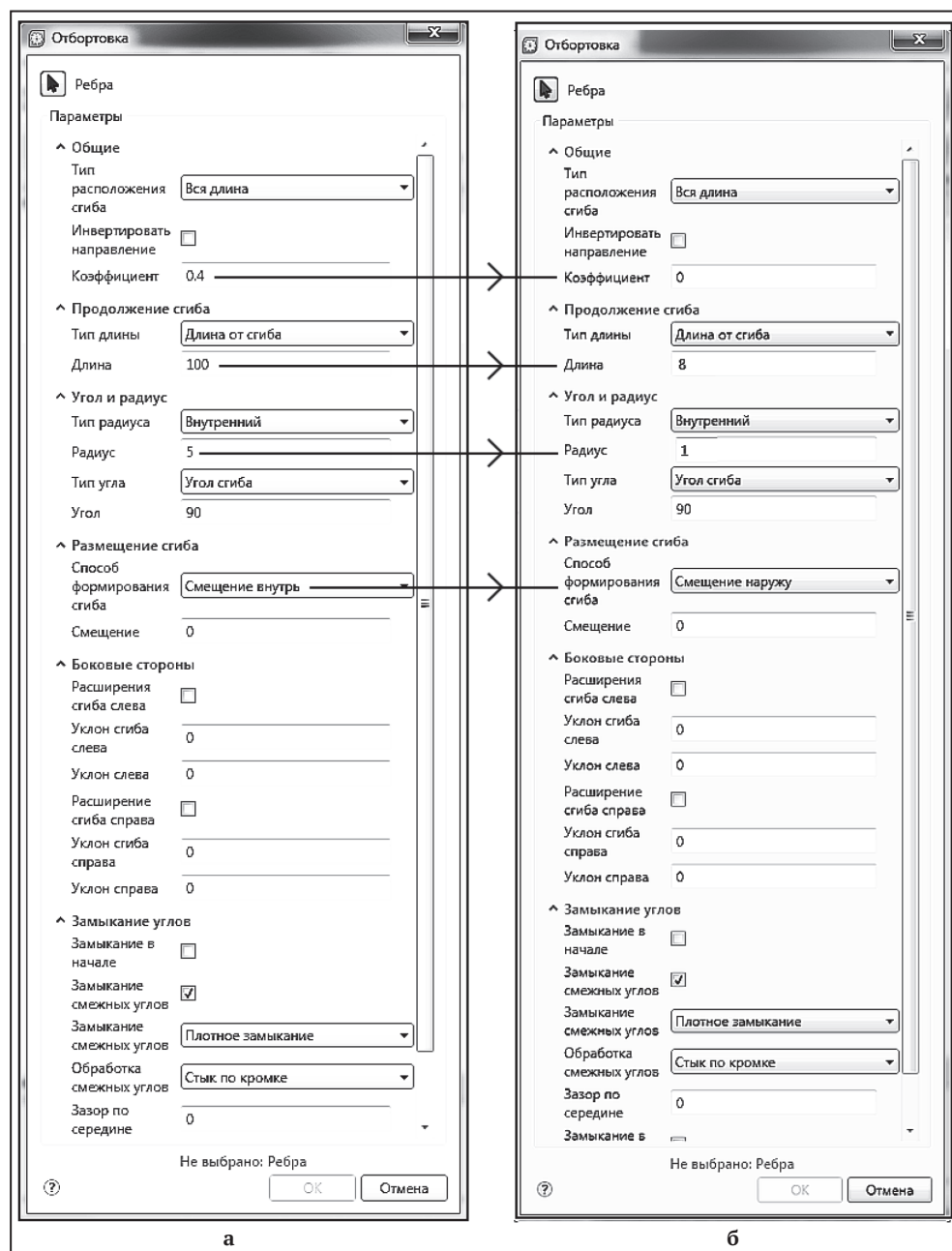
Рис. 3.71. Построение отбортовки № 1

Этап № 10. ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке команды **Листовое моделирование** (рис. 3.1) – ЛК на иконке команды **Отбортовка** (рис. 3.1 или 3.2, 10) – открывается диалоговое окно **Отбортовка** (рис. 3.72а).

Этап № 11. В диалоговом окне вносят изменения параметров для **отбортовки № 2** согласно чертежу (рис. 3.64): коэффициент с **0,4 мм** изменяют на **0 мм**; длину отбортовки со **100** на **8 мм**; радиус с **5** на **1 мм**; **Смещение внутрь** на **Смещение наружу** (рис. 3.72б).

Этап № 12. ЛК выбирают верхнее наружное ребро отбортовки № 1 (рис. 3.73) – диалоговое окно **Отбортовка** изменяет свой вид – ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Отбортовка** (рис. 3.72б) – на промежуточной 3D-модели детали образуется **отбортовка № 2** (рис. 3.73), а в дереве функциональной панели инструментов **История 3D Построений** появляется объект **Отбортовка (2)** – рис. 3.73.

Этап № 13. Повторяют действия этапов № 8...№ 13 для правой стороны пластины – на промежуточной 3D-модели детали образуются **отбортовки № 3 и 4** (рис. 3.74), а в дереве функциональной панели инструментов **История 3D Построений** появляются объекты **Отбортовка (3)** и **Отбортовка (4)** – рис. 3.74.

Рис. 3.72. Открытие и внесение изменений в диалоговом окне **Отбортовка**

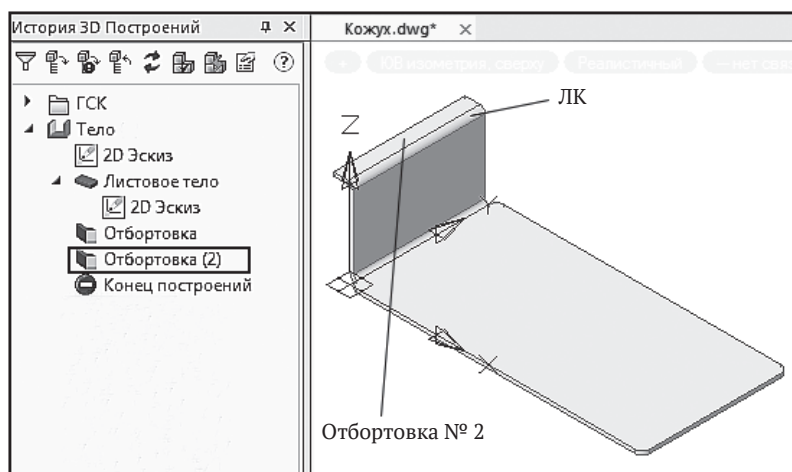


Рис. 3.73. Построение отбортовки № 2

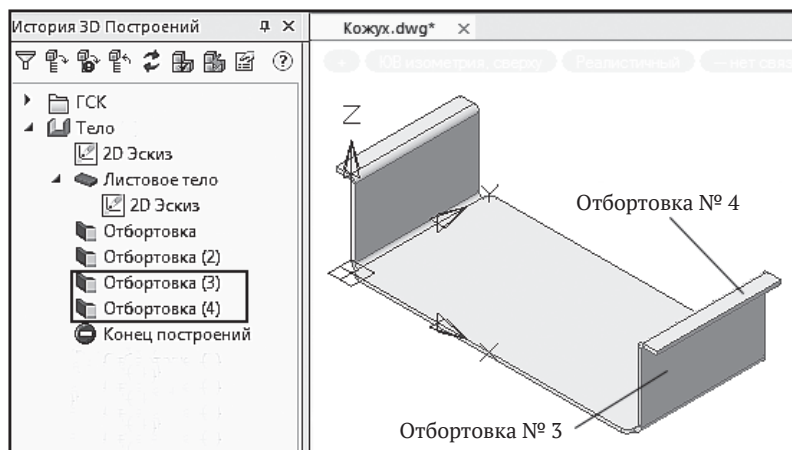


Рис. 3.74. Построение отбортовок № 3 и 4

Этап № 14. Повторяют действия этапов № 8...№ 10, например, по часовой стрелке – на промежуточной 3D-модели образуются отбортовки № 5...№ 10 (рис. 3.75...3.80), а в дереве функциональной панели инструментов **История 3D Построений** появляются объекты **Отбортовка (3)...****Отбортовка (10)** – рис. 3.75...3.80.

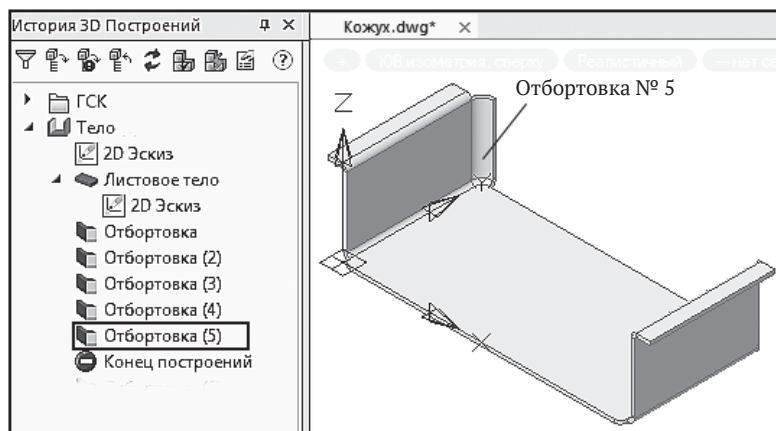


Рис. 3.75. Построение отбортовки № 5

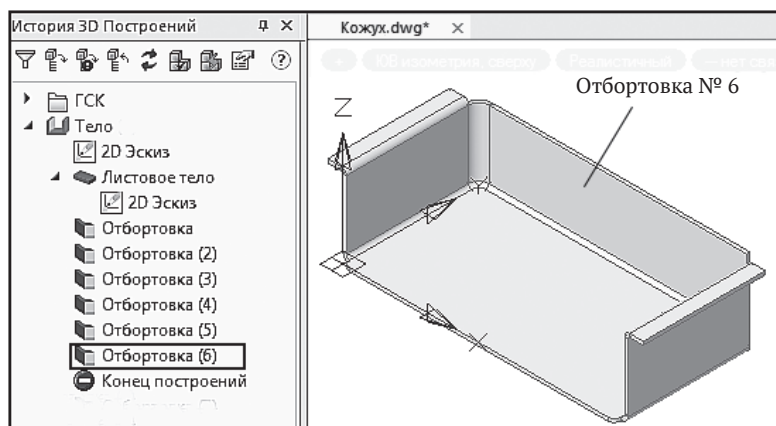


Рис. 3.76. Построение отбортовки № 6

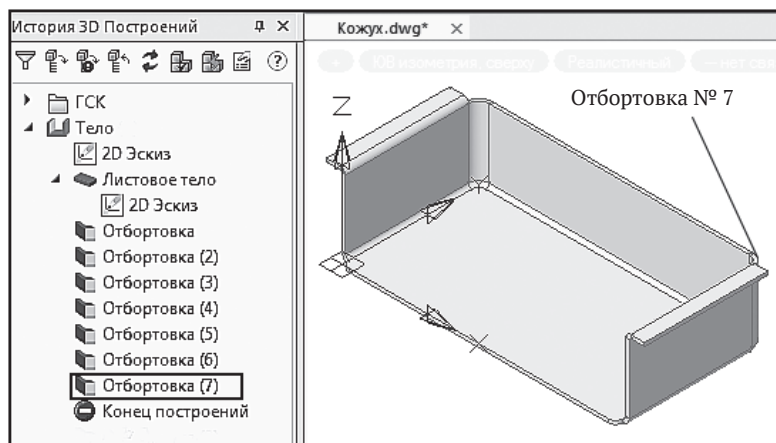


Рис. 3.77. Построение отбортовки № 7

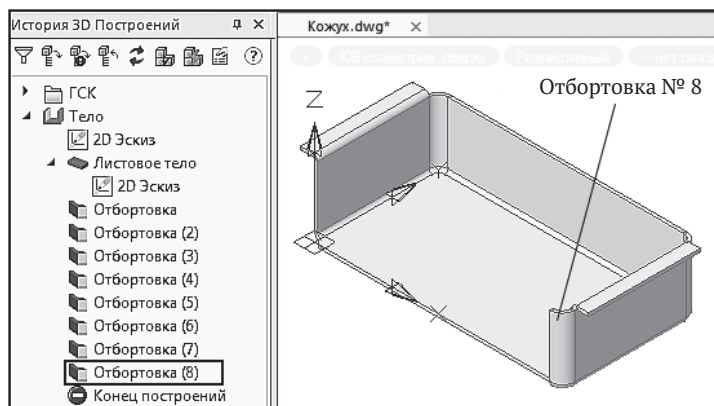


Рис. 3.78. Построение отбортовки № 8

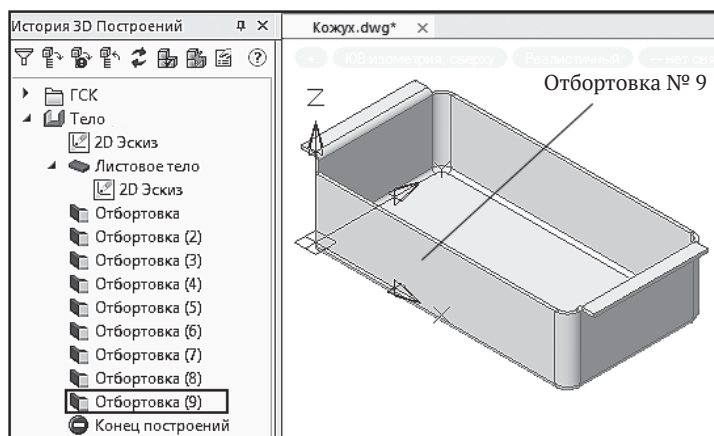


Рис. 3.79. Построение отбортовки № 9

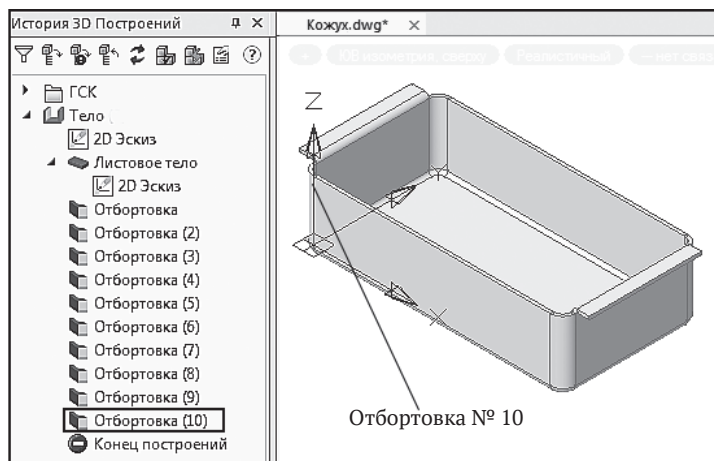


Рис. 3.80. Построение отбортовки № 10

Этап № 15. ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке раздела **Листовое моделирование** (рис. 3.1) – ЛК на иконке команды **Добавить эскиз** (рис. 3.1 или 3.2) – ЛК на верхней плоскости одной из верхних отбортовок промежуточной 3D-модели детали, например на **отбортовке № 2** (рис. 3.81) – в рабочем окне программы появляется изображение 3D-модели детали **Вид сверху** и **ПСК** измененного вида (рис. 3.82), в дереве функциональной панели инструментов **История 3D Построений** появляется объект **2D Эскиз (2)** – рис. 3.82, а вкладка **3D-инструменты** (рис. 3.1) изменяет свой вид (рис. 3.83).

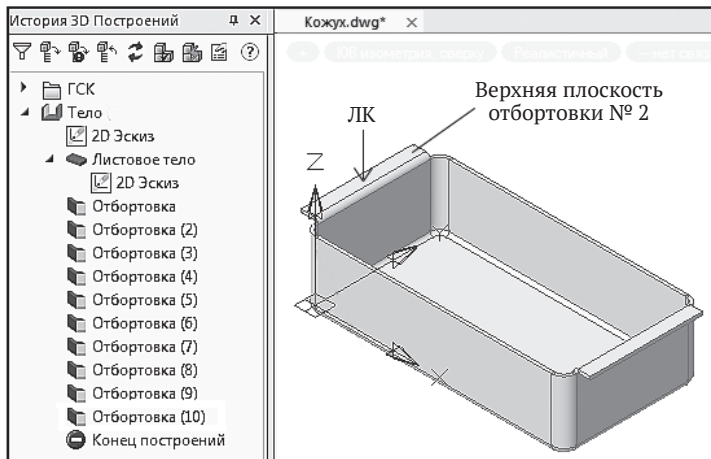


Рис. 3.81. Выбор верхней плоскости отбортовки № 2

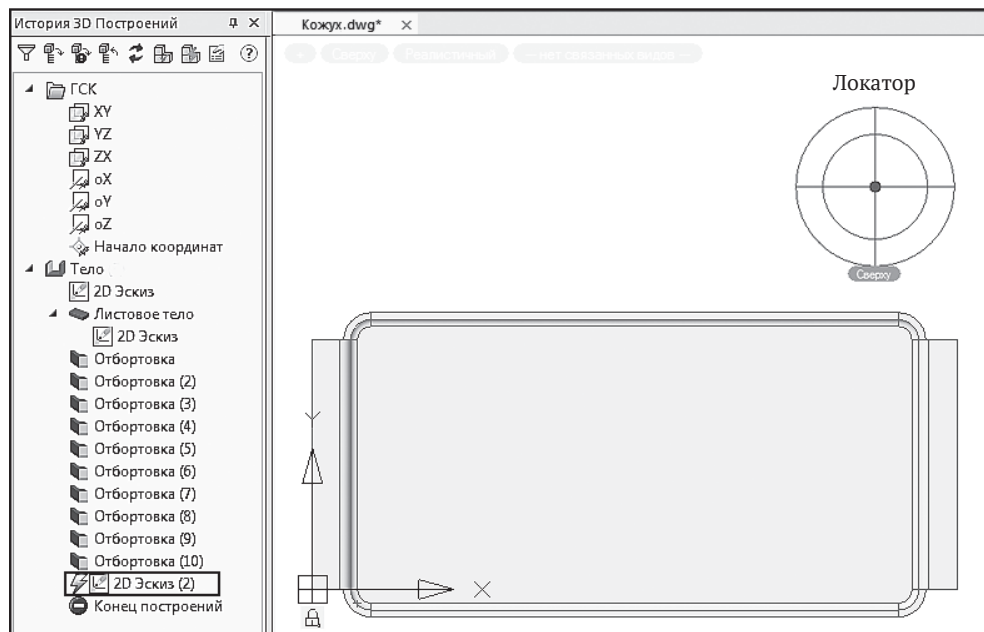


Рис. 3.82. Перевод изображения 3D-модели детали к виду Вид сверху

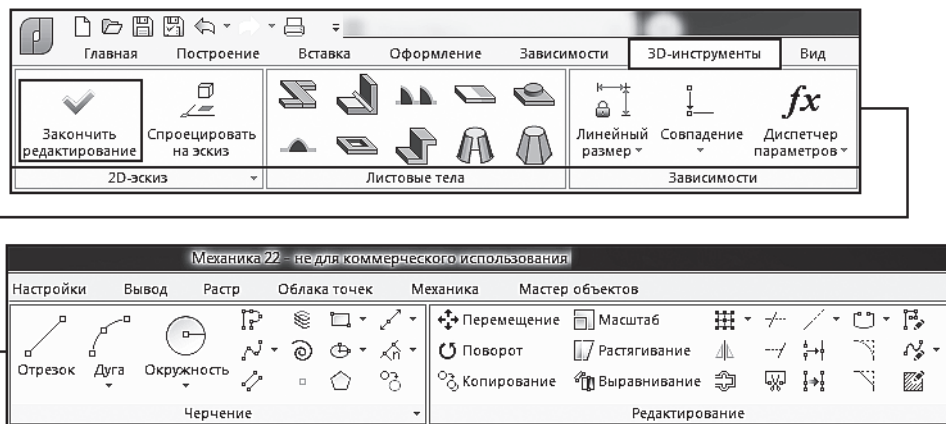


Рис. 3.83. Измененный вид вкладки 3D-инструменты

Этап № 16. Используя команду **Отрезок** из группы Черчение (рис. 3.83), по размерам с чертежа (рис. 3.64) на верхней плоскости отбортовок № 2 и 4 определяют центры для эскизов шести окружностей (рис. 3.84). Используя команду **Окружность** из группы Черчение (рис. 3.83), по размерам с чертежа (рис. 3.64) в найденных центрах строят эскизы шести окружностей диаметром 4 мм (рис. 3.84).

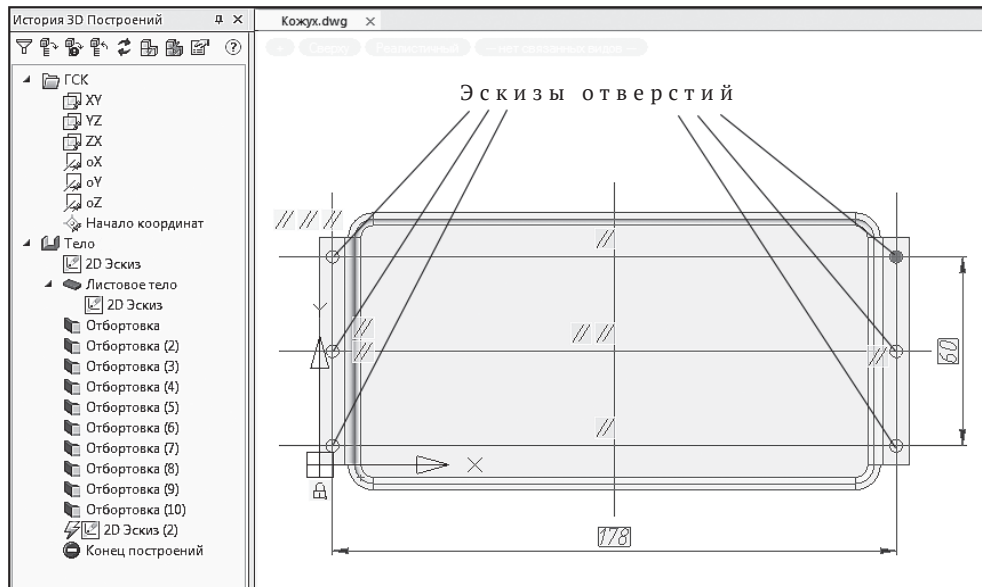


Рис. 3.84. Построение эскизов окружностей на верхней плоскости отбортовки № 2

Этап № 17. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** (рис. 3.83) изображение 3D-модели детали (рис. 3.84) автоматически переводится к виду ЮВ изометрия, сверху (рис. 3.85).

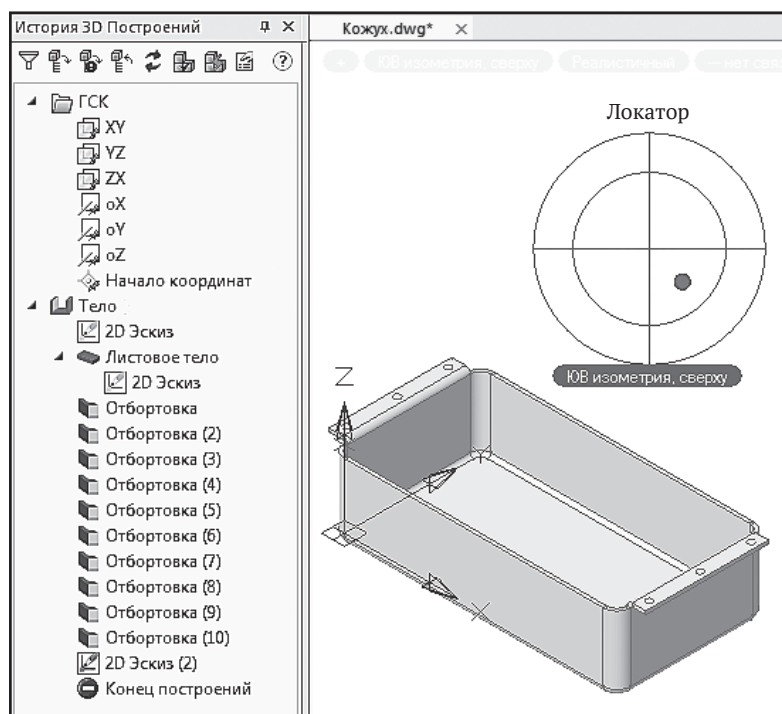


Рис. 3.85. Перевод изображения 3D-модели детали к виду ЮВ изометрия, сверху

Этап № 18. ЛК на иконке команды **Отверстие** (рис. 3.83) – открывается диалоговое окно **Отверстие** (рис. 3.86) – последовательными ЛК выбирают эскизы шести окружностей (рис. 3.87).

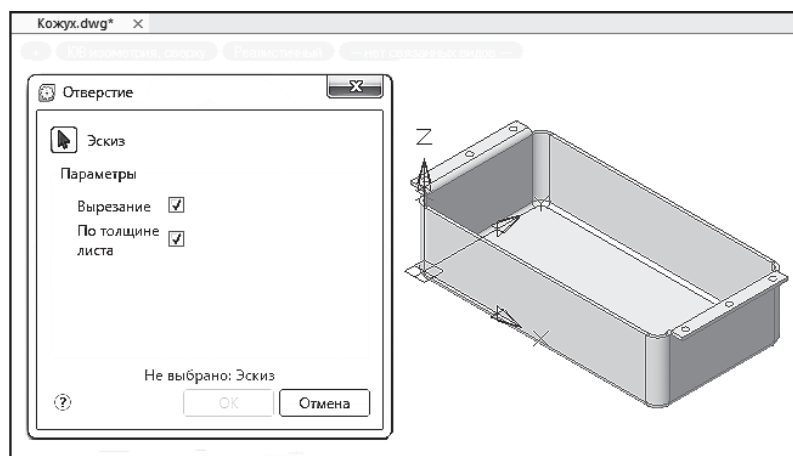


Рис. 3.86. Открытие диалогового окна **Отверстие**

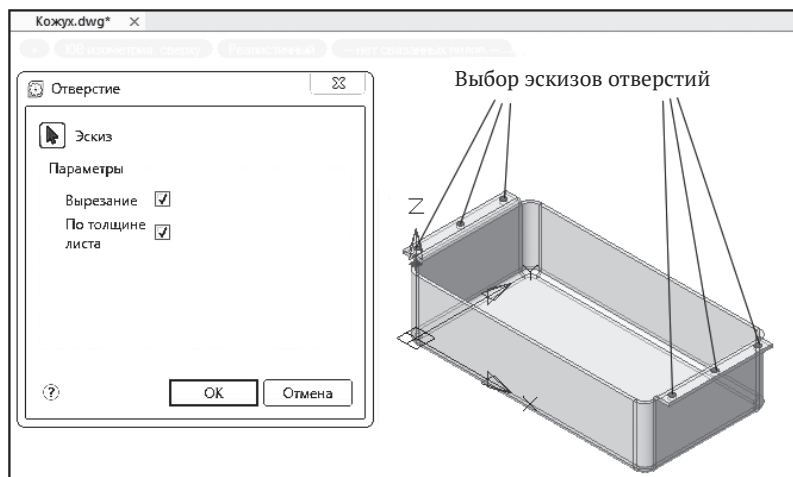


Рис. 3.87. Последовательный выбор эскизов шести окружностей

Этап № 19. ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** диалогового окна **Отверстие** (рис. 3.87) – на отбортовках № 2 и 4 образуется шесть сквозных цилиндрических отверстий (рис. 3.88), а диалоговое окно **Отверстие** (рис. 3.87) автоматически закрывается. В дереве функциональной панели инструментов **История 3D Построений** появляется объект **Отверстие** (рис. 3.88).

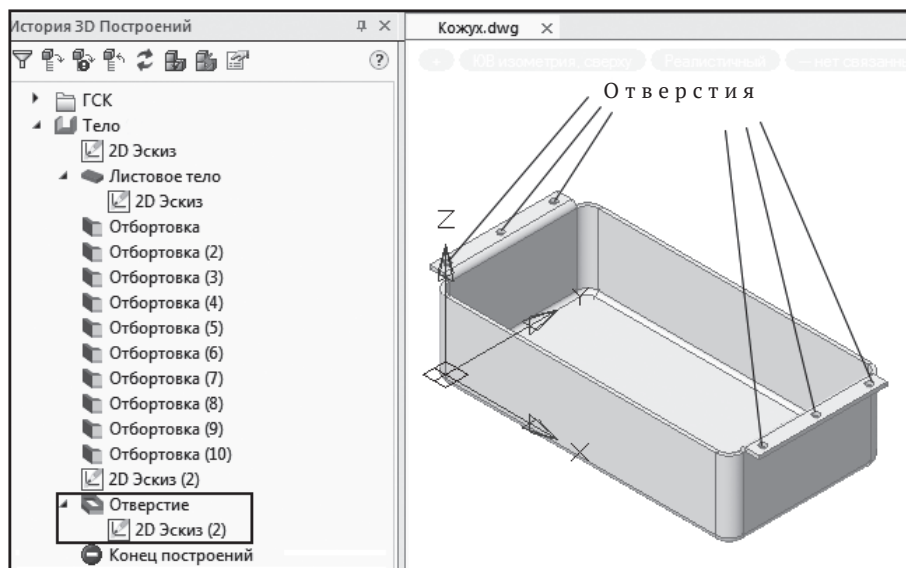


Рис. 3.88. Построение шести сквозных цилиндрических отверстий

Этап № 20. ЛК на иконке команды **Скругление** (рис. 3.83) – открывается диалоговое окно **3D Скругление** (рис. 3.89) – по размерам с чертежа (рис. 3.64) задают значение радиуса скругления **2 мм**. Далее ЛК №1, 2, 3 и 4 выбирают

каждое из вертикальных ребер на отбортовках № 2 и 4 (рис. 3.89) – на вертикальных ребрах появляются фантомы изображений скруглений красного цвета (рис. 3.90).

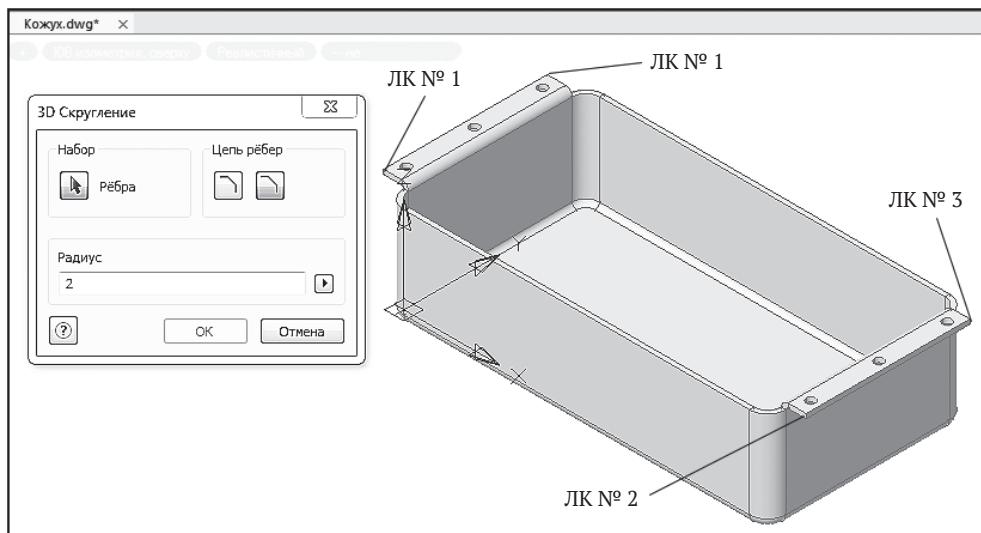


Рис. 3.89. Открытие диалогового окна **3D Скругление** и выбор вертикальных ребер

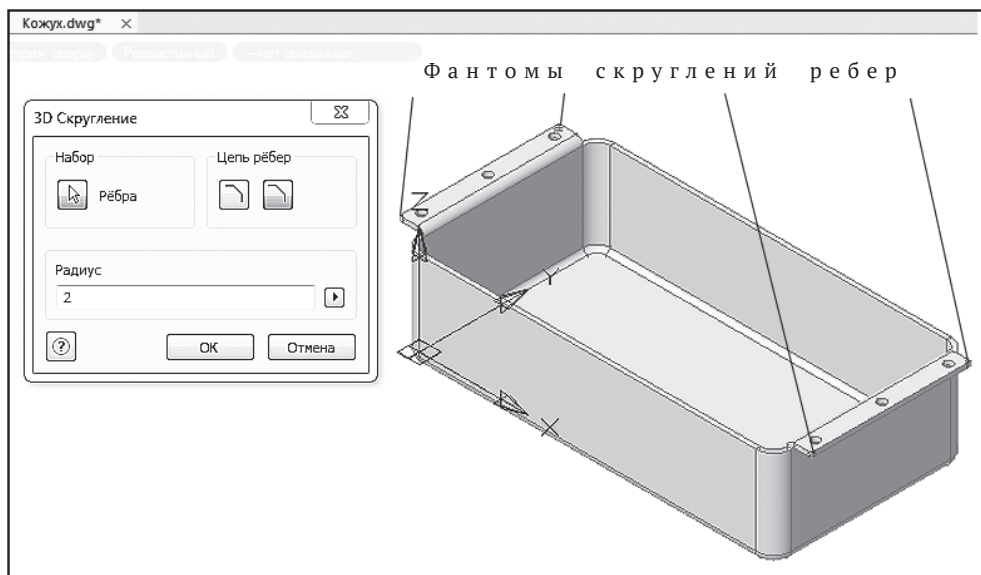


Рис. 3.90. Образование фантомов скруглений на четырех вертикальных ребрах

Этап № 21. ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** диалогового окна **3D Скругление** (рис. 3.90) – образуются скругления на четырех вертикальных ребрах отбортовок № 2 и 4 (рис. 3.91), а диалоговое окно **3D Скругление** (рис. 3.90)

автоматически закрывается. В дереве функциональной панели инструментов **История 3D Построений** появляются объекты **Скругление** (рис. 3.91).

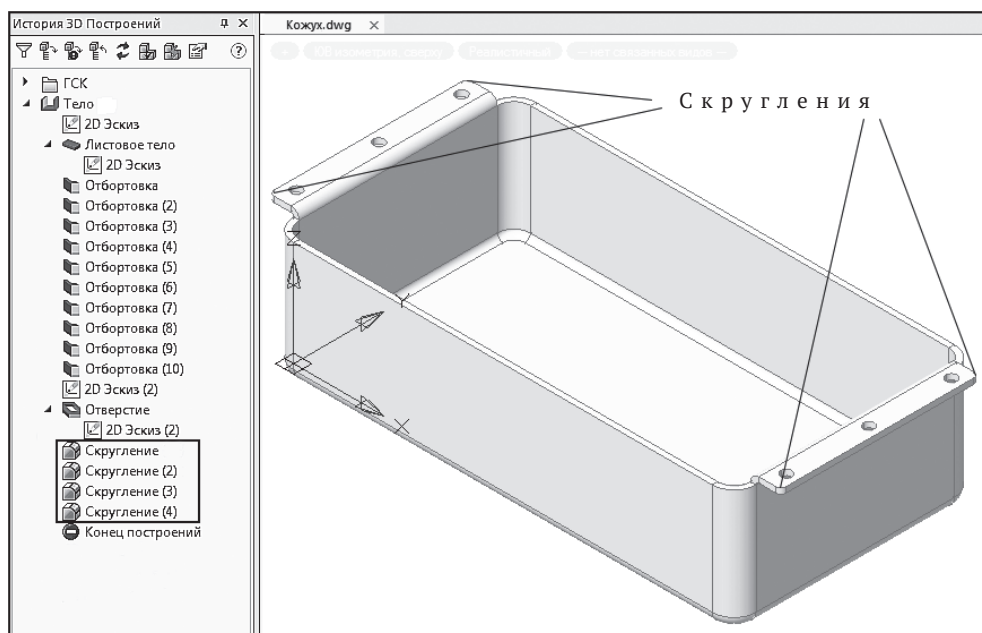


Рис. 3.91. Построение скруглений на четырех вертикальных ребрах

Рекомендация. При необходимости, а также для повышения наглядности изображения 3D-модели детали «Кожух» (рис. 3.91) используют различные ракурсы и различные визуальные стили, например стили **Скрытый** и **Просвечивание** (рис. 3.92).

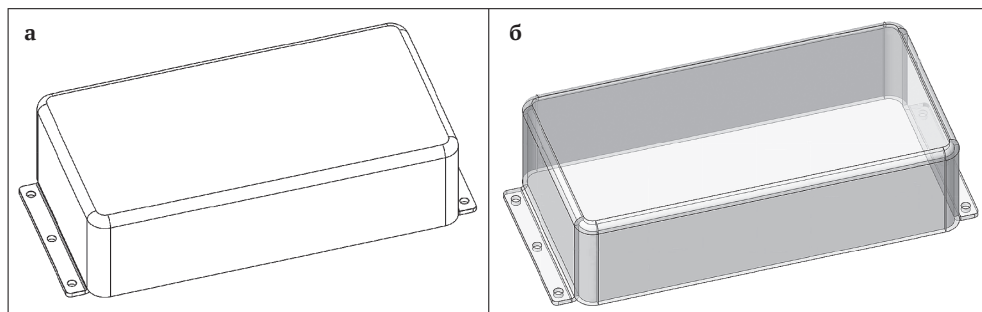


Рис. 3.92. Варианты представления изображений 3D-модели детали «Кожух»
(а – визуальный стиль Скрытый; б – визуальный стиль Просвечивание)

Рекомендация. Представленная выше последовательность построения 3D-модели детали «Кожух» не является единственно возможной, поэтому пользователям программы nanoCAD Механика рекомендуется самостоятельно проработать и другие варианты построения.

1.8. Команды Отбортовка и Штамповка. Пример построения 3D-модели детали «Форма пищевая прямая»

Ниже рассматривается работа с командами **Отбортовка** и **Штамповка** на примере построения 3D-модели детали «Форма пищевая прямая», которая выполнена из тонколистовой нержавеющей стали и предназначена для производства различных пищевых продуктов.

Эскиз детали с ее натурного образца приведен на рис. 3.93.

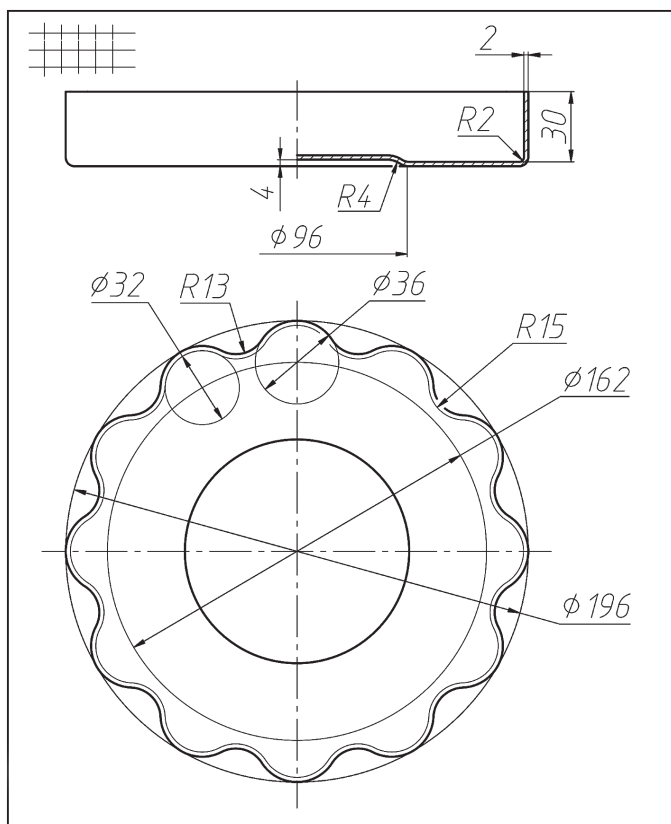


Рис. 3.93. Эскиз детали «Форма пищевая прямая» с натурного образца

Этап № 1. ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке раздела **Листовое моделирование** (рис. 3.1) – ЛК на иконке команды **Добавить эскиз** (рис. 3.1 или 3.2) – ЛК на плоскости **XY** панели **История 3D Построений** (рис. 3.94) – в рабочем окне программы появляется новая пиктограмма **ПСК** (рис. 3.94), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 3.1) изменяет свой вид (рис. 3.95).

Этап № 2. Используя вкладку **3D-инструменты** (рис. 3.95) и внутренние размеры эскиза (рис. 3.93), последовательными командами **Окружность** (диа-

метром 162 мм и диаметром 32 мм), рис. 3.96а, **Круговой массив** (число элементов 12), **Сопряжение** (по радиусу $R = 15$ мм) и **Обрезка** (рис. 3.95), осуществляют построение эскиза плоского контура детали «**Форма пищевая прямая**» (рис. 3.96б).

По аналогии с разделом III (подразделом 1.2) на эскизе проставляют параметрические радиальные размеры, например рис. 3.96б.

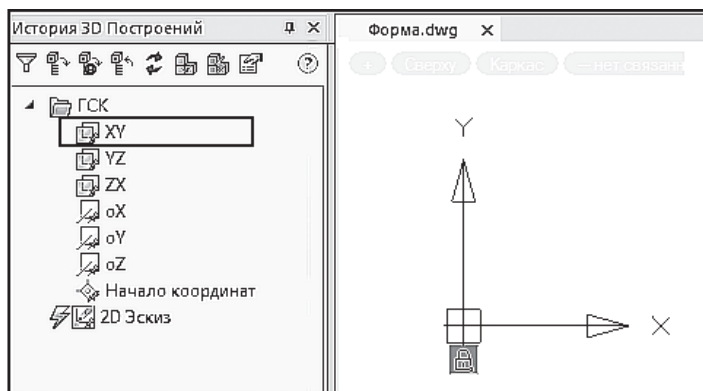


Рис. 3.94. Начало построения детали «Форма пищевая прямая»

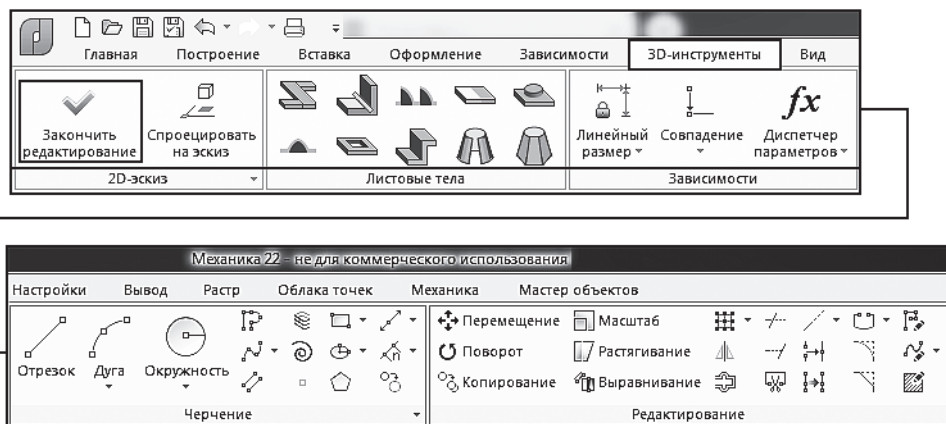


Рис. 3.95. Измененный вид вкладки 3D-инструменты

Этап № 3. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** (рис. 3.95) завершают построение **эскиза**, изображение которого автоматически переходит к виду **ЮВ изометрия**. Далее его переводят к более привычному виду – **ЮЗ изометрия** (рис. 3.97), а вкладка **3D-инструменты** (рис. 3.95) возвращается к своему первоначальному виду (рис. 3.1).

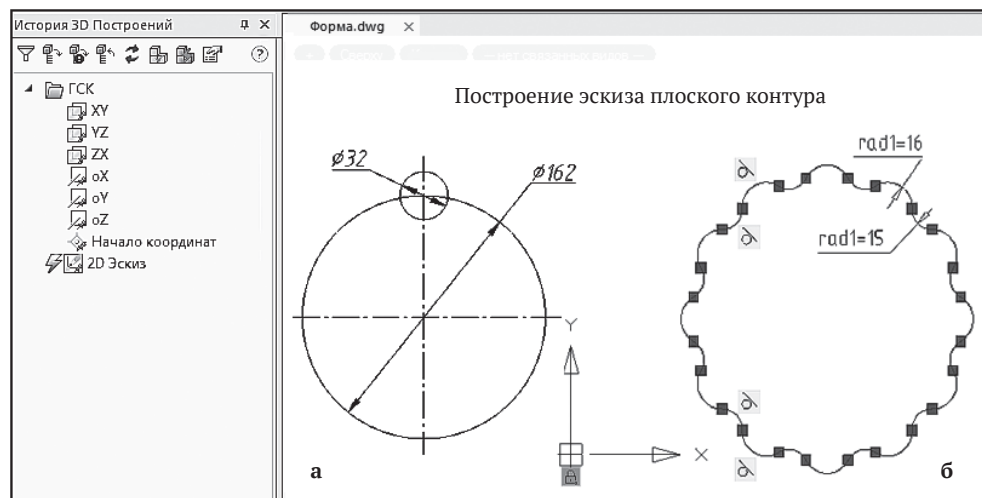


Рис. 3.96. Построение эскиза плоского контура детали «Форма пищевая прямая»: а – начало построения; б – окончание построения



Рис. 3.97. Перевод изображения эскиза контура к виду ЮЗ изометрия, сверху

Этап № 4. ЛК на иконке команды **Листовое тело** (рис. 3.1 или 3.2) – открывается диалоговое окно **Листовое тело** (рис. 3.98).

Этап № 5. В диалоговом окне **Листовое тело** (рис. 3.98) по размерам с эскиза (рис. 3.93) вносят изменения параметров для 3D-модели детали: толщину изменяют с 10 на 2 мм, коэффициент с 0,4 на 0, радиус с 3 на 0 мм, направление – вниз (рис. 3.99).

Этап № 6. ЛК внутри построенного эскиза плоского контура (рис. 3.98) – образуется 3D-модель детали «Пластина» (рис. 3.99) с заданными параметрами (рис. 3.98) – ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Листовое тело** (рис. 3.99). Для наглядности построений включают режим визуализации, например **Реалистичный** (рис. 3.100).

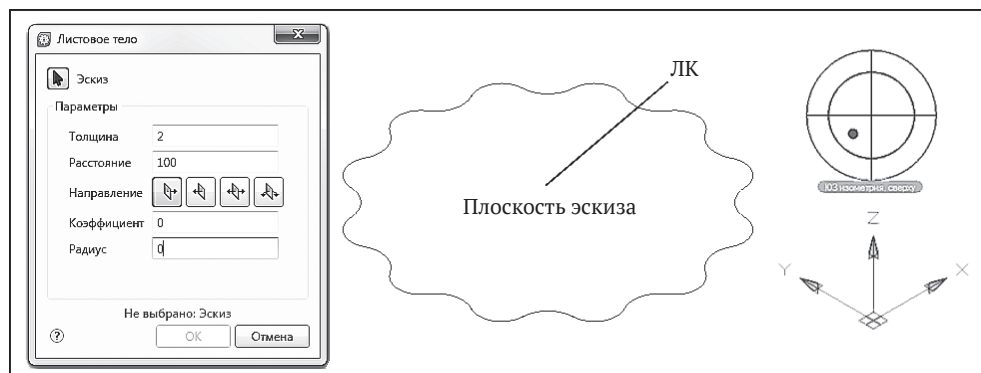


Рис. 3.98. Открытие и внесение изменений в диалоговом окне **Листовое тело**



Рис. 3.99. Образование 3D-модели детали «Пластина»

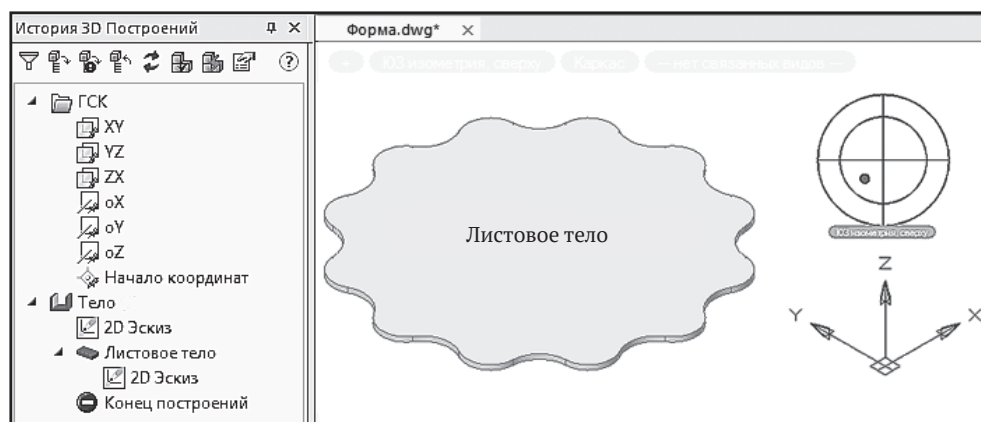


Рис. 3.100. Итоговое изображение 3D-модели детали «Пластина»

Этап № 7. ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке команды **Листовое моделирование** (рис. 3.1) – ЛК на иконке команды **Отбортовка** (рис. 3.1 или 3.2, 10) – открывается диалоговое окно **Отбортовка** (рис. 3.101а).

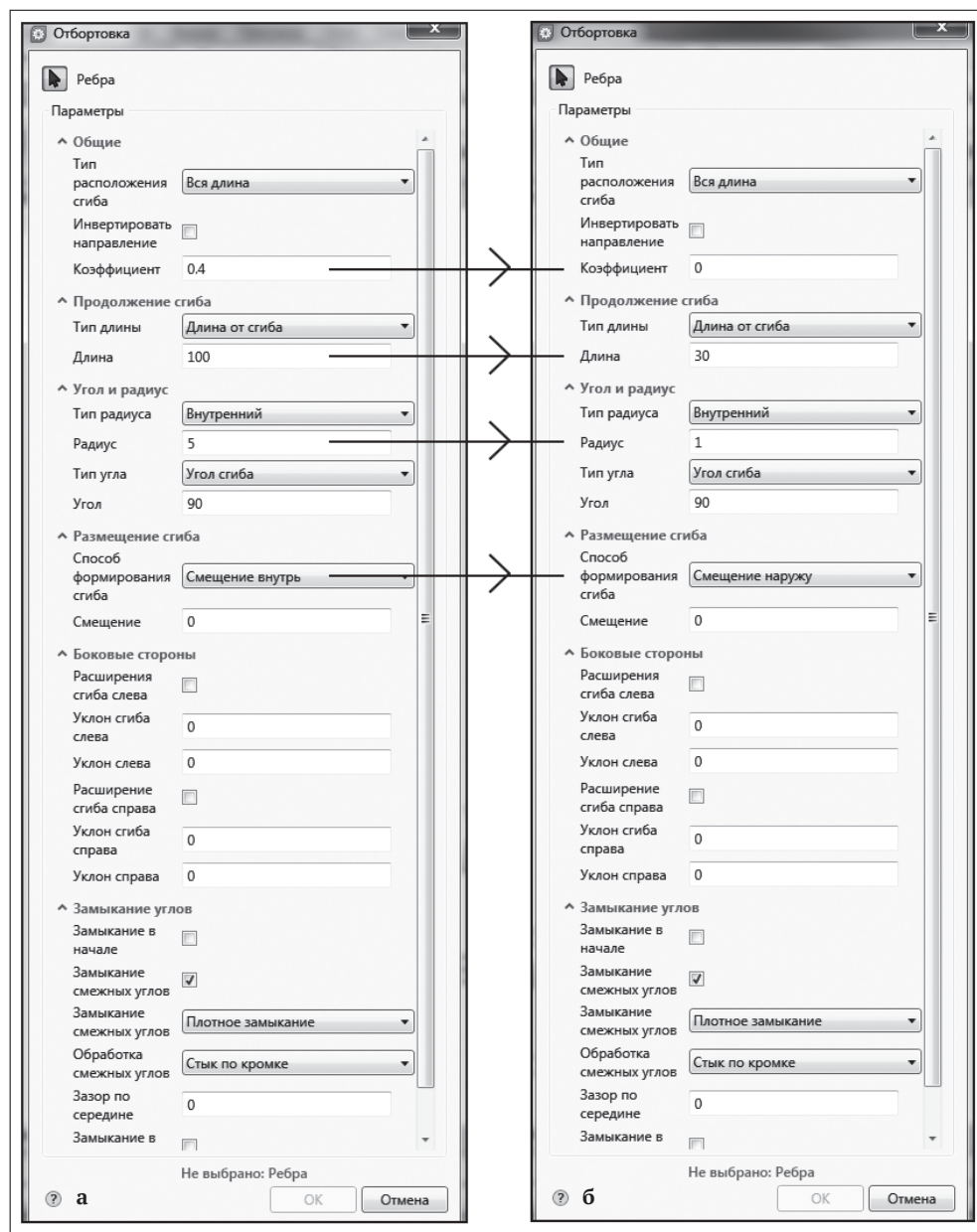


Рис. 3.101. Открытие и внесение изменений в диалоговом окне **Отбортовка**

Этап № 8. В диалоговом окне вносят изменения параметров отбортовки согласно эскизу (рис. 3.93): коэффициент с **0,4 мм** изменяют на **0 мм**; длину отбортовки со **100** на **30 мм**; радиус с **5** на **1 мм**; **Смещение внутрь** – на **Смещение наружу** (рис. 3.1016).

Этап № 9. ЛК последовательно выбирают верхние наружные ребра 3D-модели детали «Пластина» (рис. 3.100) – диалоговое окно **Отбортовка** (рис. 3.1016) изменяет свой вид (рис. 3.102), а на экране монитора появляются фантомы отбортовок (рис. 3.102).

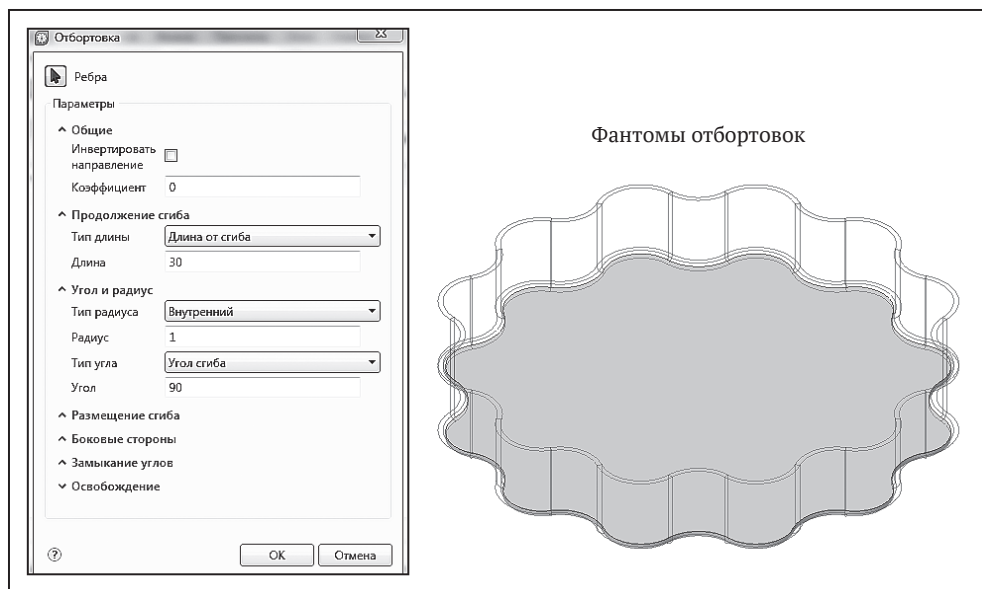


Рис. 3.102. Появление фантомов отбортовок

Этап № 10. ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Отбортовка** (рис. 3.102) – на 3D-модели детали образуются изображения вертикальных скругленных отбортовок (рис. 3.103), а в дереве функциональной панели инструментов **История 3D Построений** появляется объект **Отбортовка** (рис. 3.103).

Этап № 11. Для удобства следующих построений производят поворот изображения 3D-модели детали (рис. 3.103) в положение видимости нижней плоскости (рис. 3.104). Для поворота используют, например, инструмент **Зависимая орбита** (ЛК на соответствующей иконке из группы Навигация на вкладке Вид и перемещение курсора мыши),

Этап № 12. ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке раздела **Листовое моделирование** (рис. 3.1) – ЛК на иконке команды **Добавить эскиз** (рис. 3.1 или рис. 3.2) – ЛК на нижней плоскости 3D-модели детали (рис. 3.104) – в рабочем окне программы появляется новая пиктограмма **ПСК** (рис. 3.105), изо-

бражение модели переводится в плоскость **ХОУ**, а вкладка **3D-инструменты** (рис. 3.1) изменяет свой вид (рис. 3.106).

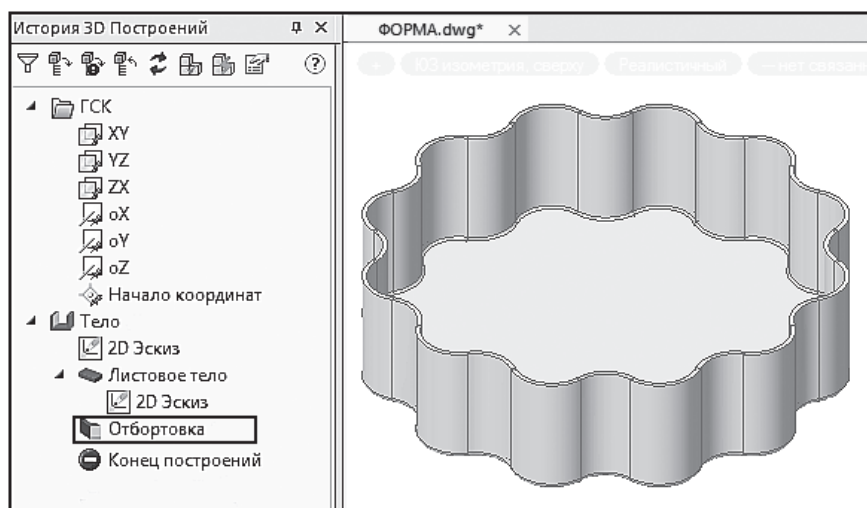


Рис. 3.103. Построение вертикальных скругленных отбортовок

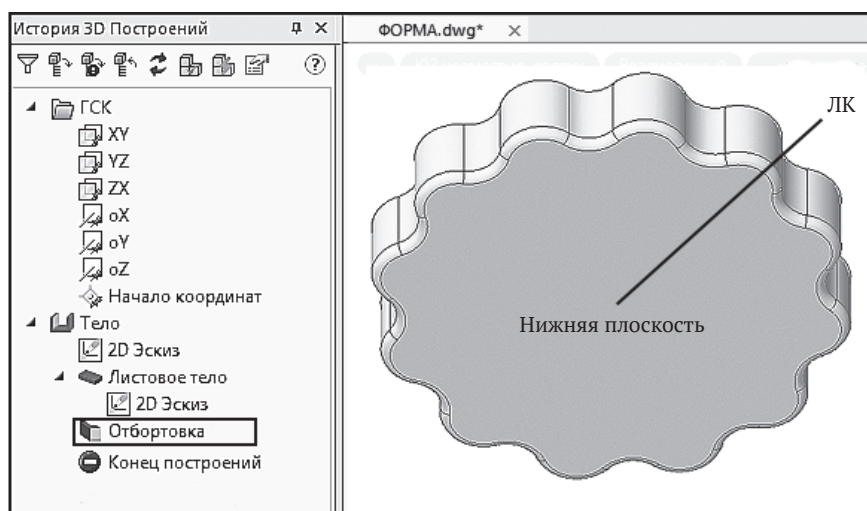


Рис. 3.104. Поворот 3D-модели детали

Этап № 13. Используя команду **Окружность** из групп Черчение на вкладке **3D-инструменты** (рис. 3.106), по размерам с эскиза (рис. 3.93) строят **эскиз окружности** диаметром **96 мм** (рис. 3.107а).

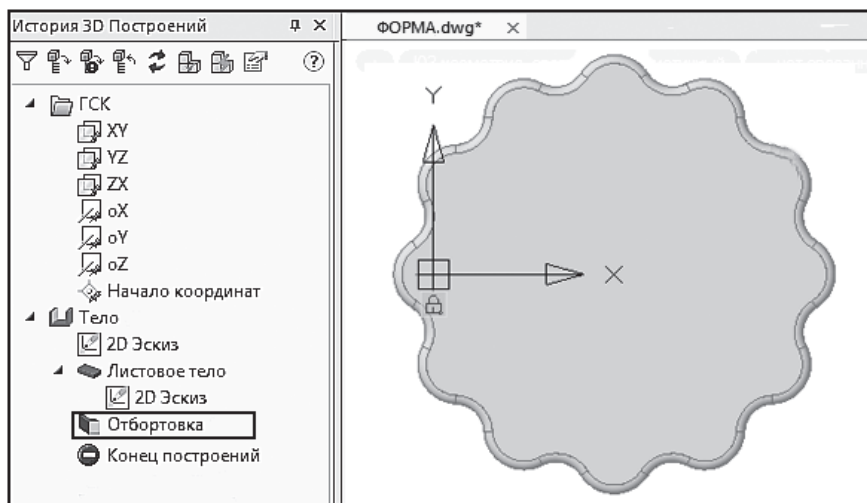


Рис. 3.105. Перевод изображения 3D-модели детали в плоскость XOY

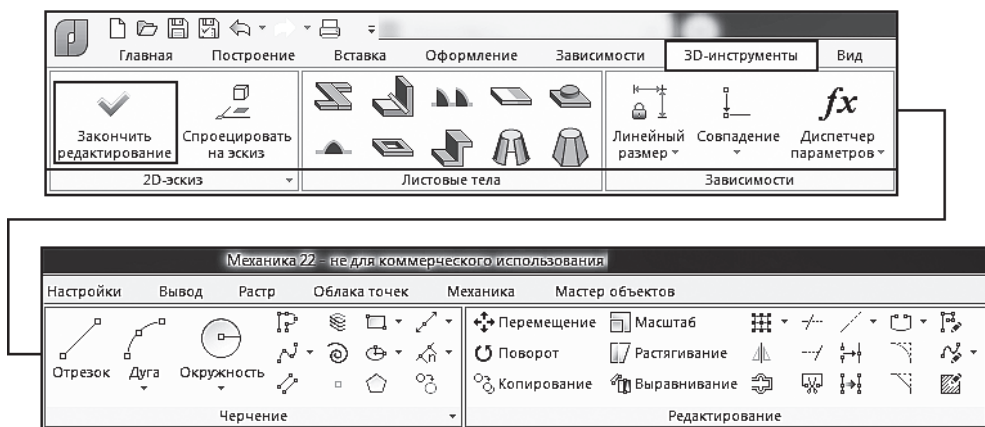


Рис. 3.106. Измененный вид вкладки 3D-инструменты

Этап № 14. ЛК на иконке команды **Закончить редактирование** (рис. 3.106) завершают построение эскиза окружности, (рис. 3.107а), а вкладка **3D-инструменты** возвращается к своему первоначальному виду (рис. 3.1).

Этап № 15. Для наглядности будущих построений, изображение 3D-модели детали (рис. 3.107а) переводят к виду **ЮЗ изометрия**, (рис. 3.107б), например, с помощью интерфейсного инструмента **Локатор**.

Этап № 16. ЛК на иконке команды **Штамповка** (рис. 3.1 или 3.2, 9) – открывается диалоговое окно **Штамповка** (рис. 3.108а). ЛК выбирают плоскость эскиза окружности (рис. 3.108б) – появляется изображение фантома штамповки (рис. 3.108б).

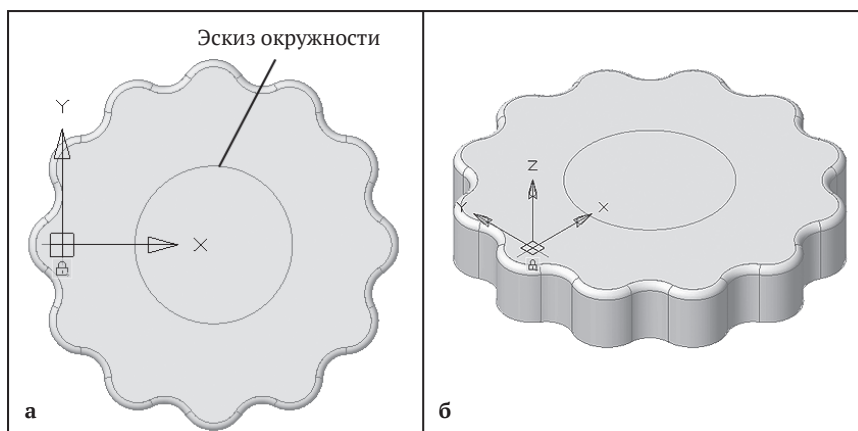


Рис. 3.107. Построение эскиза окружности и перевод изображения в ЮЗ изометрию

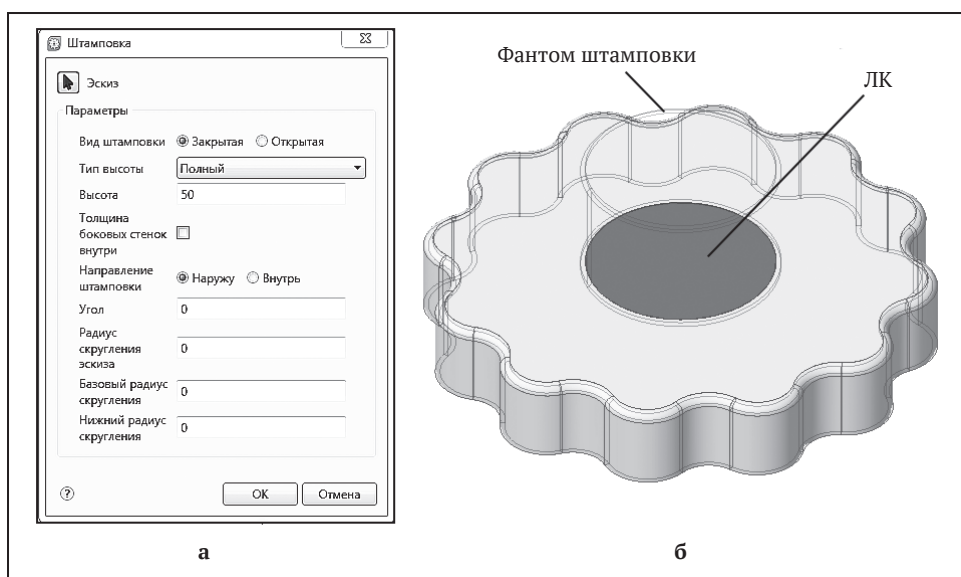


Рис. 3.108. Построение эскиза окружности и перевод изображения в ЮЗ изометрию

Этап № 17. В диалоговом окне по размерам с эскиза (рис. 3.93) вносят необходимые изменения в параметры будущей штамповки: высоту изменяют с 50 на 1 мм, направление штамповки с Наружу на Внутрь, радиус скругления эскиза с 0 на 4 мм, базовый радиус скругления с 0 на 4 мм, нижний радиус скругления с 0 на 4 мм (рис. 3.109а) – в 3D-модели детали образуется изображение контуров штамповки с заданными выше параметрами (рис. 3.109б).

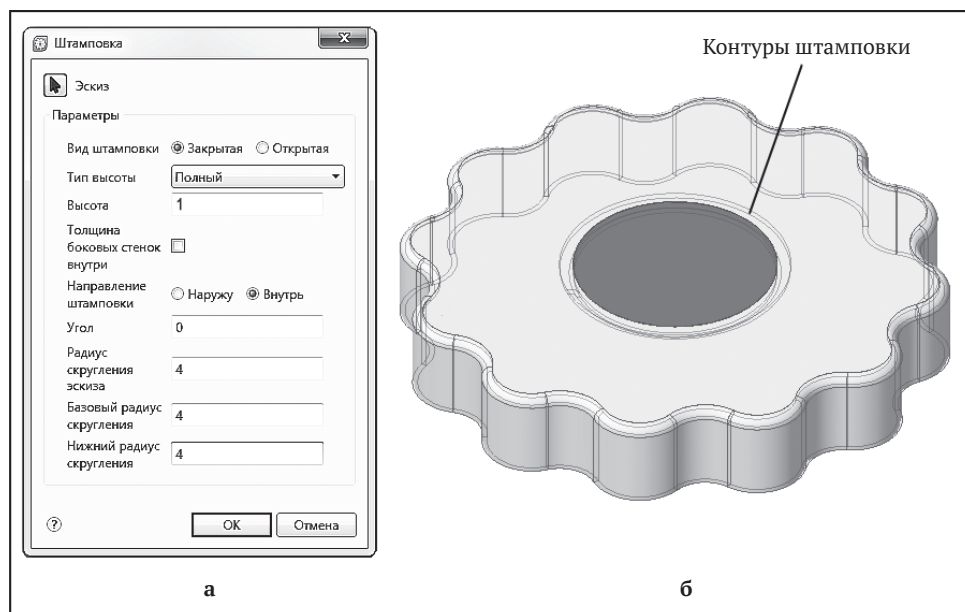


Рис. 3.109. Внесение изменений в диалоговом окне и образование изображения контуров штамповки в 3D-модели детали

Этап № 18. ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Штамповка** (рис. 3.109а) – образуется окончательное изображение 3D-модели «**Форма пищевая прямая**» (рис. 3.110), а в дереве функциональной панели **История 3D Построений** появляется объект **Штамповка** (рис. 3.110).

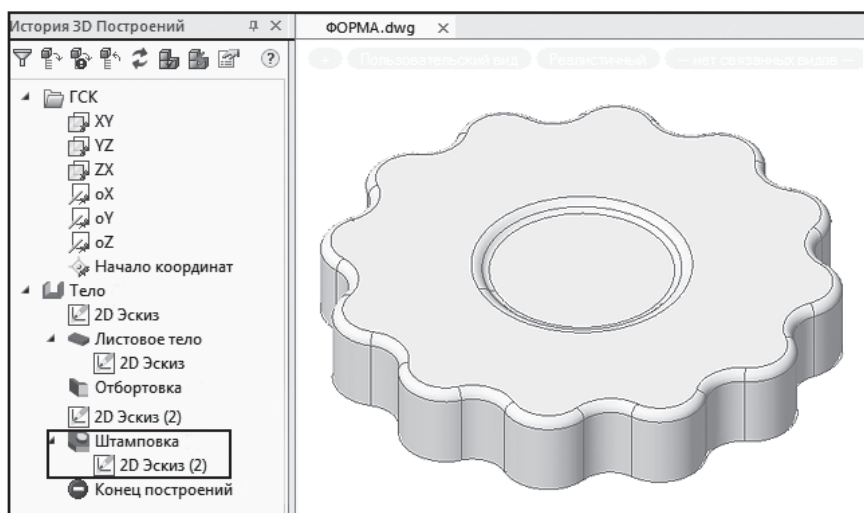


Рис. 3.110. Окончательный вариант построения 3D-модели детали

Рекомендация. При необходимости, а также для повышения наглядности изображения 3D-модели детали «**Форма пищевая прямая**» (рис. 3.110) используют различные ракурсы и различные визуальные стили, например стиль **Тонированный** (рис. 3.111).

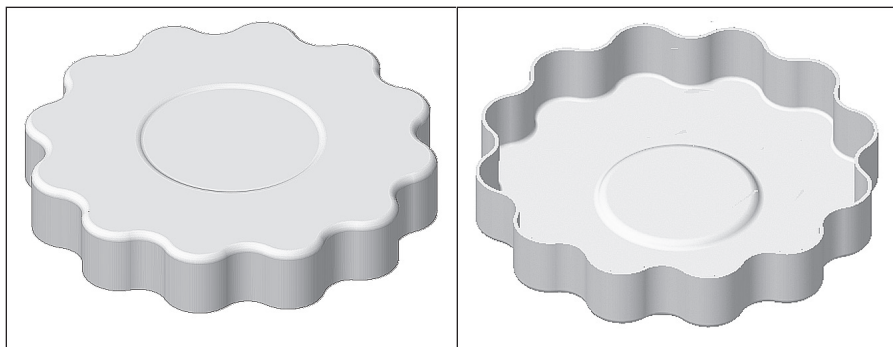


Рис. 3.111. Варианты представления изображений 3D-модели детали «Форма пищевая прямая»

1.9. Примеры построения 3D-моделей деталей на основе использования команды Отбортовка

ПРИМЕРЫ № 1, 2 и 3

Команда **Отбортовка** (рис.3.1 или 3.2, 10), как самостоятельная, так и совместно с другими командами, может найти широкое и самое разнообразное применение для построения 3D-моделей деталей различного назначения из тонколистового проката. Ряд примеров приведен на рис.3.112...3.114.

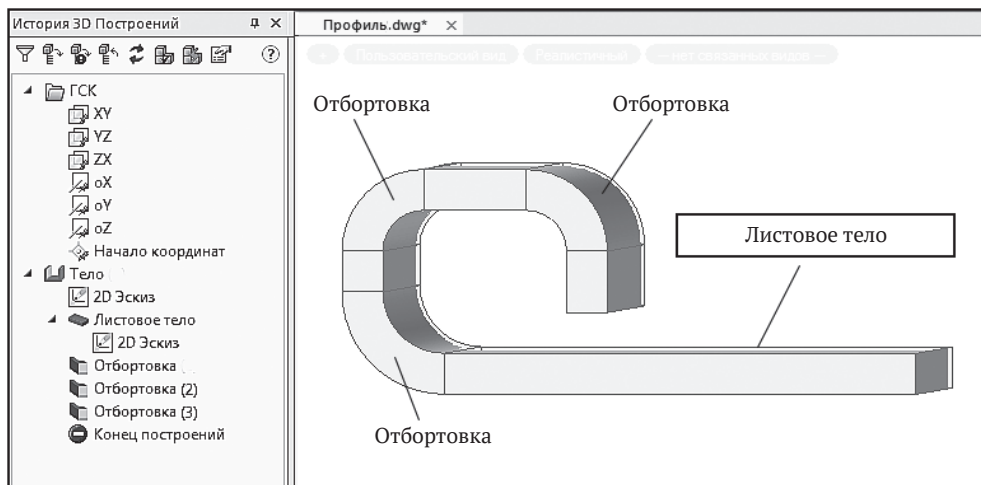


Рис. 3.112. Пример построения 3D-модели детали «Профиль»

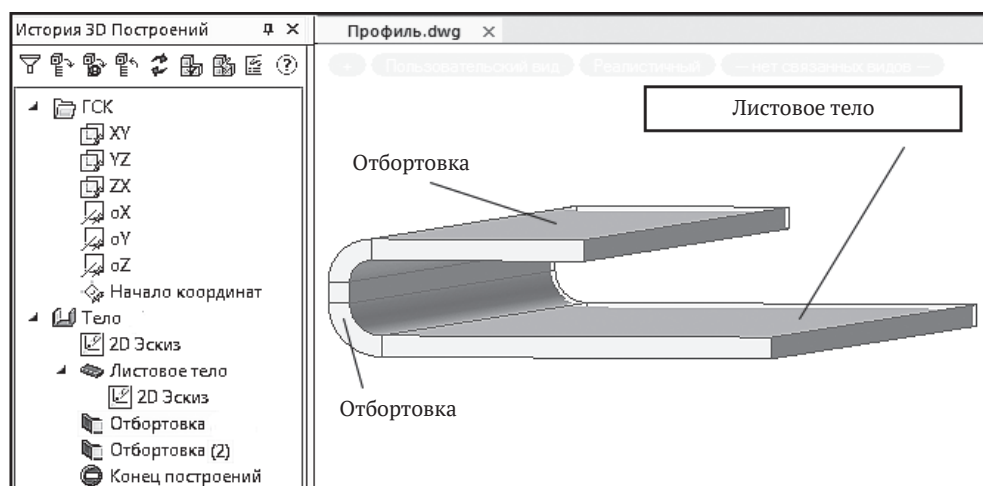


Рис. 3.113. Пример построения 3D-модели детали «Профиль»

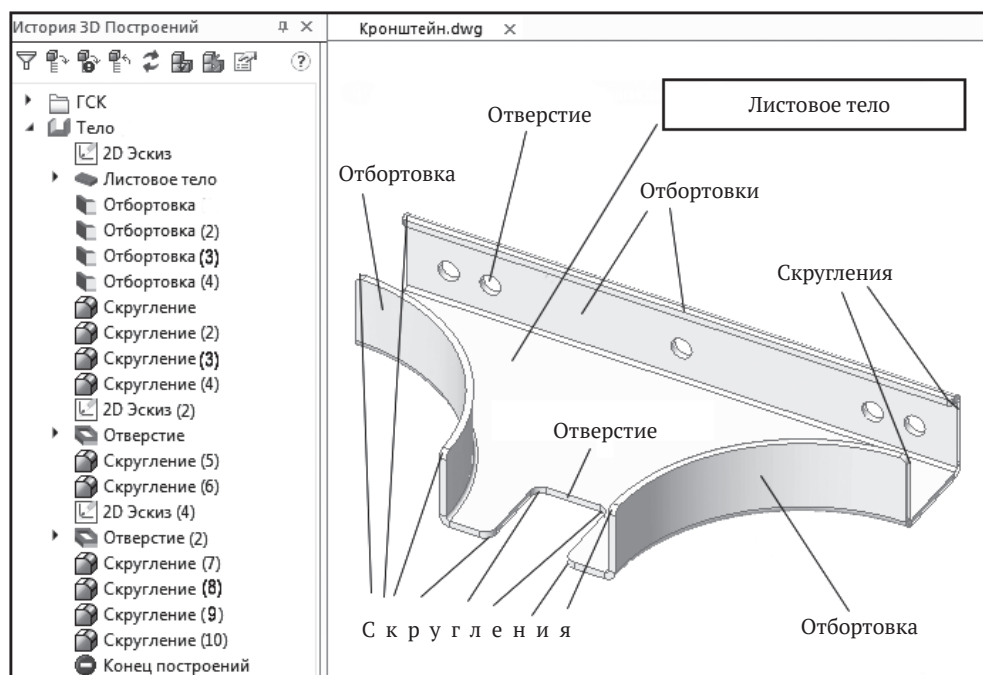


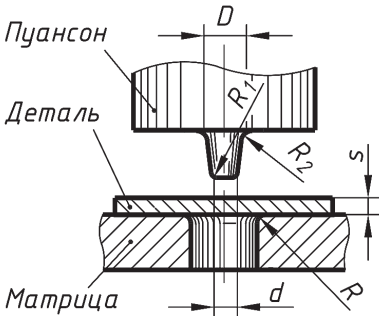
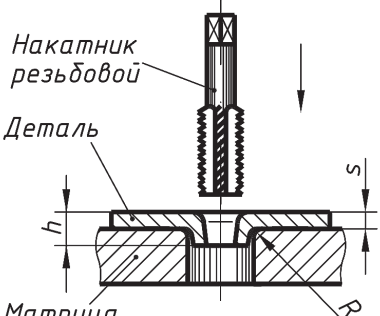
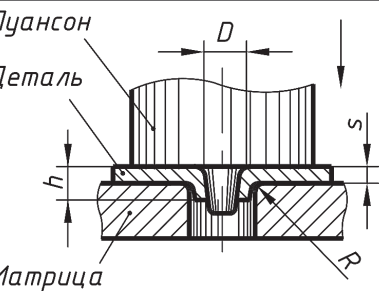
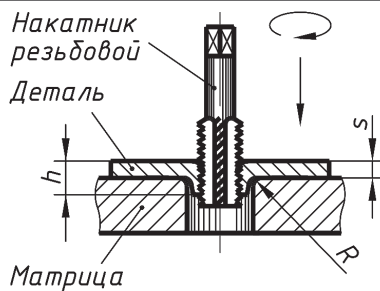
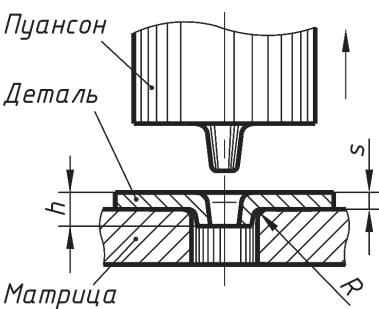
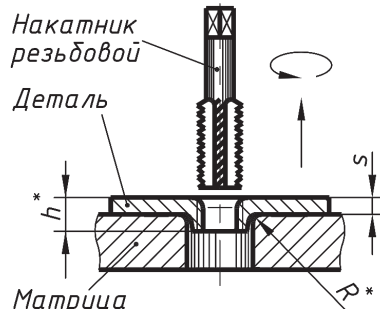
Рис. 3.114. Пример построения 3D-модели детали «Кронштейн»

ПРИМЕР № 4

Команда **Отбортовка** совместно с последующей командой **Резьба** из группы Элементы на вкладке **3D-инструменты** может найти применение для моделирования метрической резьбы малого диаметра в тонкостенных 3D-моделях деталей энергетики и приборостроения [5, 6, 7]. Для создания хотя бы одного

полного витка резьбы в тонкостенных деталях требуется местное увеличение их толщины, например табл. 3.1 [6].

Таблица 3.1. Последовательность изготовления резьбы метрической цилиндрической малого диаметра

1. Исходное состояние	4. Подводка накатника резьбового				
					
2. Продавливание отверстия	5. Накатывание резьбы				
					
3. Подъем пуансона	6. Подъем накатника резьбового				
					
Зависимость размеров продавленных отверстий и диаметра резьбы метрической					
Диаметр продавленного отверстия, мм	1,6	2,15	2,5	3,3	4,1
Резьба метрическая малого диаметра	M2	M2,5	M3	M4	M5

Рекомендация. Пользователям программы рекомендуется самостоятельно проработать данный вид 3D-моделирования на практике.

1.10. Использование команд Разогнуть и Согнуть на примере 3D-модели детали «Кронштейн»

Команда **Разогнуть** (рис.3.1 или 3.2, 17) позволяет разгибать участки построенных 3D-моделей деталей. Команда **Согнуть** (рис. 3.1 или 3.2, 16) позволяет сгибать ранее разогнутые участки построенных 3D-моделей деталей. Ниже рассматривается работа с отмеченными командами на примере детали «Кронштейн». Ее чертеж, представленный на рис. 3.115, ранее был приведен в работах [1, 5, 7].

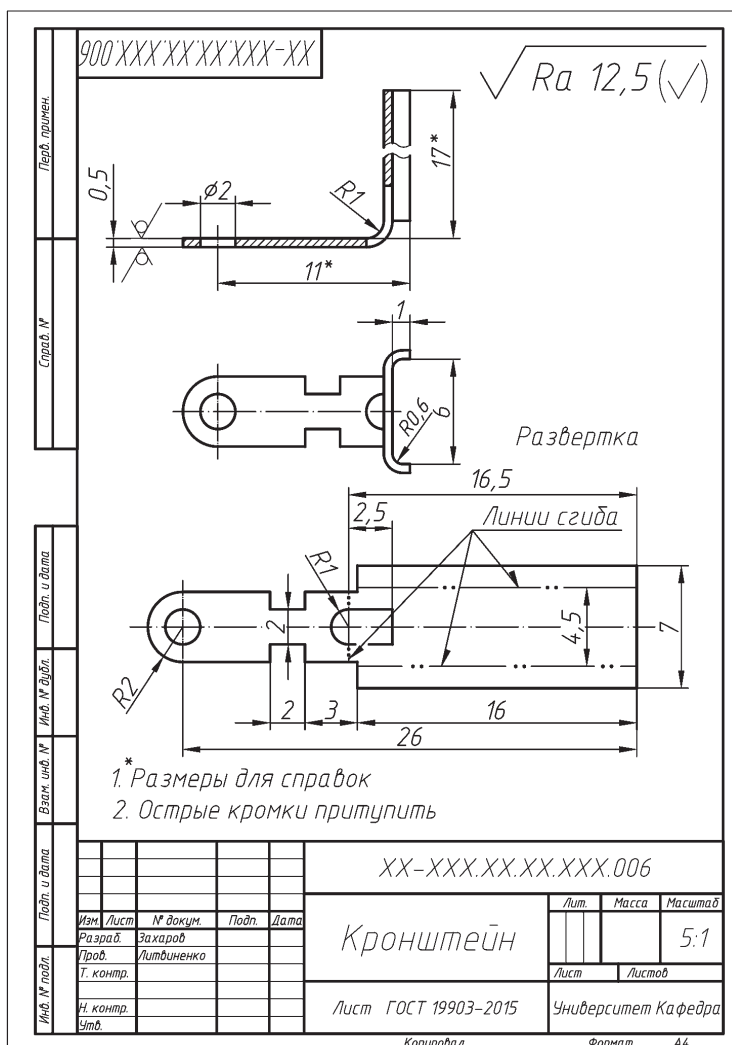


Рис. 3.115. Чертеж детали «Кронштейн»

Сначала по приведенной выше методике строят 3D-модель детали «Кронштейн», используя размеры с чертежа (рис. 3.115):

- 1) в качестве основы для построения эскиза и создания 3D-листового тела используют изображение развертки поверхности (рис. 3.115);
- 2) для построения 3D-модели детали три раза используют команду **Сгиб по линии** (рис. 3.1 или 3.2, 4) и продолжения линий сгиба, указанные на изображении развертки поверхности (рис. 3.115).

Ниже на рис. 3.116 и 3.117 представлена построенная 3D-модель детали «Кронштейн», панель **История 3D Построений**, места сгиба по линиям и для наглядности в различных визуальных стилях.

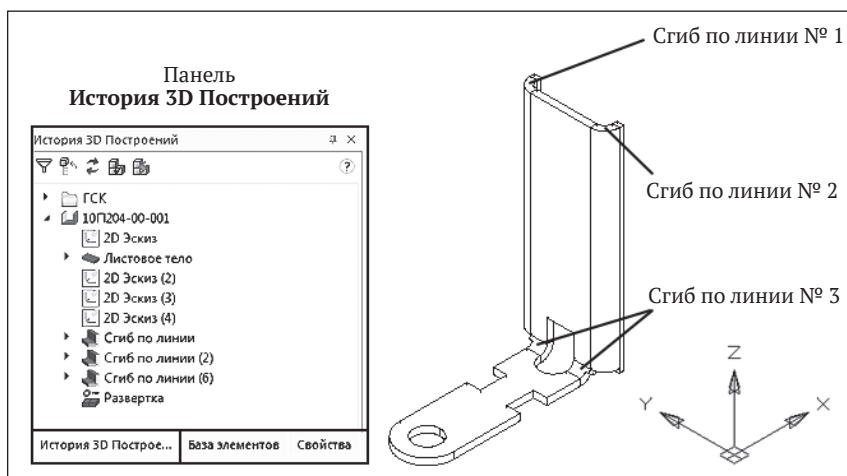


Рис. 3.116. 3D-модель детали «Кронштейн» и история ее построения

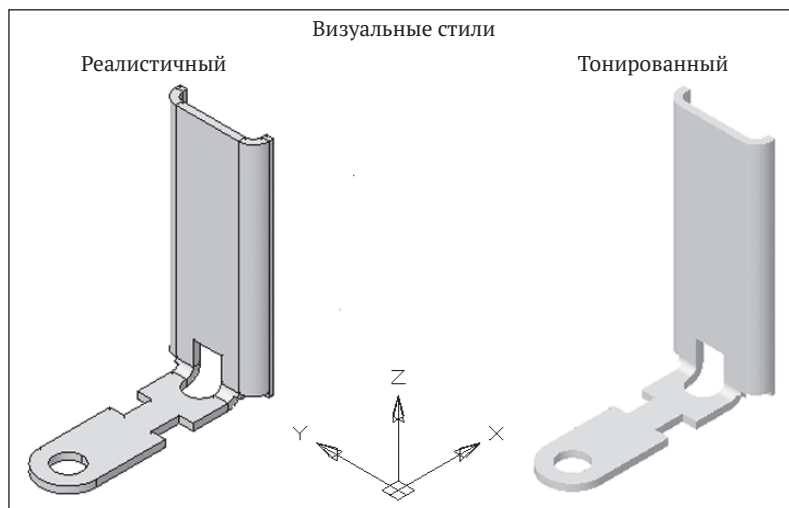


Рис. 3.117. Варианты представления изображений 3D-модели детали «Кронштейн»

Последовательность работы с командой **Разогнуть**.

Этап № 1. ЛК вызывают команду **Разогнуть** (рис. 3.1 или 3.2, 17) – открывается окно **Разогнуть** (рис. 3.118).

Этап № 2. ЛК № 1 выбирают грань, в плоскости которой будет происходить разгибание – ЛК № 2 и 3 выбирают прилегающие к грани сгибы – появляются контуры будущего сгиба (рис. 3.118).

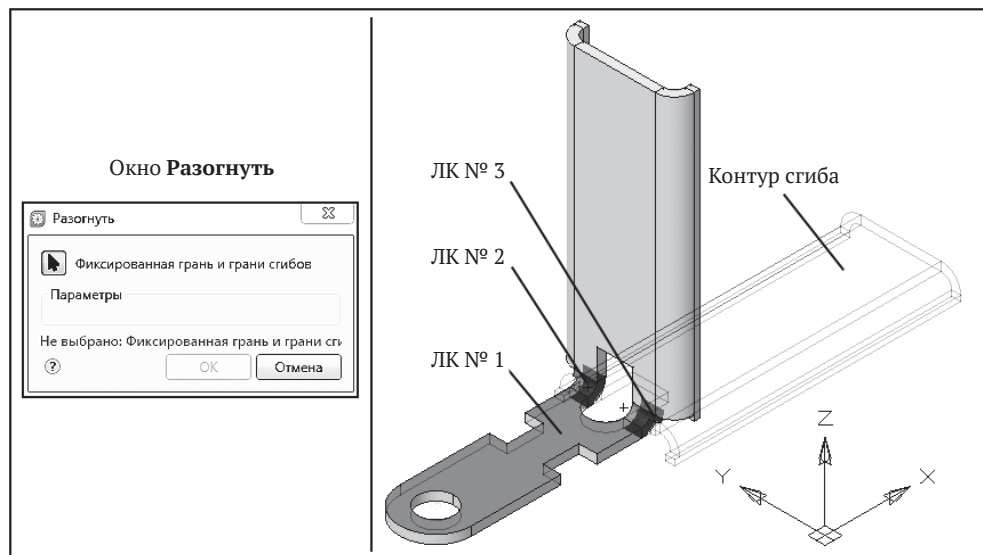


Рис. 3.118. Выбор объектов на 3D-модели детали «Кронштейн»

Этап № 3. ЛК на ставшей активной кнопке **OK** (рис. 3.119) завершают действия команды **Разогнуть** (рис. 3.119).

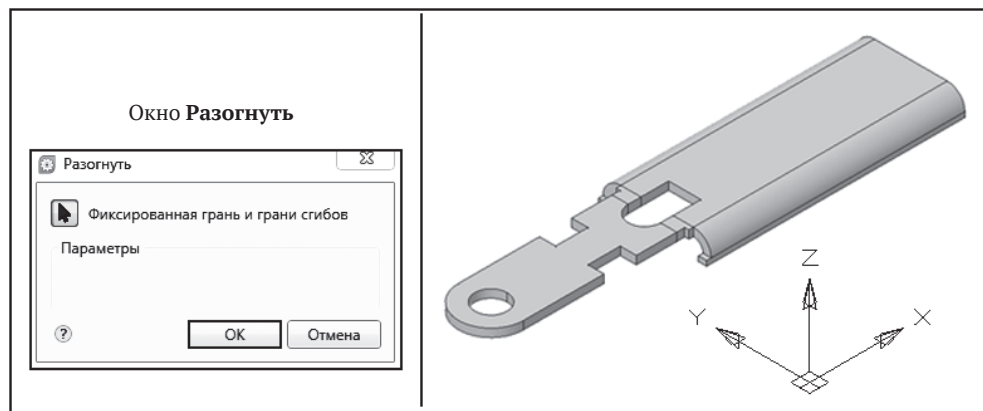


Рис. 3.119. Пример частичного использования команды **Разогнуть**

Последовательность работы с командой **Согнуть**.

Этап № 1. ЛК вызывают команду **Согнуть** (рис. 3.1 или 3.2, 16) – открывается окно **Согнуть** (рис. 3.120).

Этап № 2. ЛК № 1 выбирают грань, в плоскости которой будет происходить сгибание, – ЛК № 2 и 3 выбирают прилегающие к грани сгибы – появляются контуры будущего сгиба (рис. 3.120).

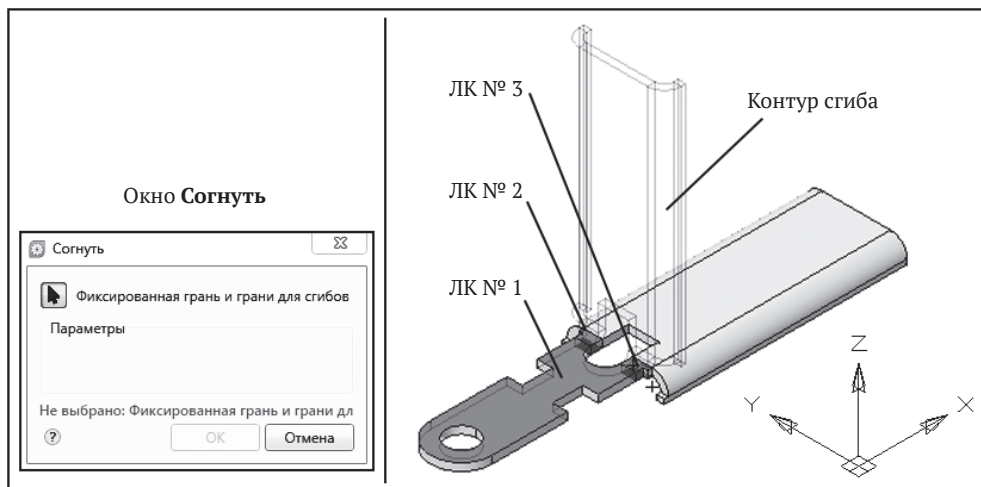


Рис. 3.120. Выбор объектов на 3D-модели детали «Кронштейн»

Этап № 3. ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** (рис. 3.121) завершают действия команды **Согнуть** (рис. 3.121).

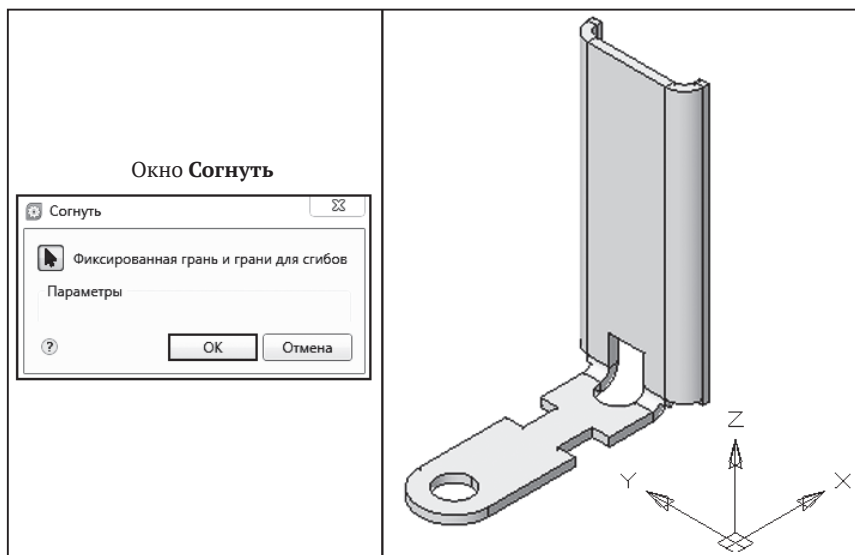


Рис. 3.121. Пример возврата 3D-модели детали «Кронштейн» в исходное состояние

ПРИМЕЧАНИЕ

В зависимости от выбора **ЛК № 1** грани, в плоскости которой будет происходить разгибание или сгибание, в рабочем окне программы вид разогнутых и согнутых 3D-моделей любых деталей из листового проката будет изменяться.

1.11. Использование команды Развертка на примере 3D-модели детали «Кронштейн»

Развертка – плоская фигура, полученная при совмещении поверхности геометрического тела с одной плоскостью без разрывов и складок.

Команда **Развертка** (рис. 3.1 или 3.2, 18) позволяет создавать развертки поверхностей построенных 3D-моделей деталей.

Ниже рассматривается работа с отмеченной командой на примере построенной выше детали «Кронштейн» (рис. 3.116). Для наглядности построений используют визуальный стиль, например **Реалистичный**.

Последовательность работы с командой Развертка.

Этап № 1. ЛК вызывают команду **Развертка** (рис. 3.1 или 3.2, 18) – открывается окно **Развертка** (рис. 3.122).

Этап № 2. ЛК выбирают грань, в плоскости которой будет создаваться развертка поверхности 3D-модели детали «Кронштейн» – ЛК на ставшей активной кнопке **ОК** (рис. 3.123) завершают действия команды **Развертка** (рис. 3.123).

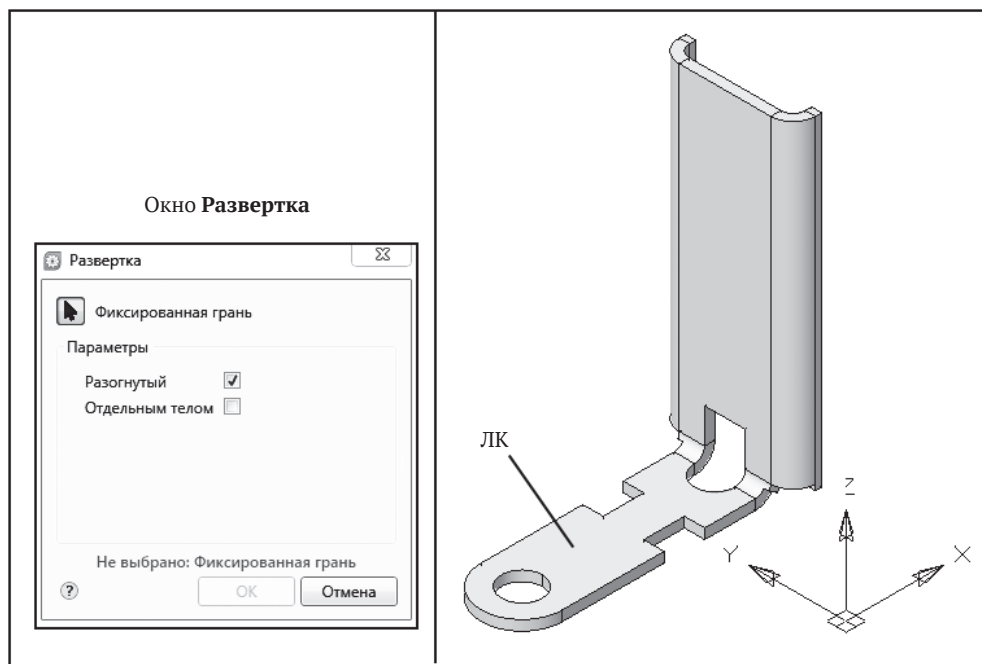


Рис. 3.122. Выбор грани на 3D-модели детали «Кронштейн» для построения развертки поверхности

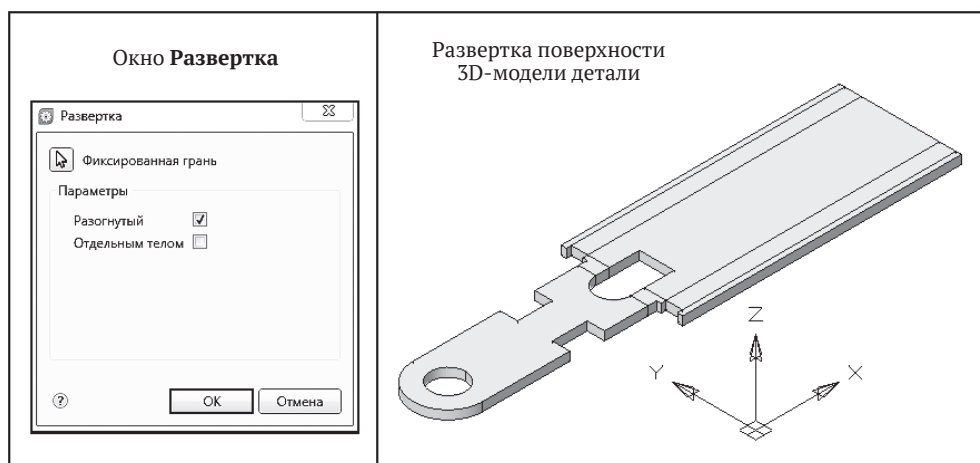


Рис. 3.123. Пример построения развертки поверхности 3D-модели детали «Кронштейн»

При отметке ЛК галочки в строке «Отдельным телом» окна **Развертка** (рис. 3.124) в рабочем окне программы одновременно появляются два изображения 3D-модели детали «Кронштейн» (рис. 3.124), что повышает наглядность выполнения построений.

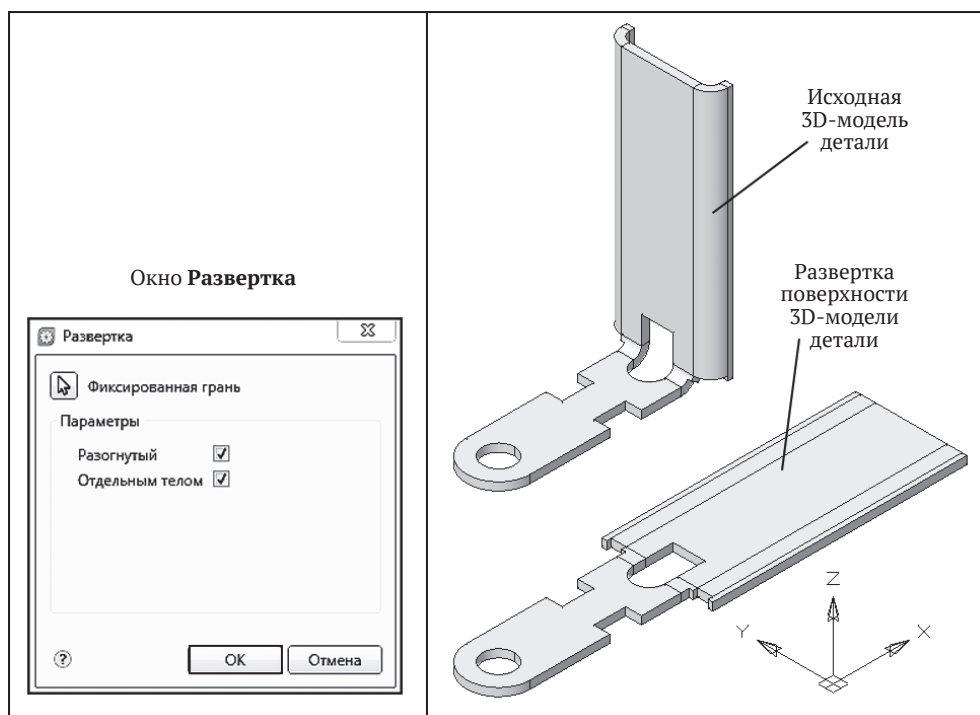


Рис. 3.124. Пример построения двух изображений 3D-модели детали «Кронштейн»

Рекомендация. Получение сведений о работе с новыми, специализированными командами листового моделирования осуществляют следующим образом:

- 1) ЛК на вкладке **3D-инструменты** – ЛК на иконке любой из команд вкладки **3D-инструменты** (кроме команд из группы **Листовые тела**) – нажимают на клавиатуре клавишу **F1** – открывается диалоговое окно **Справка nanoCAD** (рис. 3.125);
- 2) двойной ЛК на папке **3D-Листовые тела** (рис. 3.125);
- 3) ЛК на необходимой команде – в окне просмотра появляются сведения о работе с командой, например с командой **Листовое тело** (рис. 3.125).

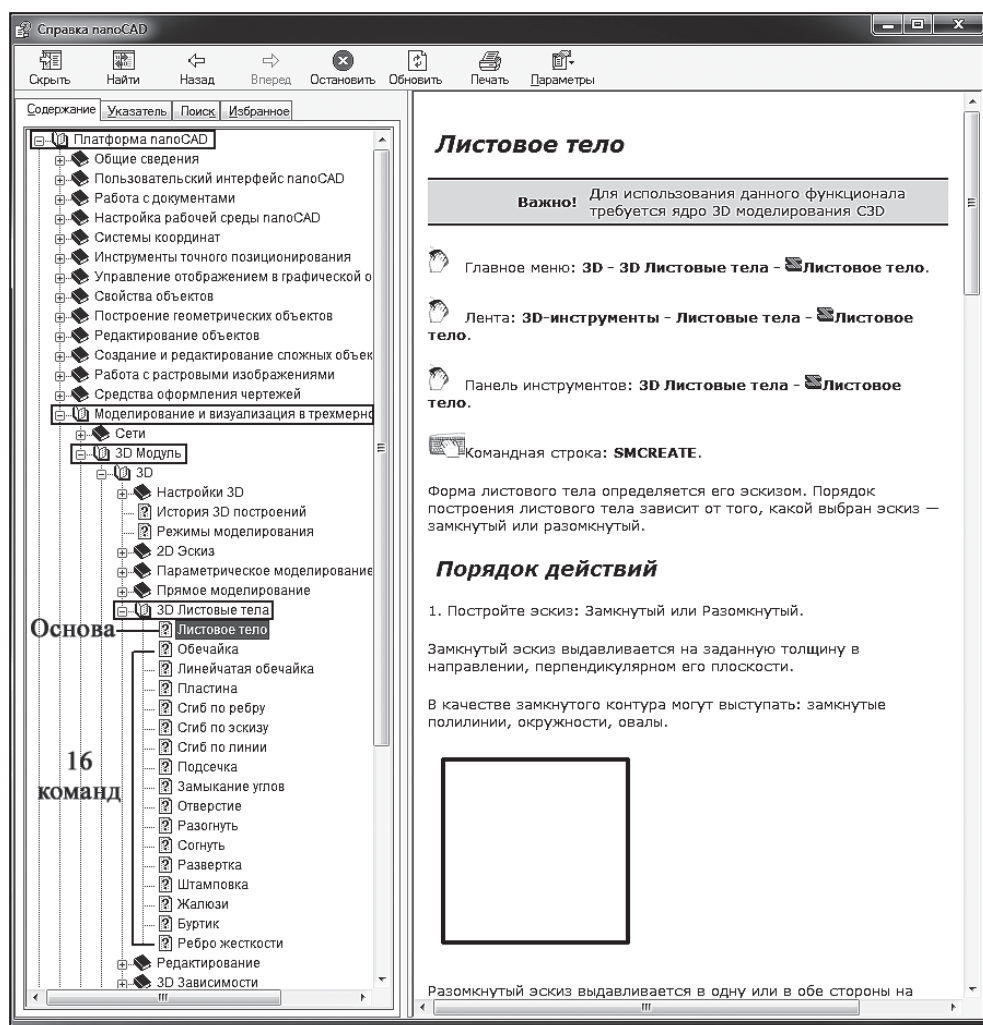


Рис. 3.125. Пример получения сведений о работе с командой **Листовое тело** в диалоговом окне **Справка nanoCAD**

ГЛАВА 2

Редактирование 3D-моделей деталей из листового проката на основе панели История 3D Построений

Редактирование первоначально построенных параметрических 3D-моделей и будущих их 2D-чертежей осуществляют путем внесения изменений в объекты дерева построений функциональной панели **История 3D Построений**.

Редактируемых объектов в дереве построений может быть несколько:

- 1) редактирование одних позволяет изменять первоначальную геометрическую форму плоского контура эскиза при использовании команд из групп Черчение и Редактирование;
- 2) редактирование других позволяет изменять параметры гибки плоского контура эскиза в соответствующих диалоговых окнах.

2.1. Выполнение 2D-чертежа детали «Уголок» до редактирования размеров ее 3D-модели

Ниже рассматривается **один из вариантов** редактирования 3D-моделей деталей на примере 3D-модели детали «Уголок» (рис. 3.126), построенный ранее (рис. 3.20) с первоначальными размерами (рис. 3.127), и сравнение выполненных 2D-чертежей до и после внесения изменений.

По аналогии с разделом II (подраздел 1.2) изображение 3D-модели из **ЮЗ изометрии** (рис. 3.126) переводят к изображению **Вид сверху** (рис. 3.128), присваивают визуальный стиль **Каркас** и далее по методике раздела II выполняют 2D-чертеж детали (рис. 3.129).

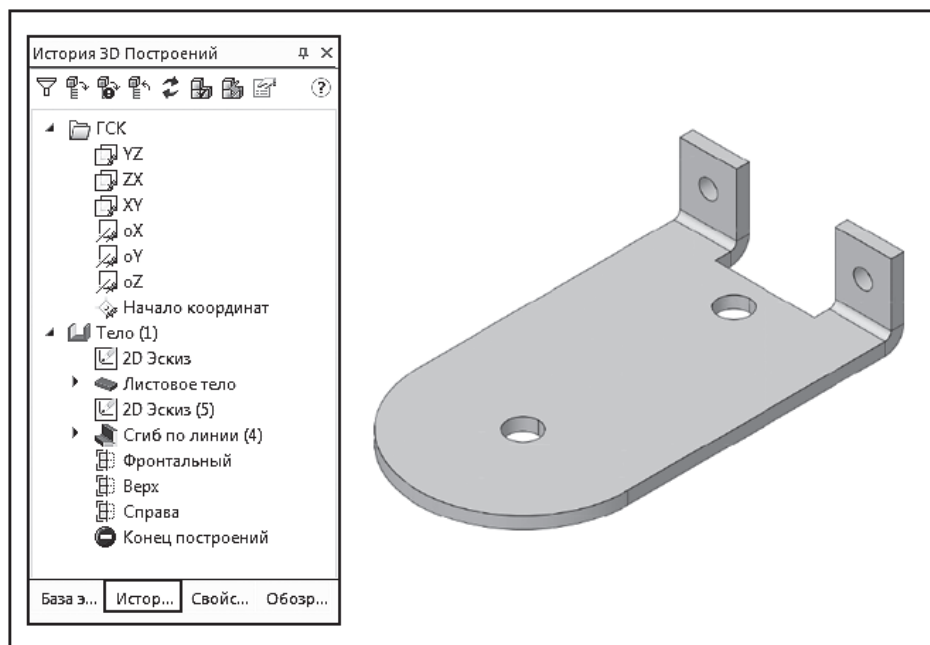


Рис. 3.126. Пример 3D-модели детали «Уголок» и истории его построения (визуальный стиль Реалистичный)

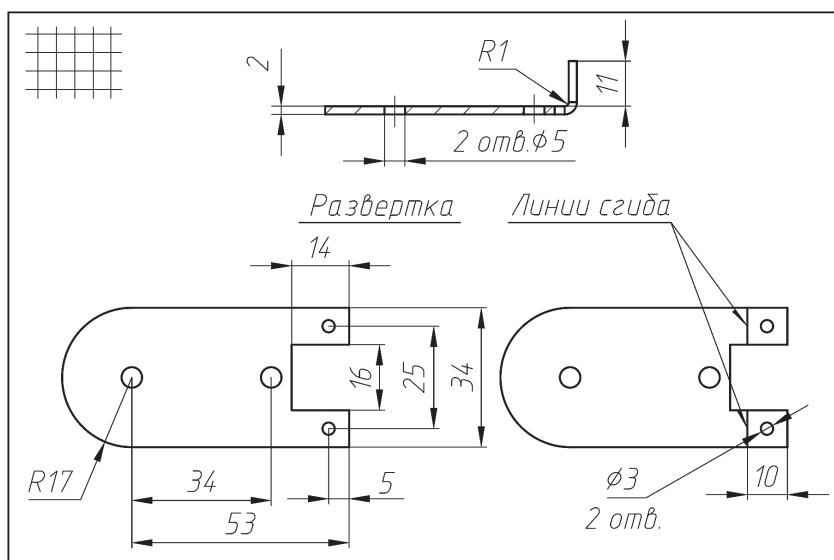


Рис. 3.127. Эскиз детали «Уголок» с натурного образца

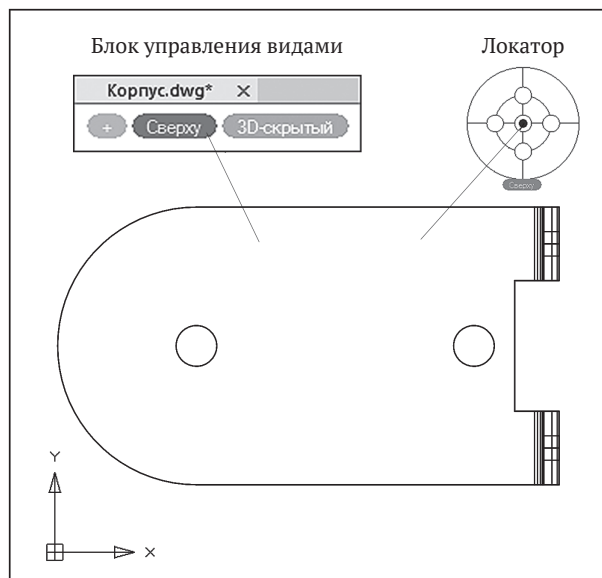


Рис. 3.128. Перевод изображения из ЮЗ изометрии к изображению Вид сверху

2.2. Выполнение 2D-чертежа детали «Уголок» после редактирования размеров ее 3D-модели

Этап № 1. По аналогии с разделом II (подраздел 1.2) изображение 3D-модели из ЮЗ изометрии (рис. 3.126) переводят к изображению Вид сверху (рис. 3.130) и присваивают визуальный стиль Каркас.

Этап № 2. ЛК № 1 и ПК № 1 на объекте дерева построений 2D Эскиз (рис. 3.131) – ЛК № 2 в строке всплывающего меню Редактировать (рис. 3.131) – появляется изображение первоначально построенного 2D-эскиза развертки поверхности 3D-модели детали «Уголок» (рис. 3.132).

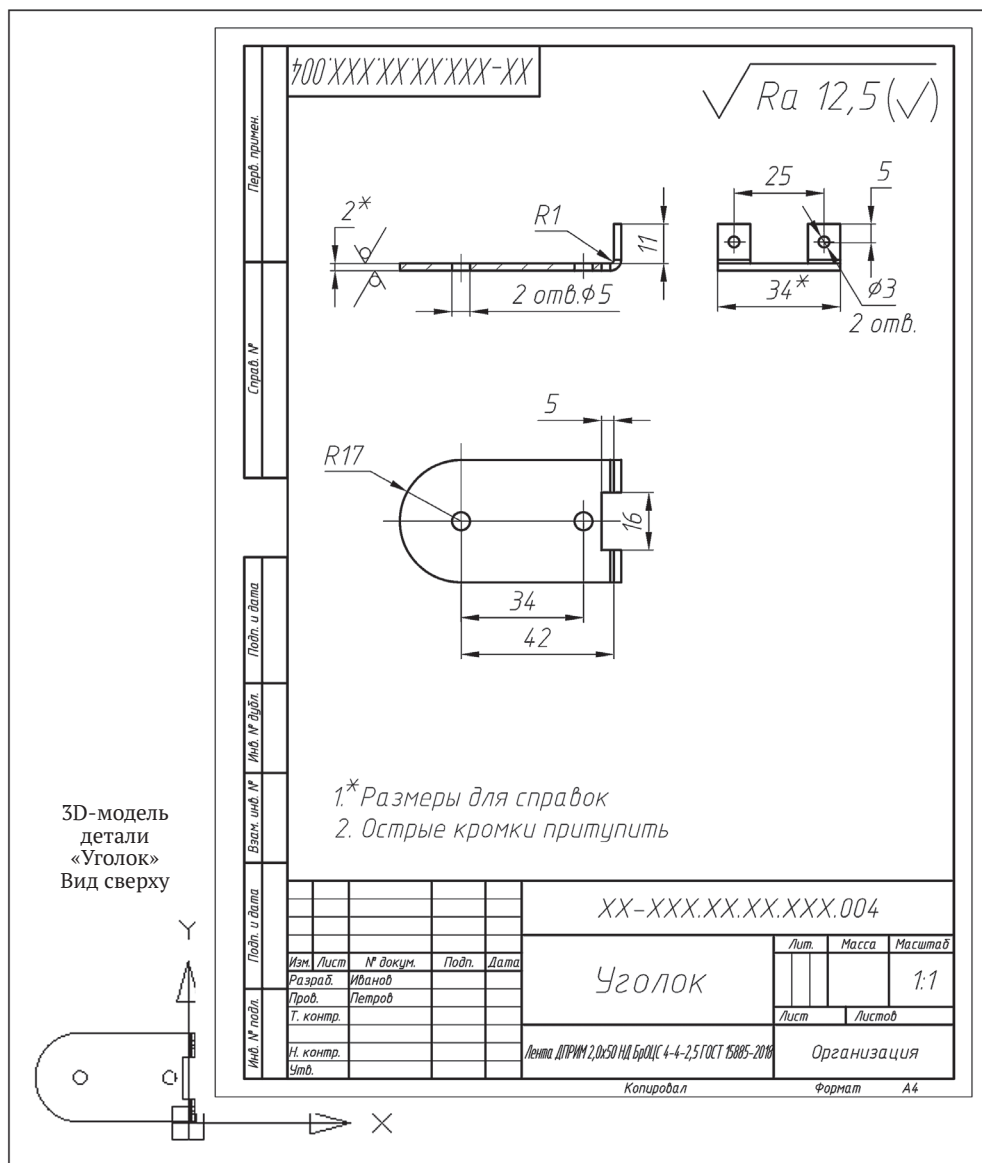


Рис. 3.129. Пример выполнения чертежа детали «Уголок» до внесения изменений в размеры ее 3D-модели



Рис. 3.130. Перевод изображения из ЮЗ изометрии к изображению Вид сверху

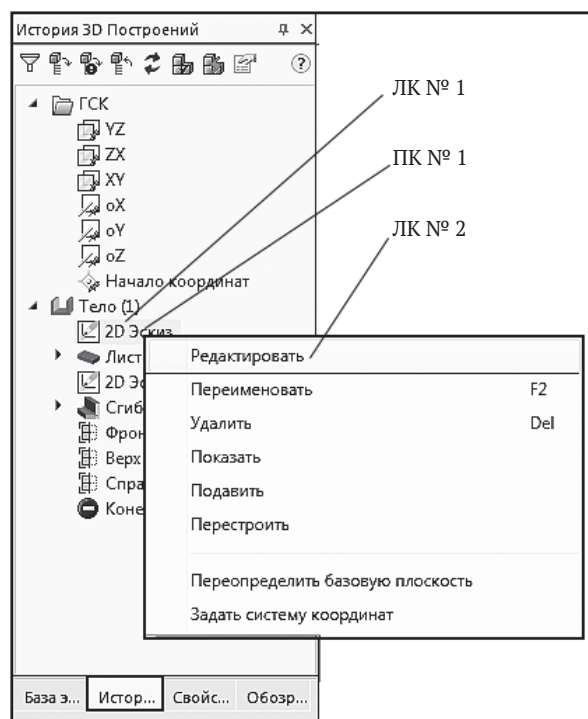


Рис. 3.131. Начало первого этапа – внесение изменений в линейную геометрию детали «Уголок»



Рис. 3.132. Изображение эскиза развертки поверхности 3D-модели детали «Уголок»

Используя команды из групп Черчение и Редактирование, осуществляют перемещение элементов и изменение их размеров на эскизе развертки поверхности детали «Уголок». Первый этап редактирования завершают: ПК на объекте дерева построений **2D Эскиз** (рис. 3.133) и ЛК в строке **Завершить редактирование** (рис. 3.133) – изменения отображаются на изображениях всех 2D-видах чертежа (рис. 3.142).

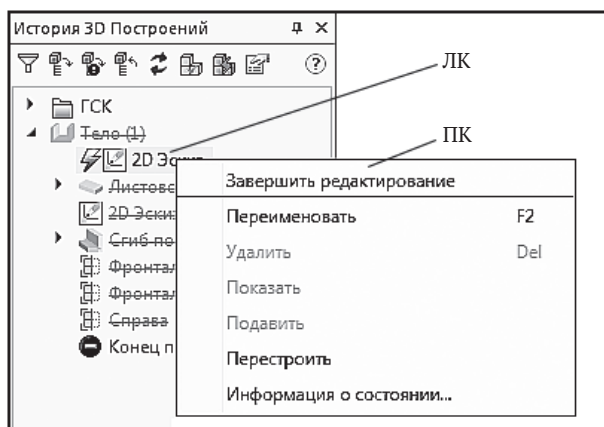


Рис. 3.133. Завершение первого этапа – внесения изменений в линейную геометрию 3D-модели детали «Уголок»

Этап № 3. ЛК № 1 и ПК № 1 на объекте дерева построений **Листовое тело** (рис. 3.134) – ЛК № 2 в строке всплывающего меню **Редактировать** (рис. 3.134) – появляется изображение диалогового окна **Листовое тело** (рис. 3.135) с первоначально заданной толщиной 3D-модели детали «Уголок», равной **2 мм** (рис. 3.135).

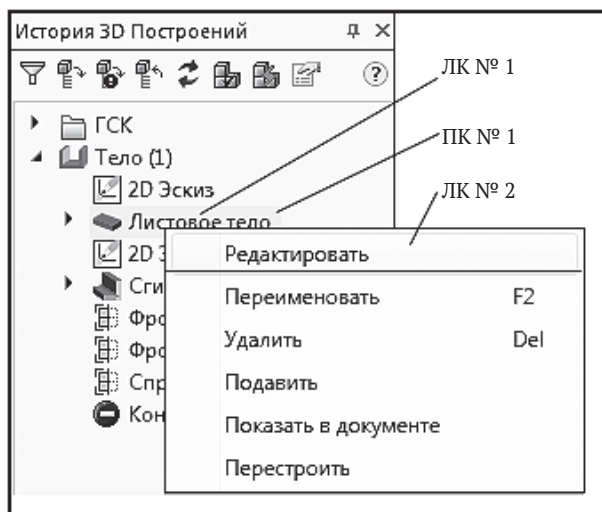


Рис. 3.134. Начало второго этапа – внесение изменений в толщину 3D-модели детали «Уголок»

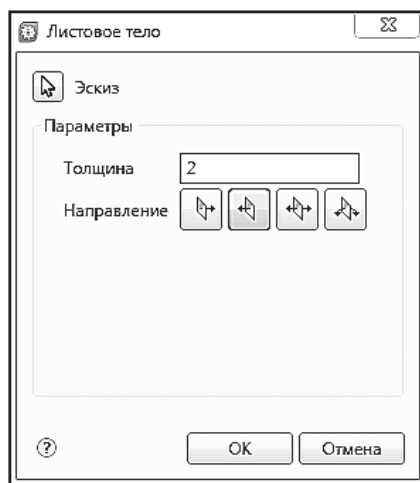


Рис. 3.135. Диалоговое окно **Листовое тело**

При необходимости в диалоговом окне (рис. 3.135) изменяют толщину 3D-модели, а ЛК на кнопке **ОК** завершают операцию.

Все изменения отображаются на изображениях всех 2D-видах чертежа (рис. 3.142).

Этап № 4. ЛК № 1 и ПК № 1 на объекте дерева построений **2D Эскиз (5)** (рис. 3.136) – ЛК № 2 в строке всплывающего меню **Редактировать** (рис. 3.136) – появляется изображение первоначально построенного эскиза развертки поверхности 3D-модели детали «Уголок» с первоначальным положением линии сгиба (рис. 3.137).

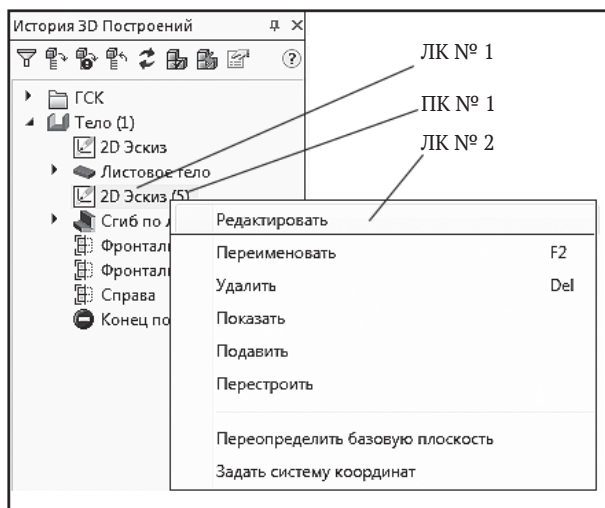


Рис. 3.136. Начало третьего этапа – внесение изменений в положение линии сгиба 3D-модели детали «Уголок»

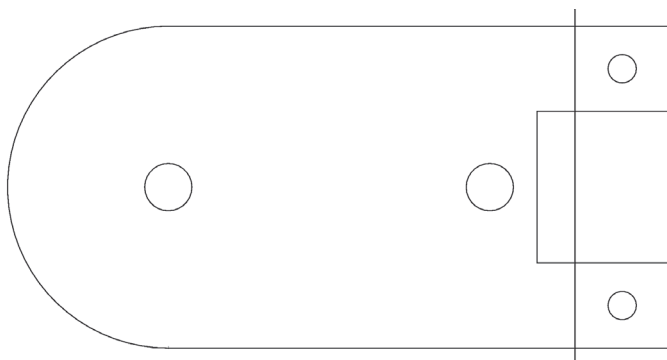


Рис. 3.137. Изображение эскиза развертки поверхности 3D-модели детали «Уголок» с линией сгиба

Используя команду **Перемещение**, из группы Редактирование осуществляют перемещение линии сгиба на необходимое расстояние. Третий этап редактирования завершают: **ПК** на объекте дерева построений **2D Эскиз (5)** (рис. 3.138) и **ЛК** в строке **Завершить редактирование** (рис. 3.138) – изменения отображаются на изображениях всех 2D-видах чертежа (рис. 3.142).

Этап № 5. **ЛК № 1** и **ПК № 1** на объекте дерева построений **Сгиб по линии** (рис. 3.139) – **ЛК № 2** в строке всплывающего меню **Редактировать** (рис. 3.139) – появляется изображение диалогового окна **Сгиб по линии** (рис. 3.140а) с первоначально заданным радиусом гибки 3D-модели детали «Уголок», равным **1 мм** (рис. 3.140а).

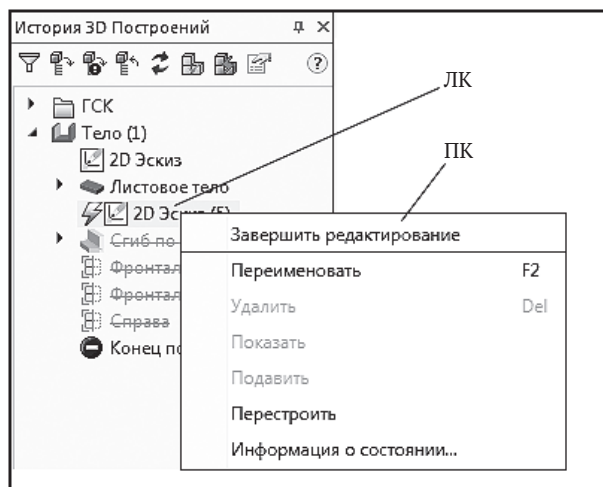


Рис. 3.138. Завершение третьего этапа – внесения изменений в положение линии сгиба 3D-модели детали «Уголок»

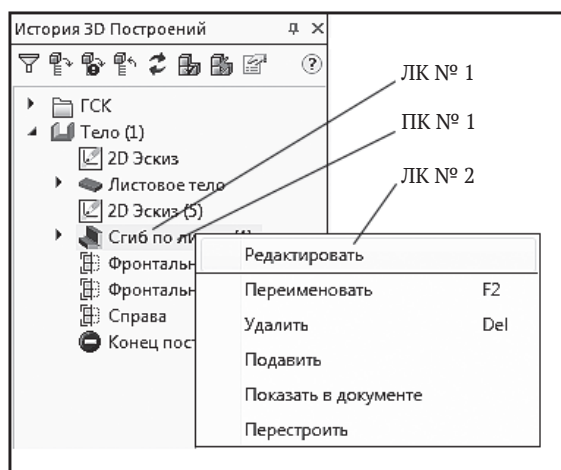


Рис. 3.139. Начало четвертого этапа – внесение изменений в радиус гибки 3D-модели детали «Уголок»

При необходимости в диалоговом окне (рис. 3.140а) изменяют радиус гибки с **1 мм**, например, на **2 мм** (рис. 3.140б), а **ЛК** на кнопке **ОК** завершают операцию. Все изменения отображаются на изображениях всех 2D-видах чертежа (рис. 3.142).

Рекомендация 1. Для наглядности производят вставку в 2D-чертеж (рис. 3.142) изображения 3D-модели детали «Уголок» (рис. 3.141а): **1)** **ЛК** на вкладке **Вид** из группы Координаты; **2)** **ЛК** на иконке команды **Вид** – знак **ПСК** изменяет свой вид (рис. 3.141б); **3)** изображение (рис. 3.141б) выделяют **Рамкой**; **4)** осуществляют скидку изображения в **Буфера обмена**; **5)** осуществляют вставку изображения из **Буфера обмена** на поле 2D-чертежа.

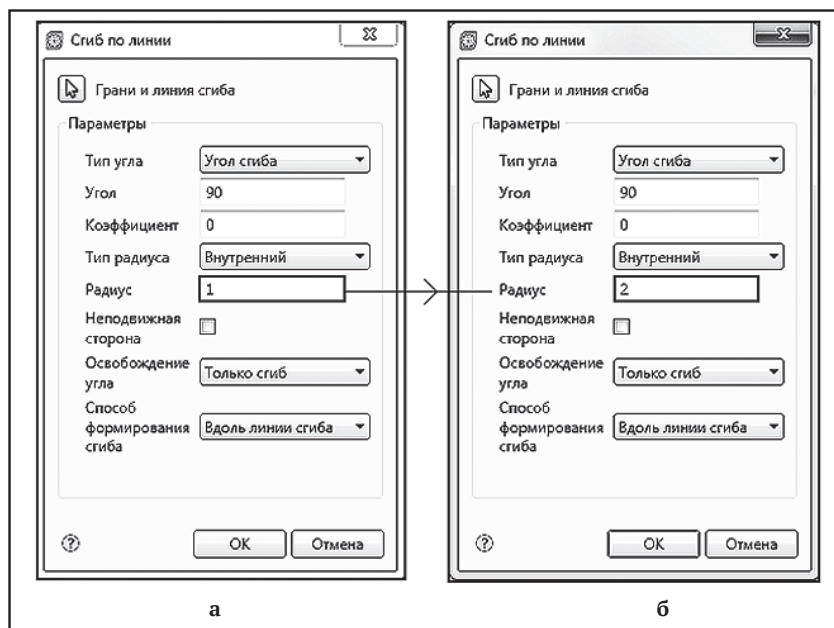


Рис. 3.140. Внесение изменений в диалоговом окне **Сгиб по линии**

Рекомендация 2. Для наглядности производят вставку в 2D-чертеж (рис. 3.142) изображения развертки поверхности 3D-модели детали «Уголок»: 1) ЛК выделяют изображение вставленной на поле чертежа 3D-модели детали; 2) осуществляют скидку выделенного изображения в **Буфера обмена**; 3) осуществляют вставку изображения из **Буфера обмена** на поле 2D-чертежа; 4) ЛК на вкладке **3D-инструменты**; 5) ЛК на иконке команды **Листовое моделирование**; 6) ЛК на иконке команды **Развертка** из группы Листовые тела – изображение 3D-модели развертки появляется на поле 2D-чертежа.

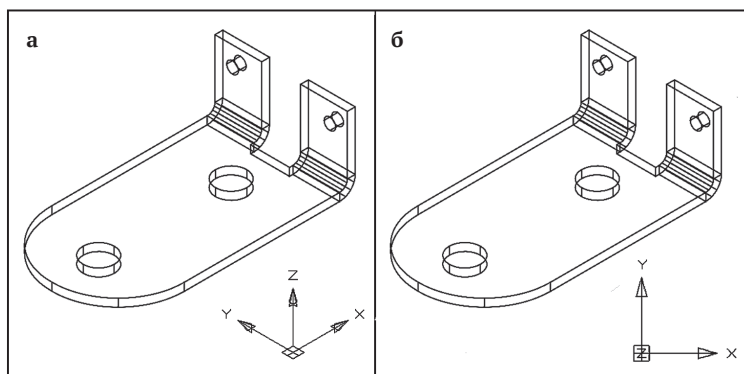


Рис. 3.141. Подготовка 3D-модели детали «Уголок» для вставки ее изображения в 2D-чертеж (визуальный стиль «Каркас»)

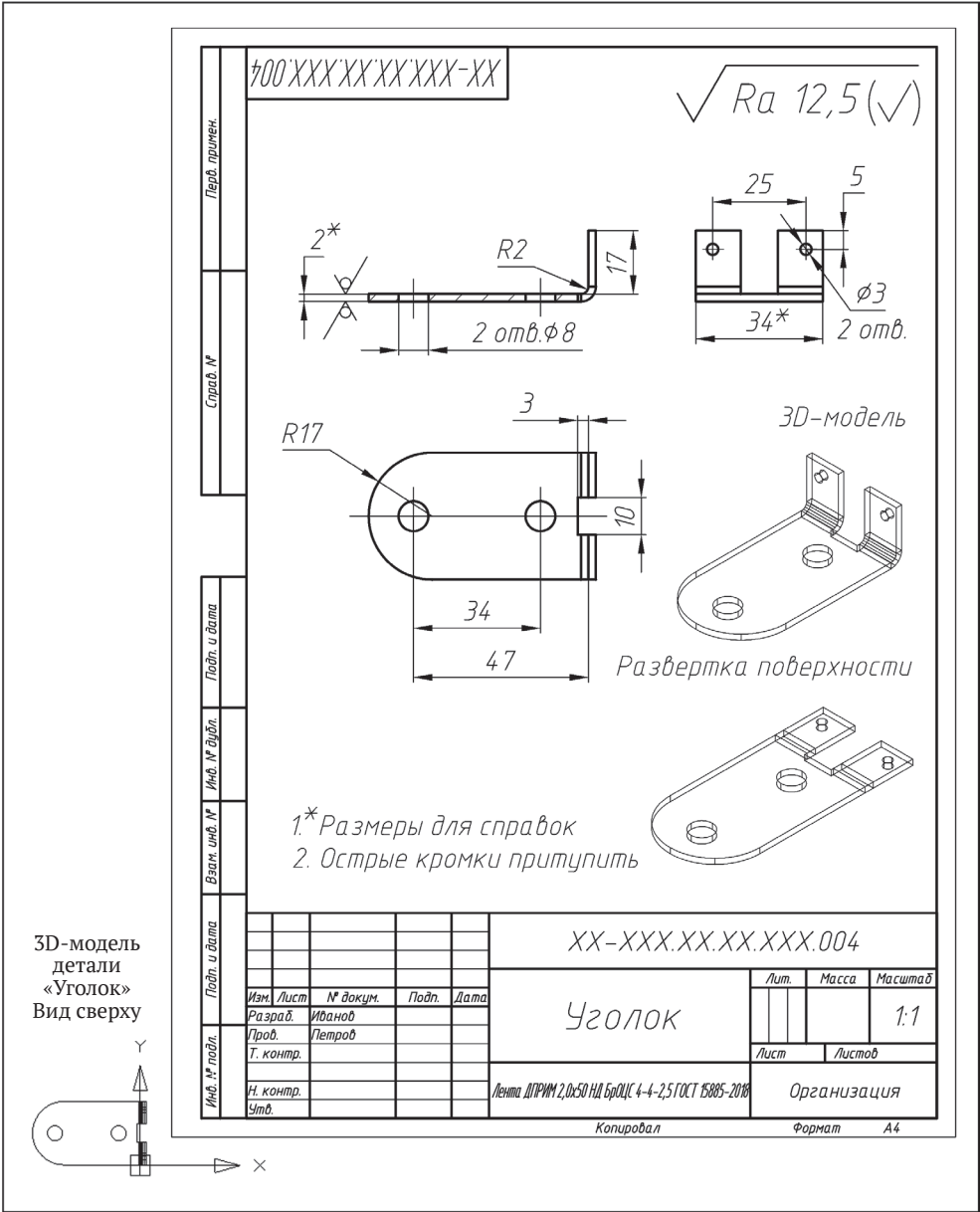


Рис. 3.142. Пример выполнения чертежа детали «Уголок» после внесения изменений в размеры ее 3D-модели

Рекомендация 3. При необходимости по аналогии с разделом II в рабочее окно программы из пространства Модели в пространство Листа формата А4 вставляют изображения 2D-видов, 2D-разреза и ЮЗ изометрии 3D-модели детали «Уголок» (рис. 3.143). Далее, по аналогии с разделом II дорабатывают сам чертеж и выводят его на печать.

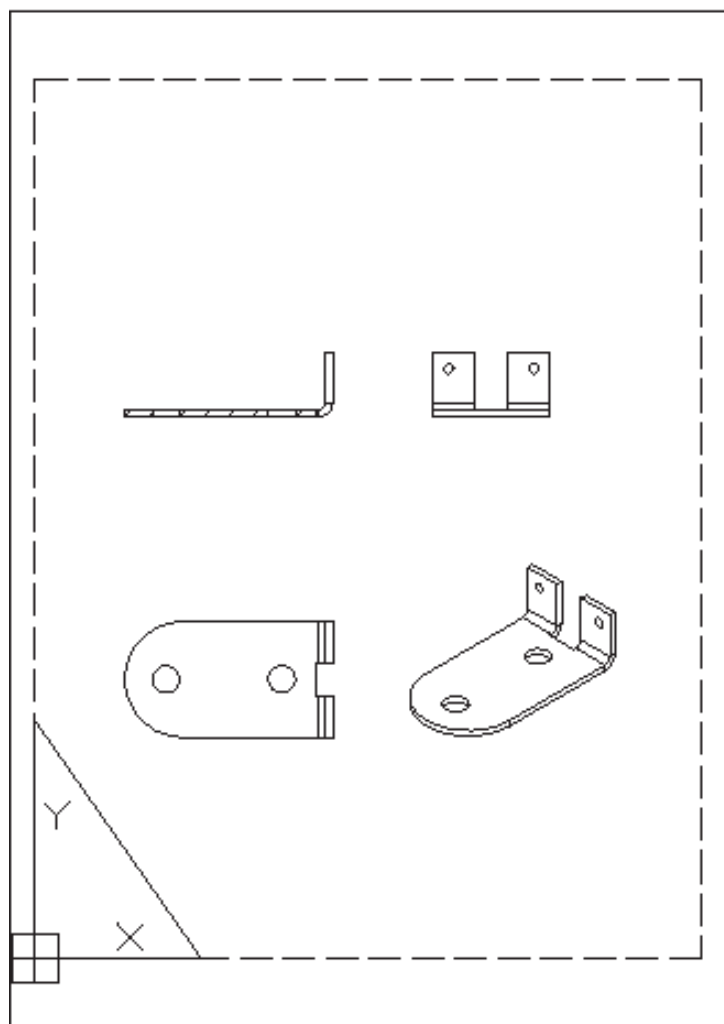


Рис. 3.143. Пример вставки изображений 3D-модели «Уголок» на Лист формата A4

Рекомендация 4. Приведенная выше методика редактирования 3D-модели детали «Уголок» и выполнение в дальнейшем ее 2D-чертежей как в пространстве **Модели**, так и в пространстве **Листа** может быть использована для редактирования любых 3D-моделей деталей из листового проката.

ГЛАВА 3

Ссылка из интернета на видеоуроки по 3D-моделированию деталей из листового проката

Для пользователей программы дополнительно представлены **ссылки** из открытого доступа в сети **Интернет** на видеоуроки по 3D-моделированию деталей из листового проката (рис. 3.144...3.145), которые не были рассмотрены выше, в главе 1.

Ссылка: https://www.youtube.com/watch?v=jmEF6UR_0zE.

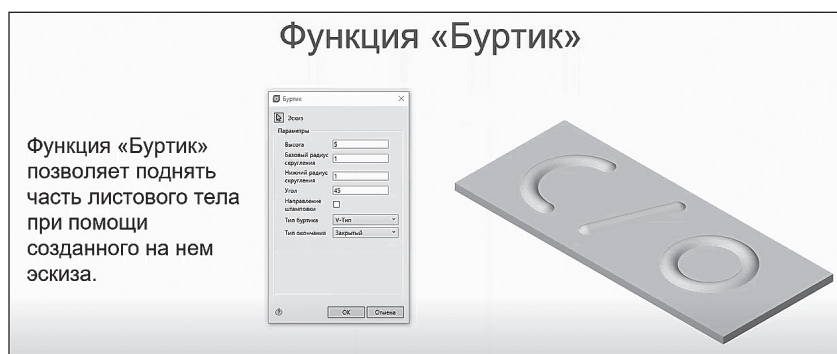


Рис. 3.144

Функция «Замыкание углов»

В листовой детали можно выполнить замыкание углов, что позволит уменьшить или убрать зазоры между смежными сгибами.

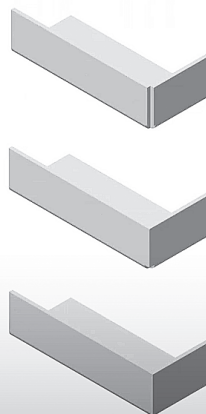
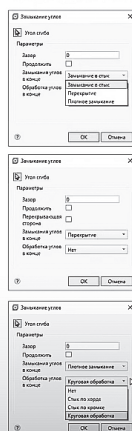


Рис. 3.145

Функция «Жалюзи»

Данная функция предназначена для создания жалюзи на листовых телах при помощи начерченного на листовом теле эскиза.

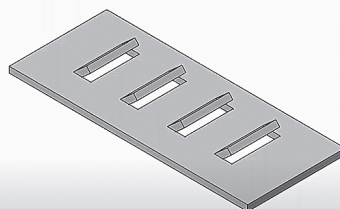
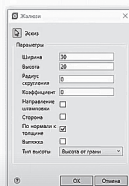


Рис. 3.146

Функция «Ребро жесткости»

Данная функция служит для создания ребер жесткости на листовых телах.

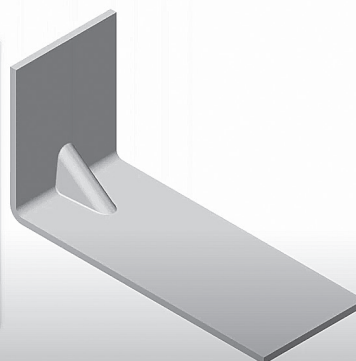
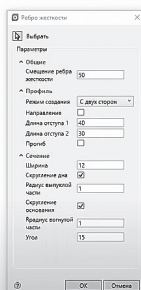


Рис. 3.147



Рис. 3.148

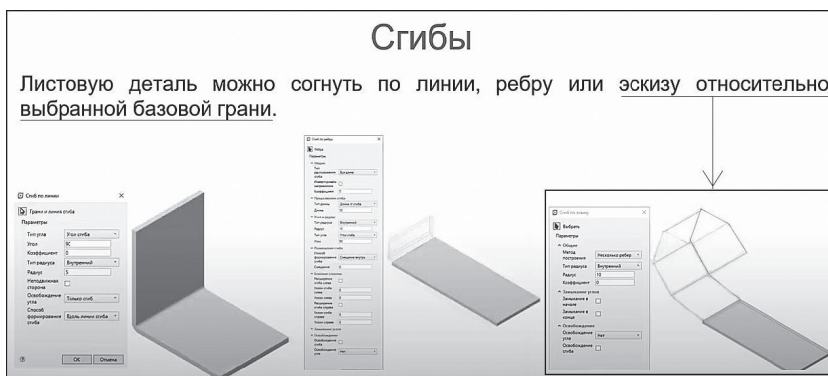


Рис. 3.149

В той же, приведенной выше **ссылке**, рассмотрены вопросы:

- 1) построения 3D-моделей деталей, входящих в состав изделия «**Корпус компьютера**»;
- 2) сборки 3D-модели изделия «**Корпус компьютера**» (рис. 3.150) на основе 3D-зависимостей, которые рассмотрены далее, в разделе IV.

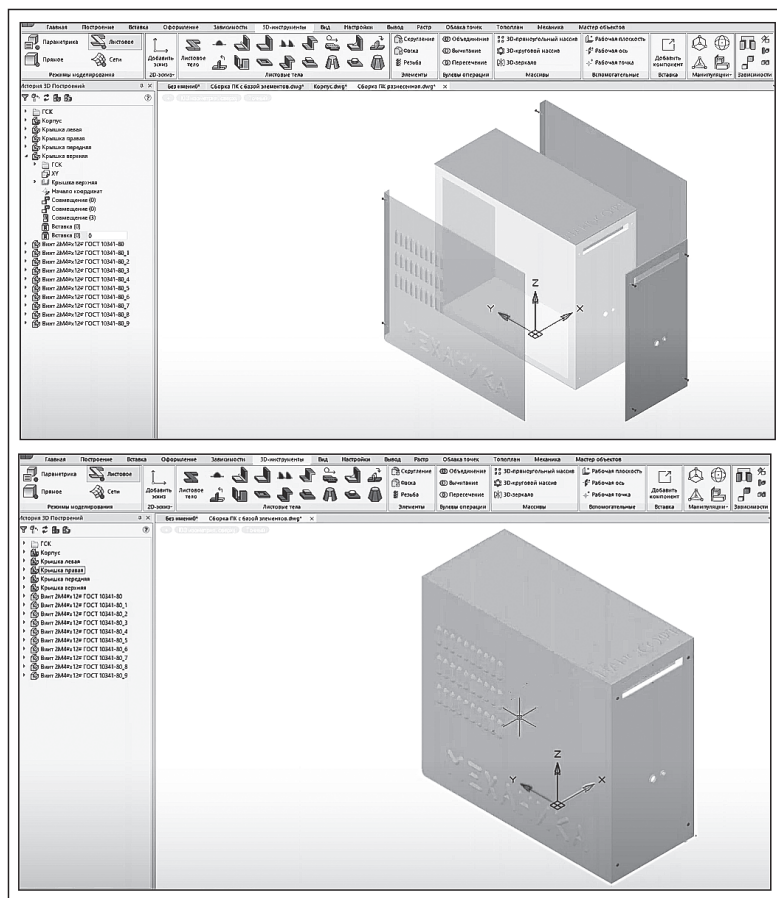


Рис. 3.150. Сборка 3D-модели изделия «Корпус компьютера»

ГЛАВА 4

Новые возможности использования панели История 3D Построений

4.1. Откатка построения 3D-моделей деталей к выбранному этапу их создания

Новые возможности – основаны на появлении в конце дерева построений функциональной панели **История 3D Построений** нового объекта **Конец построений** и использовании его новой функции откатки, включая в том числе откатку до первого этапа – начала построения первого «родительского объекта».

Реализация откатки на практике позволяет оперативно вносить изменения в построения 3D-моделей деталей, включая в том числе избежание возможных ошибок при перестроении сложных моделей деталей.

Откатку построений осуществляют следующим образом.

Этап № 1. ЛК мыши на новом объекте **Конец построений**.

Этап № 2. При нажатой ЛК мыши перемещают объект **Конец построений** вверх по дереву построений до выбранного этапа.

Этап № 3. Отпускают ЛК мыши.

Использование варианта № 1 на примере 3D-модели детали «Кронштейн» (рис. 3.151) приведено ниже, на рис. 3.152 и 3.153.

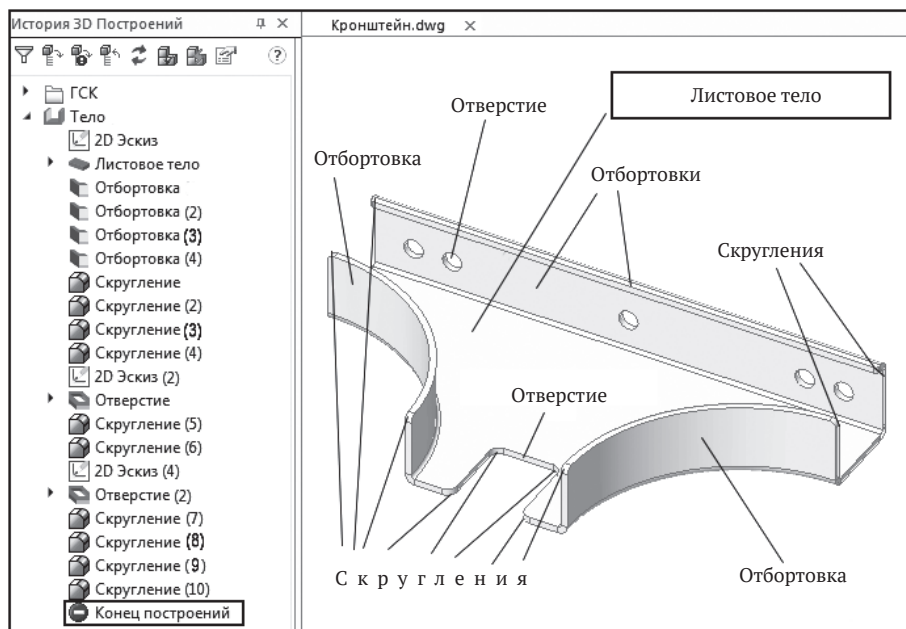


Рис. 3.151. Исходная история построения 3D-модели детали «Кронштейн» с новым объектом Конец построений

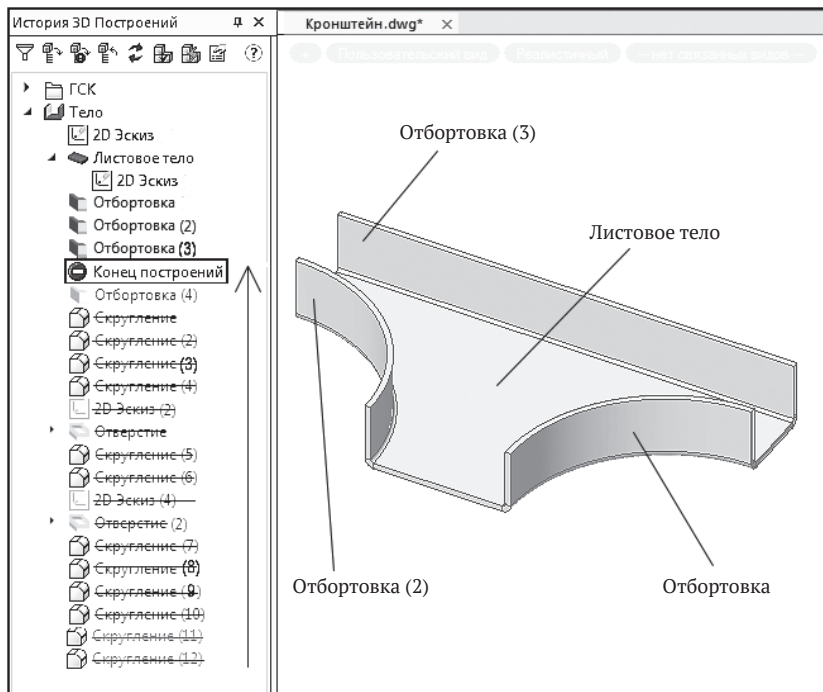


Рис. 3.152. Пример откатки истории построения 3D-модели детали «Кронштейн» до объекта Отбортовка (3)

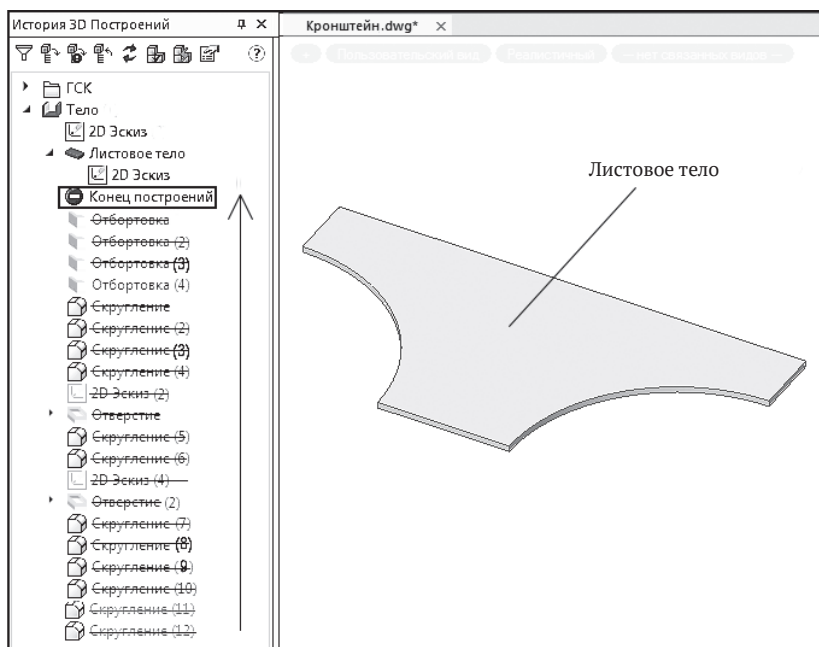


Рис. 3.153. Пример откатки истории построения 3D-модели детали «Кронштейн» до объекта Листовое тело

4.2. Создание упорядоченной структуры одноименных по названию объектов построения

Новые возможности – основаны на перемещении объектов в дереве построений функциональной панели **История 3D Построений**.

Например, в дереве построений исходной 3D-модели детали «Кронштейн» (рис. 3.151) упорядочивают расположение объектов с названиями **Отверстия** и объектов с названием **Скругления**.

Этап № 1. ЛК мыши на объекте с названием **Скругление (6)** – рис. 154а.

Этап № 2. При нажатой ЛК мыши перемещают объект с названием **Скругление (6)** вниз по дереву построений до положения над объектом с названием **Скругление (7)** и отпускают ЛК мыши – рис. 3.154б.

Аналогично предыдущему перемещают вниз все остальные объекты с названиями **Скругление** (рис. 3.154б).

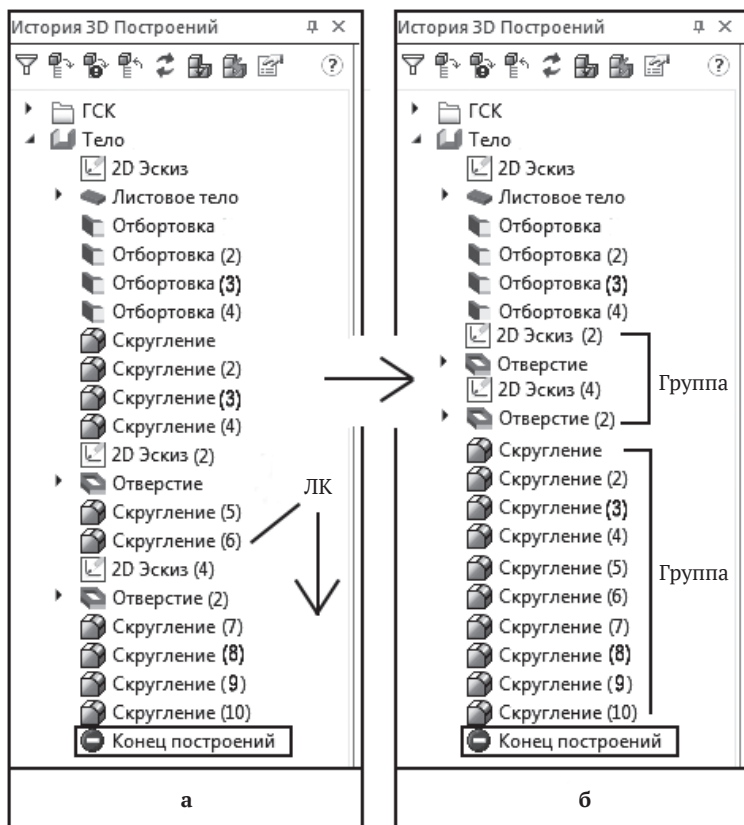


Рис. 3.154. Пример создания упорядоченной структуры в дереве построений 3D-модели детали «Кронштейн»: а – исходное состояние; б – конечное состояние

4.3. Заполнение основной надписи 2D-чертежей деталей и вставка форматов на основе построенных 3D-моделей деталей

Новые возможности – основаны на использовании нового инструмента **Свойства детали** (рис. 3.155) на функциональной панели **История 3D Построений** (рис. 3.155).

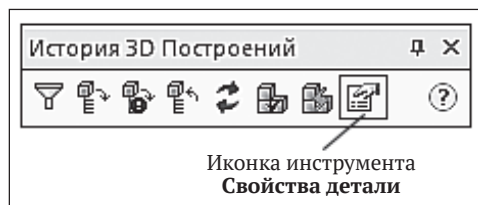


Рис. 3.155. Новый инструмент **Свойства детали**

Ниже на примере 3D-модели детали «Скоба» (рис. 3.156) рассматривается последовательность реализации новых возможностей на основе использования инструмента **Свойства детали** (рис. 3.155).

Этап № 1. ЛК на инструменте **Свойства детали** (рис. 3.156) – открывается диалоговое окно **Свойства детали** (рис. 3.157).

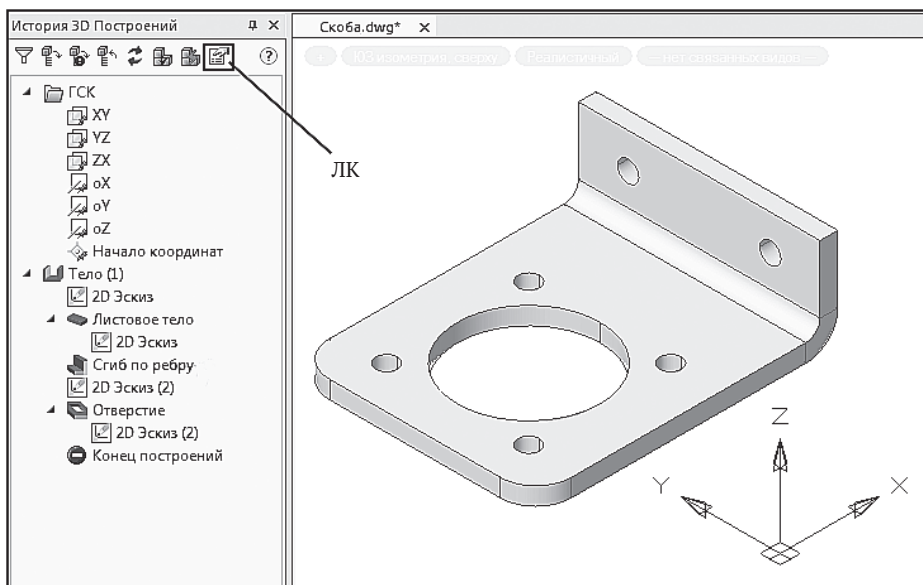


Рис. 3.156. 3D-модель детали «Скоба» с историей ее построения

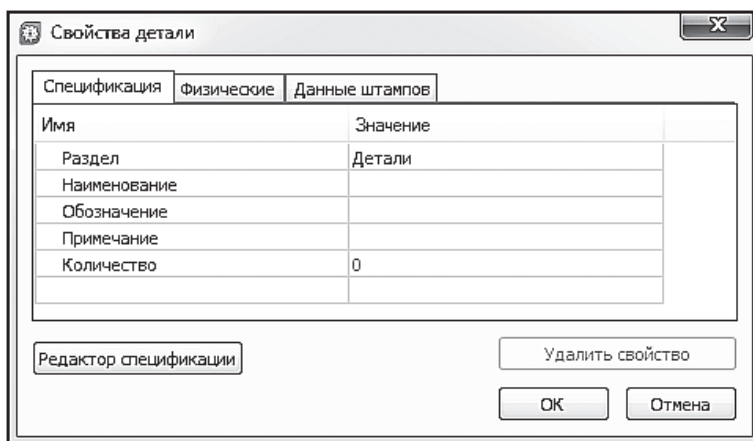


Рис. 3.157. Диалоговое окно **Свойства детали**

Этап № 2. С клавиатуры заполняют соответствующие строки необходимыми данными на активной вкладке **Спецификация** (рис. 3.158).

Имя	Значение
Раздел	Детали
Наименование	Скоба
Обозначение	XX-XXX.XX.XX.XXX.006
Примечание	
Количество	0

Buttons: Редактор спецификации, Удалить свойство, OK, Отмена

Рис. 3.158. Заполнение строк необходимыми данными на вкладке **Спецификация**

Этап № 3. ЛК активируют вкладку **Физические** (рис. 3.159) – ЛК в строке **Материал** (рис. 3.159) – ЛК на кнопке с точками с правой стороны строки – открывается диалоговое окно **Материалы** (рис. 3.160).

Имя	Значение
Материал	(не задан)
Плотность, кг/м ³	7800
Объем, м ³	0
Масса, кг	0.03

Buttons: Редактор спецификации, Удалить свойство, OK, Отмена

Рис. 3.159. Активизация вкладки **Физические**

Этап № 4. ЛК на папке **Ленты** (рис. 3.160) – открывается список материалов в папке **Ленты** (рис. 3.161) – ЛК на списке **ГОСТ 15885-2018** (рис. 3.161) – в диалоговом окне задают необходимые параметры материала (рис. 3.161) – ЛК на кнопке **OK** закрывают диалоговое окно **Материалы** (рис. 3.161) – снова открывается диалоговое окно **Свойства детали** с заданными параметрами материала в строке **Материал** (рис. 3.162).

Этап № 5. ЛК активируют вкладку **Данные штампов** (рис. 3.163).

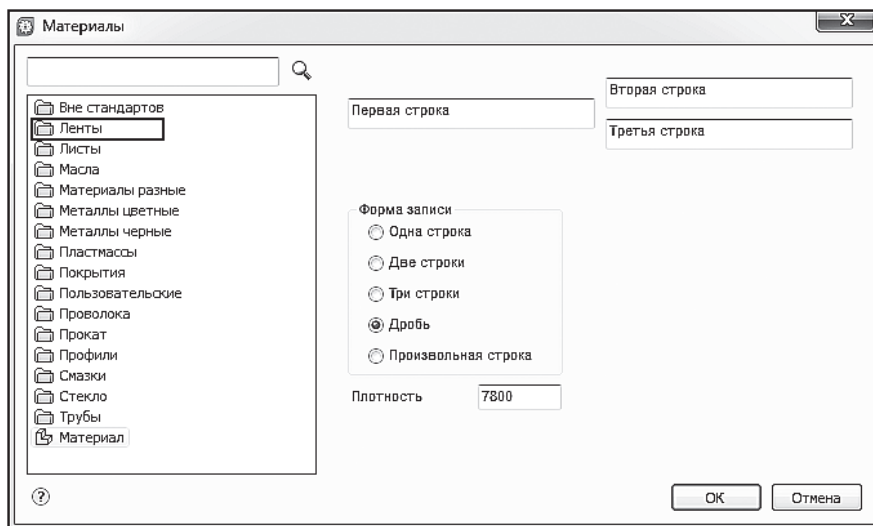
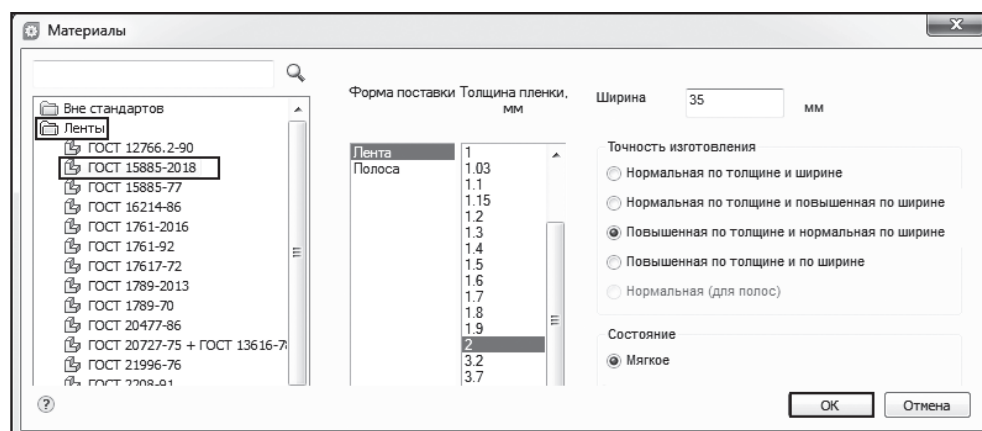
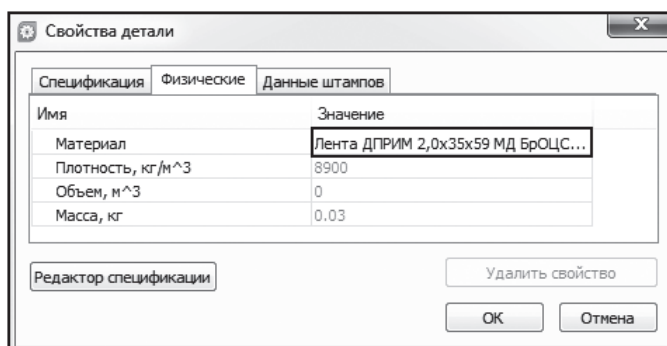
Рис. 3.160. Диалоговое окно **Материалы**

Рис. 3.161. Выбор материала для детали «Скоба»

Рис. 3.162. Задание параметров материала в строке **Материал**

Имя	Значение
Разработал	
Дата разработки	
Проверил	
Дата проверки	

Редактор спецификации Удалить свойство ОК Отмена

Рис. 3.163. Активизация вкладки **Данные штампов**

Этап № 6. На активной вкладке **Данные штампов** (рис. 3.163) с клавиатуры заполняют необходимыми данными соответствующие строки – ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Свойства детали** (рис. 3. 164).

Имя	Значение
Разработал	Иванов
Дата разработки	
Проверил	Петров
Дата проверки	
Тех. контроль	
Дата тех. контроля	
Доп. графа	
Доп. контроль	
Дата доп. контроля	
Нормативный контроль	
Дата норм. контроля	
Утвердил	
Дата утверждения	
Предприятие	Организация
Инв. № подлинника	
Подпись и дата 1	
Взамен инв. №	
Инв. № дубликата	
Подпись и дата 2	
Справочный номер	
Первичное прим.	

Редактор спецификации Удалить свойство ОК Отмена

Рис. 3.164. Заполнение строк необходимыми данными на вкладке **Данные штампов**

Этап № 7. Изображение 3D-модели детали «Скоба» из вида ЮЗ изометрия (рис. 3.156) переводят к изображению Вид сверху (рис. 3.165), например, с помощью интерфейсного инструмента **Локатор** и присваивают визуальный стиль **Каркас**.

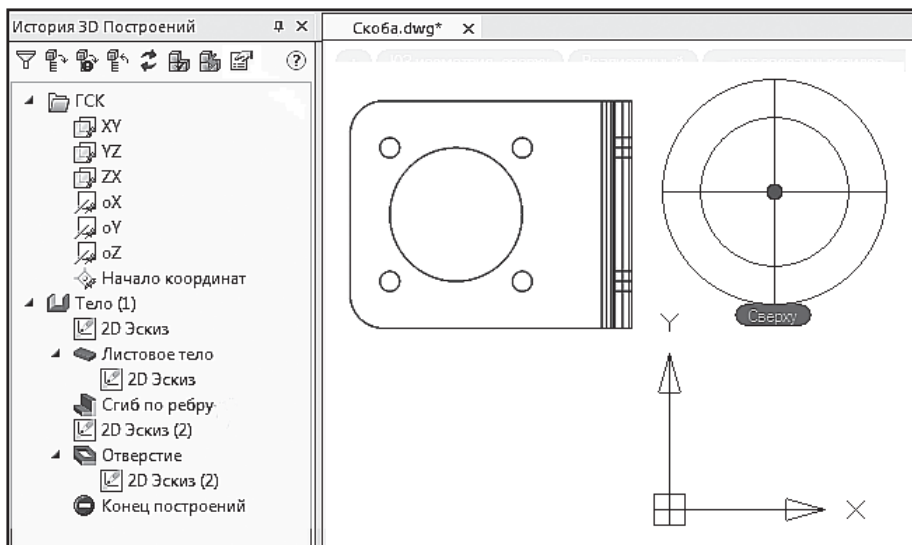


Рис. 3.165. Перевод изображения из ЮЗ изометрии к изображению Вид сверху

Этап № 8. ЛК №1 на вкладке **Механика** (рис. 3.166) – ЛК № 2 на иконке команды **Форматы** (рис. 3.166) – открывается диалоговое окно **Формат** (рис. 3.166) – в диалоговом окне выбирают необходимые параметры формата – ЛК № 3 на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Формат** (рис. 3.166) – появляется формат **A4** с заполненной основной надписью (этапы № 1...№ 6) – на вопрос в командной строке ЛК № 4 осуществляют его вставку в рабочее окно программы (рис. 3.167).

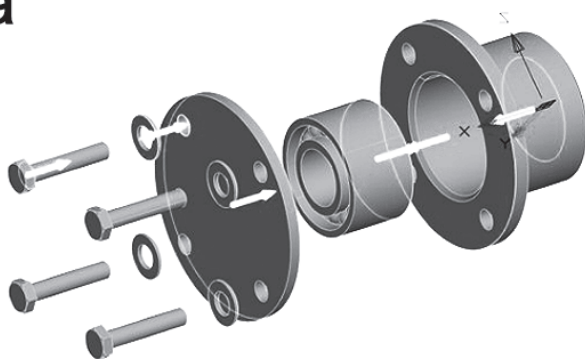


Рис. 3.166. Схема доступа к диалоговому окну **Формат**

Раздел IV

СБОРКА 3D-МОДЕЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ 3D-ЗАВИСИМОСТЕЙ. ВЫПОЛНЕНИЕ 2D-УЧЕБНЫХ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗДЕЛИЙ

Платформа
nanoCAD



нанософт,
разработка

nanoCAD
инженерная платформа

Сборочные 3D-зависимости

1.1. Общая технология сборки 3D-моделей изделий

Новый подход – основан на предварительном построении параметрических 3D-моделей деталей и их дальнейшей сборки с использованием сборочных 3D-зависимостей.

Общая последовательность сборки 3D-моделей изделий:

- 1) создают отдельную папку для будущих 3D-моделей деталей;
- 2) строят **параметрические 3D-модели деталей** (разделы II, III) и каждую из них сохраняют в предварительно созданной папке (п. 1);
- 3) создают новый чертеж для сборки будущего 3D-изделия;
- 4) используя команду **Добавить компонент** (рис. 4.1) из группы Вставка на вкладке **3D-инструменты** (рис. 4.1), на поле нового чертежа (п. 3) вставляют каждую из построенных 3D-моделей деталей (п. 2);
- 5) при необходимости из **Базы элементов** на поле чертежа (п. 3) вставляют 3D-модели деталей и крепежных изделий;
- 6) используя **сборочные 3D-зависимости** (рис. 4.2), осуществляют общую сборку 3D-модели изделия из 3D-моделей деталей (п. 4) и из 3D-моделей деталей и крепежных изделий (п. 5), если они есть.



Рис. 4.1. Схема выбора команды **Добавить компонент**

1.2. Назначение, виды и использование сборочных 3D-зависимостей

Сборочные 3D-зависимости – предназначены для осуществления связки между 3D-моделями деталей, при этом образуемая сборка 3D-изделия становится единым элементом, состоящим из набора параметрических 3D-моделей деталей, которые возможно редактировать как объекты дерева построений на функциональной панели **История 3D Построений**.

Виды сборочных 3D-зависимостей – в программе nanoCAD Механика предусмотрено пять видов сборочных 3D-зависимостей (рис. 4.2): 1) «3D вставка»; 2) «3D совмещение»; 3) «3D угловая»; 4) «3D касание»; 5) «3D симметрия».

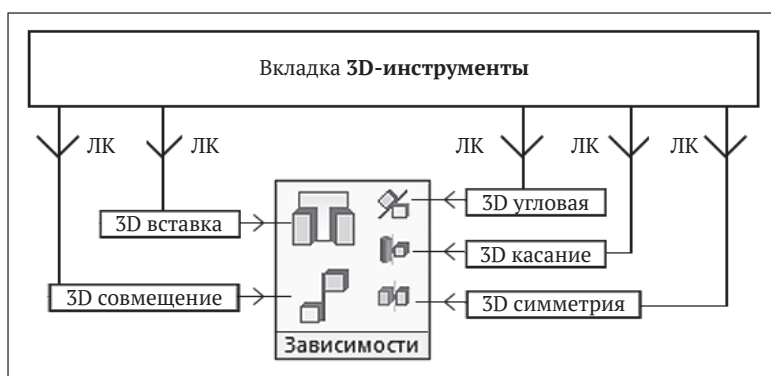


Рис. 4.2. Общая схема выбора сборочных 3D-зависимостей

Использование сборочных 3D-зависимостей – представленные выше зависимости (рис. 4.2) имеют свои специфичные возможности и особенности использования, которые рассматриваются ниже.

1.2.1. Сборочная зависимость «3D вставка»

Одна из наиболее часто используемых зависимостей. Работает с радиальными элементами 3D-моделей деталей и обеспечивает их соосность за счет наложения 3D-зависимости «3D вставка» на радиальную геометрию тел (рис. 4.3). Последовательность работы с командой рассмотрена на примере из справки по данной команде (рис. 4.4).

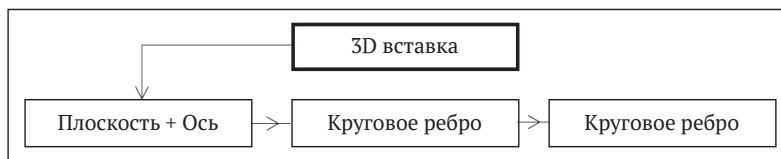


Рис. 4.3. Выбор объектов при работе со сборочной зависимостью «3D вставка»

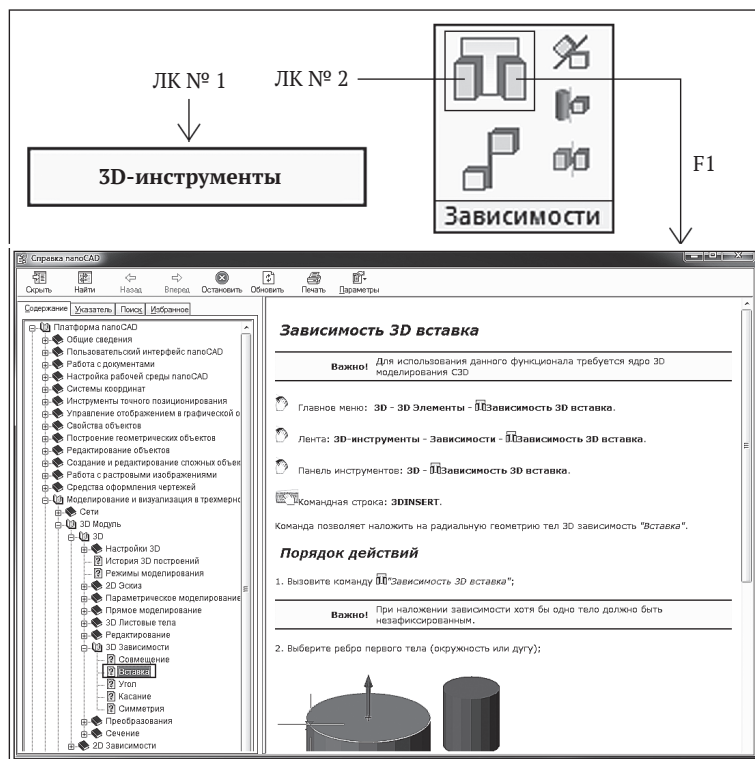


Рис. 4.4. Пример получения сведения о работе с зависимостью «3D вставка»

1.2.2. Сборочная зависимость «3D симметрия»

Работает с плоскостями 3D-моделей деталей и обеспечивает их симметрию относительно выбранной плоскости за счет наложения 3D-зависимости «3D симметрия» (рис. 4.5). Последовательность работы с командой рассмотрена на примере из справки по данной команде (рис. 4.6).

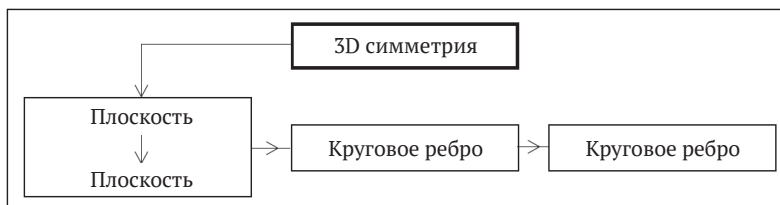


Рис. 4.5. Выбор объектов при работе со сборочной зависимостью «3D симметрия»

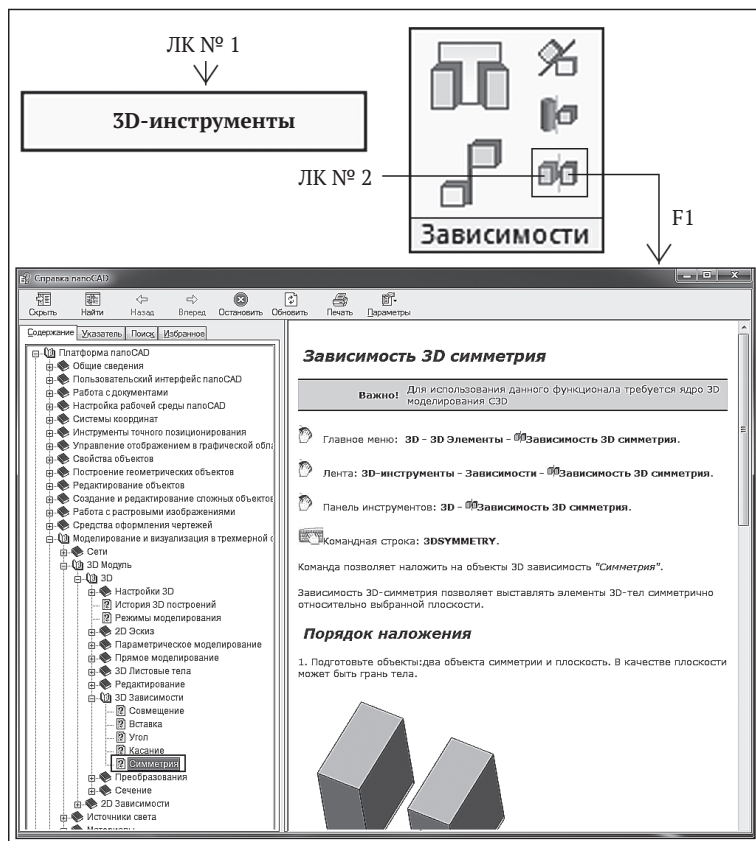


Рис. 4.6. Пример получения сведения о работе с зависимостью «3D симметрия»

1.2.3. Сборочная зависимость «3D совмещение»

Одна из наиболее часто используемых зависимостей. Работает с геометрическими элементами 3D-моделей деталей и обеспечивает совмещение их геометрии за счет наложения 3D-зависимости «3D совмещение» (рис. 4.7). Последовательность работы с командой рассмотрена на примере из справки по данной команде (рис. 4.8).

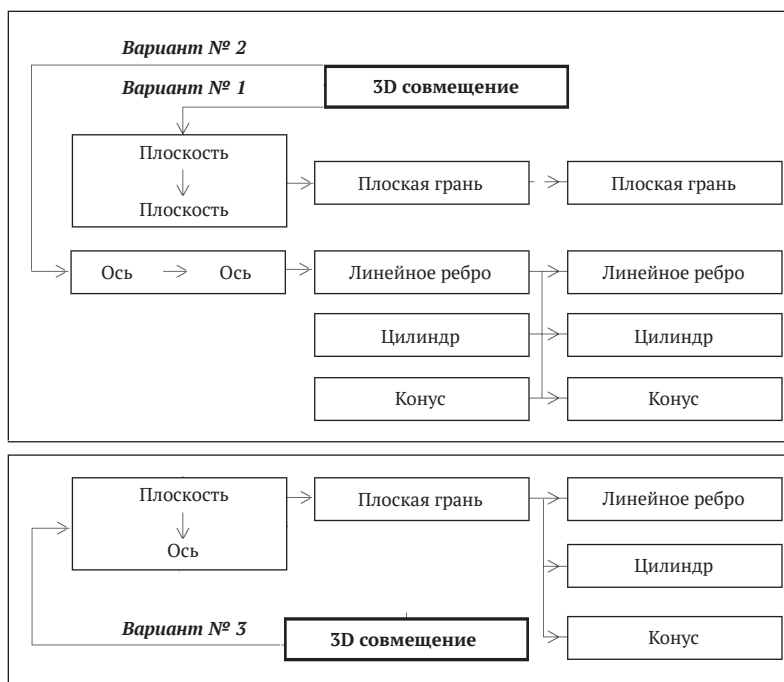


Рис. 4.7. Выбор объектов при работе со сборочной зависимостью «3D совмещение»

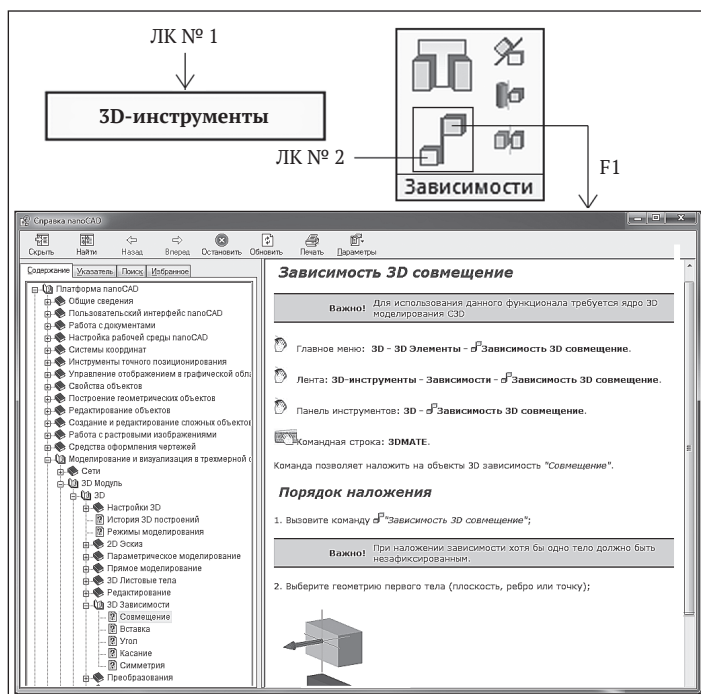


Рис. 4.8. Пример получения сведения о работе с зависимостью «3D совмещение»

1.2.4. Сборочная зависимость «3D угол»

Работает с 3D-моделями деталей и задает угол между ними за счет наложения 3D-зависимости «3D угол» (рис. 4.9). Последовательность работы с командой рассмотрена на примере из справки по этой команде (рис. 4.10).

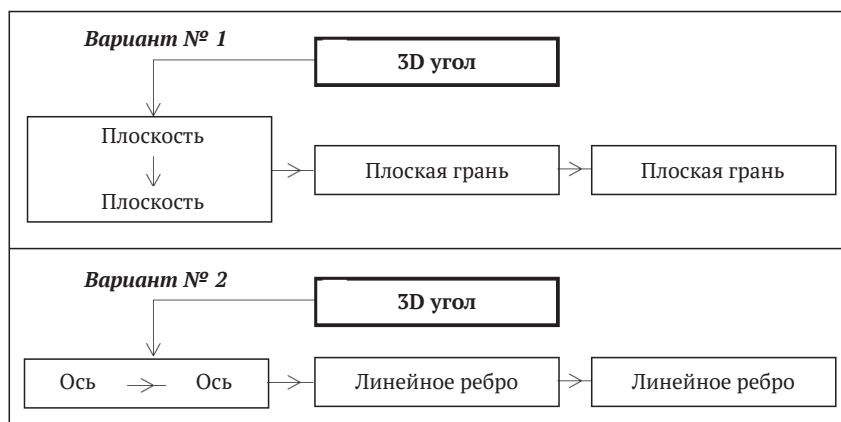


Рис. 4.9. Выбор объектов при работе со сборочной зависимостью «3D угол»

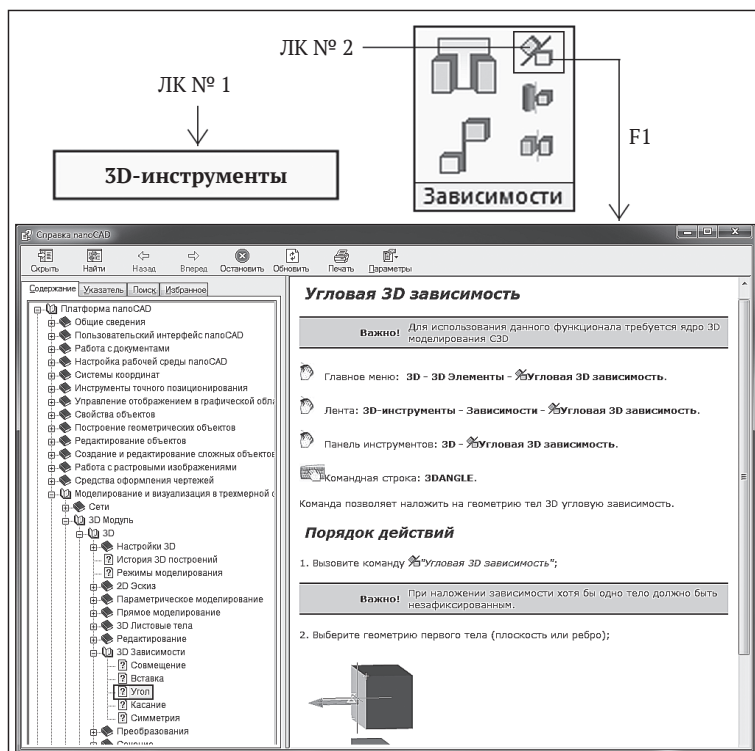


Рис. 4.10. Пример получения сведения о работе с зависимостью «3D угол»

1.2.5. Сборочная зависимость «3D касание»

Одна из редко используемых зависимостей. Работает с 3D-моделями деталей и обеспечивает касание их поверхностей за счет наложения 3D-зависимости «3D касание» (рис. 4.11). Последовательность работы с командой рассмотрена на примере из справки по этой команде (рис. 4.12).

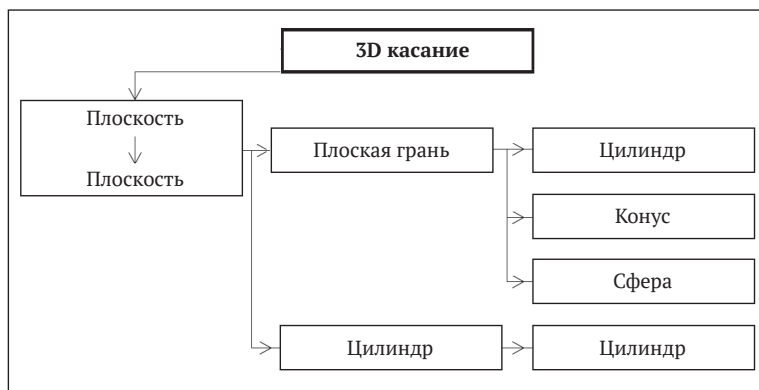


Рис. 4.11. Выбор объектов при работе со сборочной зависимостью «3D касание»

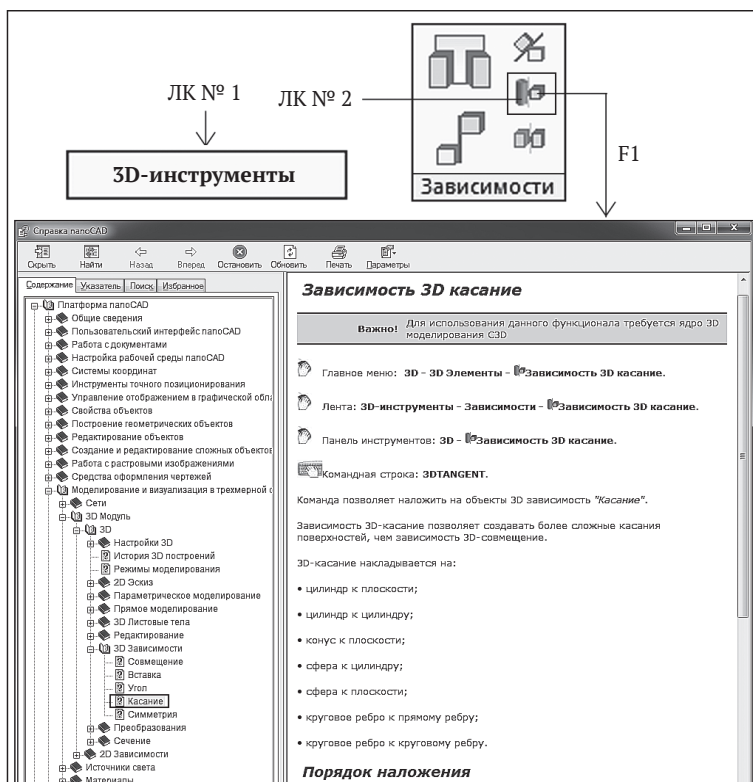


Рис. 4.12. Пример получения сведения о работе с зависимостью «3D касание»

ГЛАВА 2

Примеры сборки 3D-моделей изделий и выполнения сборочных чертежей

2.1. Пример № 1. Изделие «Муфта упругая»

2.1.1. 2D-чертежи изделия и входящих деталей

Ниже на рис. 4.13...4.19 представлены: 1) выполненный в упрощенном виде учебный сборочный чертеж изделия «Муфта упругая»; 2) спецификация к нему; 3) чертежи входящих деталей.

2.1.2. 3D-модели входящих деталей

Ниже на рис. 4.20...4.24 представлены 3D-модели деталей, входящих в изделие «Муфта упругая» (рис. 4.15...4.19).

Все пять параметрических 3D-моделей деталей (для упрощения будущей сборки изделия) построены в плоскости **YZ** в масштабе **M1:1** и по методике раздела II на основе использования команд **Добавить эскиз**, **Окружность**, **Выдавливание**, **Полилиния**, **Вращение**, **Вычитание**, **Резьба**, **Фаска** и **Закончить редактирование**. Визуальный стиль изображений – Тонированный.

Рекомендация. При необходимости 3D-модели деталей редактируют по приведенной выше методике (раздел II, глава 4 и раздел III, глава 2).

Формат А4

Рис. 4.14. Пример выполнения спецификации учебного сборочного чертежа изделия «Муфта упругая» (рис. 4.13)

Перв. примен.	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">10010'XXX'XX'XX'XXX-XX</div> <div style="float: right; text-align: right;"> $\sqrt{Ra\ 6,3}$ </div>																																																																							
Справ. №																																																																								
Подп. и дата																																																																								
Инв. № дубл.																																																																								
Взам. инв. №																																																																								
Подп. и дата	Острые кромки притупить.																																																																							
Инв. № подл.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;"> </td> <td style="width: 5%;"> </td> <td style="width: 5%;"> </td> <td style="width: 5%;"> </td> <td style="width: 5%;"> </td> <td style="width: 5%;"> </td> <td colspan="3" style="text-align: center;">XX-XXX.XX.XX.XXX.01.001</td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td colspan="3" rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Втулка распорная</td> <td>Лит.</td> <td>Масса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Иванов</td> <td colspan="3"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">4:1</td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Петров</td> <td colspan="3"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т. контр.</td> <td></td> <td colspan="3"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н. контр.</td> <td></td> <td colspan="3"></td> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">СтЭкп ГОСТ 380-2005</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Организация</td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td colspan="3"></td> <td></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>											XX-XXX.XX.XX.XXX.01.001			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Втулка распорная			Лит.	Масса	Масштаб	Разраб.	Иванов							4:1	Проб.	Петров							Т. контр.								Н. контр.						СтЭкп ГОСТ 380-2005			Организация		Утв.										
						XX-XXX.XX.XX.XXX.01.001																																																																		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Втулка распорная			Лит.	Масса	Масштаб																																																														
Разраб.	Иванов										4:1																																																													
Проб.	Петров																																																																							
Т. контр.																																																																								
Н. контр.						СтЭкп ГОСТ 380-2005			Организация																																																															
Утв.																																																																								
Копировал						Формат		А4																																																																

Рис. 4.15. Пример выполнения учебного чертежа детали «Втулка распорная»

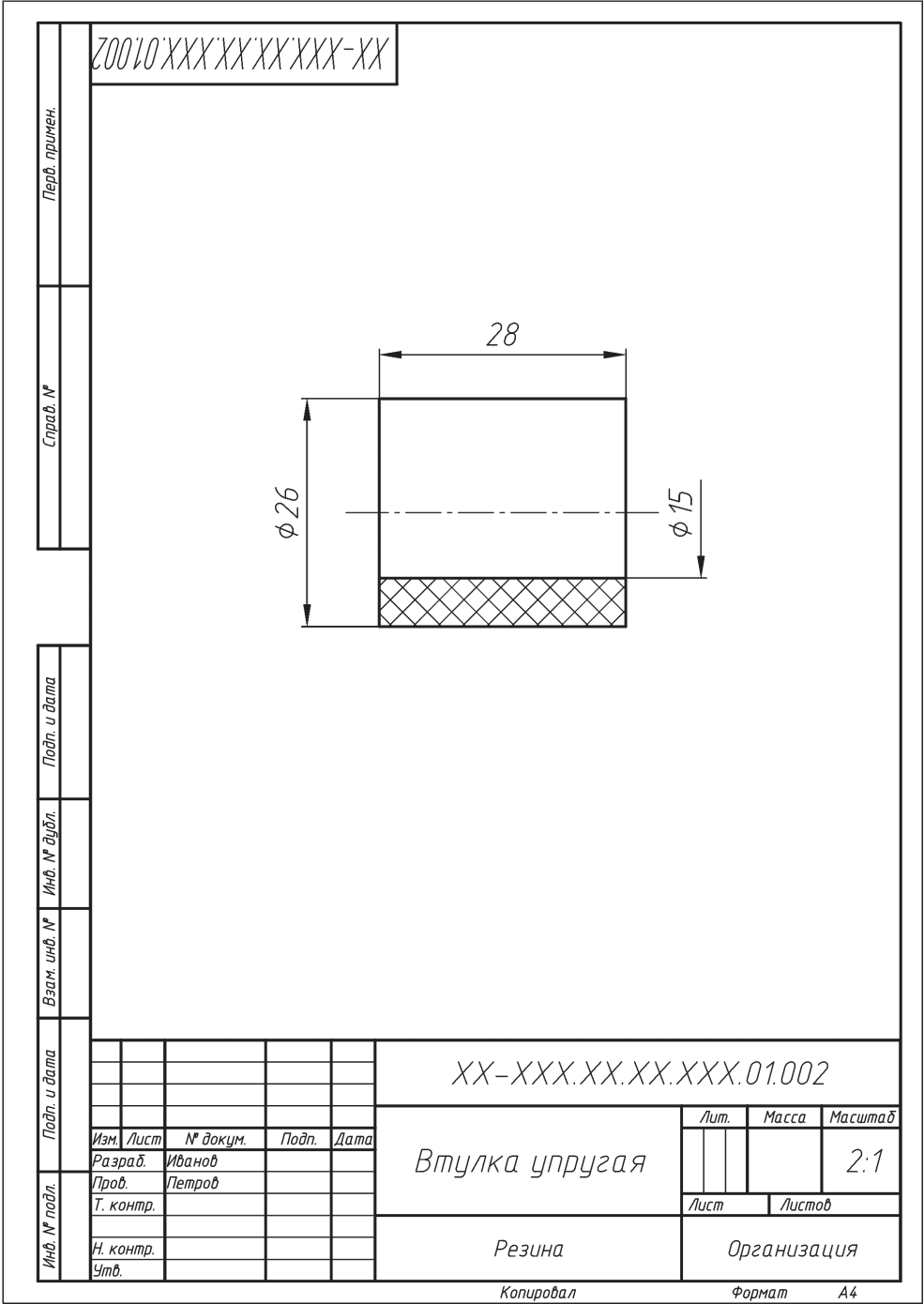


Рис. 4.16. Пример выполнения учебного чертежа детали «Втулка упругая»

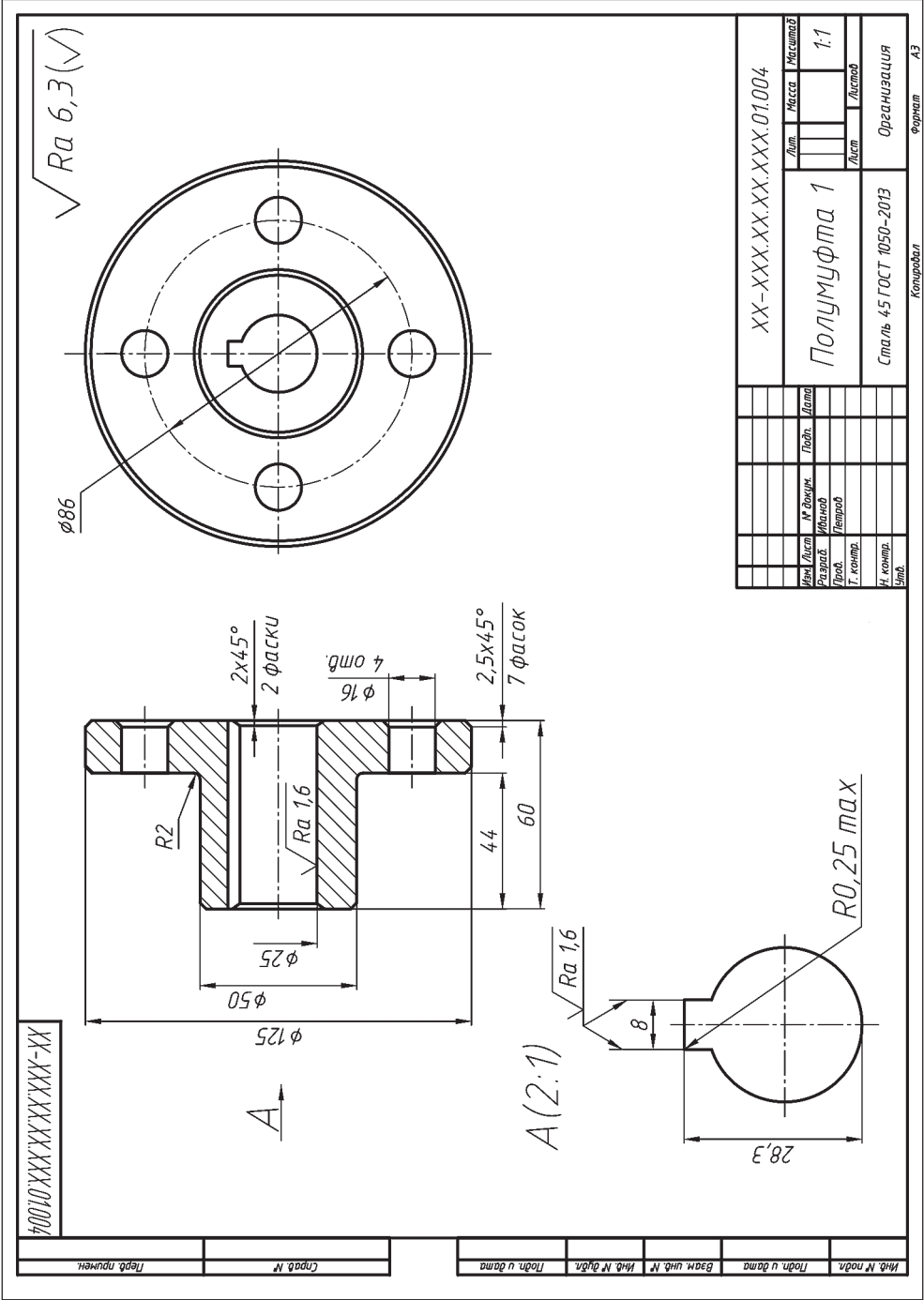
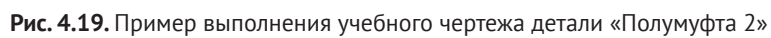


Рис. 4.18. Пример выполнения учебного чертежа детали «Полумуфта 1»



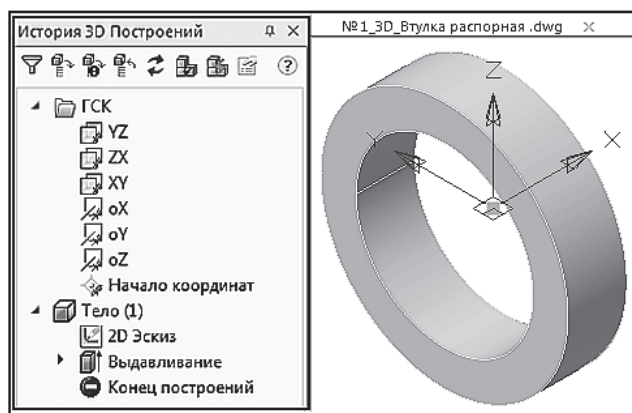


Рис. 4.20. 3D-модель детали № 1 «Втулка распорная»

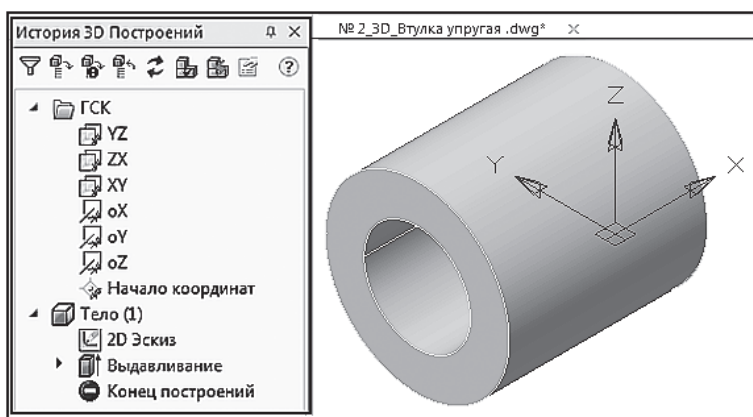


Рис. 4.21. 3D-модель детали № 2 «Втулка упорная»

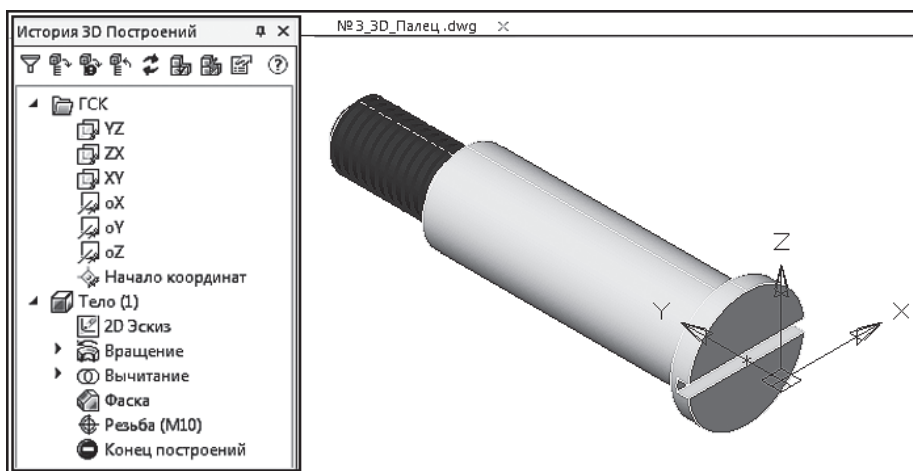


Рис. 4.22. 3D-модель детали № 3 «Палец»

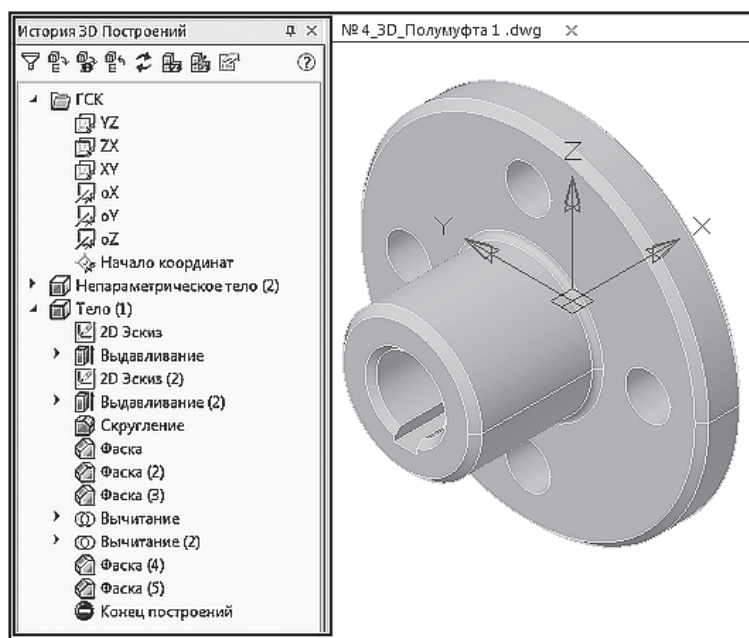
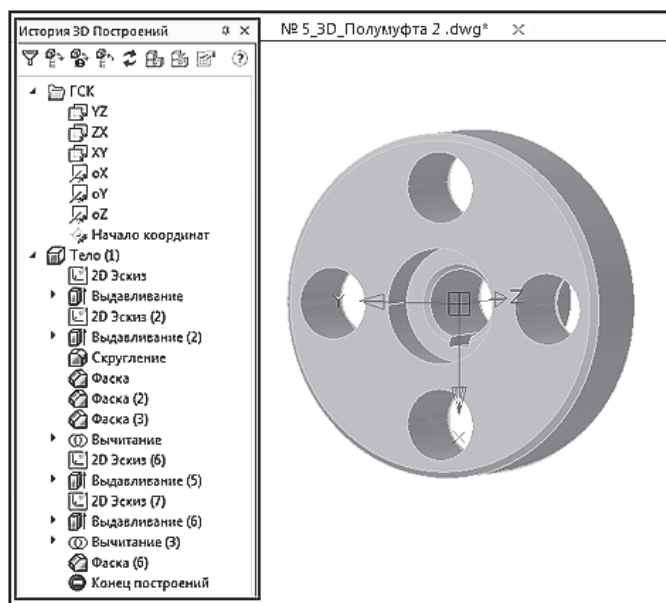


Рис. 4.23. 3D-модель детали № 4 «Полумуфта 1»

Рис. 4.24. 3D-модель детали № 5 «Полумуфта 2»
(изображение повернуто)

2.1.3. Варианты сборки 3D-модели изделия

Для сборки 3D-модели изделия «Муфта упругая» 3D-модели входящих деталей (рис. 4.20...4.24) группируют в новой папке с названием, например **Компоненты** (рис. 4.25).

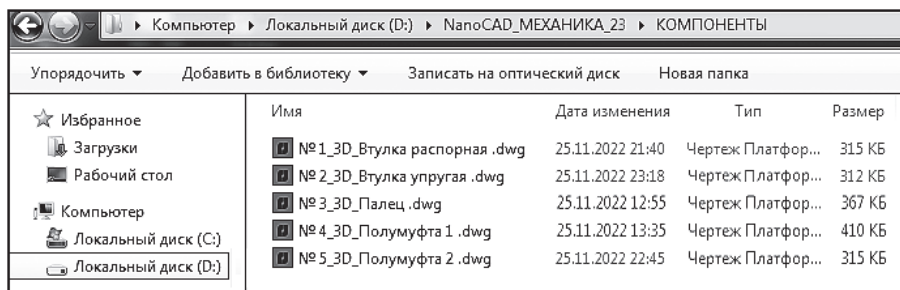


Рис. 4.25. Сгруппированные 3D-модели деталей в папке **Компоненты**

3D-модели деталей (рис.4.20...4.24) относятся к классу поверхностей вращения [5]. При наличии у них **круговых ребер** (рис. 4.26) для сборки 3D-модели изделия «Муфта упругая» используют сборочную зависимость «3D-вставка» (рис. 4.2 и 4.3).

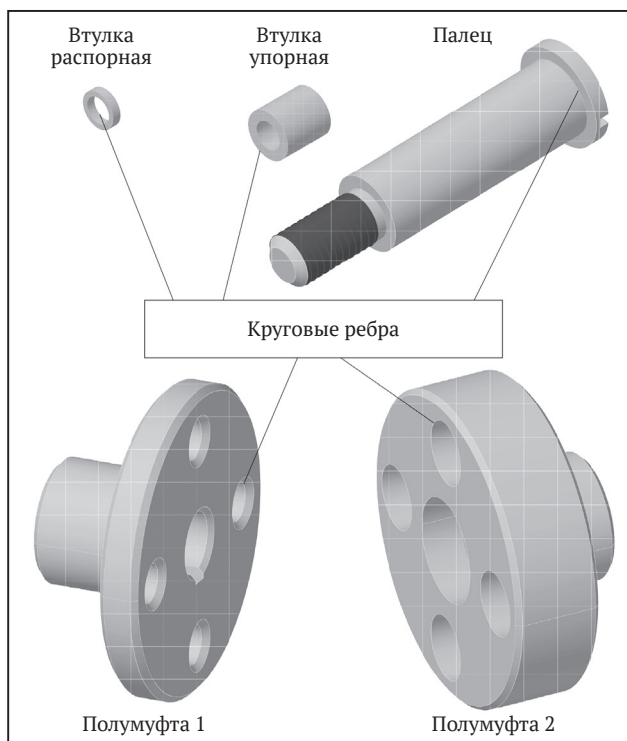


Рис. 4.26. Круговые ребра на 3D-моделях деталей

ВАРИАНТ СБОРКИ № 1

Последовательный вывод каждой детали на экран без их изоляции

Этап № 1. Создают новый чертеж с именем, например «Муфта упругая».

Этап № 2. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 4.27) – ЛК на иконке команды **Добавить компонент** (рис. 4.27) – в папке **Компоненты** (рис. 4.25) двойным ЛК выбирают модель «№ 5_3D_Полумуфта 2» – открывается диалоговое окно **Вставка внешней ссылки** (рис. 4.28) – ЛК на кнопке **ОК** – на вопрос в командной строке ЛК указывают точку вставки на экране – для наглядности изображению придают визуальный стиль, например Тонированный и вид **ЮЗ изометрия** (рис. 4.29).



Рис. 4.27. Схема выбора команды **Добавить компонент**

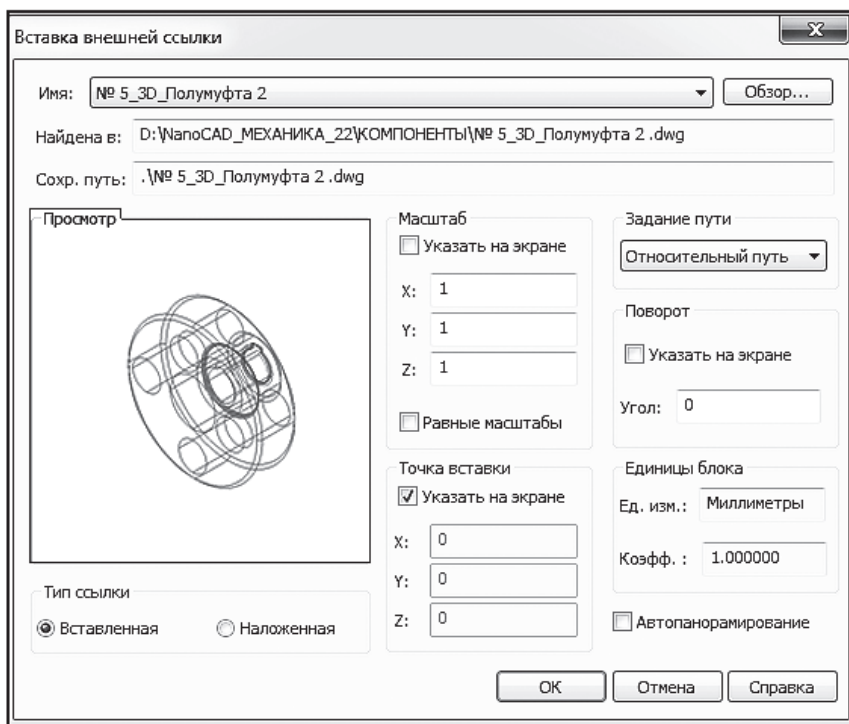


Рис. 4.28. Диалоговое окно **Вставка внешней ссылки** модели «№ 5_3D_Полумуфта 2»

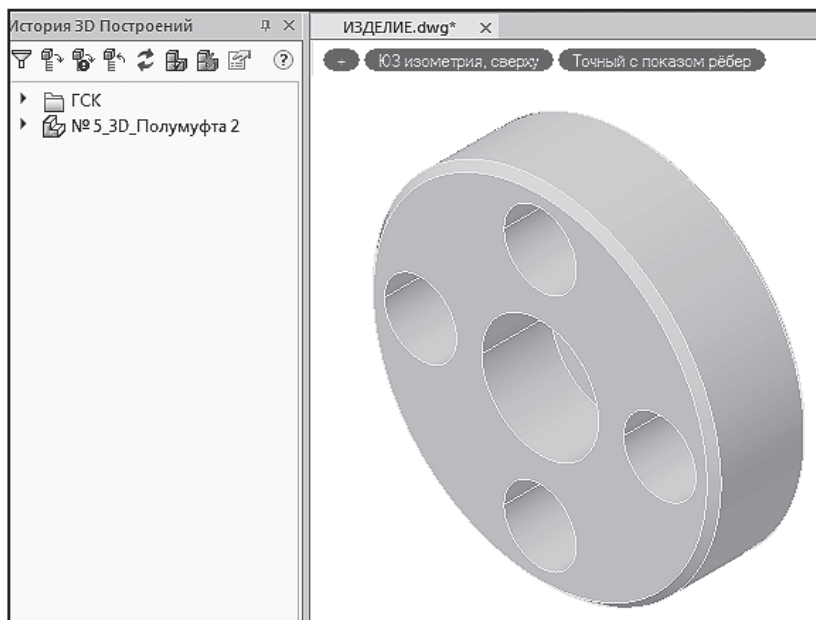


Рис. 4.29. Вставка модели детали «№ 5_3D_Полумуфта 2»

Этап № 3. Вставленная в чертеж 3D-модель детали не должна в дальнейшем перемещаться, поэтому осуществляют ее фиксацию: 1) ПК на объекте дерева построений «№ 5_3D_Полумуфта 2» (рис. 4.30) – открывается меню (рис. 4.30); 2) ЛК на строке **Фиксация** (рис. 4.30).

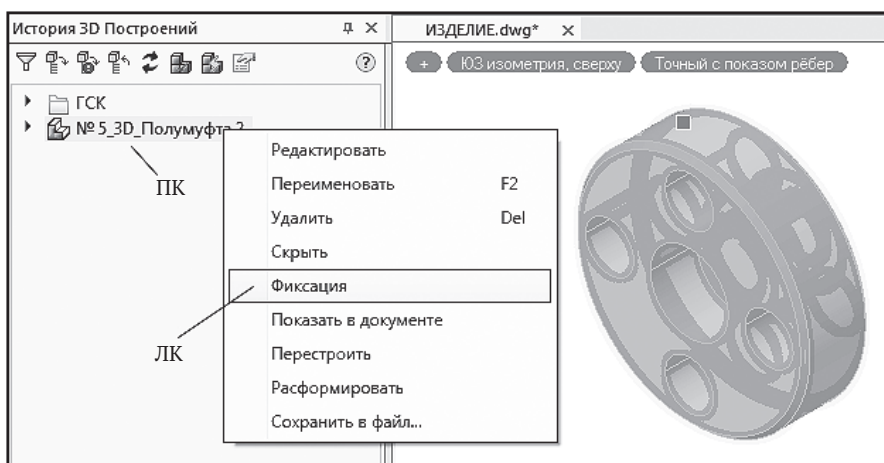


Рис. 4.30. Схема фиксации модели детали «№ 5_3D_Полумуфта 2»

Этап № 4. ЛК на вкладке «3D-инструменты» (рис. 4.27) – ЛК на иконке команды **Добавить компонент** (рис. 4.27) – в папке **Компоненты** (рис. 4.25) двойным ЛК выбирают модель «№ 2_3D_Втулка упругая» – открывается диалого-

вое окно **Вставка внешней ссылки** (рис. 4.31) – ЛК на кнопке **ОК** – на вопрос в командной строке ЛК указывают точку вставки на экране монитора – для наглядности изображению придают визуальный стиль, например Тонированный, и вид **ЮЗ изометрия** (рис. 4.32).

Этап № 5. По аналогии с **этапом № 4** осуществляют вставку на поле чертежа остальных **трех** моделей «№ 2_3D_Втулка упругая» (рис. 4.32).

Этап № 6. ЛК на вкладке **3D-инструменты** из группы Параметрическое моделирование (рис. 4.2) – ЛК на иконке команды **Зависимость 3D-вставка** из группы Зависимости (рис. 4.2) – ЛК на круговом ребре модели «№ 2_3D_Втулка упругая» (рис. 4.33) – ЛК на круговом ребре модели «№5_3D_Полумуфта 2» (рис. 4.33) – на запрос в командной строке указывают расстояние вставки «0» (ноль) – клавиша **Enter** – результат вставки представлен на рис. 4.34.

Этап № 7. 1. По аналогии с **этапом 6** осуществляют вставку остальных трех моделей «№ 2_3D_Втулка упругая» (рис. 4.34).

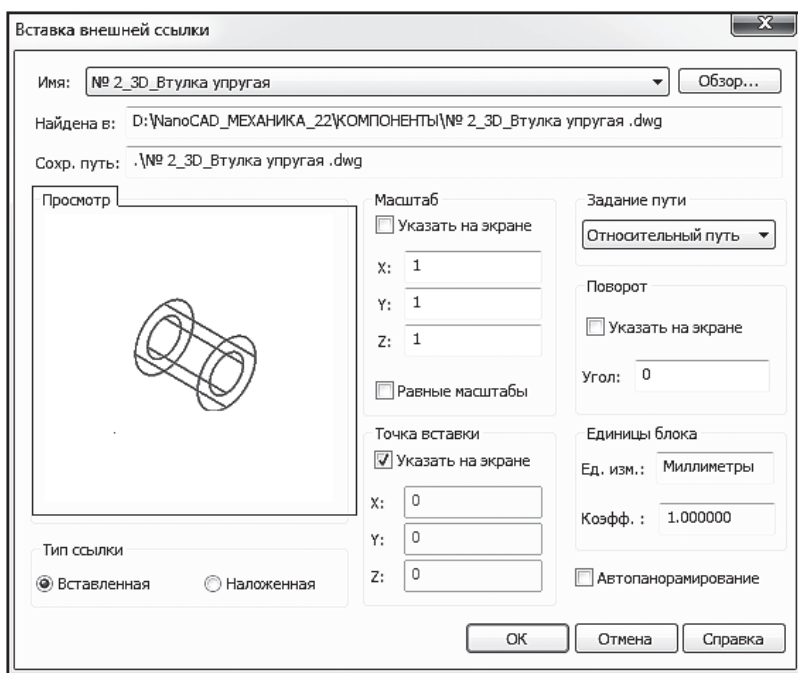


Рис. 4.31. Диалоговое окно Вставка внешней ссылки
Модели детали «№ 2_3D_Втулка упругая»

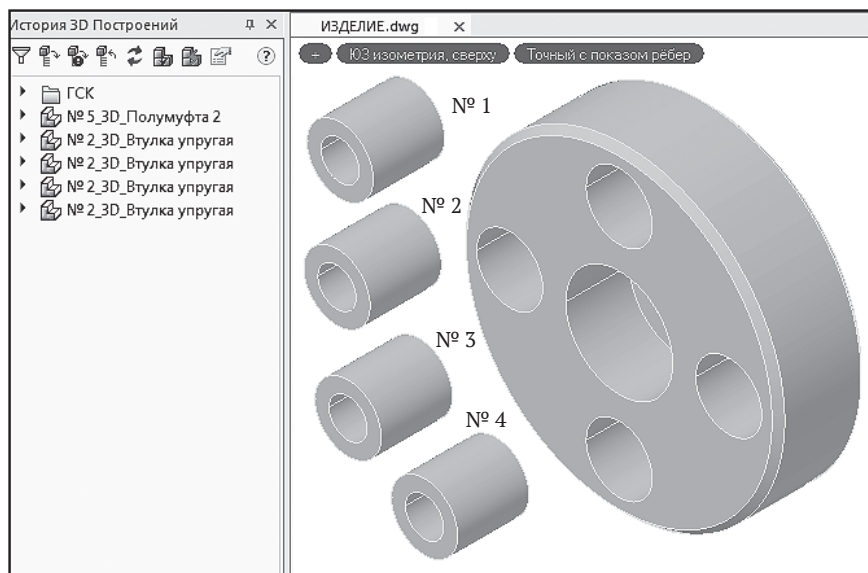


Рис. 4.32. Добавление ссылок изображений четырех моделей деталей «№ 2_3D_Втулка упругая»

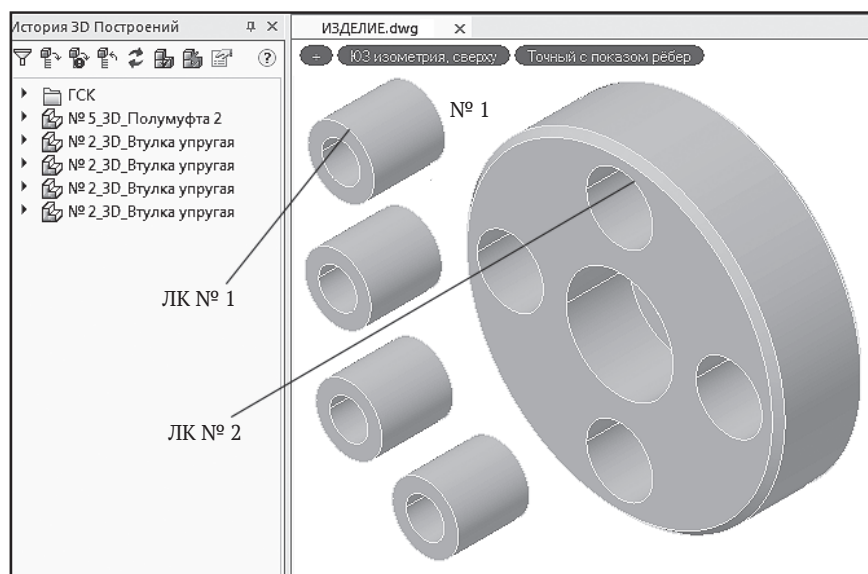


Рис. 4.33. Последовательность выбора круговых ребер в моделях деталей «№ 2_3D_Втулка упругая» № 1 и «№ 5_3D_Полумуфта 2»

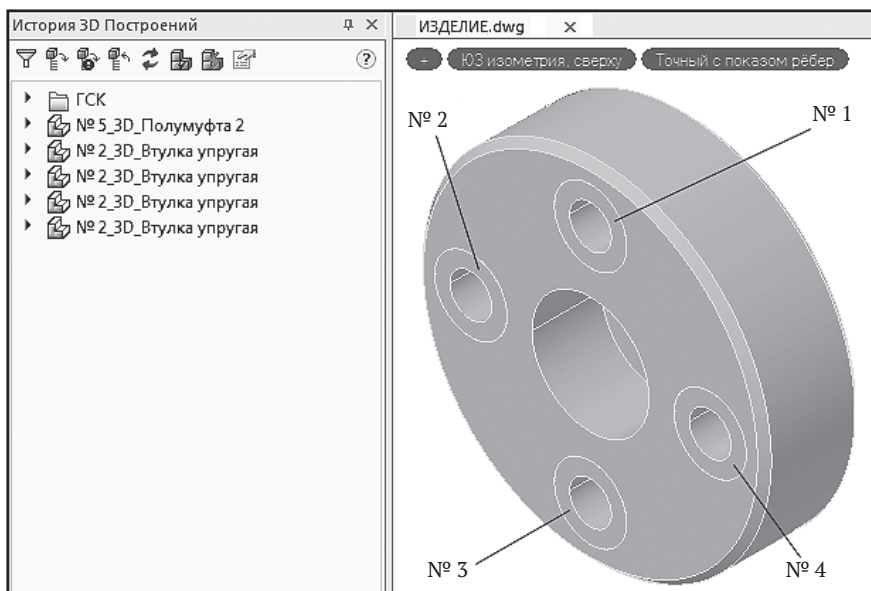


Рис. 4.34. Результат вставки четырех моделей деталей «№ 2_3D_Втулка упругая» в модель детали «№ 5_3D_Полумуфта 2»

Этап № 8. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 4.27) – ЛК на иконке команды **Добавить компонент** (рис. 4.27) – в папке **Компоненты** (рис. 4.25) двойным ЛК выбирают модель «№ 1_3D_Втулка распорная» – открывается диалоговое окно **Вставка внешней ссылки** (рис. 4.35) – ЛК на кнопке **ОК** – на вопрос в командной строке ЛК указывают точку вставки на экране монитора – для наглядности изображению придают визуальный стиль, например Тонированный, и вид **ЮЗ изометрия** (рис. 4.36).

Этап № 9. По аналогии с **этапом № 8** осуществляют вставку на поле чертежа остальных **трех** моделей «№ 1_3D_Втулка распорная» (рис. 4.36).

Этап № 10. ЛК на вкладке **3D-инструменты** из группы **Параметрическое моделирование** (рис. 4.2) – ЛК на иконке команды **Зависимость 3D-вставка** из группы **Зависимости** (рис. 4.2) – ЛК на круговом ребре модели «№ 1_3D_Втулка распорная» (рис. 4.37) – ЛК на круговом ребре модели «№ 2_3D_Втулка упругая» (рис. 4.33) – на запрос в командной строке указывают расстояние вставки «5» (пяти), равное толщине модели «№ 1_3D_Втулка распорная» – клавиша **Enter** – результат вставки представлен на рис. 4.38.

Этап № 11. 1. По аналогии с **этапом 10** осуществляют вставку остальных **трех** моделей «№ 1_3D_Втулка распорная» (рис. 4.38).

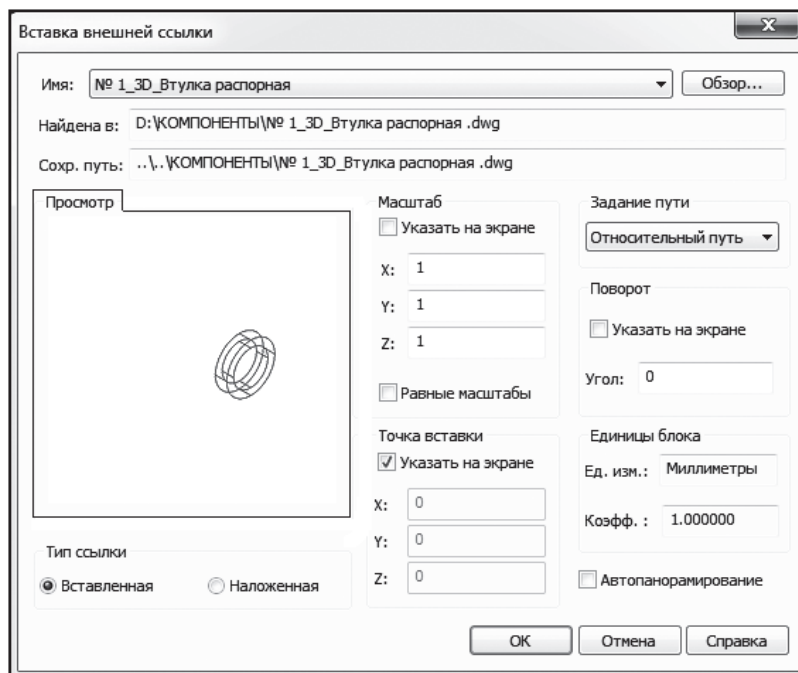


Рис. 4.35. Диалоговое окно **Вставка внешней ссылки** модели детали «№ 1_3D_Втулка распорная»

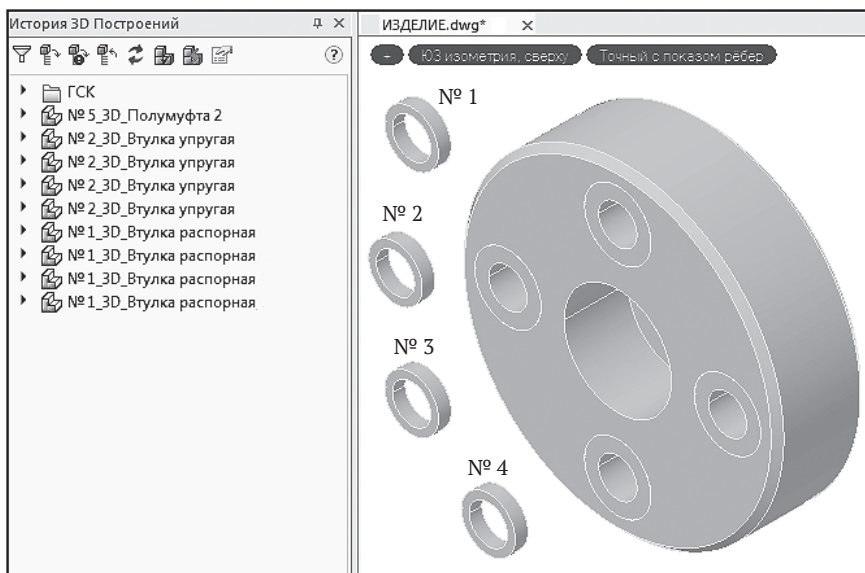


Рис. 4.36. Добавление ссылок изображений четырех моделей деталей «№ 1_3D_Втулка распорная»

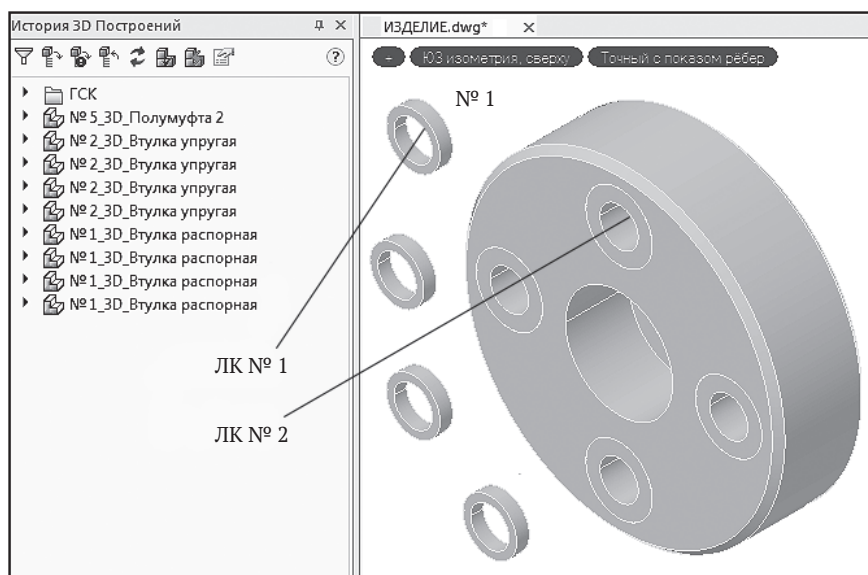


Рис. 4.37. Последовательность выбора круговых ребер в моделях деталей «№ 1_3D_Втулка распорная» № 1 и «№ 2_3D_Втулка упругая»

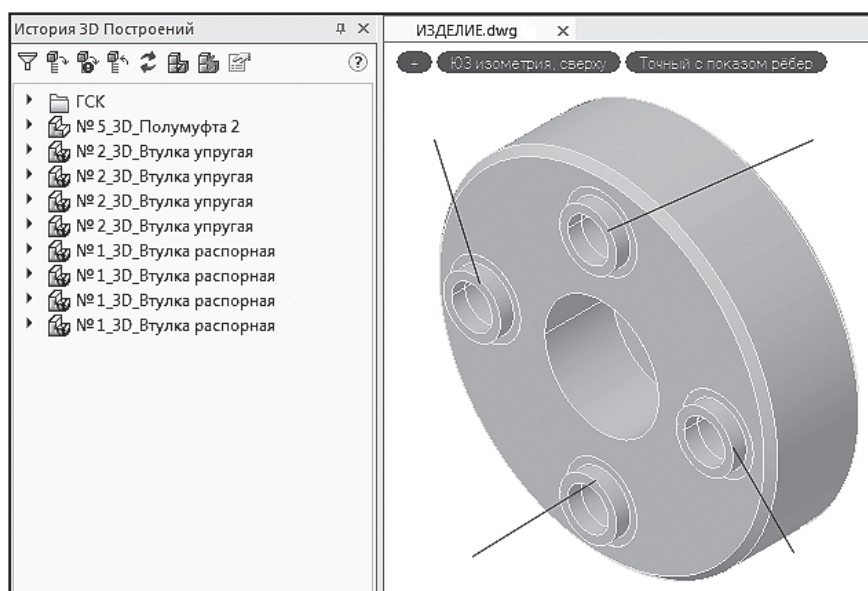


Рис. 4.38. Результат вставки изображений четырех моделей деталей «№ 1_3D_Втулка распорная»

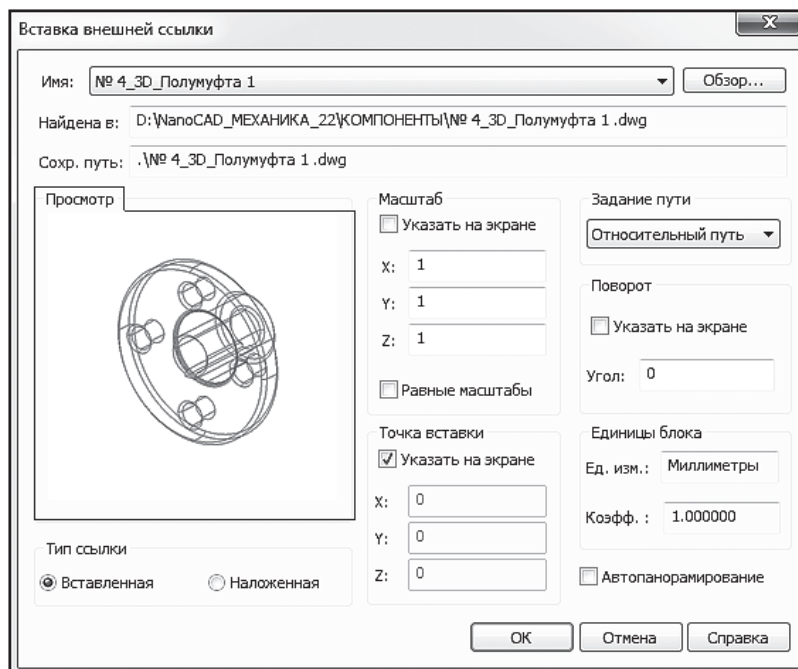


Рис. 4.39. Диалоговое окно **Вставка внешней ссылки** модели детали «№ 4_3D_Полумуфта 1»

Этап № 12. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 4.27) – ЛК на иконке команды **Добавить компонент** (рис. 4.27) – в папке **Компоненты** (рис. 4.25) двойным ЛК выбирают модель «№ 4_3D_Полумуфта 1» – открывается диалоговое окно **Вставка внешней ссылки** (рис. 4.39) – ЛК на кнопке **ОК** – на вопрос в командной строке ЛК указывают точку вставки на экране монитора – для наглядности изображению придают визуальный стиль, например Тонированный, и вид **ЮЗ изометрия** (рис. 4.40).

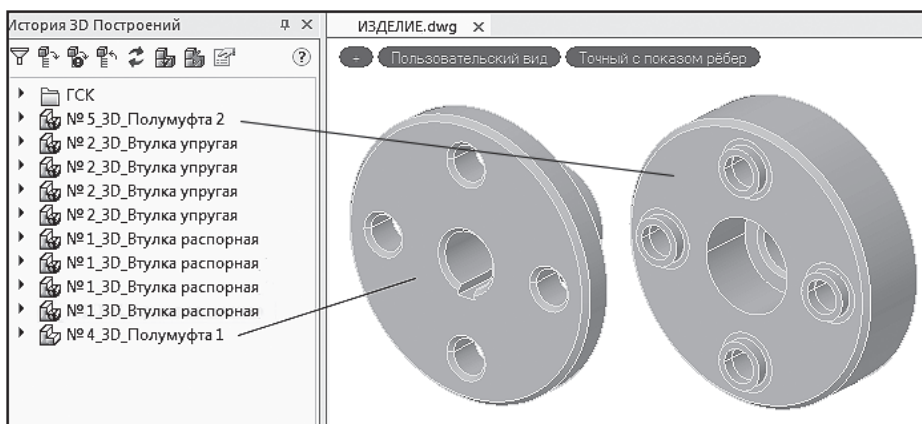


Рис. 4.40. Вставка ссылки модели детали «№ 4_3D_Полумуфта 1»

Этап № 13. При необходимости центровки шпоночных пазов в 3D-моделях двух полумуфт и удобства дальнейшей сборки изделия: **1)** ЛК № 1 на вкладке **3D-инструменты** (рис. 4.41); **2)** ЛК № 2 на иконке команды **3D Поворот** из группы Манипуляция (рис. 4.41); **3)** ЛК на модели «№ 4_3D_Полумуфта 1» (рис. 4.40) – появляется изображения орбит; **4)** ЛК на орбите **Y**; **5)** в командной строке с клавиатуры указывают угол поворота модели вокруг оси **Y**, равный **180°**, – результат дан на рис. 4.42.

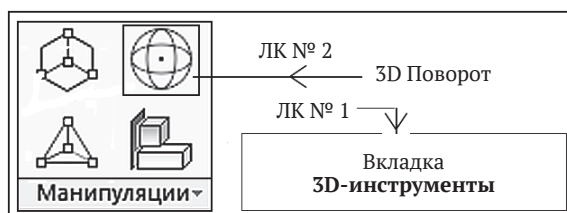


Рис. 4.41. Схема доступа к иконке команды **3D Поворот**

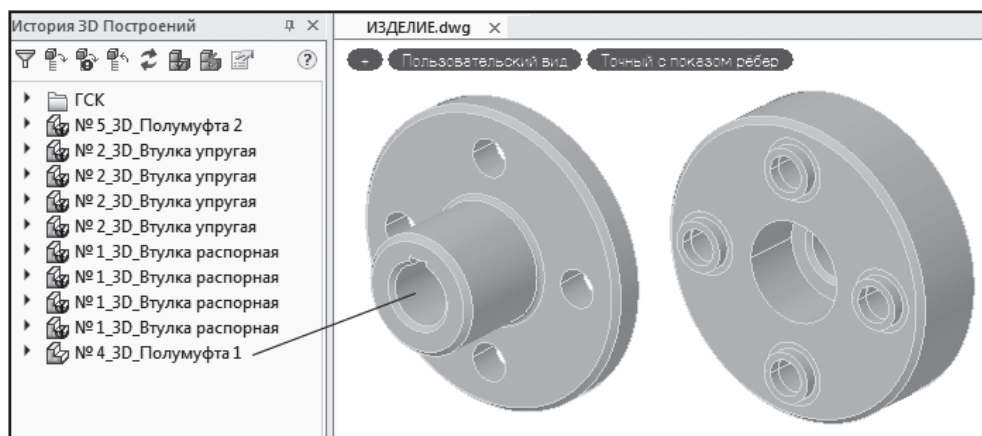


Рис. 4.42. Поворот модели детали «№ 4_3D_Полумуфта 1» вокруг оси **Y** на **180°**

Этап № 14. ЛК на вкладке **3D-инструменты** из группы Параметрическое моделирование (рис. 4.2) – ЛК на иконке команды **Зависимость 3D-вставка** из группы Зависимости (рис. 4.2) – ЛК на внутреннем круговом ребре модели «№ 4_3D_Полумуфта 1» (рис. 4.43) – ЛК на внутреннем круговом ребре модели «№ 1_3D_Втулка распорная» (рис. 4.43) – на запрос в командной строке указывают расстояние вставки «**0**» (ноль) – клавиша **Enter** – результат вставки представлен на рис. 4.44.

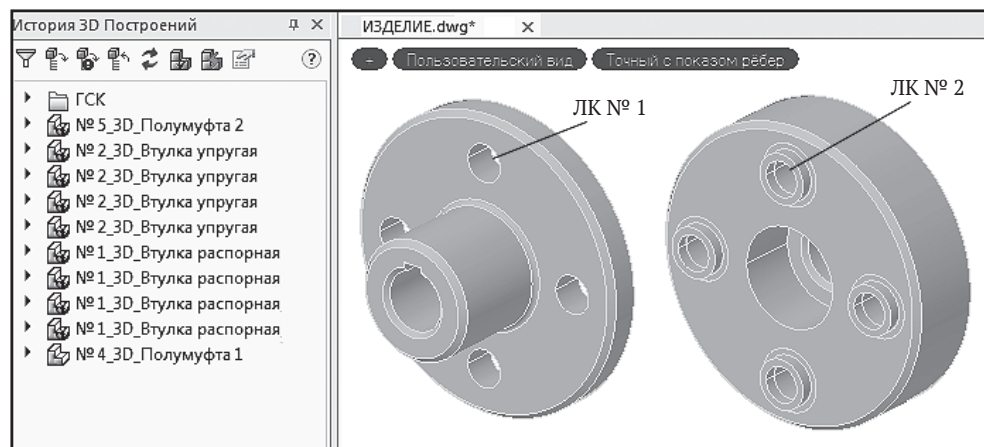


Рис. 4.43. Последовательность выбора круговых ребер в моделях деталей «№ 4_3D_Полумуфта 1» и «№ 1_3D_Втулка распорная»

Этап № 15. По аналогии с **этапом № 3** осуществляют фиксацию модели «№ 4_3D_Полумуфта 1» в промежуточной сборке изделия (рис. 4.44).

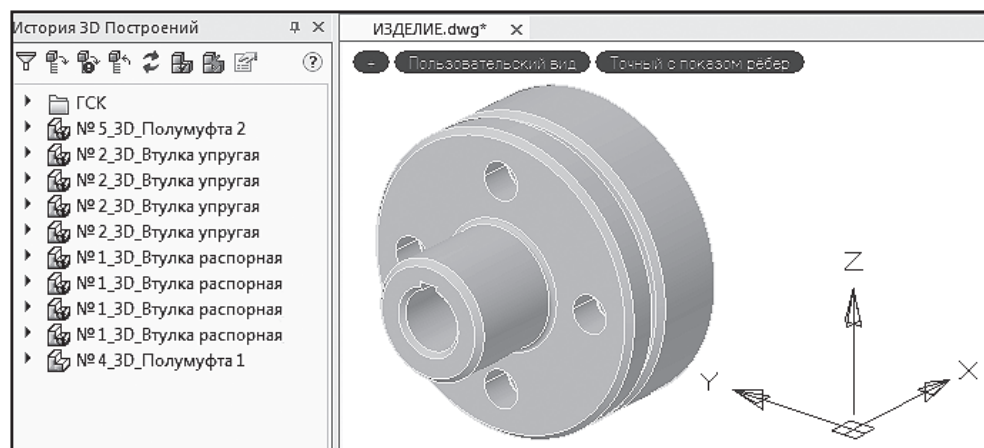


Рис. 4.44. Результат сопряжения модели детали «№ 4_3D_Полумуфта 1» и модели детали «№ 1_3D_Втулка распорная»

Этап № 16. Используя, например, инструмент **Локатор** или инструмент **Блок управления видами**, изображению промежуточной сборки изделия (рис. 4.44) придают **Вид слева** и **Вид сверху** (рис. 4.45), осуществляя тем самым визуальный контроль по соответствию промежуточной сборки изделия чертежу изделия (рис. 4.13).

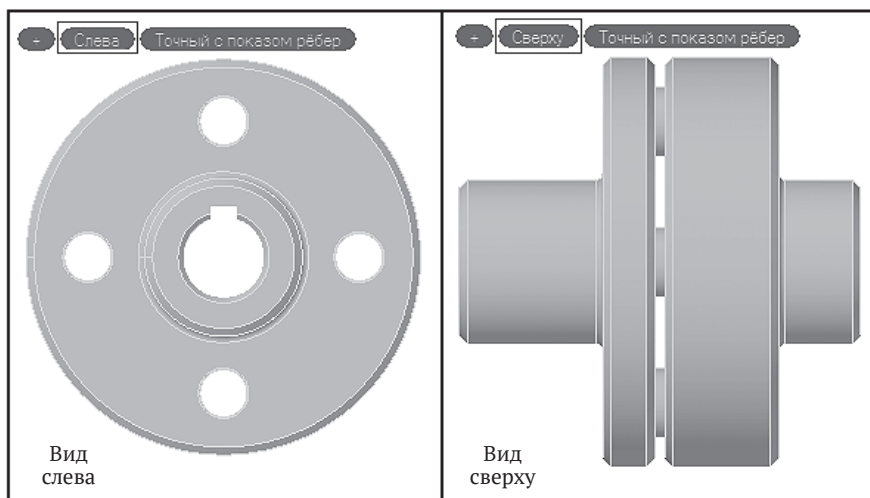


Рис. 4.45. Результат визуального контроля промежуточной сборки изделия

Этап № 17. После проверки (Этап № 16) отменяют предыдущие действия (рис. 4.45) и осуществляют возврат к изображению промежуточной сборки изделия (рис. 4.44, Этап № 15).

Этап № 18. Используя, например, инструмент **Зависимая орбита** из группы Навигация на вкладке **Вид**, осуществляют поворот изображения промежуточной сборки изделия (рис. 4.44) к виду «с правого торца» модели «№ 5_3D_Полумуфта 2» (рис. 4.46).

Примечание. Вставка следующих моделей будет чаще всего ориентирована на положение изображения промежуточной сборки после ее поворота (рис. 4.46).

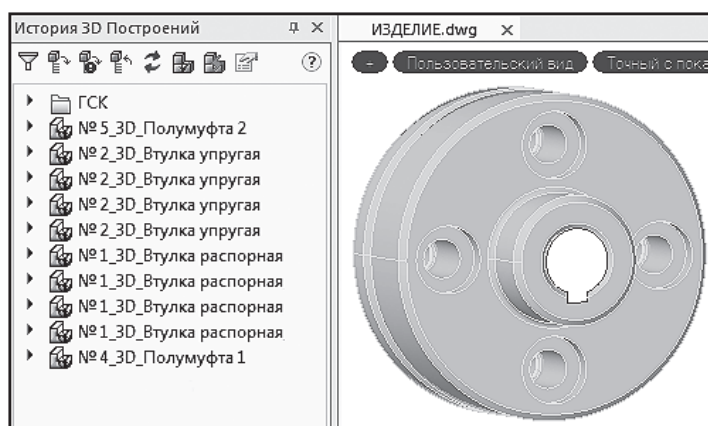


Рис. 4.46. Результат поворота изображения промежуточной сборки изделия

Этап № 19. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 4.27) – ЛК на иконке команды **Добавить компонент** (рис. 4.27) – в папке **Компоненты** (рис. 4.25) двойным ЛК выбирают модель «№ 3_3D_Палец» – открывается диалоговое окно **Вставка внешней ссылки** (рис. 4.47) – ЛК на кнопке **ОК** – на вопрос в командной строке ЛК указывают точку вставки на экране монитора – для наглядности изображению придают визуальный стиль, например Тонированный (рис. 4.48).

Этап № 20. По аналогии с **этапом № 19** осуществляют вставку на поле чертежа остальных **трех** моделей «№ 3_3D_Палец» (рис. 4.48).

Этап № 21. ЛК на вкладке **3D-инструменты** из группы Параметрическое моделирование (рис. 4.2) – ЛК на иконке команды **Зависимость 3D-вставка** из группы Зависимости (рис. 4.2) – ЛК № 1 на наружном круговом ребре модели «№ 3_3D_Палец» (рис. 4.49) – ЛК № 2 на внутреннем круговом ребре промежуточной сборки модели (рис. 4.49) – на запрос в командной строке указывают расстояние вставки «0» (ноль) – клавиша **Enter** – результат вставки представлен на рис. 4.50.

Этап № 22. 1. По аналогии с **этапом 21** осуществляют вставку остальных трех моделей «№ 3_3D_Палец» (рис. 4.50).

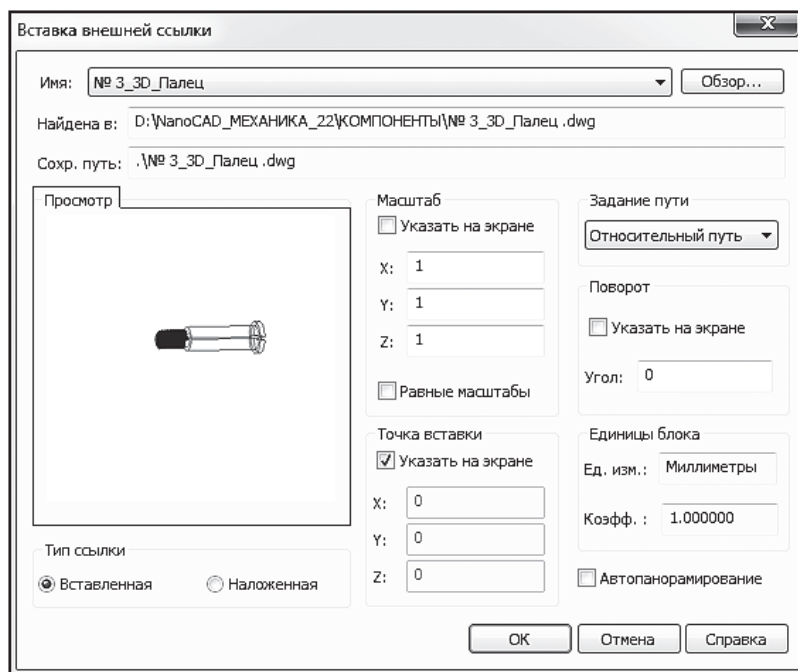


Рис. 4.47. Диалоговое окно **Вставка внешней ссылки** моделей деталей «№ 3_3D_Палец»

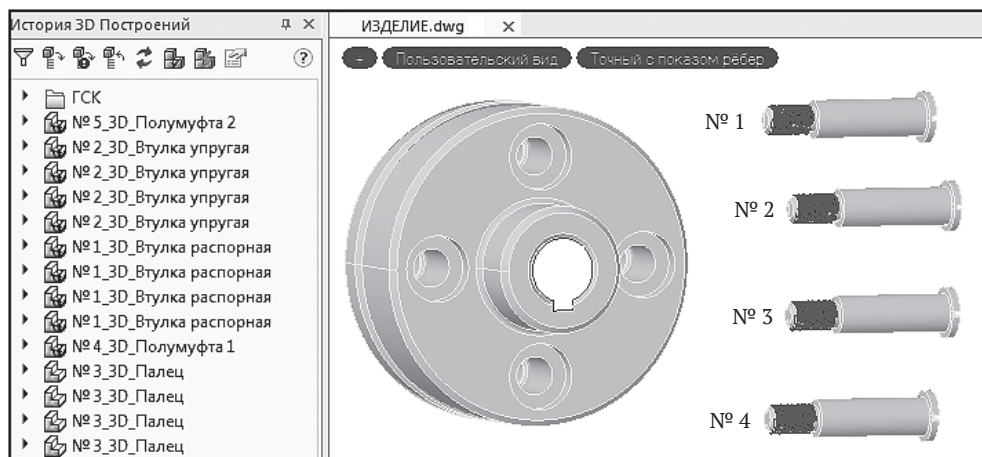


Рис. 4.48. Добавление ссылок изображений четырех моделей деталей «№ 3_3D_Палец»



Рис. 4.49. Последовательность выбора круговых ребер в моделях деталей «№ 3_3D_Палец» № 1 и промежуточной сборки изделия

Этап № 23. Используя, например, инструмент **Локатор** или инструмент **Блок управления видами**, изображение промежуточной сборки изделия (рис. 4.50) переводят к виду **ЮЗ изометрия** (рис. 4.51).

Этап № 24. ЛК выбирают функциональную панель **База элементов** (рис. 4.52) – ЛК на папке **Детали крепления** (рис. 4.52) – ЛК на папке **Общее машиностроение** (рис. 4.52) – ЛК на папке **Шайбы** (рис. 4.52) – ЛК на разделе **Пружинные** (рис. 4.52) – ЛК на строке **ГОСТ 6402–70** – ЛК указывают точку вставки на экране монитора – открывается диалоговое окно **ГОСТ 6402–70** (рис. 4.53).

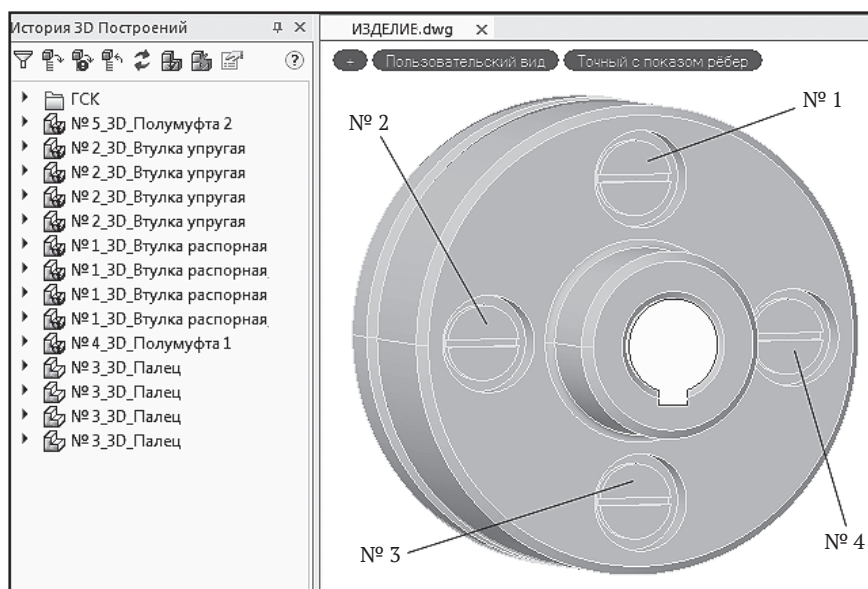


Рис. 4.50. Результат вставки ссылок изображений четырех моделей деталей «№ 3_3D_Палец»

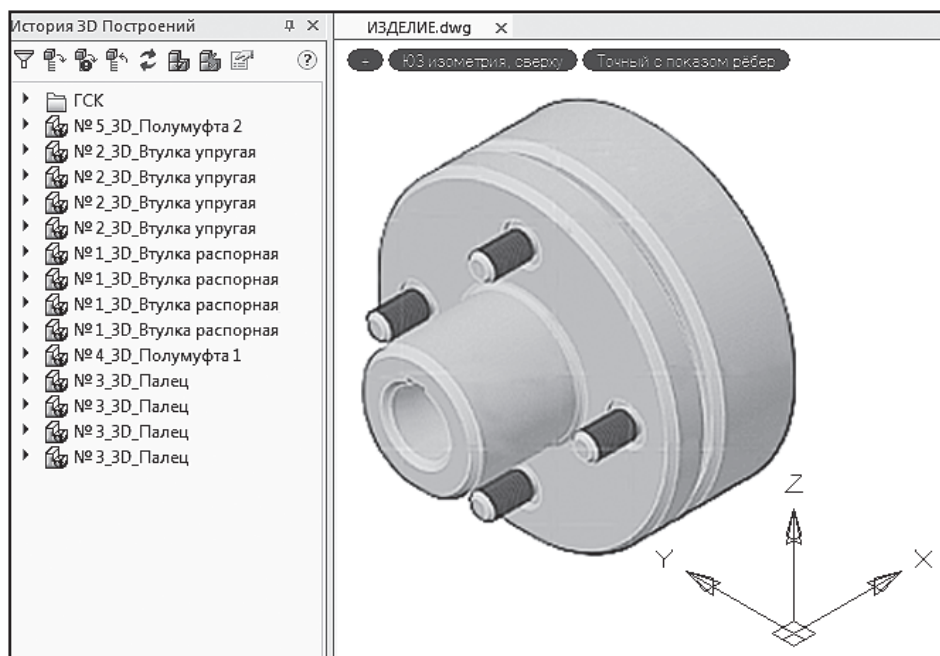


Рис. 4.51. Перевод промежуточной сборки изделия к виду ЮЗ изометрия

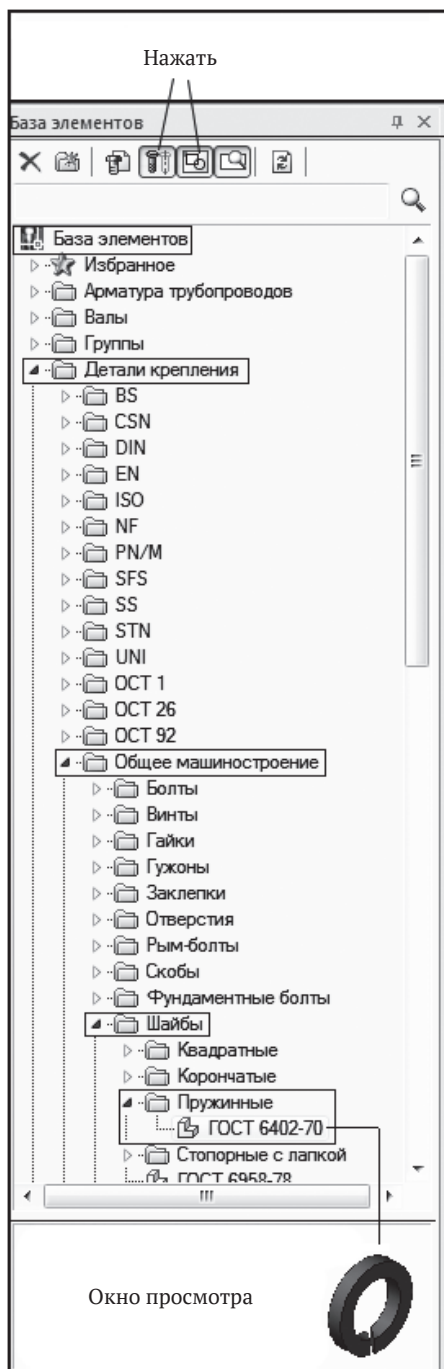


Рис. 4.52. Схема выбора 3D-модели детали «Шайба пружинная ГОСТ 6402–70» из Базы элементов

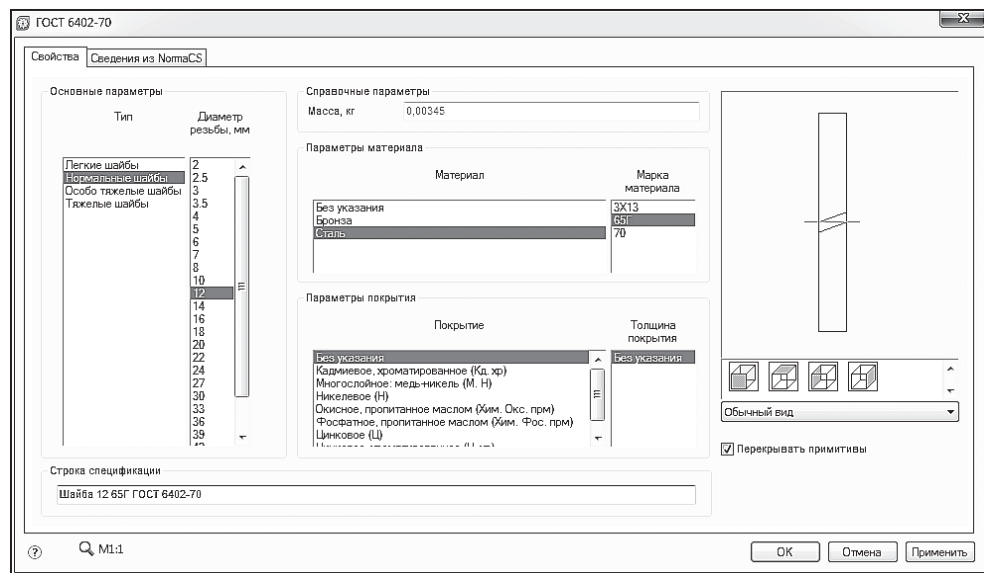


Рис. 4.53. Диалоговое окно ГОСТ 6402–70

Этап № 25. В диалоговом окне (рис. 4.53) устанавливают: **1)** вид шайбы – **нормальная**; **2)** диаметр под резьбу **M10** (рис. 4.13 и 4.17), учитывая специфику работы изделия, принимаем с запасом – **12 мм**; **3)** материал шайбы – **сталь 65Г**. Далее ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – в указанной точке вставки появляется изображение 3D-модели детали «Шайба пружинная № 1» (рис. 4.54) – клавиша **Esc**.

Этап № 26. Используя буфер обмена и изображение вставленной 3D-модели детали «Шайба пружинная № 1», вставляют остальные **три** модели деталей «Шайбы пружинные» (рис. 4.54).

Этап № 27. ЛК на вкладке **3D-инструменты** из группы Параметрическое моделирование (рис. 4.2) – ЛК на иконке команды **Зависимость 3D вставка** из группы Зависимости (рис. 4.2) – ЛК № 1 на наружном правом круговом ребре 3D-модели детали «Шайба пружинная» (рис. 4.55) – ЛК № 2 на наружном круговом ребре отверстия модели «№ 4_3D_Полумуфта 1» в промежуточной сборке модели (рис. 4.55) – на запрос в командной строке указывают расстояние вставки «**0**» (ноль) – клавиша **Enter** – результат вставки представлен на рис. 4.56.

Этап № 28. 1. По аналогии с **этапом 27** осуществляют вставку остальных **трех** моделей деталей «Шайбы пружинные» (рис. 4.56).

Этап № 29. ЛК выбирают функциональную панель **База элементов** (рис. 4.57) – ЛК на папке **Детали крепления** (рис. 4.57) – ЛК на папке **Общее машиностроение** (рис. 4.57) – ЛК на папке **Гайки** (рис. 4.57) – ЛК на разделе **Шестигранные** (рис. 4.57) – ЛК на строке **ГОСТ 5915–70** – ЛК указывают точку вставки на экране монитора – открывается диалоговое окно **ГОСТ 5915–70** (рис. 4.58).

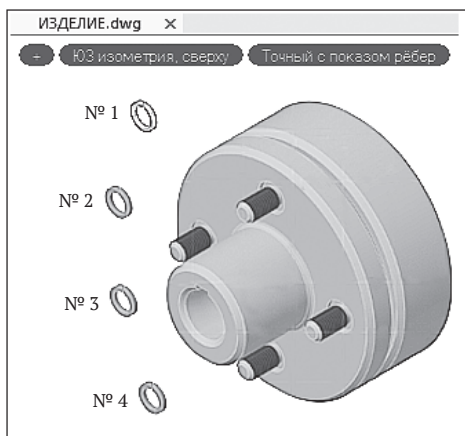


Рис. 4.54. Добавление изображений трех 3D-моделей деталей «Шайбы пружинные»

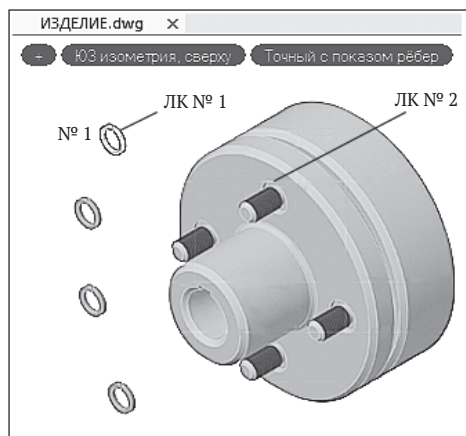


Рис. 4.55. Последовательность выбора круговых ребер в моделях деталей «Шайба пружинная № 1» и «№ 4_3D_Полумуфта 1» в промежуточной сборке изделия

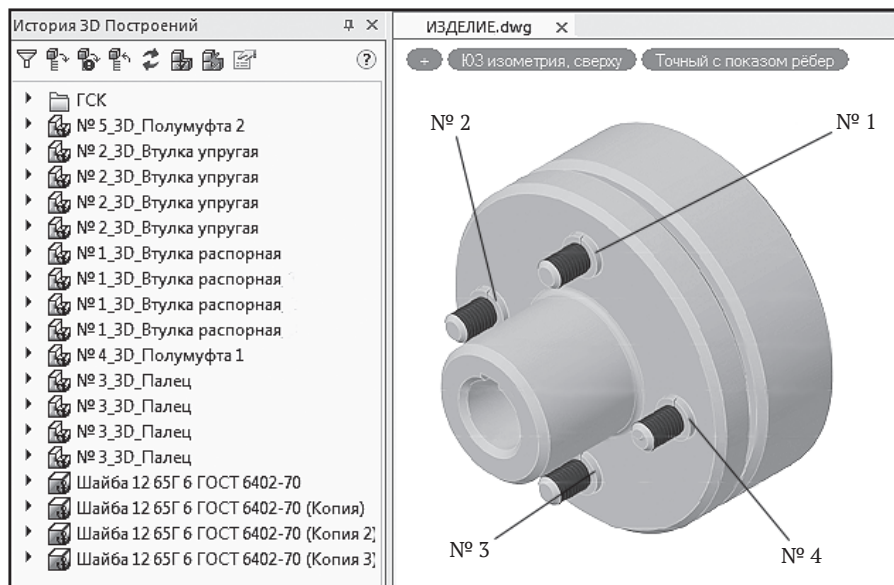


Рис. 4.56. Результат вставки изображений четырех 3D-моделей деталей «Шайба пружинная» в промежуточной сборке 3D-изделия Муфта упругая

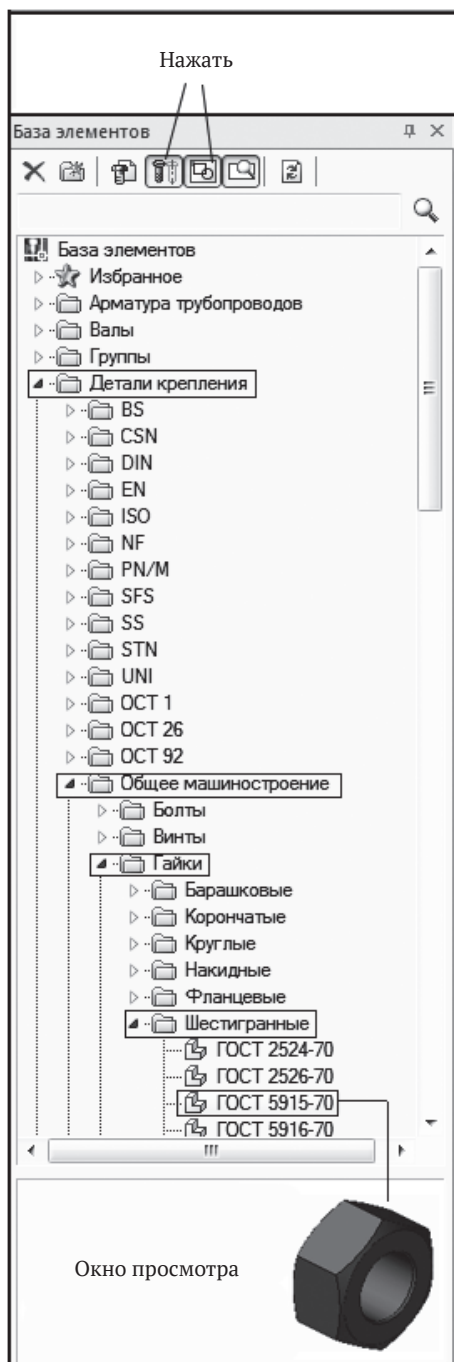


Рис. 4.57. Схема выбора 3D-модели детали «Гайка шестигранная ГОСТ 5915–70» из Базы элементов

Этап № 30. В диалоговом окне (рис. 4.58) устанавливают диаметр под резьбу М10 и другие параметры. Далее ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – в указанной точке вставки появляется изображение 3D-модели детали «Гайка шестигранная № 1» (рис. 4.59) – клавиша **Esc**.

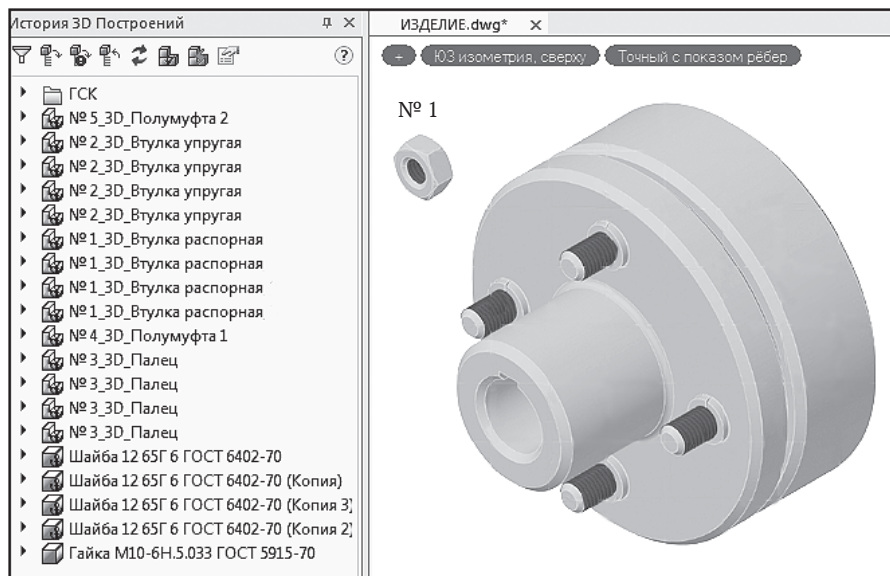


Рис. 4.59. Схема выбора 3D-модели детали «Гайка шестигранная ГОСТ 5915–70» из Базы элементов

Этап № 31. Для удобства дальнейшей сборки изделия: 1) ЛК № 1 на вкладке «3D-инструменты» (рис. 4.60); 2) ЛК № 2 на иконке команды **3D Поворот** из группы Манипуляция (рис. 4.80); 3) ЛК на 3D-модели детали «Гайка шестигранная № 1» (рис. 4.59) – появляется изображения орбит; 4) ЛК на орбите **Z**; 5) перемещением курсора мыши осуществляют поворот модели вокруг оси **Z** до положения «повернутый вид с правого торца» (рис. 4.61).

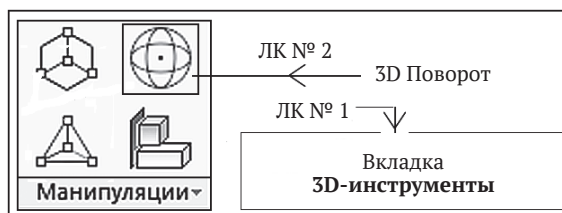


Рис. 4.60. Схема доступа к иконке команды **3D Поворот**

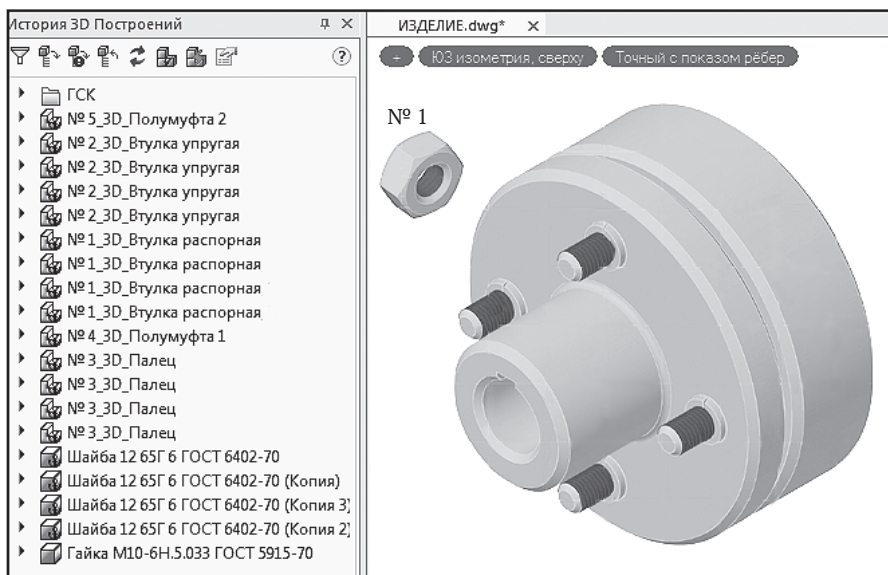


Рис. 4.61. Поворот 3D-модели детали «Гайка шестигранная № 1» вокруг оси Z

Этап № 31. Используя буфер обмена и изображение вставленной 3D-модели детали «Гайка шестигранная № 1» (рис. 4.61), на экран монитора вставляют изображения остальных **трех** моделей деталей «Гайки шестигранные» (рис. 4.62).

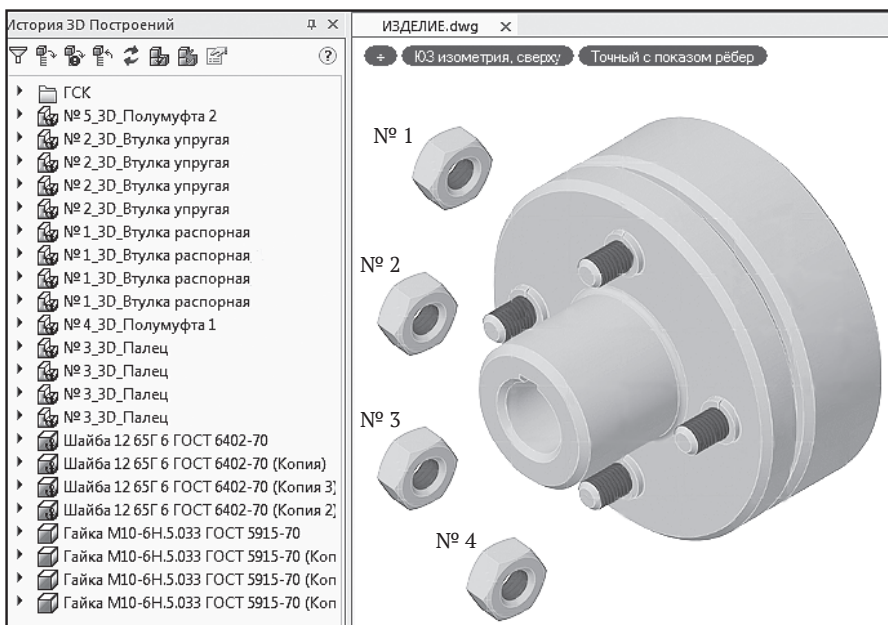


Рис. 4.62. Добавление изображений трех 3D-моделей деталей «Гайки шестигранные»

Этап № 32. ЛК на вкладке **3D-инструменты** из группы Параметрическое моделирование (рис. 4.2) – ЛК на иконке команды **Зависимость 3D-вставка** из группы Зависимости (рис. 4.2) – ЛК № 1 на наружном правом круговом ребре фаски 3D-модели детали «Гайка шестигранная» (рис. 4.63) – ЛК № 2 на наружном левом круговом ребре 3D-модели детали «Шайба пружинная» (рис. 4.63) – на запрос в командной строке указывают расстояние вставки «-8» (минус восемь), равное высоте гайки **8 мм** из Базы элементов (рис. 4.64) – клавиша **Enter** – результат представлен на рис. 4.65.

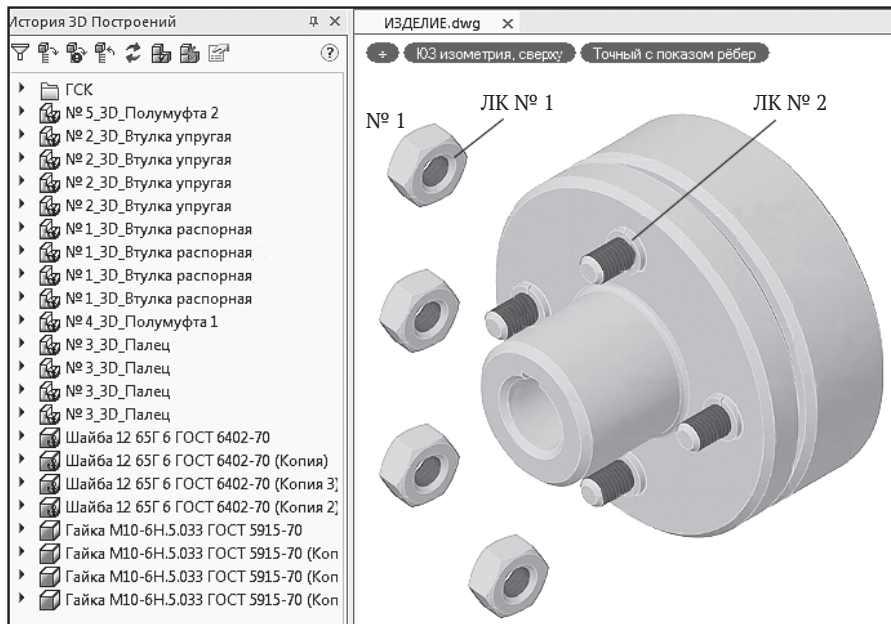


Рис. 4.63. Последовательность выбора круговых ребер в 3D-моделях деталей «Гайка шестигранная № 1» и «Шайба пружинная» в промежуточной сборке 3D-модели изделия «Муфта упругая»

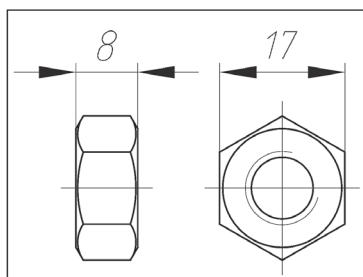


Рис. 4.64. Размеры детали «Гайка шестигранная ГОСТ 5915–70» из Базы элементов

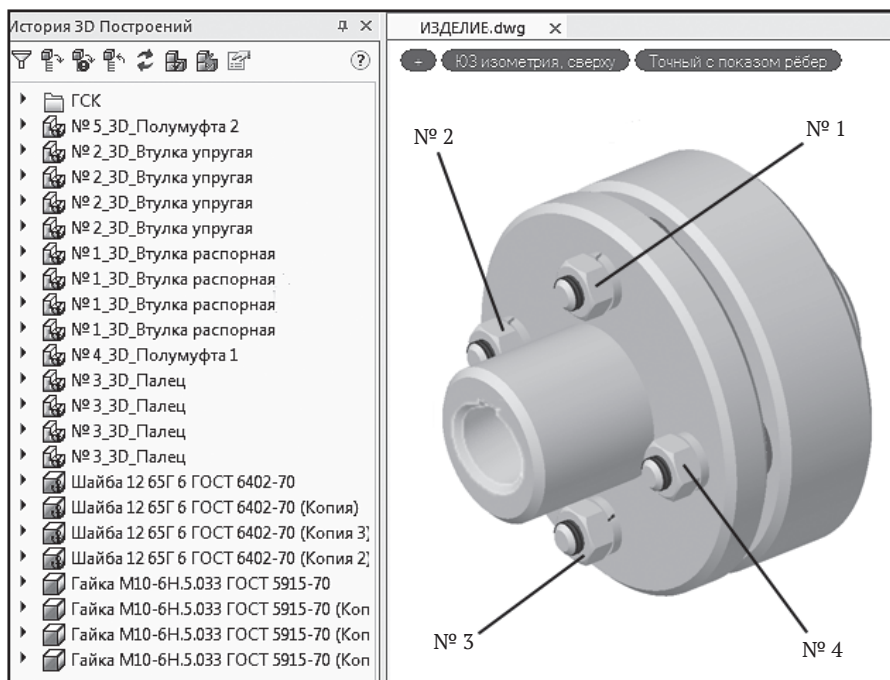


Рис. 4.65. Результат вставки изображений четырех 3D-моделей деталей «Гайки шестигранные» в окончательной сборке 3D-модели изделия «Муфта упругая»

Этап № 33. 1. По аналогии с этапом 32, осуществляют вставку **трех** 3D-моделей деталей «Гайки шестигранные» (рис. 4.65).

Ниже, на рис. 4.66, представлены варианты изображения 3D-модели изделия «Муфта упругая» в разных визуальных стилях.

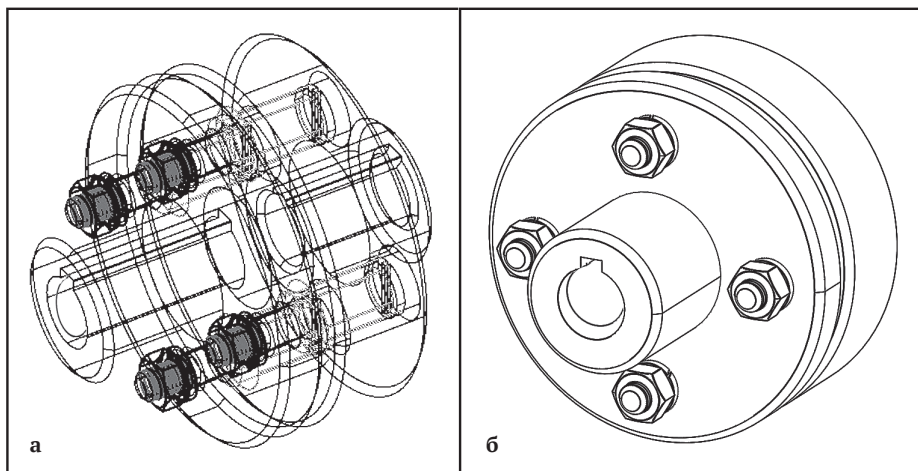


Рис. 4.66. Варианты изображения 3D-модели изделия «Муфта упругая»: а – визуальный стиль «Каркас»; б – визуальный стиль «Скрытый»

ВАРИАНТ СБОРКИ № 2

Одновременный вывод всех деталей на экран с последующей выборочной их изоляцией

Этап № 1. Создают новый чертеж с именем, например «Муфта упругая».

Этап № 2. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 4.27) – ЛК на иконке команды **Добавить компонент** (рис. 4.27) – двойным ЛК в папке **Компоненты** (рис. 4.25) и далее через диалоговые окна **Вставка внешней ссылки** по аналогии с вариантом **сборки № 1** последовательно выбирают, выводят и вставляют в произвольных местах экрана 3D-модели деталей: «Полумуфту 2»; «Полумуфту 1»; «Пальцы»; «Втулки упорные» и «Втулки распорные» (рис. 4.67).

Этап № 3. ЛК выбирают функциональную панель **База элементов** (рис. 4.52) – ЛК на папке **Детали крепления** (рис. 4.52) – ЛК на папке **Общее машиностроение** (рис. 4.52) – далее по аналогии с вариантом **сборки № 1** последовательно выбирают, выводят и вставляют в произвольных местах экрана 3D-модели стандартных изделий: **Шайбы** и **Гайки** (рис. 4.67).

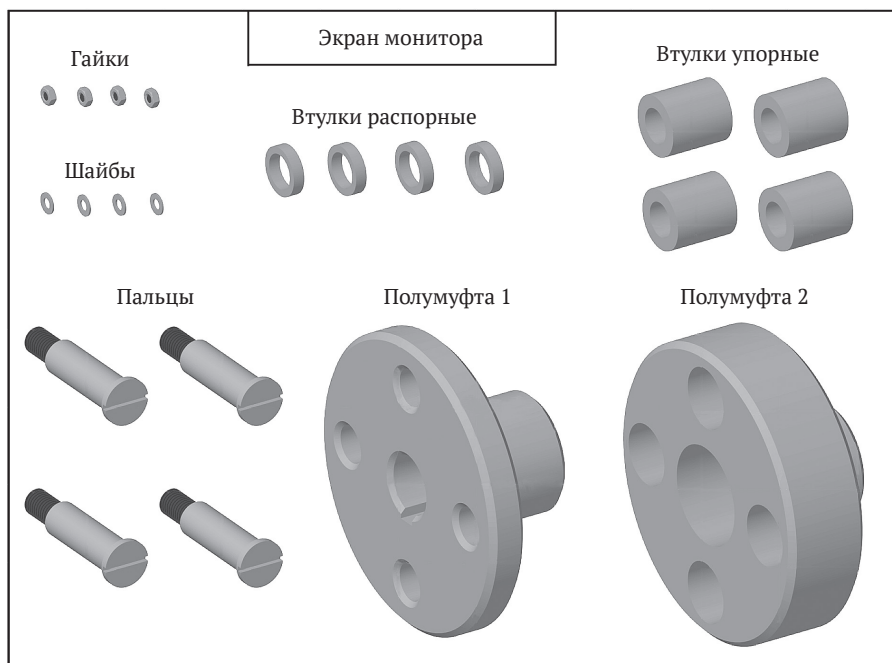


Рис. 4.67. Пример вывода и вставки на экран изображений всех 3D-моделей деталей, входящих в состав 3D-модели изделия «Муфта упругая»

ПРИМЕЧАНИЕ

Вариант сборки № 2 является более предпочтительным по сравнению с вариантом сборки № 1, так как в последнем при одновременном выводе на экран всех 3D-моделей деталей они могут накладываться друг на друга или частично перекрывать друг друга, что создает определенные неудобства при дальнейшей сборке 3D-моделей изделий.

Рекомендация. Учитывая наличие перечисленных выше особенностей сборки по варианту № 2, на практике используют команды **Изоляции объектов** из группы Управление видимостью на вкладке **Вид**.

Этап № 4. ЛК на иконке команды **Скрыть объекты** (рис. 4.68) из группы Управление видимостью на вкладке **Вид** – последовательными ЛК или обычной **Рамкой** выбирают те 3D-модели деталей, которые должны быть скрыты и не мешать начальному процессу сборки, например «Полумуфта 1», «Пальцы», «Втулки распорные», «Шайбы» и «Гайки» – изображения 3D-моделей деталей временно «исчезают» на экране (рис. 4.69).



Рис. 4.68. Выбор иконки команды **Скрыть объекты**

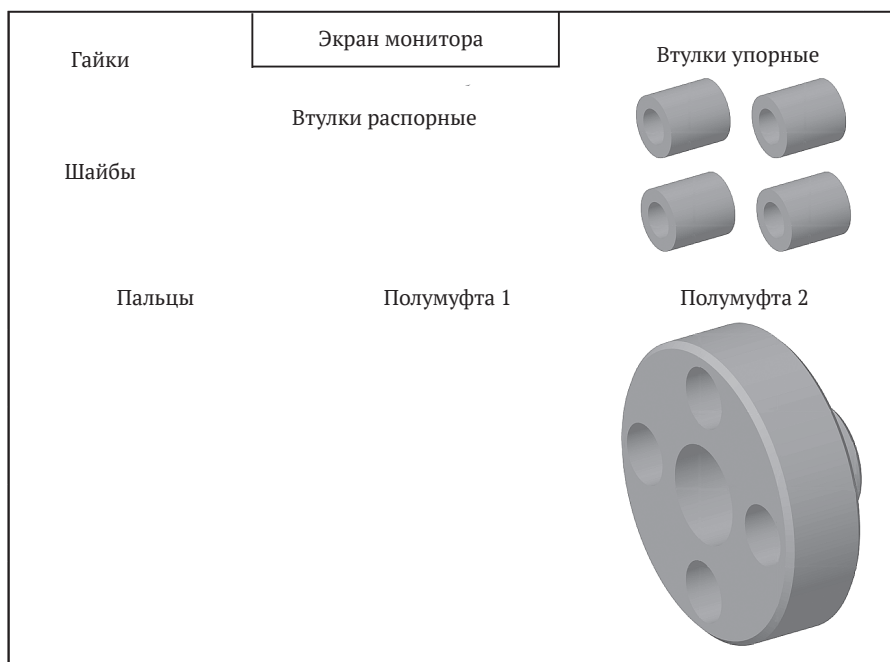


Рис. 4.69. Пример скрытия на экране монитора изображений 3D-моделей деталей «Полумуфты 2» и «Втулки упорные»

Этап № 5. По аналогии с вариантом № 1 (Этап № 3) осуществляют фиксацию 3D-модели детали «Полумуфта 2». По аналогии с вариантом № 1 (Этапы № 6 и 7) осуществляют вставку 4-х 3D-моделей деталей «Втулка упругая» в 3D-модель детали «Полумуфта 2» (рис. 4.70) и их фиксацию.

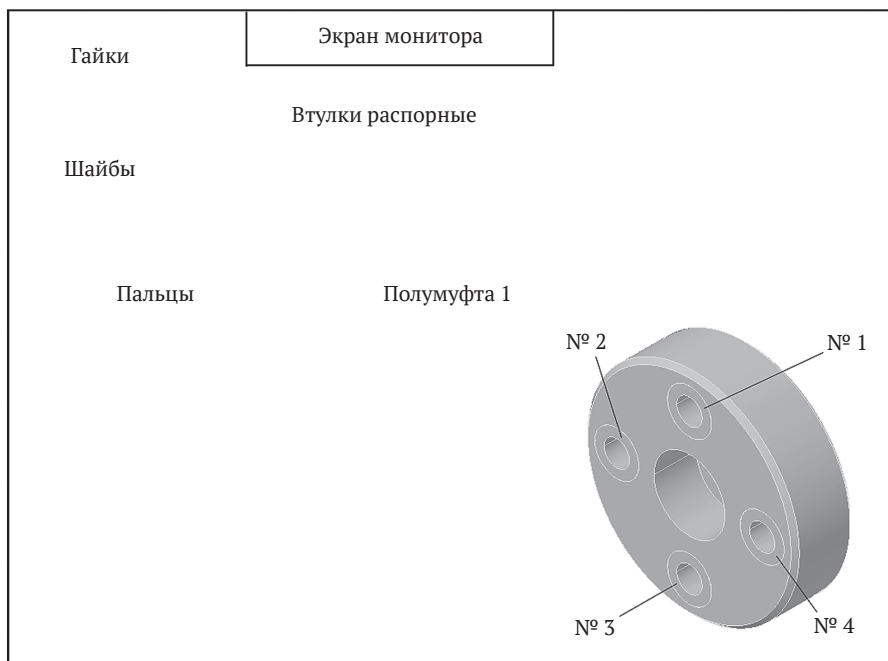


Рис. 4.70. Пример вставки 3D-моделей деталей «Втулка упругая» в 3D-модель детали «Полумуфта 2»

Этап № 6. ЛК на иконке команды **Отменить изоляцию** (рис. 4.71) из группы Управление видимостью на вкладке Вид – ЛК на строке выпадающего меню **Отменить изоляцию в текущем листе** – временно скрытые 3D-модели деталей (рис. 4.69) появляются на экране (рис. 4.72).

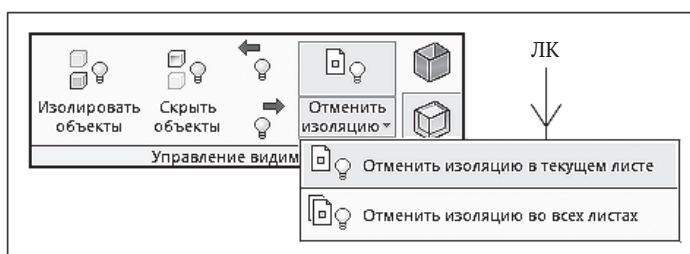


Рис. 4.71. Схема выбора иконок команд для отмены скрытия объектов на экране

Этап № 7. По аналогии с этапами № 4...№ 6 (вариант № 2) и в последовательности выполнения этапов, приведенной в варианте № 1, осуществляют окончательную сборку 3D-модели изделия «**Муфта упругая**» (рис. 4.73).

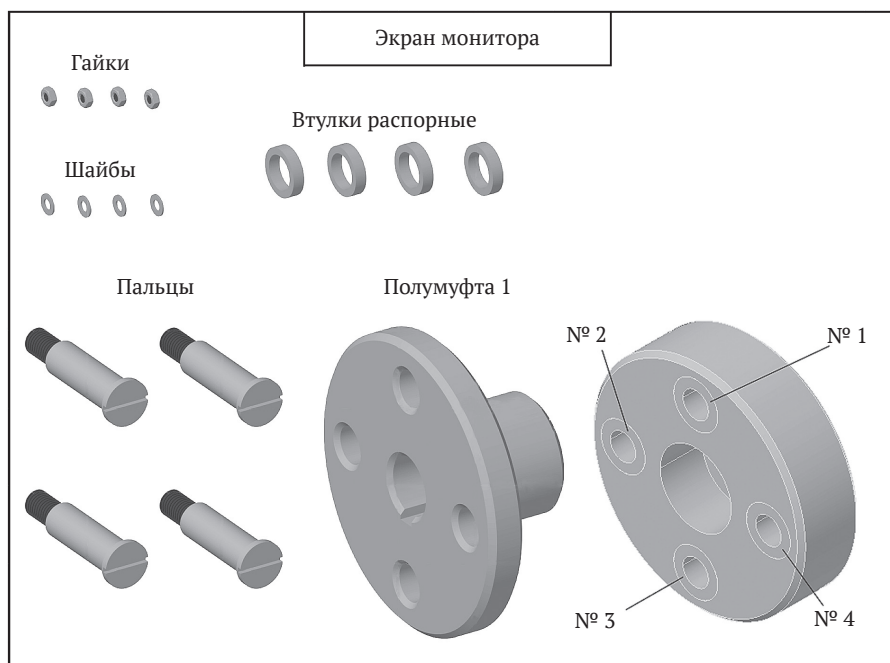


Рис. 4.72. Пример появления на экране монитора ранее скрытых 3D-моделей деталей

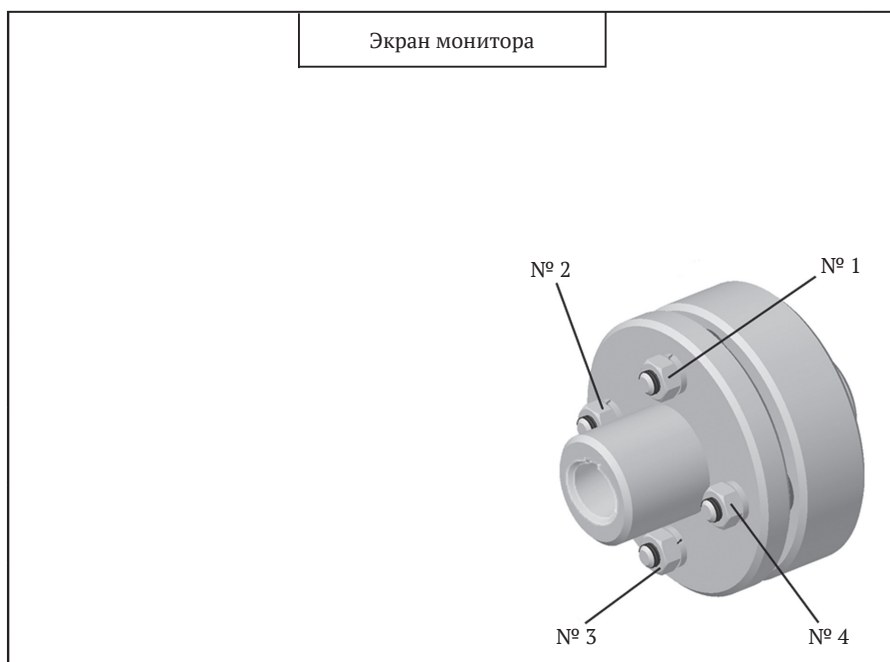


Рис. 4.73. Пример окончательной сборки 3D-модели изделия «Муфта упругая»

2.1.4. Примеры редактирования 3D-моделей деталей, входящих в состав 3D-модели изделия

ПРИМЕР № 1

Редактирование 3D-модели детали «Полумуфта 1»

Ниже приводится один из вариантов редактирования.

Этап № 1. Двойной ЛК на объекте дерева построений № 4_3D_Полумуфта 1 (рис. 4.65) – ЛК на кнопке ОК открывающегося окна (рис. 4.74) – ЛК на объекте дерева построений **Тело (1)** (рис. 4.75) раскрывают его содержание (рис. 4.76).

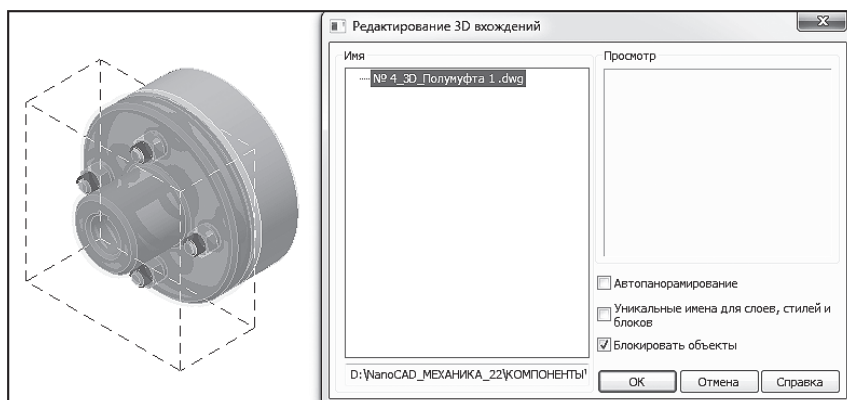


Рис. 4.74. Диалоговое окно Редактирование 3D вхождений 3D-модели детали Полумуфта 1

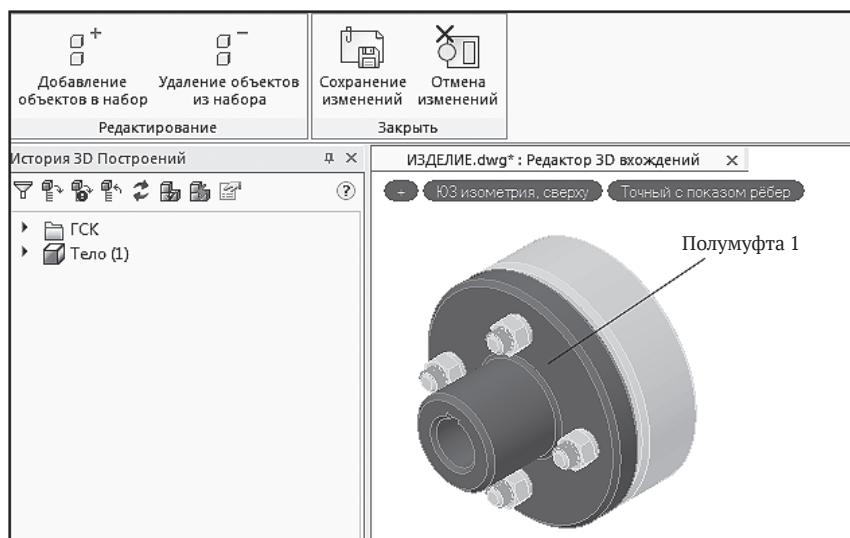


Рис. 4.75. Переход к измененному дереву построений 3D-модели детали «Полумуфта 1»

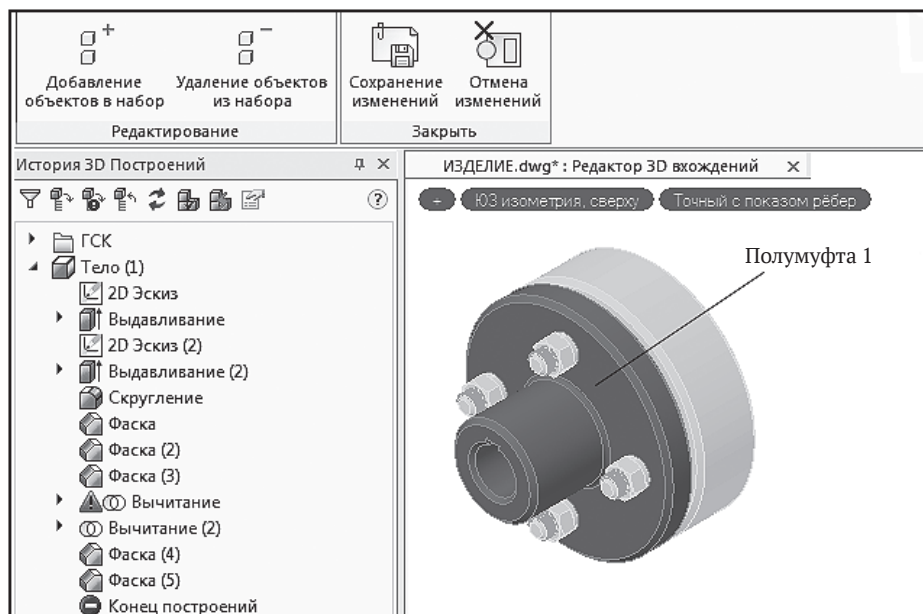


Рис. 4.76. Раскрытое дерево построений 3D-модели детали «Полумуфта 1»

Этап № 2. Двойной ЛК на выбранном объекте дерева построений (рис. 4.76) – в открывающихся эскизах параметрических моделей или в соответствующих открывающихся диалоговых окнах объектов вносят необходимые изменения – ЛК на иконе команды **Сохранить изменения** (рис. 4.77) – ЛК на кнопке **ДА** (рис. 4.78) – внесенные изменения отображаются в сборке 3D-модели изделия «Муфта упругая».

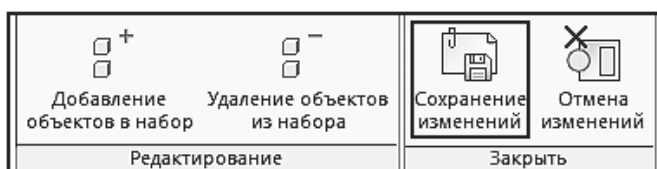


Рис. 4.77. Окно сохранения или отмены внесенных изменений

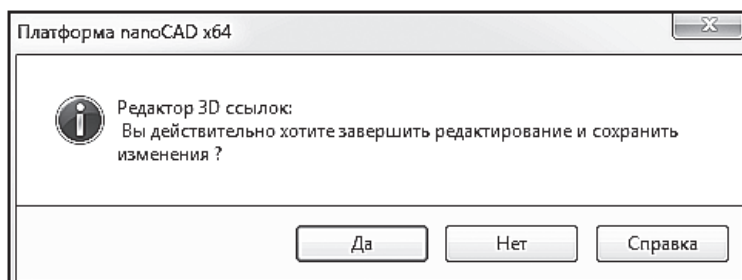


Рис. 4.78. Окно завершения или отмены редактирования операций

В сборке 3D-модели изделия «Муфта упругая» аналогично редактируют и другие построенные параметрические 3D-модели деталей.

ПРИМЕР № 2

Редактирование 3D-модели детали «Гайка шестигранная»

Ниже приводится один из вариантов редактирования.

Этап № 1. ЛК № 1 на стрелке объекта дерева построений **Гайка шестигранная М10-6Н.5 (S16) ГОСТ 5915-70 (Копия)** (рис. 4.79) – двойной ЛК № 2 на открывающейся строке дерева построений **Гайка шестигранная М10-6Н.5 (S16) ГОСТ 5915-70 (Копия)** (рис. 4.79) – открывается диалоговое окно **ГОСТ 5915-70** (рис. 4.80).

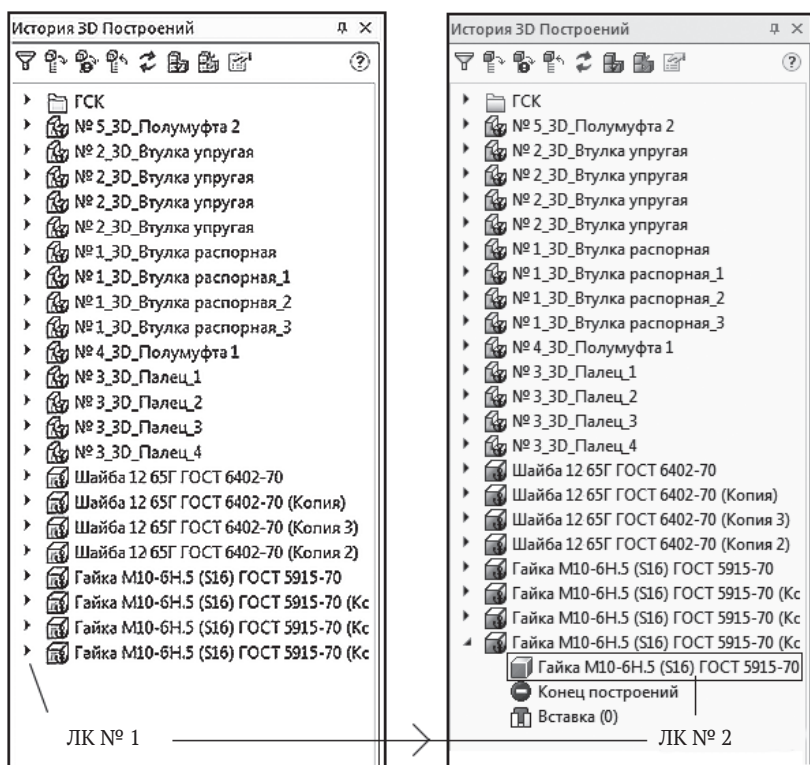


Рис. 4.79. Схема редактирования 3D-модели детали «Гайка шестигранная»

Этап № 2. В диалоговом окне **ГОСТ 5915-70** (рис. 4.80) изменяют необходимые параметры – ЛК нажимают кнопку **ОК** – внесенные изменения отображаются в сборке 3D-модели изделия «Муфта упругая».

В сборке 3D-модели изделия «Муфта упругая» аналогично редактируют и другие 3D-модели деталей из Базы элементов.

ГОСТ 5915-70

Свойства Сведения из NormCS

Основные параметры

Диаметр резьбы, мм: 1.6, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 36, 42. Выбран: 10

Размер под ключ, мм: 16, 17. Выбран: 17

Параметры резьбы

☐ Мелкий шаг резьбы

☐ Левая резьба

Поле допуска резьбы: 63, 6H, Без указания. Выбран: 6H

Параметры материала

Материал: 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12. Выбран: 5

Класс или группа прочности: Автоматная, Без указания, Спокойная. Выбран: Без указания

Разновидность или марка материала

Масса, кг: 0,01206

Параметры покрытия

Покрытие: Без указания, Кадмиевое хромированное (Кд. хр), Многослойное: медь-никель (М. Н), Никелевое (Н), Окисное, пропитанное маслом (Хим. Окс. прим), Фосфатное, пропитанное маслом (Хим. Фос. прим). Выбран: Без указания

Толщина покрытия, мм: E. Выбран: E

Исполнение 1, Исполнение 2, Исполнение 3. Выбран: Исполнение 1

☒ Перекрывать примитивы

Обозначение: Гайка М10-6Н.5 ГОСТ 5915-70

OK Отмена Применить

Рис. 4.80. Диалоговое окно ГОСТ 5915-70

2.2. Пример № 2. Изделие «Кронштейн»

2.2.1. 2D-чертежи входящих деталей

Ниже на рис. 4.81 и 4.82 представлены 2D-чертежи деталей, выполненные по размерам с простого учебного натурного образца изделия «Кронштейн».

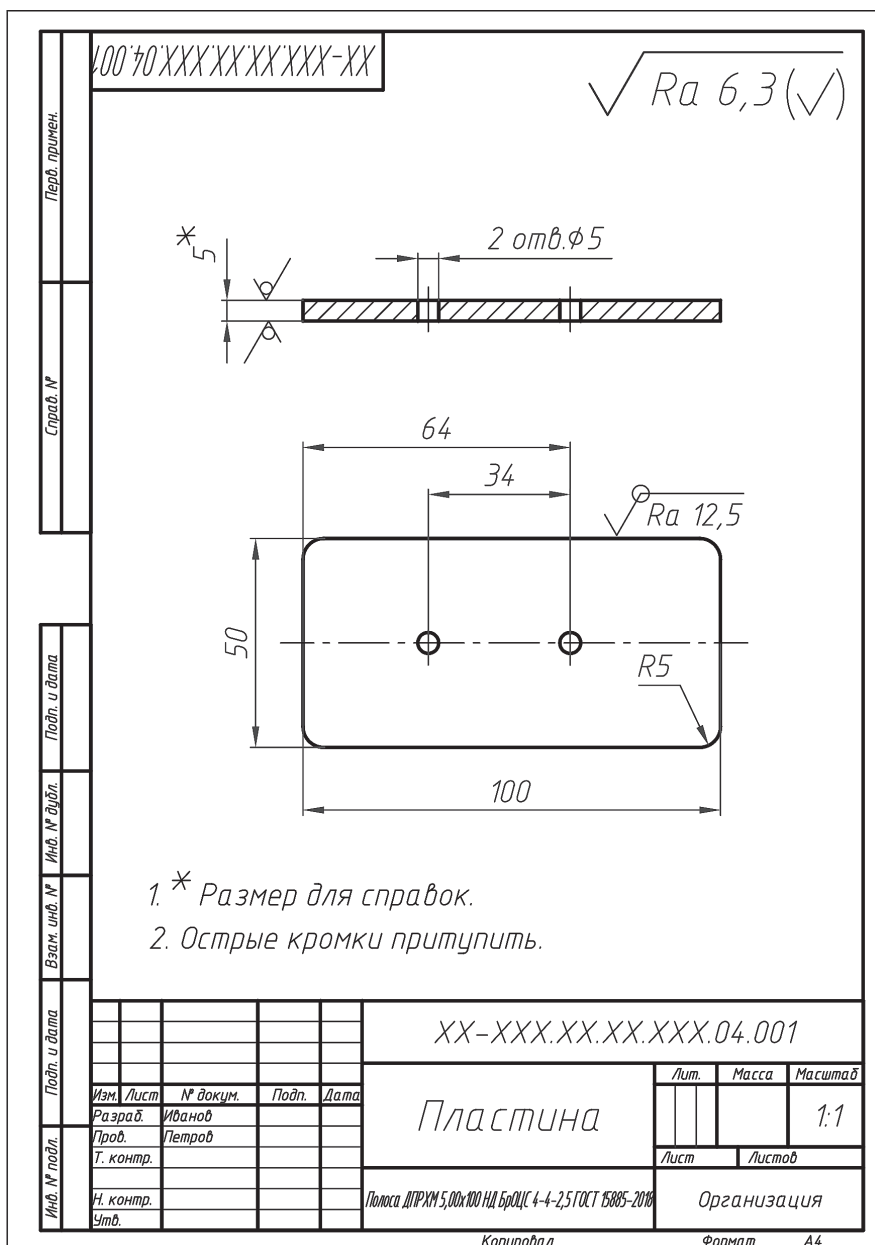


Рис. 4.81. Чертеж детали «Пластина», входящей в состав изделия «Кронштейн»

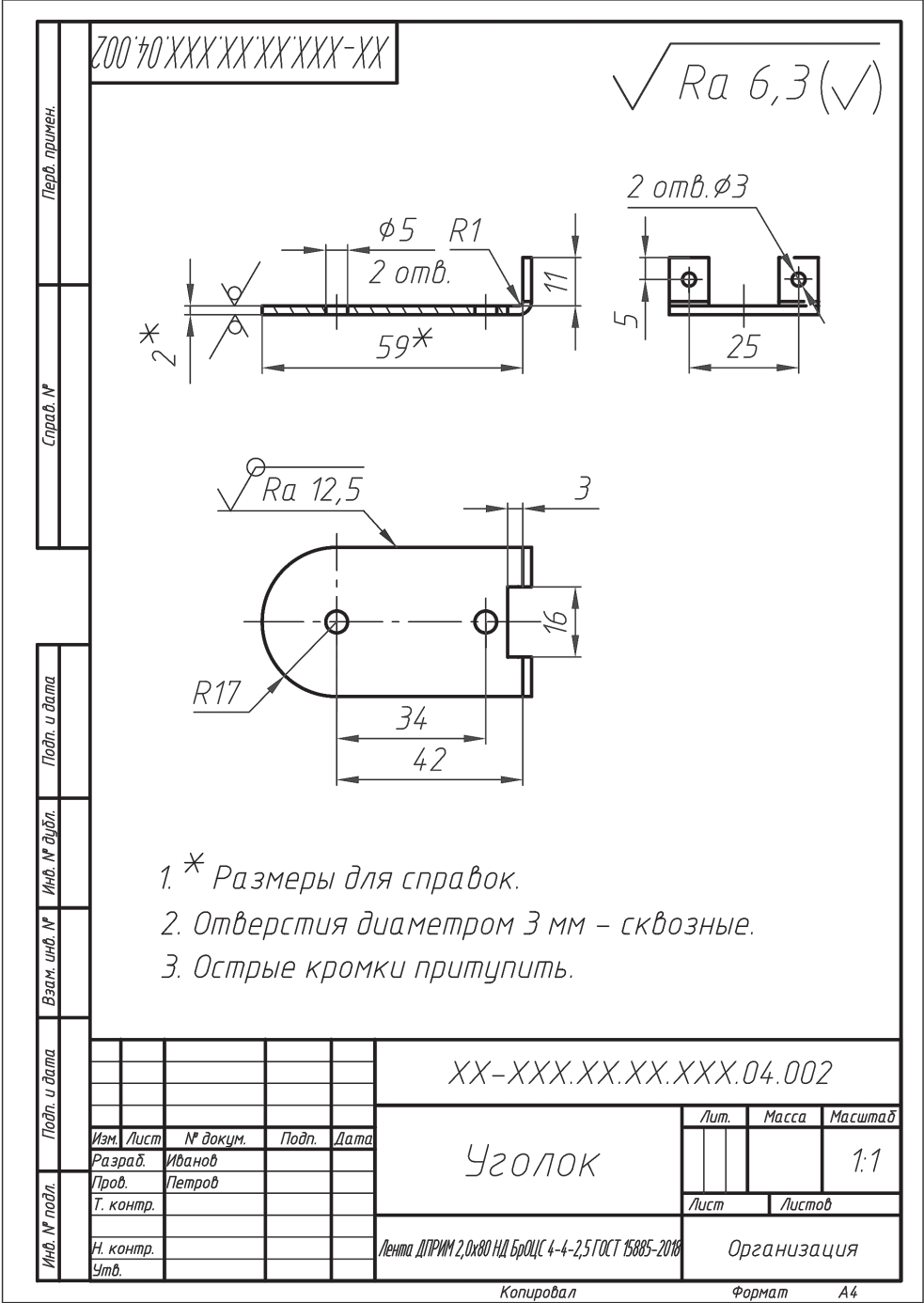


Рис. 4.82. Чертеж детали «Уголок», входящей в состав изделия «Кронштейн»

2.2.2. 3D-модели входящих деталей

Ниже представлены 3D-модели деталей «Пластина» (рис. 4.83) и «Уголок» (рис. 4.84), входящие в состав изделия «Кронштейн».

3D-модели деталей построены по методике разделов II и III в плоскости XY с учетом их размеров на чертежах (рис. 4.81 и рис. 4.82) в масштабе М1:1.

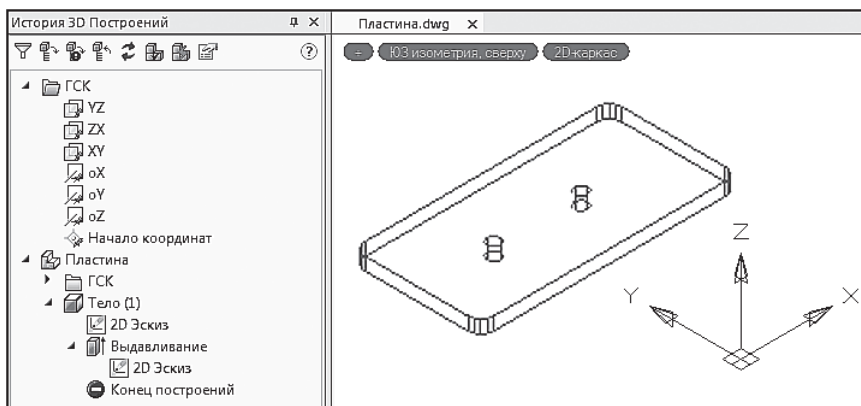


Рис. 4.83. Параметрическая 3D-модель детали «Пластина» с историей ее построения

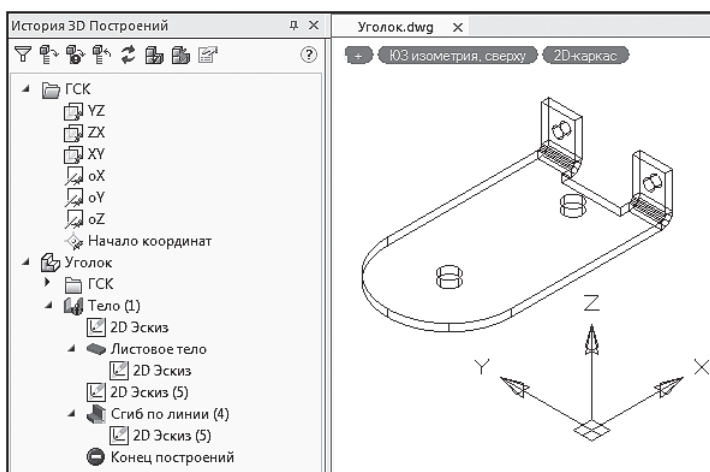


Рис. 4.84. Параметрическая 3D-модель детали «Уголок» с историей ее построения

2.2.3. Сборка 3D-модели изделия

Для сборки 3D-модели изделия «Кронштейн» 3D-модели входящих деталей (рис. 4.83 и 4.84) группируют в новой папке с названием, например, **Компоненты_1** (рис. 4.85).

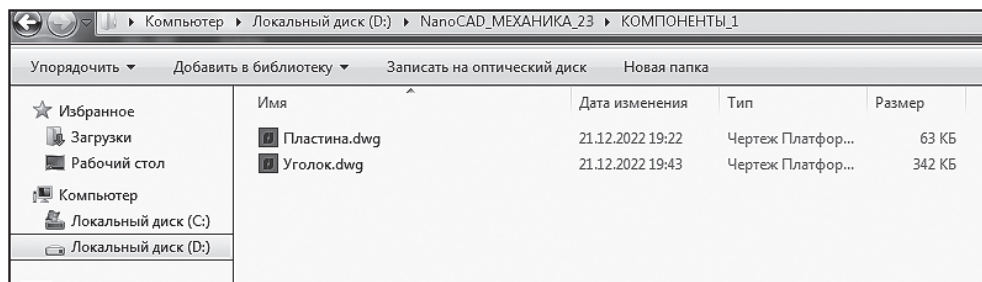


Рис. 4.85. Сгруппированные 3D-модели деталей в папке **Компоненты_1**

Ниже представлен **один из вариантов сборки изделия**.

Этап № 1. Создают новый чертеж с именем, например «Кронштейн».

Этап № 2. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 4.27) – ЛК на иконке команды **Добавить компонент** (рис. 4.27) – в папке **Компоненты_1** (рис. 4.85) двойным ЛК выбирают 3D-модель детали «Пластина» – открывается диалоговое окно **Вставка внешней ссылки** (рис. 4.86) – ЛК на кнопке **ОК** – на вопрос в командной строке ЛК указывают точку вставки на экране монитора – для наглядности изображению придают вид **ЮЗ изометрия** (рис. 4.85). По аналогии с **вариантом сборки № 1** (Этап № 3) осуществляют **фиксацию** 3D-модели детали «Пластина».

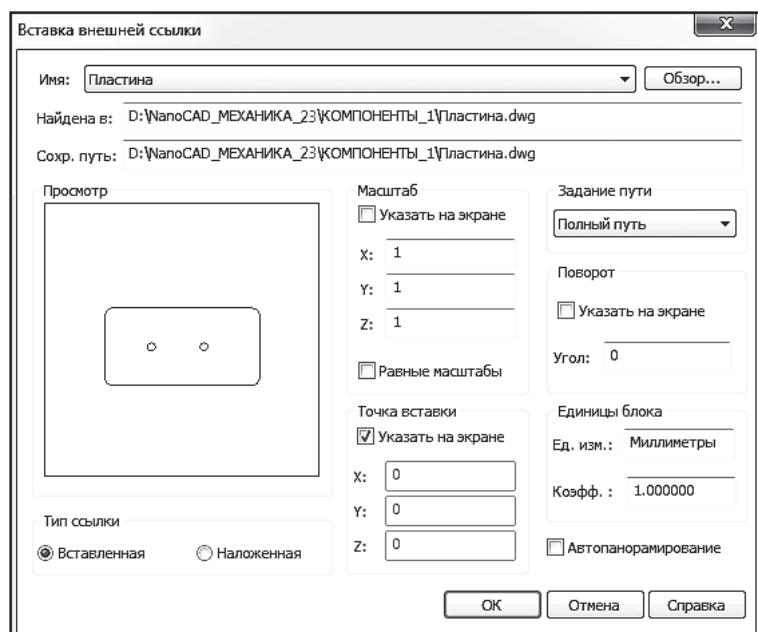


Рис. 4.86. Диалоговое окно **Вставка внешней ссылки** 3D-модели «Пластина»

Этап № 3. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 4.27) – ЛК на иконке команды **Добавить компонент** (рис. 4.27) – в папке **Компоненты_1** (рис. 4.85) двойным ЛК выбирают 3D-модель «Уголок» – открывается диалоговое окно **Вставка**

внешней ссылки (рис. 4.87) – ЛК на кнопке **ОК** – на вопрос в командной строке **ЛК** указывают точку вставки на экране монитора – для наглядности изображению придают вид **ЮЗ изометрия** (рис. 4.88).

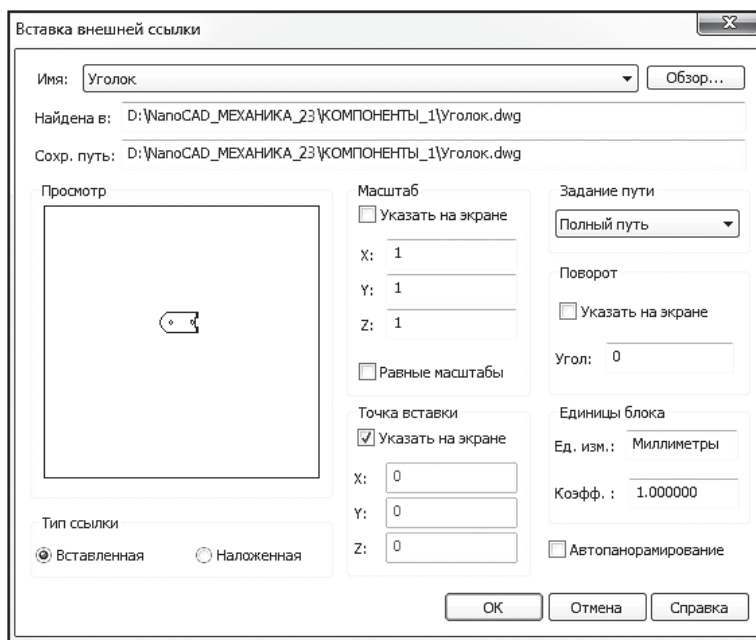


Рис. 4.87. Диалоговое окно **Вставка внешней ссылки 3D-модели «Уголок»**

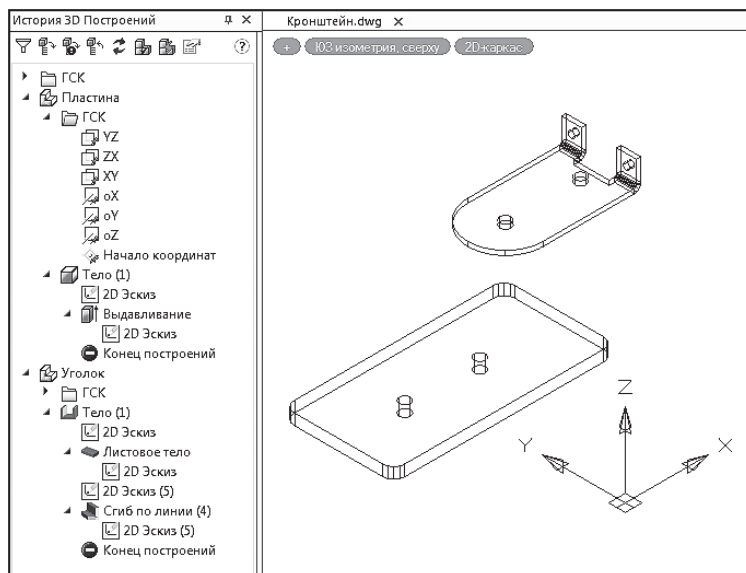


Рис. 4.88. Добавление ссылок 3D-моделей деталей «Пластина» и «Уголок»

Этап № 4. ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 4.2) – ЛК на иконке команды **Зависимость 3D-совмещение** (рис. 4.2) – ЛК на нижней плоскости первой геометрии (рис. 4.89, 1) – ЛК на верхней плоскости второй геометрии (рис. 4.89, 2) – выбор расстояния совмещения с клавиатуры «0» (ноль) – клавиша **Enter** (рис. 4.89, 3).

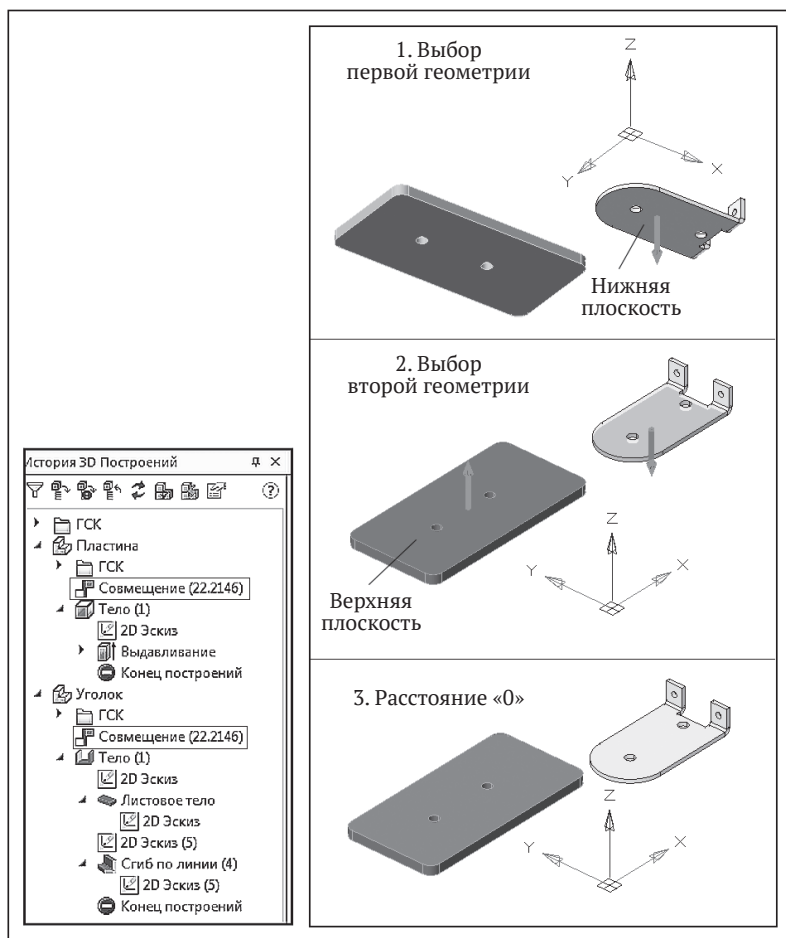


Рис. 4.89. Последовательность совмещения двух 3D-моделей деталей

Этап № 5. ЛК на вкладке **3D-инструменты** из группы **Параметрическое моделирование** (рис. 4.2) – ЛК на иконке команды **Зависимость 3D-вставка** из группы **Зависимости** (рис. 4.2) – ЛК на нижнем круговом ребре отверстия 3D-модели детали «Уголок» (рис. 4.90, 1) – ЛК на верхнем круговом ребре отверстия 3D-модели детали «Пластина» (рис. 4.90, 1). На запрос в командной строке указывают расстояние вставки «0» (ноль) – рис. 4.90 2 – клавиша **Enter** – результат вставки показан на рис. 4.90, 3.



Рис. 4.90. Последовательность вставки двух 3D-моделей деталей

Этап № 6. ЛК выбирают функциональную панель **База элементов** (рис. 4.91) – ЛК на папке **Детали крепления** (рис. 4.91) – ЛК на папке **Общее машиностроение** (рис. 4.91) – ЛК на папке **Заклепки** (рис. 4.91) – ЛК на разделе **Обычной точности** (рис. 4.91) – ЛК на строке **ГОСТ 10299–80** (рис. 4.91) – ЛК указывают точку вставки на экране монитора – открывается диалоговое окно **ГОСТ 10299–80** (рис. 4.92).

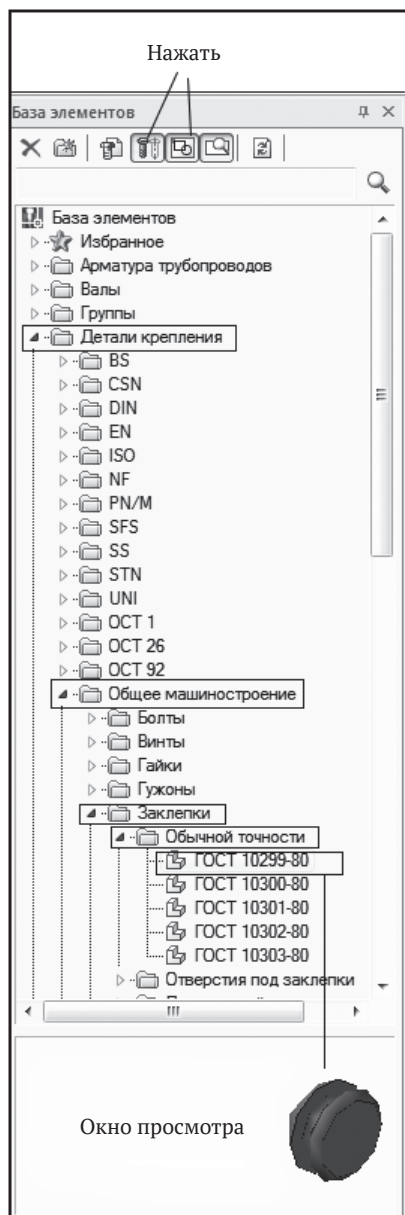
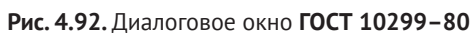


Рис. 4.91. Схема выбора 3D-модели детали «Заклепка обычной точности ГОСТ 10299–80» из Базы элементов



Этап № 7. В диалоговом окне (рис. 4.92) с учетом размеров изделия устанавливают: **1)** диаметр стержня под заклепку – **4 мм**; **2)** длину стержня – **7 мм**; **3)** толщину пакета – **7 мм**. Далее ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – в указанной точке вставки на экране монитора появляется изображение 3D-модели детали «**Заклепка обычной точности ГОСТ 10299–80 № 1**» (рис. 4.93) – клавиша **Esc**.

Этап № 8. По аналогии с вариантом сборки № 1 (Этап № 31) на экран монитора вставляют 3D-модель детали «**Заклепка обычной точности ГОСТ 10299–80 № 2**» (рис. 4.93).

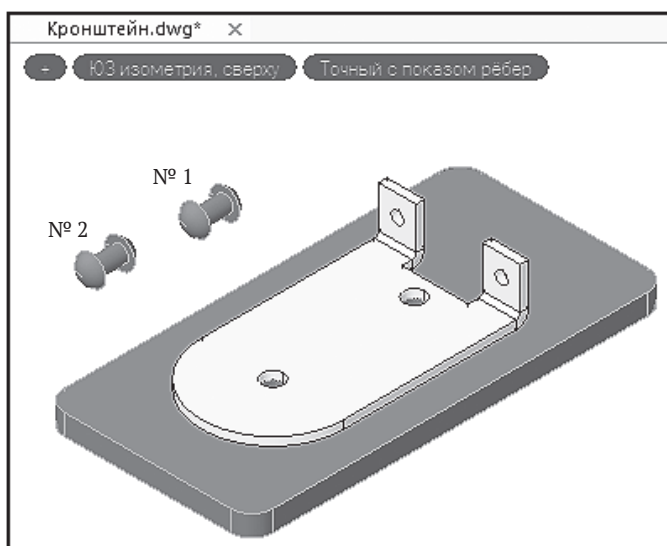


Рис. 4.93. Вставка 3D-моделей деталей
«Заклепки обычной точности ГОСТ 10299–80» № 1 и 2

Этап № 9. ЛК на вкладке **3D-инструменты** из группы **Параметрическое моделирование** (рис. 4.2) – ЛК на иконке команды **Зависимость 3D-вставка** из группы **Зависимости** (рис. 4.2) – ЛК на нижнем круговом ребре отверстия 3D-модели детали «**Заклепка № 1**» (рис. 4.94, 1) с объектной привязкой **Центр** (клавиша **F3**) – ЛК на верхнем круговом ребре отверстия 3D-модели «**Пластина**» (рис. 4.94, 1) с объектной привязкой **Центр** (клавиша **F3**). На запрос в командной строке указывают расстояние вставки «**0**» (ноль) – рис. 4.91, 2 – клавиша **Enter** – результат вставки 3D-модели детали «**Заклепка № 1**» представлен на рис. 4.93, 3.

Этап № 10. По аналогии с этапом № 9 осуществляют вставку 3D-модели детали «**Заклепка № 2**» – результат представлен на рис. 4.95.

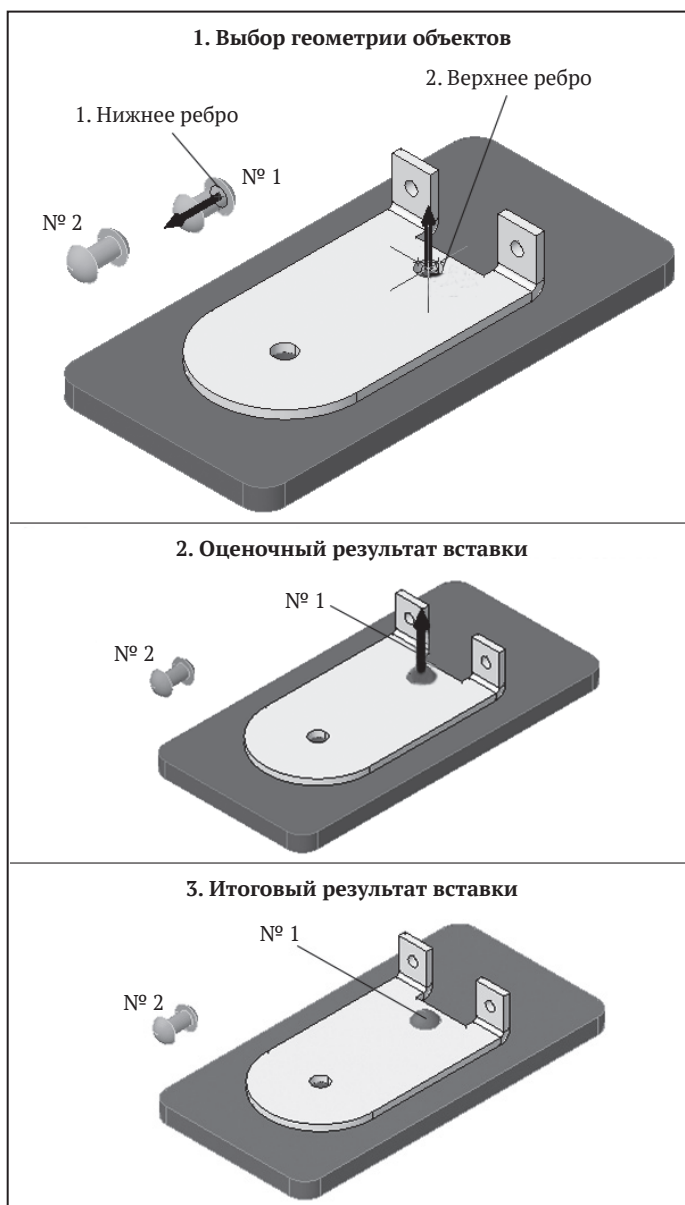


Рис. 4.94. Последовательность вставки 3D-модели детали «Заклепка № 1»

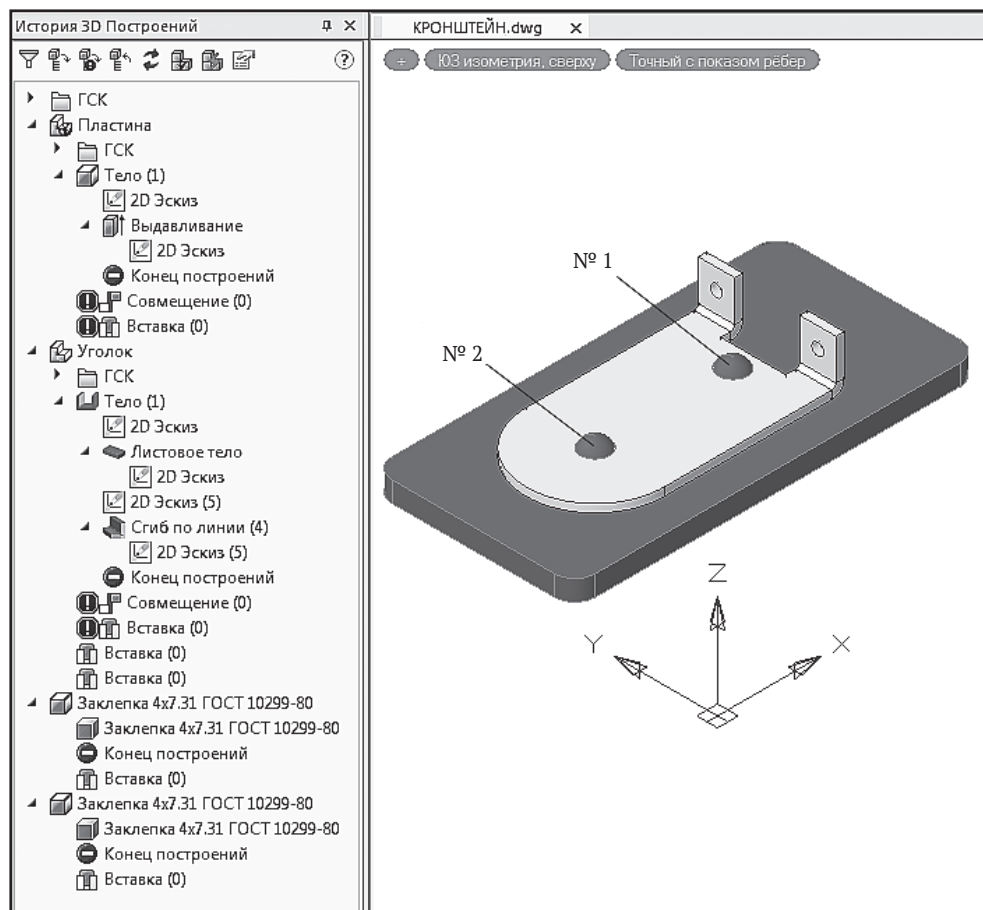


Рис. 4.95. Изображение сборки 3D-модели изделия «Кронштейн» перед доводкой

2.2.4. Возможности доводки 3D-модели изделия

В условиях реального производства не редко осуществляют **технологическую доводку** изделий, подобных данному изделию «Кронштейн».

Необходимость доводки – закрепление с другими деталями «по месту» или соединение с армированными сборочными единицами

В частях изделий вырубают пазы, сверлят отверстия и т. п., которые, как правило, выполняют перед окончательной сборкой всей конструкции.

Ниже на рис. 4.96 представлен **один из вариантов** доводки изделия «Кронштейн» (рис. 4.95), основанный на методах, например, **прямого моделирования**, включающих построение **3D-моделей** вспомогательных деталей, булевой операции **Вычитание** и построение элементов типа **Фаска**.

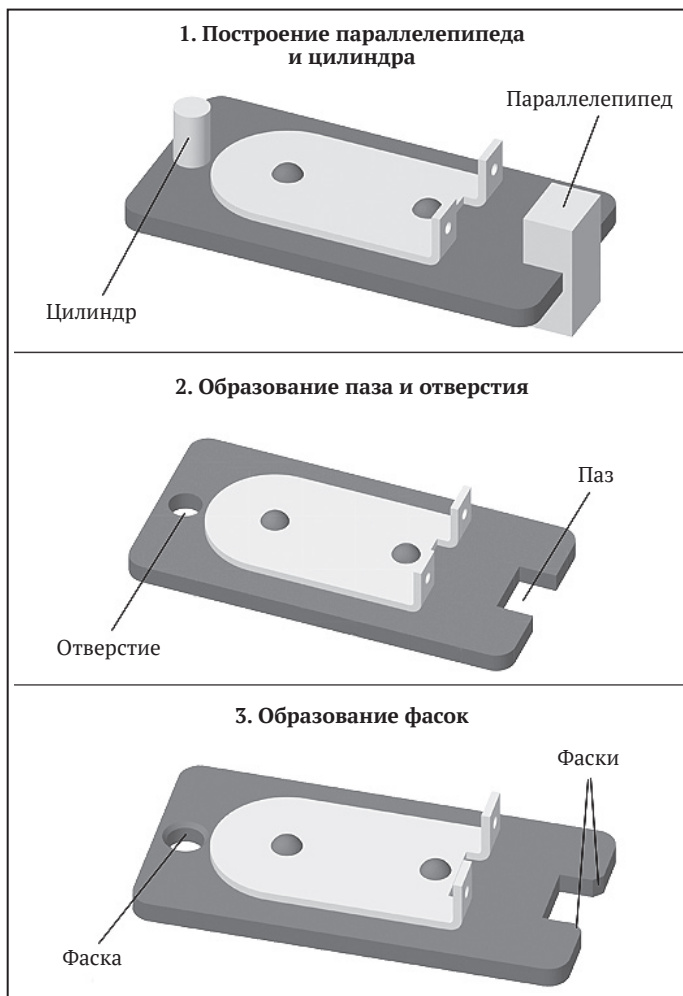


Рис. 4.96. Пример последовательности доводки 3D-модели изделия «Кронштейн»

2.2.5. Выполнение сборочного 2D-чертежа на основе сборки 3D-модели изделия

Ниже представлен **вариант** выполнения 2D-сборочного чертежа изделия «Кронштейн» на основе предварительно выполненной сборки его 3D-модели из отдельных деталей и его окончательной доводки (рис. 4.96).

Этап № 1. Любым известным способом переводят изображение сборки 3D-модели изделия «Кронштейн» из ЮЗ изометрии (рис. 4.96) в изображение Вид сверху (рис. 4.97).

Этап № 2. ЛК на иконке команды **Группа** из группы Группа на вкладке **Главная** (рис. 4.97) – обычной **Рамкой** выбирают все детали сборки 3D-модели (рис. 4.97) – подтверждают выбор нажатием клавиши **Enter** – образуется объединение всех деталей в единую группу (рис. 4.97).

Этап № 3. По аналогии с подразделом 1.2 (глава 1, раздел II) осуществляют вставку на формат A4 изображений 2D-видов и 2D-разреза из пространства **Модели**, например, в пространство **Модели** (рис. 4.97).

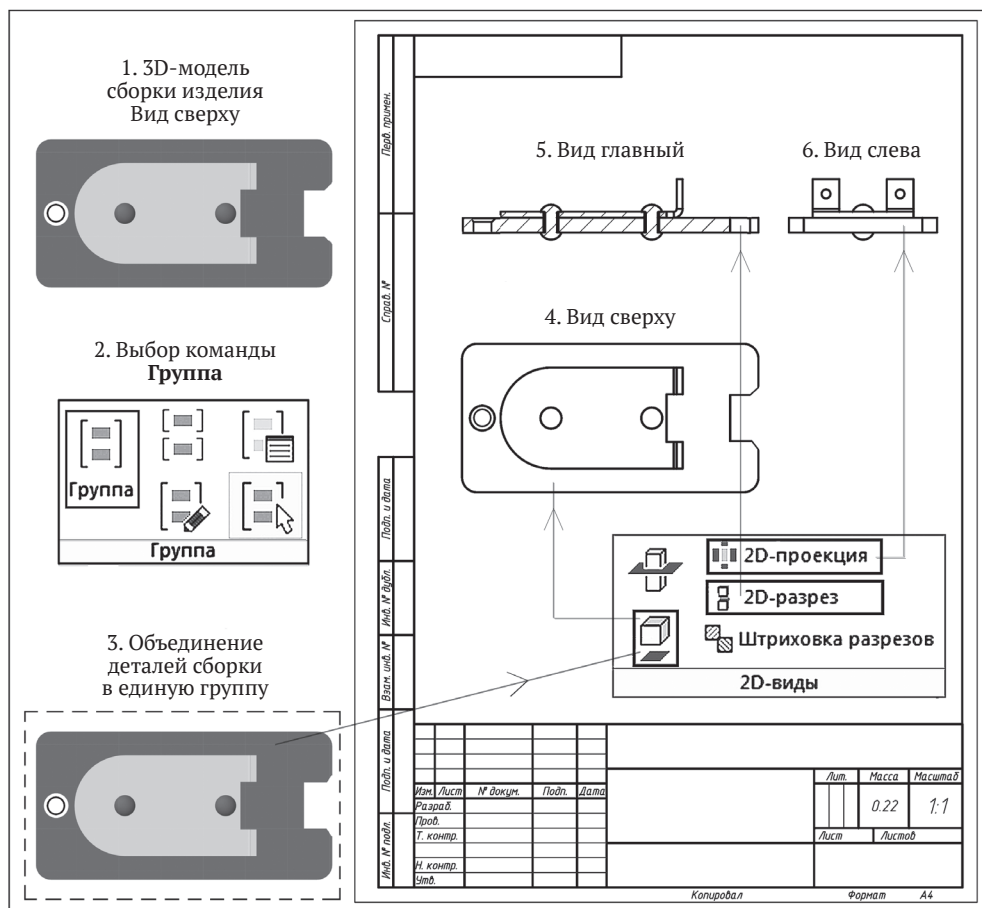


Рис. 4.97. Последовательность вставки изображений 2D-видов сборочного чертежа

Этап № 4. Вариант № 1. ЛК на иконке команды **Расформирование группы** из группы Группа на вкладке **Главная** (рис. 4.98) – обычной **Рамкой** выбирают все изображения 2D-видов на формате A4 (рис. 4.98) – подтверждают выбор нажатием клавиши **Enter**.

Или **вариант № 2.** ЛК на иконке команды **Разбивка** из группы Редактирование на вкладке **Главная** (рис. 4.98) – обычной **Рамкой** выбирают все изображения 2D-видов на формате A4 (рис. 4.98) – подтверждают выбор нажатием клавиши **Enter**.

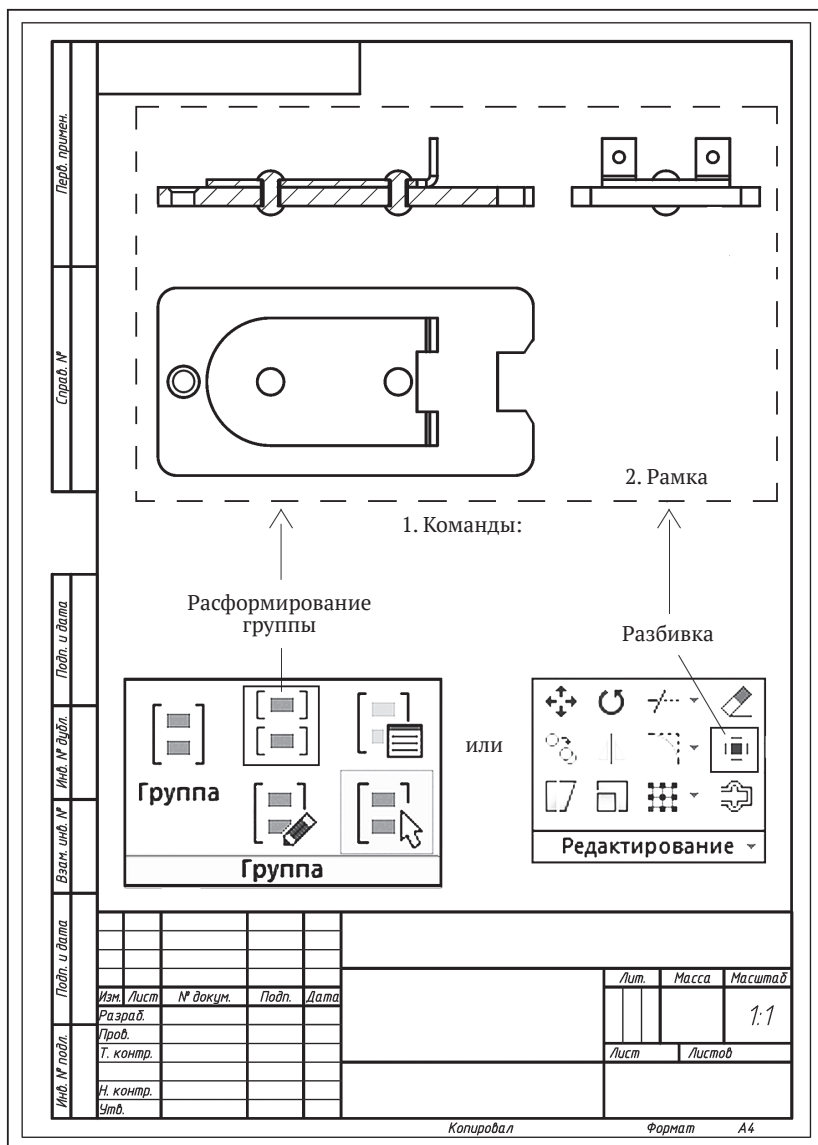


Рис. 4.98. Последовательность разбивки изображений 2D-видов сборочного чертежа

Этап № 5. Осуществляют доводку 2D-видов сборочного чертежа:

- 1) удаляют штриховку на заклепках и лишние линии на детали «Уголок» (рис. 4.99);
- 2) дочерчивают недостающие линии на заклепках и изменяют параметры штриховки на детали «Уголок» (рис. 4.99);
- 3) используя методику работ [1, 2], осуществляют заполнение основной надписи сборочного чертежа (рис. 4.100);

- 4) используя команду **Размеры** из группы Черчение на вкладке **Главная** и методику работ [1, 2], осуществляют нанесение габаритных и присоединительных размеров на сборочном чертеже (рис. 4.100);

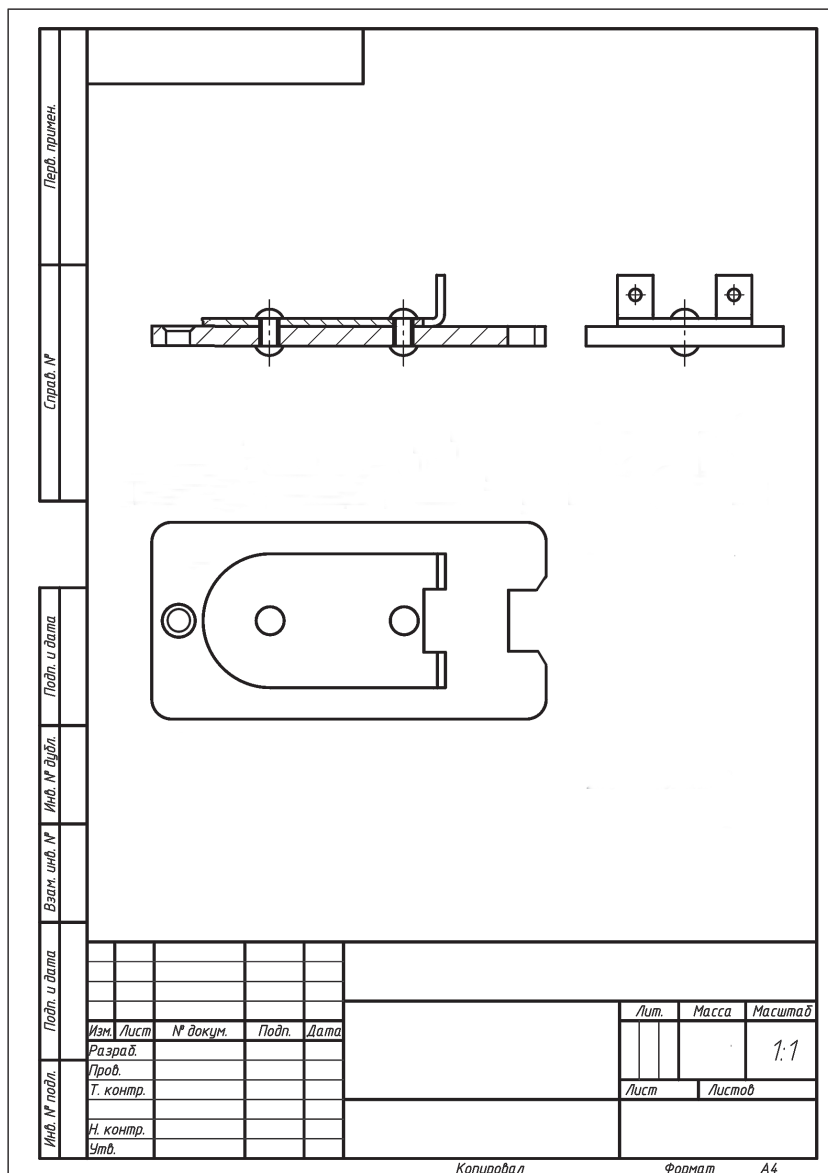


Рис. 4.99. Доработка изображений 2D-видов для сборочного чертежа изделия «Кронштейн»

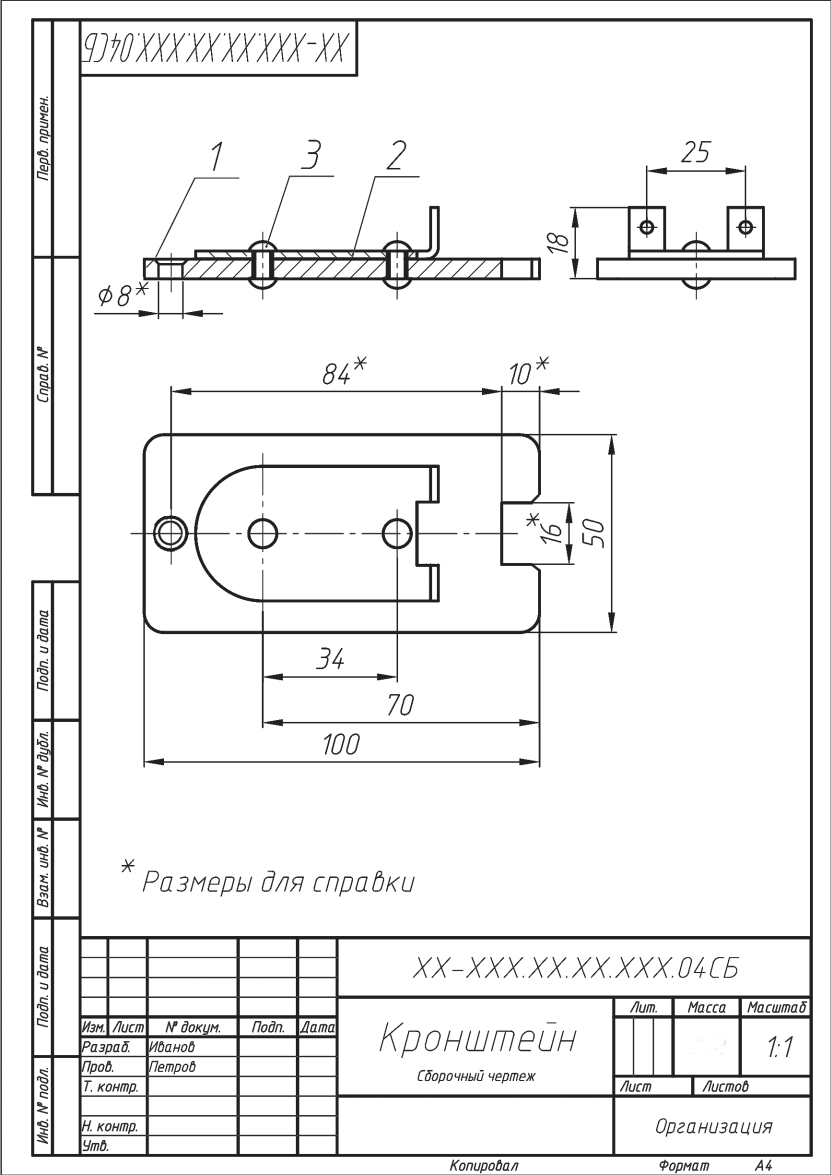


Рис. 4.100. Пример выполнения сборочного 2D-чертежа изделия «Кронштейн»

2.2.6. Выполнение спецификации сборочного чертежа на основе 2D-чертежа изделия

Используя команды **Позиция** (рис. 4.101), **Редактор спецификации** (рис. 4.102) и **Выровнять выноски спецификации** (рис. 4.103) из группы **Спецификация** на вкладке **Механика**, по методике работы [1] в автоматизированном режиме

проставляют номера позиций (рис. 4.100), выводят и заполняют спецификацию (рис. 4.104) к сборочному 2D-чертежу изделия «Кронштейн» (рис. 4.100).

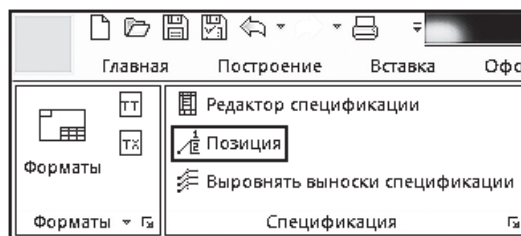


Рис. 4.101. Иконка команды **Позиция** из группы Спецификация

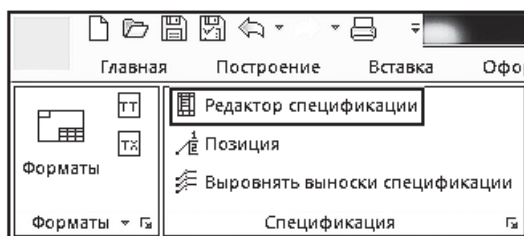


Рис. 4.102. Иконка команды **Редактор спецификации** из группы Спецификация

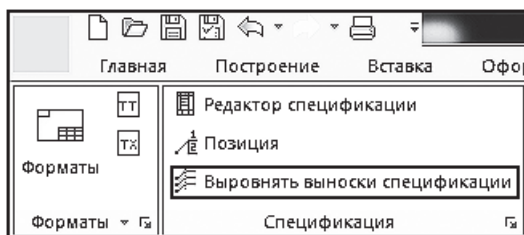


Рис. 4.103. Иконка команды **Выровнять выноски спецификации** из группы Спецификация

2.2.7. Выполнение спецификации сборочного чертежа на основе сборки 3D-модели изделия

Новые возможности – основаны на использовании функциональной панели **Свойства** и представлены ниже в виде краткой последовательности выполнения основных действий.

Этап № 1. Используя функциональную панель **Свойства** (раздел I, рис. 1.4), ее раздел **Данные ДСЕ** с раскрывающимися списками разделов спецификации

Пример – первый раздел спецификации (рис. 4.106б).

[illegible]

Рис. 4.104. Пример выполнения спецификации сборочного 2D-чертежа изделия «Кронштейн» (исходный чертеж – рис. 4.100)

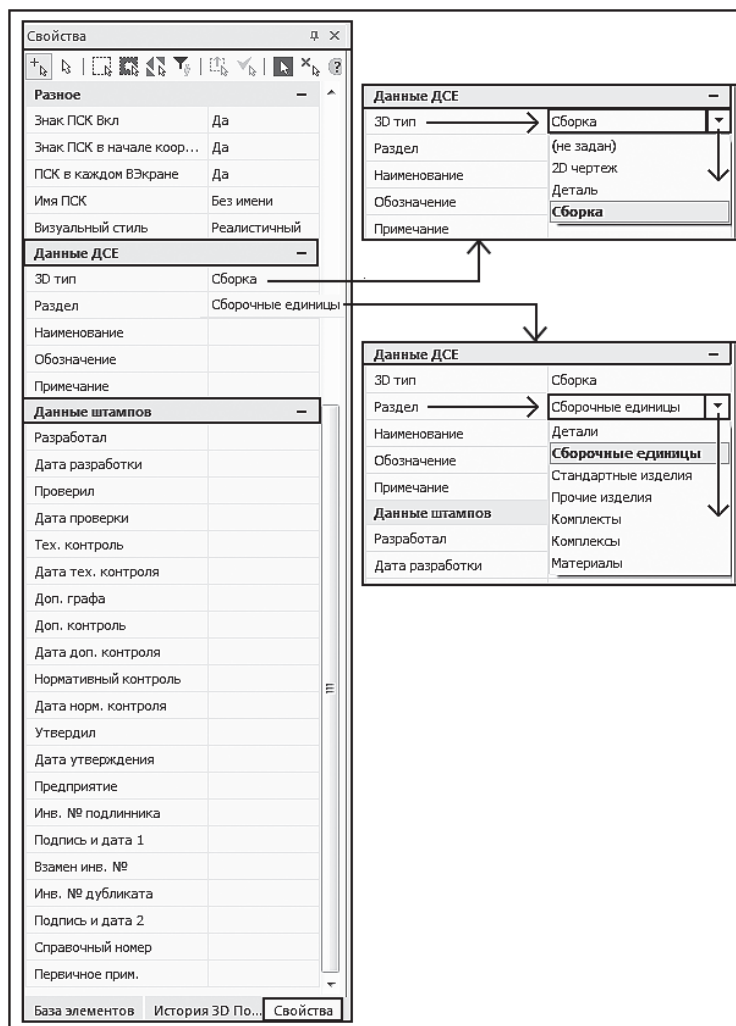


Рис. 4.105. Раскрывающиеся списки разделов спецификации в разделе Данные ДСЕ функциональной панели **Свойства**

The image shows two instances of the 'Свойства' (Properties) dialog box, labeled 'а' and 'б', illustrating the process of filling out the first section of a specification in the functional panel 'Свойства'.

Свойства (а) - Left Window:

- Разное (General):**
 - Знак ПСК Вкл: Да
 - Знак ПСК в начале коор...: Да
 - ПСК в каждом ВЭкране: Да
 - Имя ПСК: Без имени
 - Визуальный стиль: Реалистичный
- Данные ДСЕ (BOM Data):**
 - 3D тип: Сборка
 - Раздел: Сборочные единицы
 - Наименование: (empty)
 - Обозначение: (empty)
 - Примечание: (empty)
- Данные штампов (Stamp Data):**
 - Разработал: (empty)
 - Дата разработки: (empty)
 - Проверил: (empty)
 - Дата проверки: (empty)
 - Тех. контроль: (empty)
 - Дата тех. контроля: (empty)
 - Доп. графа: (empty)
 - Доп. контроль: (empty)
 - Дата доп. контроля: (empty)
 - Нормативный контроль: (empty)
 - Дата норм. контроля: (empty)
 - Утвердил: (empty)
 - Дата утверждения: (empty)
 - Предприятие: (empty)
 - Инв. № подлинника: (empty)
 - Подпись и дата 1: (empty)
 - Взамен инв. №: (empty)
 - Инв. № дубликата: (empty)
 - Подпись и дата 2: (empty)
 - Справочный номер: (empty)
 - Первичное прим.: (empty)

Свойства (б) - Right Window:

- Разное (General):**
 - Знак ПСК Вкл: Да
 - Знак ПСК в начале коор...: Да
 - ПСК в каждом ВЭкране: Да
 - Имя ПСК: Без имени
 - Визуальный стиль: Реалистичный
- Данные ДСЕ (BOM Data):**
 - 3D тип: Сборка
 - Раздел: Сборочные единицы
 - Наименование: Кронштейн
 - Обозначение: XX-XXX.XX.XX.XXX.04СБ
 - Примечание: (empty)
- Данные штампов (Stamp Data):**
 - Разработал: Иванов
 - Дата разработки: (empty)
 - Проверил: Петров
 - Дата проверки: (empty)
 - Тех. контроль: (empty)
 - Дата тех. контроля: (empty)
 - Доп. графа: (empty)
 - Доп. контроль: (empty)
 - Дата доп. контроля: (empty)
 - Нормативный контроль: (empty)
 - Дата норм. контроля: (empty)
 - Утвердил: (empty)
 - Дата утверждения: (empty)
 - Предприятие: Организация
 - Инв. № подлинника: (empty)
 - Подпись и дата 1: (empty)
 - Взамен инв. №: (empty)
 - Инв. № дубликата: (empty)
 - Подпись и дата 2: (empty)
 - Справочный номер: (empty)
 - Первичное прим.: (empty)

Arrows indicate the flow of data from the left window (а) to the right window (б):

- From '3D тип' (а) to '3D тип' (б)
- From 'Раздел' (а) to 'Раздел' (б)
- From 'Наименование' (а) to 'Наименование' (б)
- From 'Обозначение' (а) to 'Обозначение' (б)
- From 'Примечание' (а) to 'Примечание' (б)
- From 'Разработал' (а) to 'Разработал' (б)
- From 'Дата разработки' (а) to 'Дата разработки' (б)
- From 'Проверил' (а) to 'Проверил' (б)
- From 'Дата проверки' (а) to 'Дата проверки' (б)
- From 'Тех. контроль' (а) to 'Тех. контроль' (б)
- From 'Дата тех. контроля' (а) to 'Дата тех. контроля' (б)
- From 'Доп. графа' (а) to 'Доп. графа' (б)
- From 'Доп. контроль' (а) to 'Доп. контроль' (б)
- From 'Дата доп. контроля' (а) to 'Дата доп. контроля' (б)
- From 'Нормативный контроль' (а) to 'Нормативный контроль' (б)
- From 'Дата норм. контроля' (а) to 'Дата норм. контроля' (б)
- From 'Утвердил' (а) to 'Утвердил' (б)
- From 'Дата утверждения' (а) to 'Дата утверждения' (б)
- From 'Предприятие' (а) to 'Предприятие' (б)

Рис. 4.106. Пример заполнения первого раздела спецификации в разделах функциональной панели **Свойства**

Этап № 2. ЛК на строке вкладок листов активного чертежа (раздел I, рис. 1.4) выводят на экран монитора **Лист** формата **A4** (рис. 4.107).

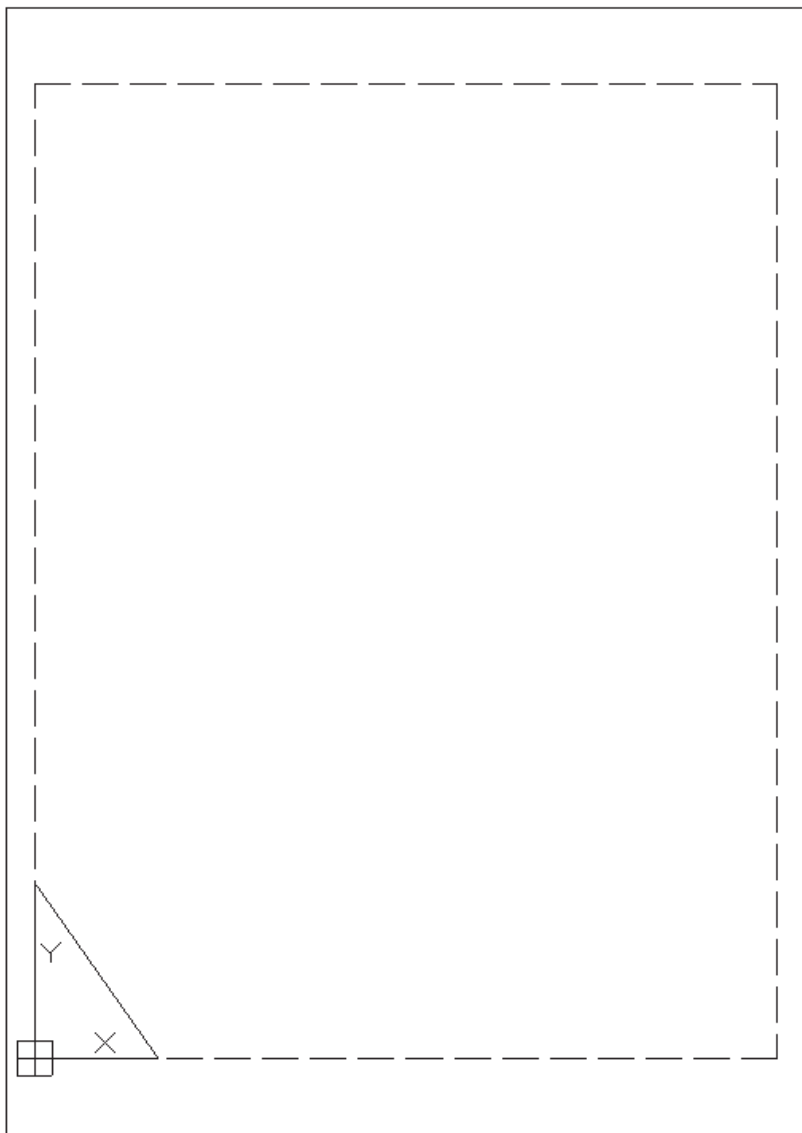


Рис. 4.107. Лист формата A4

Этап № 3. 1) ЛК на иконке команды **Редактор спецификации** из группы Спецификация на вкладке **Механика** (рис. 4.102) – открывается окно **Редактор спецификаций** (рис. 4.108); 2) ЛК на вкладке **Сервис** (рис. 4.108); 3) ЛК на строке выпадающего меню **Экспорт** (рис. 4.108); 4) ЛК на раскрывающемся списке **Чертеж** (рис. 4.108) – открывается окно **Заголовок чертежа** (рис. 4.109) с данными, например, первого раздела спецификации (рис. 4.109).

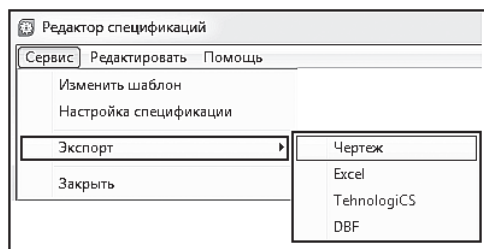


Рис. 4.108. Окно Редактор спецификаций

Основная надпись	
<input checked="" type="checkbox"/> Обозначение	XX-XXX.XX.XX.XXX.04C6
<input checked="" type="checkbox"/> Наименование	Кронштейн
<input checked="" type="checkbox"/> Разработал	Иванов
<input checked="" type="checkbox"/> Проверил	Петров
<input checked="" type="checkbox"/> Т.контроль	
<input checked="" type="checkbox"/> Н.контроль	
<input checked="" type="checkbox"/> Доп.контроль	
<input checked="" type="checkbox"/> Доп.поле	
<input checked="" type="checkbox"/> Утвердил	
<input checked="" type="checkbox"/> Предприятие	Организация

Справочная надпись	
<input checked="" type="checkbox"/> Справ. №	
<input checked="" type="checkbox"/> Перв. примен.	

Инвентарная надпись	
<input checked="" type="checkbox"/> Инв. № подл.	
<input checked="" type="checkbox"/> Взам. инв. №	
<input checked="" type="checkbox"/> Инв. № дубл.	

Рис. 4.109. Пример заполнения окна **Заголовок чертежа** с данными первого раздела спецификации

Этап № 4. 1) ЛК на кнопке **ОК** закрывают окно **Заголовок чертежа** (рис. 4.109 – на экране монитора появляется спецификация с предварительно заполненными разделами); **2)** используя средства объектной привязки (клавиша **F3**), перемещением курсора мыши осуществляют вставку спецификации на поле **Листа** формата **A4** (рис. 4.110); **3)** ЛК закрывают вновь появившееся на экране монитора окно **Редактор спецификаций**.

2.3. Примеры использования зависимости «3D-совмещение»

ПРИМЕР № 1

Совмещение 3D-моделей деталей типа «Пластины» по боковым и верхним плоскостям со сдвигом на заданное расстояние

ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 4.2) – ЛК на иконке зависимости **«3D-совмещение»** (рис. 4.2) – ЛК на ребре первой геометрии (рис. 4.111, 1) – ЛК на ребре второй геометрии (рис. 4.111, 2) – выбор расстояния совмещения с клавиатуры **«0»** (ноль) – клавиша **Enter** (рис. 4.111, 2) – объекты совмещаются по плоскостям (рис. 4.111, 3).

При необходимости вместо **«0»** задают требуемое расстояние смещения, например **«100»** (рис. 111, 4).

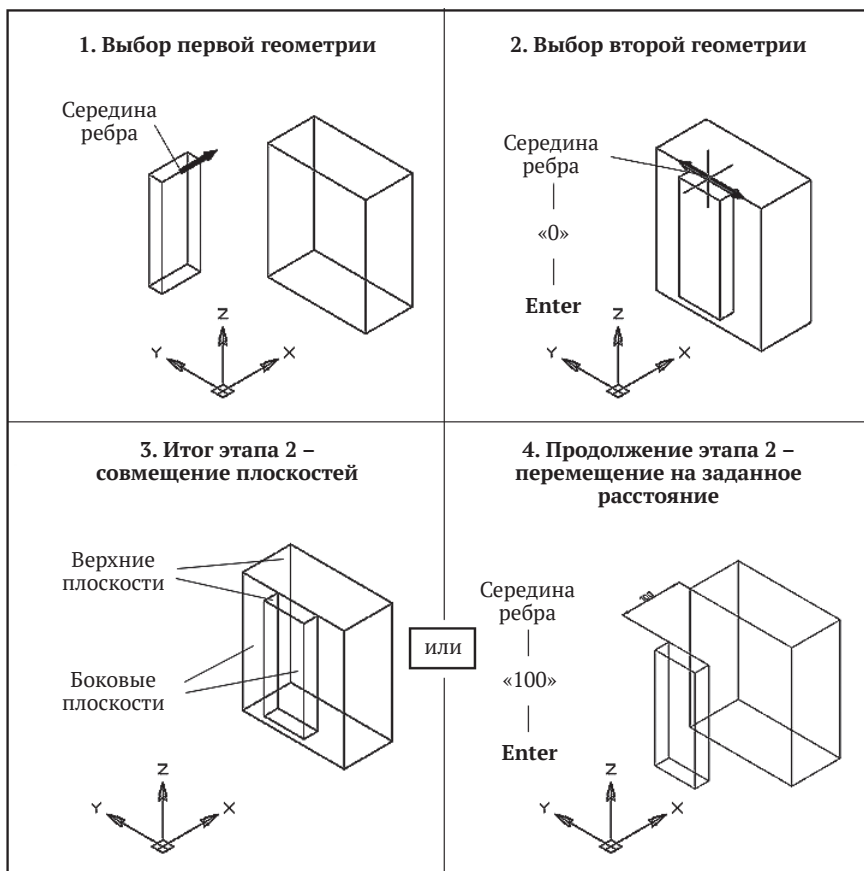


Рис. 4.111. Схема совмещения плоскостей 3D-моделей двух деталей

ПРИМЕР № 2

Совмещение 3D-моделей деталей типа «Пластины» по боковым плоскостям и перемещением одной из них до совмещения по верхним плоскостям

ЛК на вкладке **3D-инструменты** (рис. 4.2) – ЛК на иконке зависимости «**3D-совмещение**» (рис. 4.2) – ЛК на плоскости первой геометрии (рис. 4.112, 1) – ЛК на плоскости второй геометрии (рис. 4.112, 2) – выбор расстояния совмещения с клавиатуры «**0**» (ноль) – клавиша **Enter** (рис. 4.112, 3) – объекты совмещаются по боковым плоскостям (рис. 4.112, 3).

При необходимости, используя команду **Перемещение** из группы Редактирование на вкладке **Главная** и соответствующее средство объектной привязки (клавиша **F3**), осуществляют перемещение объектов до совмещения по верхним плоскостям, например рис. 4.112, 4.

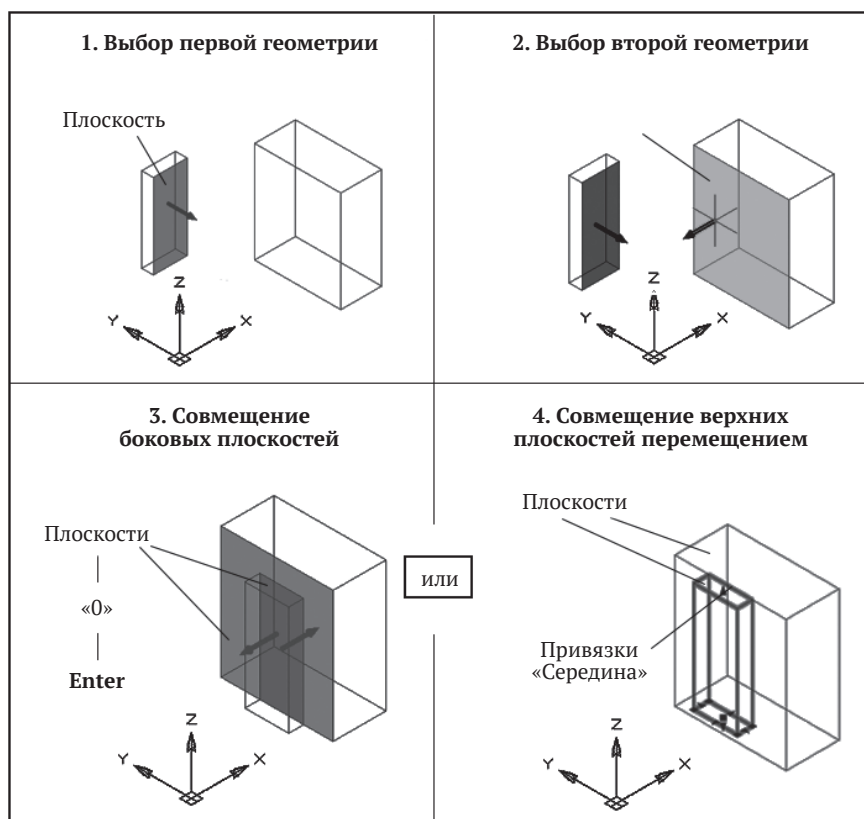
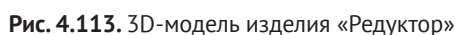


Рис. 4.112. Схема совмещения плоскостей 3D-моделей двух деталей

Ссылки из интернета на видеоуроки по сборке 3D-моделей изделий на основе 3D-зависимостей

3.1. Сборка 3D-модели изделия «Редуктор»



3.4. Сборка 3D-модели изделия «Узел подшипника»

Ссылка: <https://nanocad.csoft.ru/page20896219.html>
(рис. 4.116).

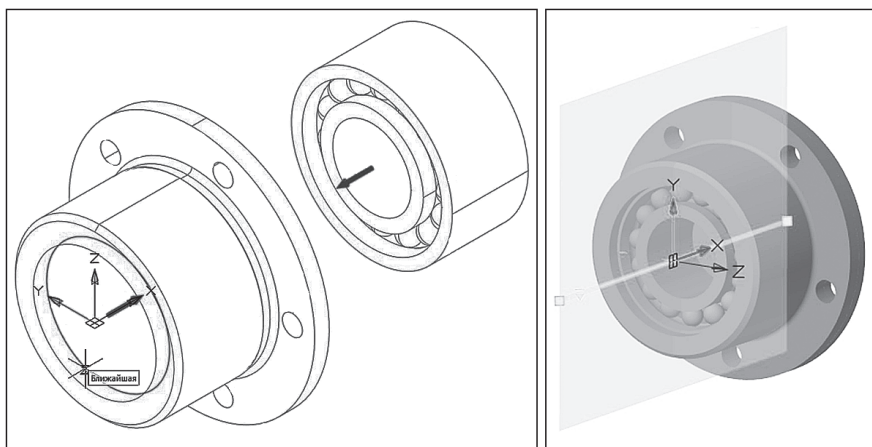
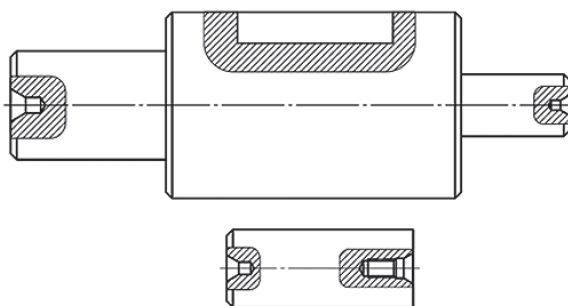


Рис. 4.116. 3D-модель изделия «Узел подшипника»

Раздел V

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ И КОМПОНОВКИ 2D-УЧЕБНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ И ИЗДЕЛИЙ

Платформа
nanoCAD



«нанософт»
разработка

 **nanoCAD**
инженерная платформа

ГЛАВА 1

Машиностроительные валы

1.1. Местные разрезы на участках валов.

Построение и оформление на чертежах

Дополнительные возможности. Встроенная команда **Местный разрез** позволяет осуществлять автоматизированное построение местных разрезов валов в местах расположения шпоночных пазов, центровых и резьбовых отверстий (рис. 5.1).

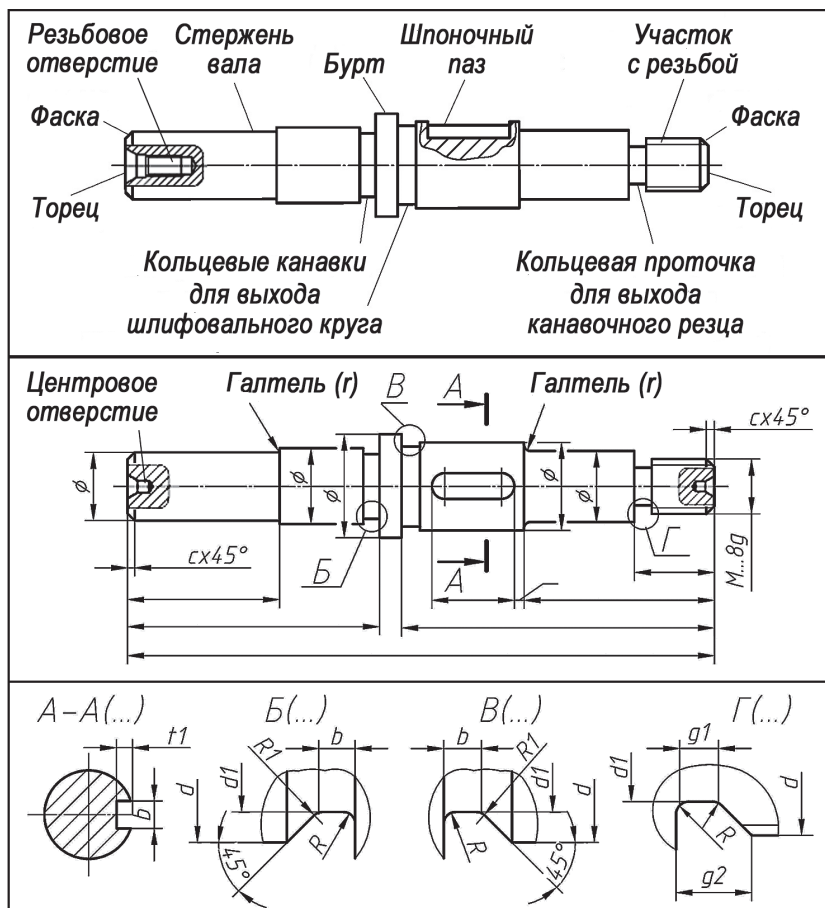


Рис. 5.1. Конструктивные элементы ступенчатых валов и их участки. Размеры

Ниже на рис. 5.2 представлена схема построения ступенчатых валов и выбора на них участков будущих местных разрезов.

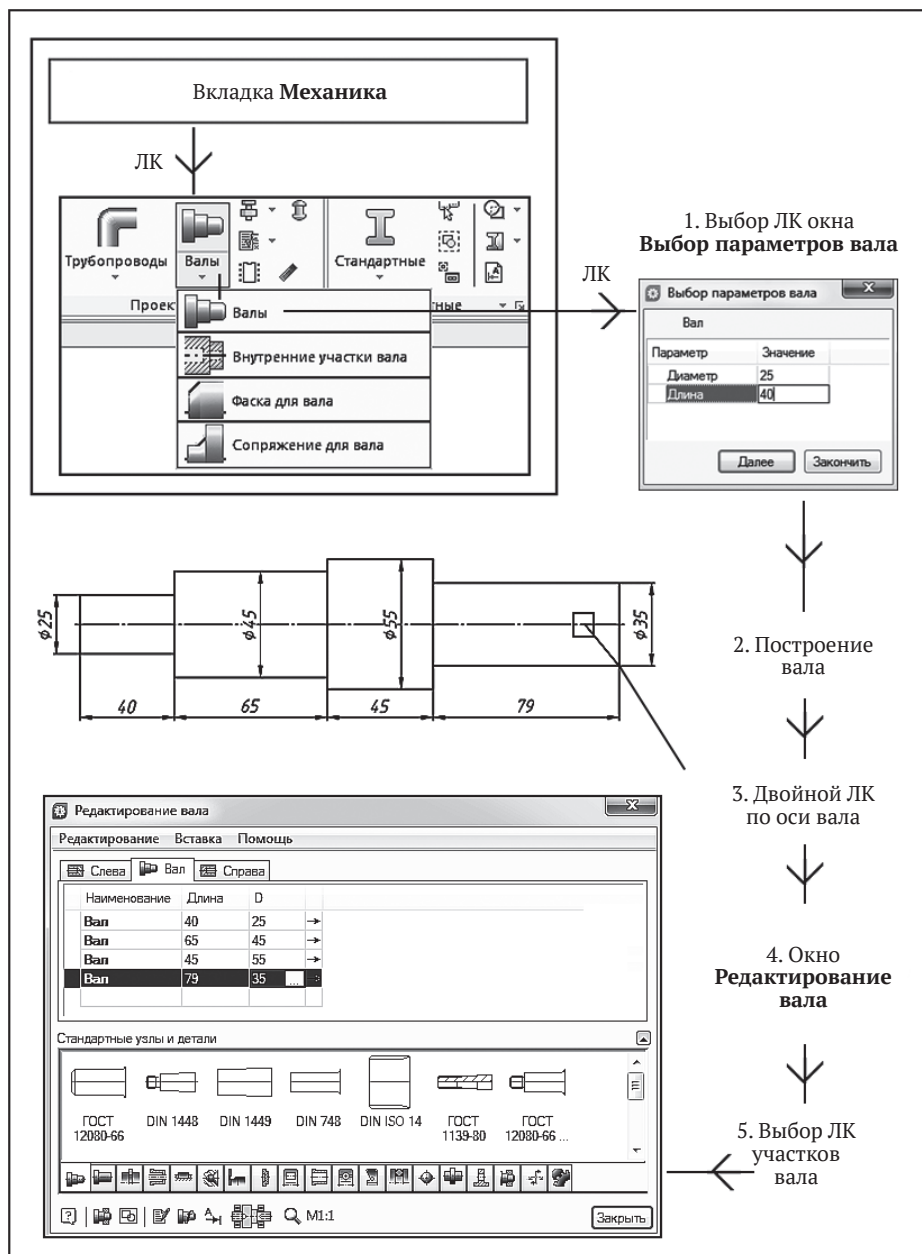


Рис. 5.2. Схема построения ступенчатых валов и выбора их участков

Поэтапное построение ступенчатых валов, выполнение и оформление местных разрезов на основе команды **Местный разрез** изложено ниже.

Этап № 1. Используя команду **Валы** из группы Проектирование на вкладке **Механика** (рис. 5.2), по заданным размерам, например рис. 5.2, строят деталь «Вал» (рис. 5.2 и 5.3, **Этап № 1**).

Этап № 2. Двойным ЛК на оси вала открывают диалоговое окно **Редактирование вала** с блоком **Стандартные узлы и детали** (рис. 5.2) – ЛК на требуемых кнопках блока **Стандартные узлы и детали** (рис. 5.4...5.12) выбирают участки вала (рис. 5.3, **Этап № 2**).

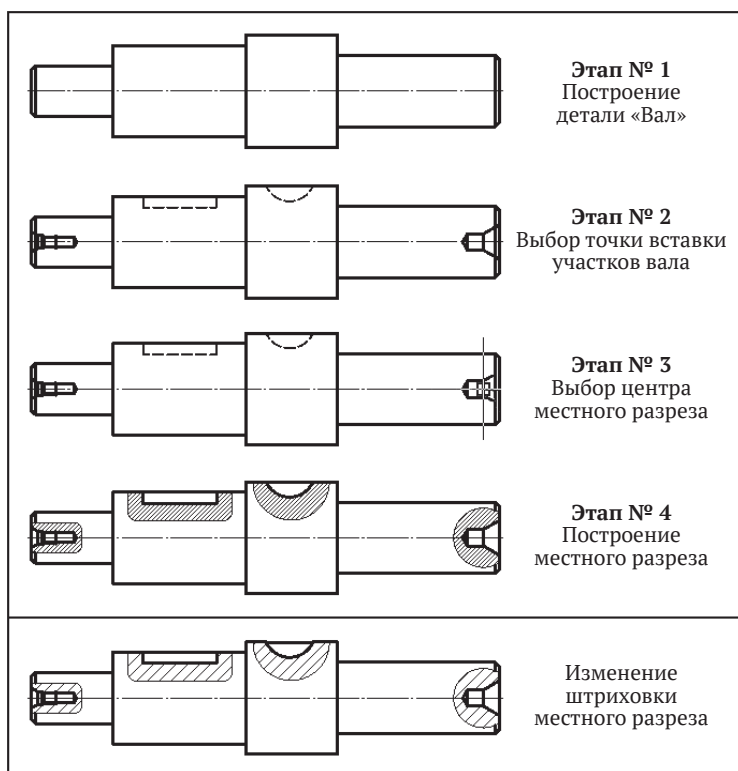


Рис. 5.3. Этапы выполнения местных разрезов на детали «Вал»

Этап № 3. ЛК с использованием средств объектной привязки (клавиша F3) указывают точку и направление вставки участков вала (рис. 5.3, **Этап № 3**) – ЛК в открывающихся диалоговых окнах (рис. 5.4...5.12) выбирают параметры участков вала.

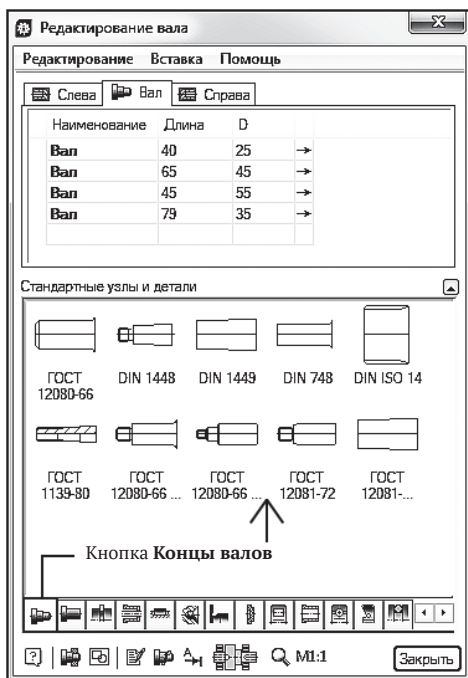


Рис. 5.4. Выбор участков валов кнопкой **Концы валов**

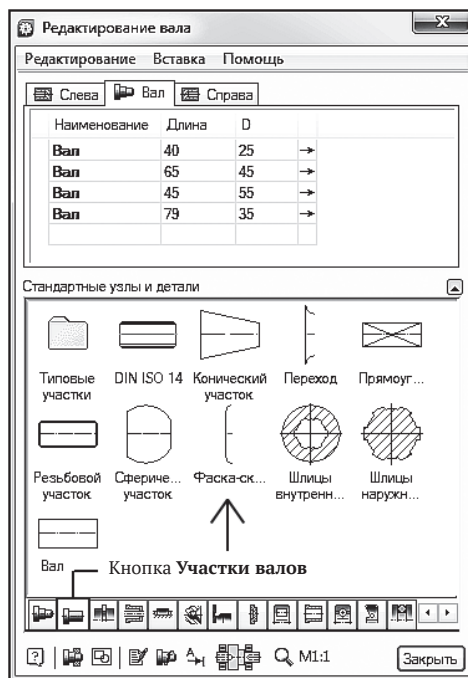


Рис. 5.5. Выбор участков валов кнопкой **Участки валов**



Рис. 5.6. Выбор участков валов кнопкой **Центровые отверстия**

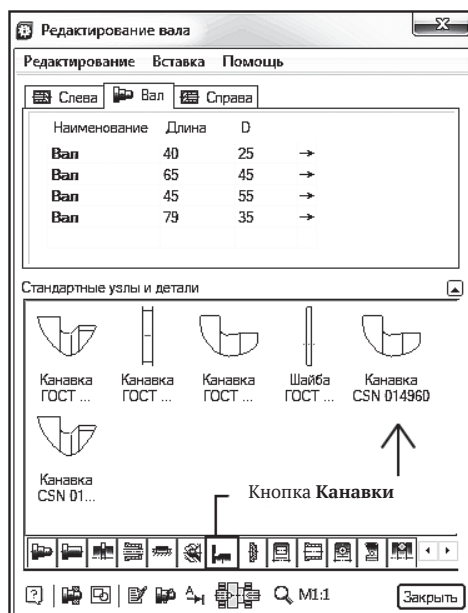


Рис. 5.7. Выбор участков валов кнопкой **Канавки**

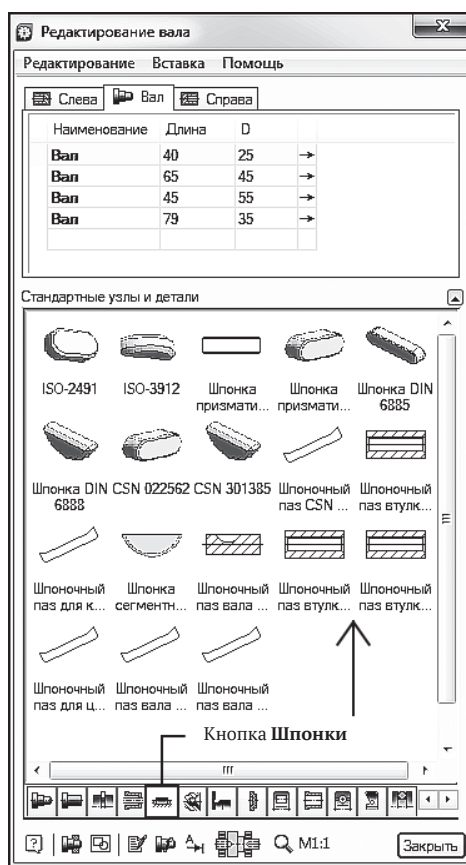


Рис. 5.8. Выбор участков валов кнопкой Шпонки

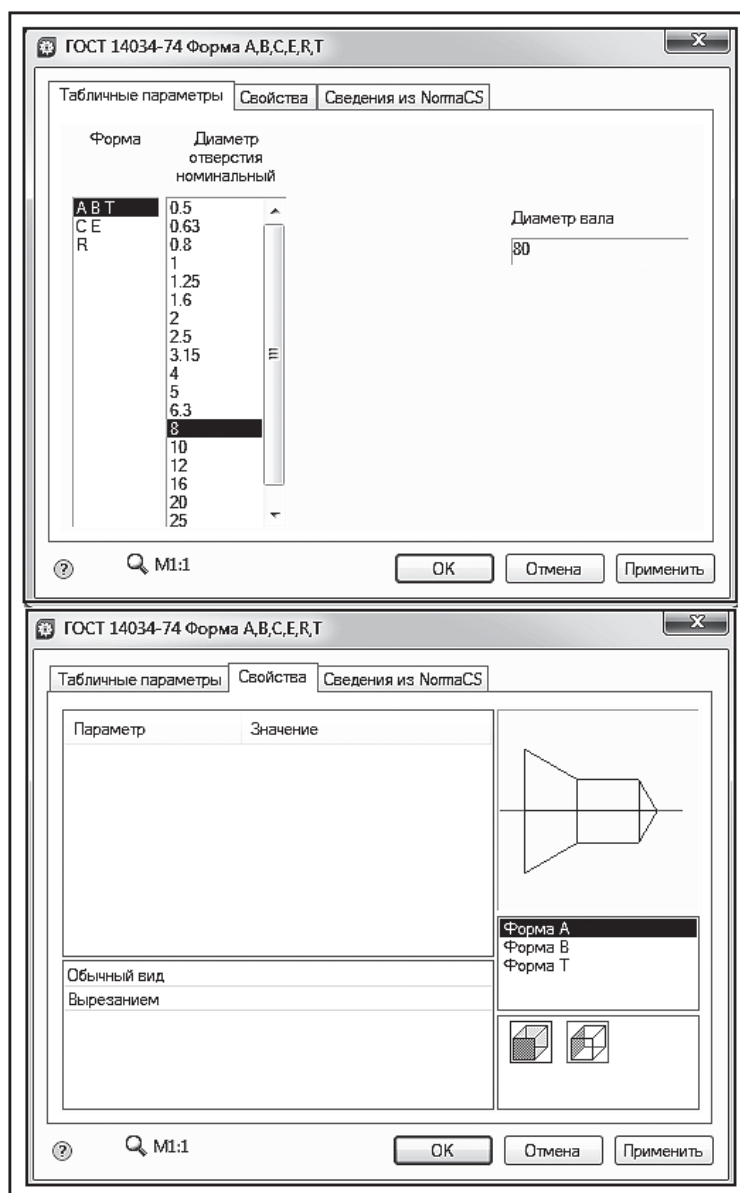


Рис. 5.9. Пример диалогового окна для выбора параметров участка вала «Центровое отверстие» (вкладки **Табличные параметры** и **Свойства**)

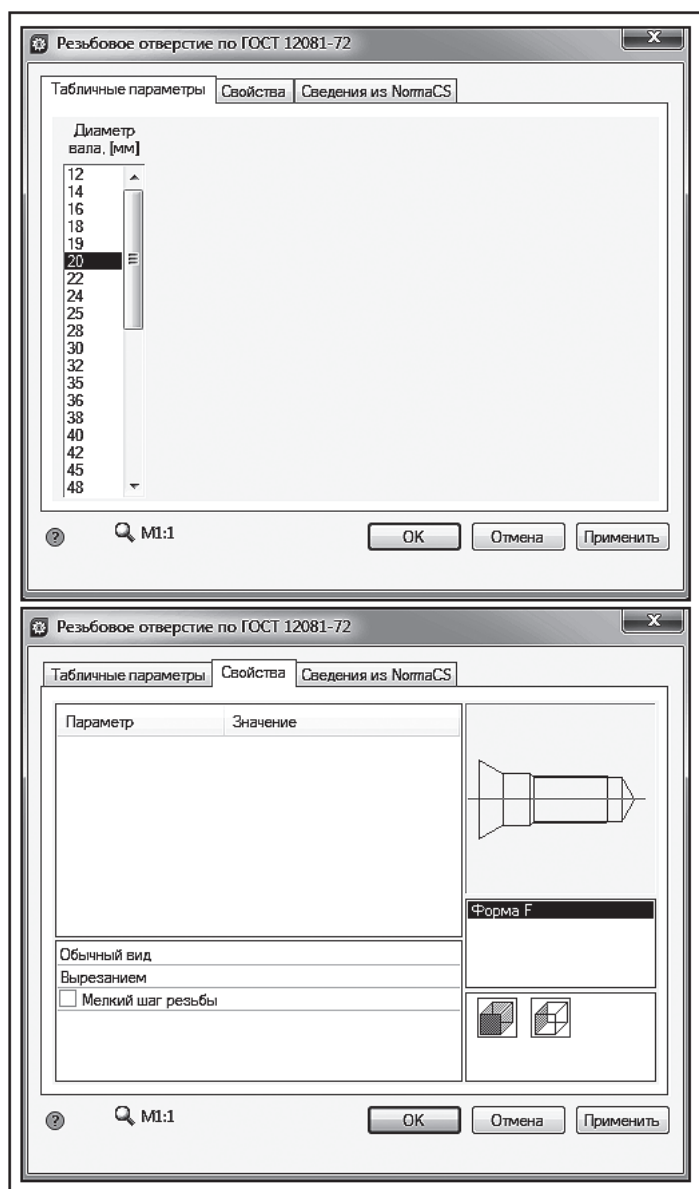


Рис. 5.10. Пример диалогового окна для выбора параметров участка вала «Резьбовое отверстие» (вкладки **Табличные параметры** и **Свойства**)

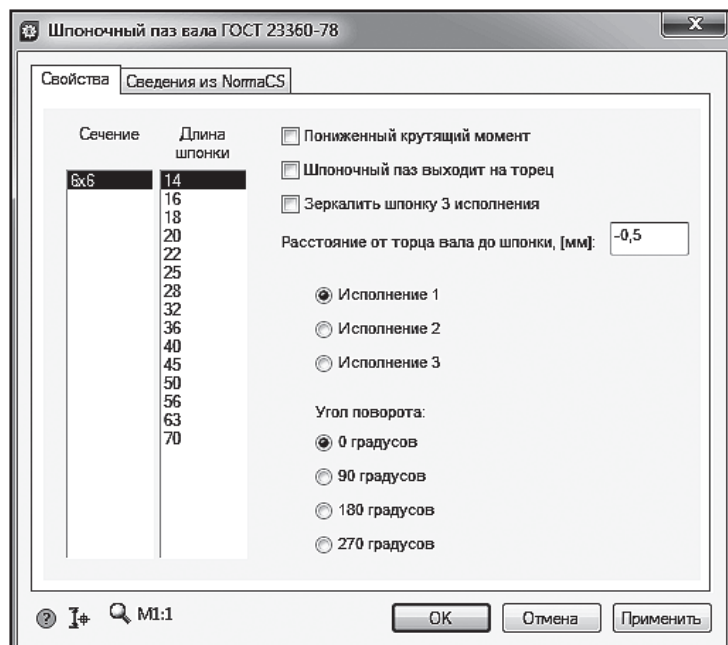


Рис. 5.11. Пример диалогового окна для выбора параметров участка вала «Призматический шпоночный паз» (вкладка **Свойства**)

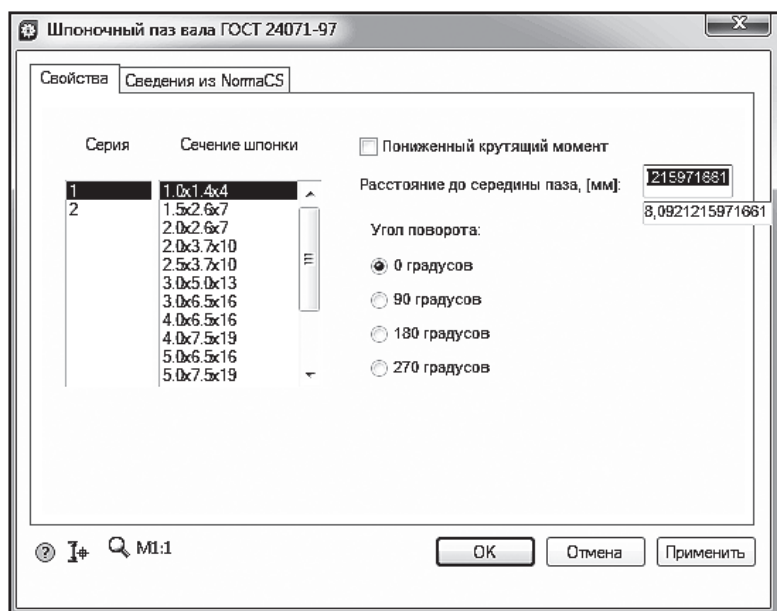


Рис. 5.12. Пример диалогового окна для выбора параметров участка вала «Сегментный шпоночный паз» (вкладка **Свойства**)

Этап № 4

1. ЛК на иконке команды **Виды** из группы Символы на вкладке **Механика** – открывается меню с иконками команд (рис. 5.13).

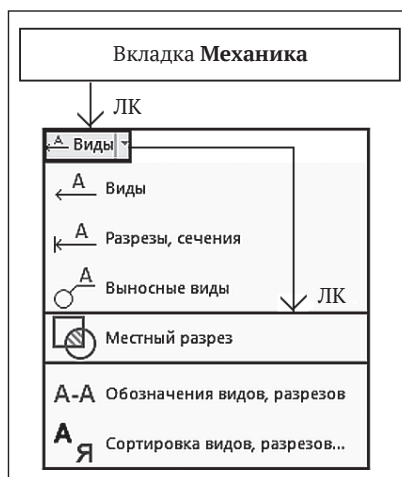


Рис. 5.13. Схема выбора команды **Местный разрез**

2. ЛК на иконке команды **Местный разрез** (рис. 5.13) – ЛК указывают центр рамки будущего местного разреза – перемещением курсора мыши визуально указывают тип и размер рамки будущего местного разреза – ЛК завершают штриховку указанного местного разреза (рис. 5.3, Этап № 4).

Рекомендация 1. Настройку области местного разреза осуществляют выбором его ЛК, дальнейшим выбором ЛК появившихся маркеров («ручек»), их перемещением и завершением редактирования так же ЛК мыши.

Рекомендация 2. При необходимости увеличение интервала между штриховыми линиями местного разреза из соображений наглядности и визуального восприятия осуществляют следующим образом:

- а) ЛК на иконке команды **Разбивка**, например, из группы Редактирование на вкладке **Главная** (рис. 5.14) – ЛК в области местного разреза – клавиша **Enter** – штриховка разбилась на составные части;



Рис. 5.14. Схема выбора команды **Разбивка**

- б) двойной ЛК в зоне штриховки – открывается диалоговое окно **Штриховка** (рис. 5.15);
- в) в строке **Интервал** с клавиатуры изменяют его численное значение в сторону увеличения, например для формата А3 – с 1.5 до 4, – ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Штриховка**. Итог представлен на рис. 5.3.

После построения местных разрезов на участках валов производят их оформление на чертежах с помощью выносных элементов.

Выносные элементы используют для изображения на поле 2D-чертежа ограниченной области 2D-детали или 2D-изделия с последующей простановкой на ней размеров, которые невозможно или «неудобно» размещать на основном изображении 2D-детали или 2D-изделия.

Требования по построению местных разрезов и оформлению их выносных элементов на чертежах изложены в **ГОСТ 2.305–2008 ЕСКД** «Изображения – виды, разрезы, сечения».

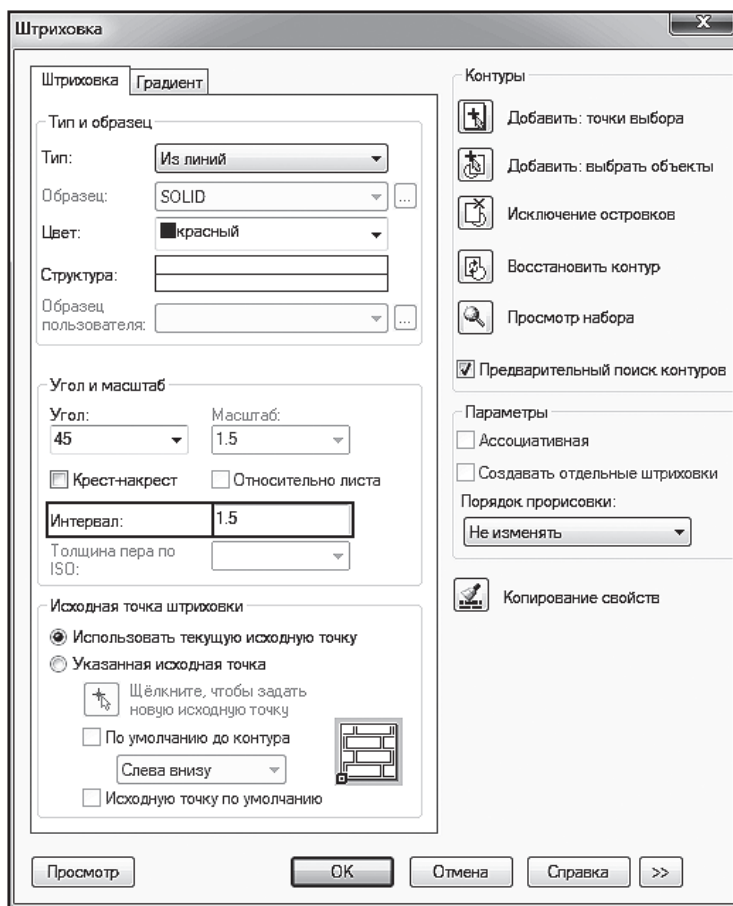


Рис. 5.15. Диалоговое окно **Штриховка**

Оформление выносных элементов и их размещение на чертежах осуществляют следующим образом:

- 1) ЛК на вкладке **Механика** (рис. 5.16) – ЛК на иконке команды **Виды** (рис. 5.16) – ЛК на строке выпадающего меню **Выносные виды** (рис. 5.16);
- 2) ЛК на участке вала в месте местного разреза указывают центр окружности/прямоугольника – перемещением мыши визуальнo указывают размер окружности/прямоугольника – перемещением мыши указывают, а ЛК фиксируют положение полки на поле чертежа – открывается диалоговое окно **Виды, разрезы, сечения** (рис. 5.17);

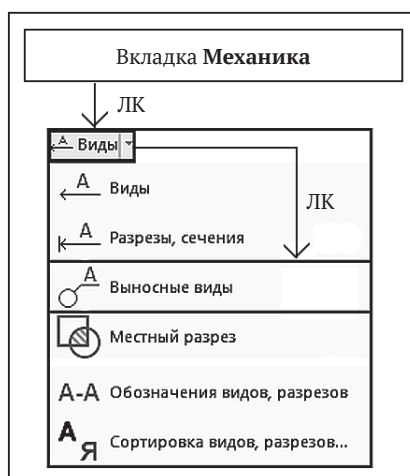


Рис. 5.16. Схема выбора команды **Выносные виды**

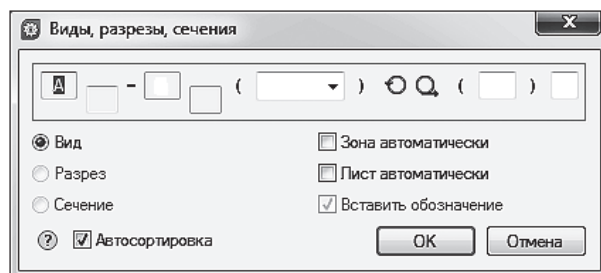


Рис. 5.17. Диалоговое окно **Виды, разрезы, сечения**

- 3) из раскрывающегося списка ЛК выбирают необходимый **масштаб** (как правило, **масштаб увеличения**) – ЛК на кнопке **ОК** (рис. 5.17) закрывают диалоговое окно **Виды, разрезы, сечения**;
- 4) перемещением мыши указывают, а ЛК фиксируют центр окружности выносного элемента на поле чертежа рис. 5.18а, например, с масштабом увеличения **М5:1**;
- 5) перемещением мыши указывают, а ЛК фиксируют точку вставки обозначения выносного элемента над его изображением, например рис. 5.18а.

Рекомендация 3. При необходимости на выносном элементе удаляют «лишнюю» линию: 1) ЛК на иконке команды **Разбивка** из группы Редактирование на вкладке **Главная**; 2) ЛК на изображении выносного элемента (рис. 5.18б); 3) нажатием на клавиатуре клавиши **Delete** осуществляют удаление «лишней» линии (рис. 5.18в).

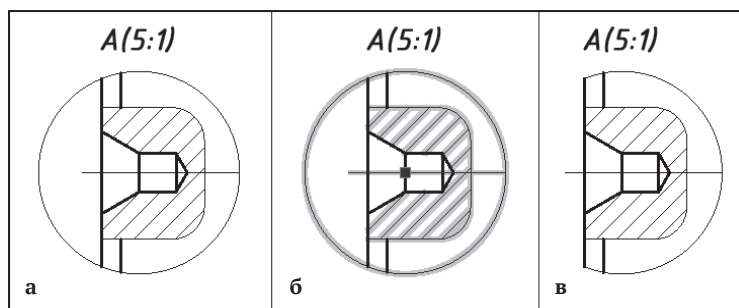


Рис. 5.18. Пример обозначения выносного элемента и его редактирования

Рекомендация 4. Простановку истинных размеров на изображении выносного элемента осуществляют с учетом масштаба его изображения в раскрывающемся списке **Масштаб** диалогового окна **Редактировать размер** (рис. 5.19).

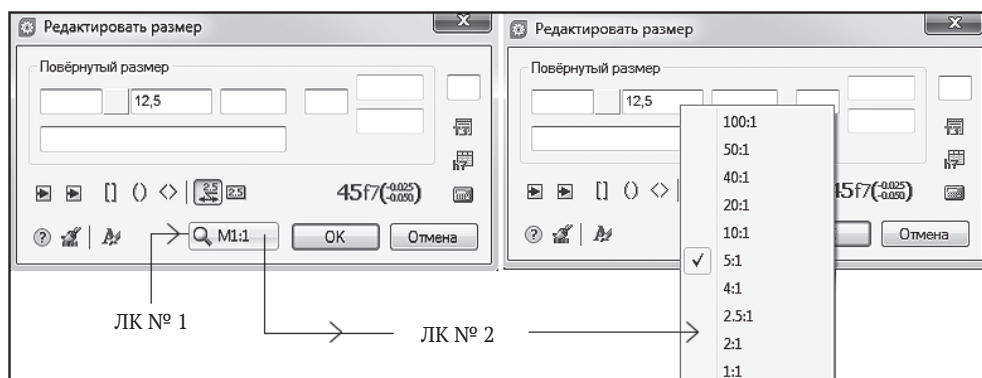


Рис. 5.19. Схема выбора масштаба при простановке истинных размеров на выносных элементах

Примеры построения, оформления и размещения местных разрезов валов приведены ниже, на рис. 5.24 и 5.25.

1.2. Сечения валов на участках со шпоночными пазами. Построение и оформление на чертежах

Требования по построению сечений и оформлению их выносных элементов на чертежах изложены в ГОСТ 2.305–2008 ЕСКД «Изображения – виды, разрезы, сечения».

Поэтапное построение сечений ступенчатых валов, выполнение и оформление выносных элементов изложено ниже.

Этап № 1. Двойным ЛК на оси вала открывают диалоговое окно **Редактирование вала** с блоком **Стандартные узлы и детали** и с рядом **иконок** в нижней части (рис. 5.20).

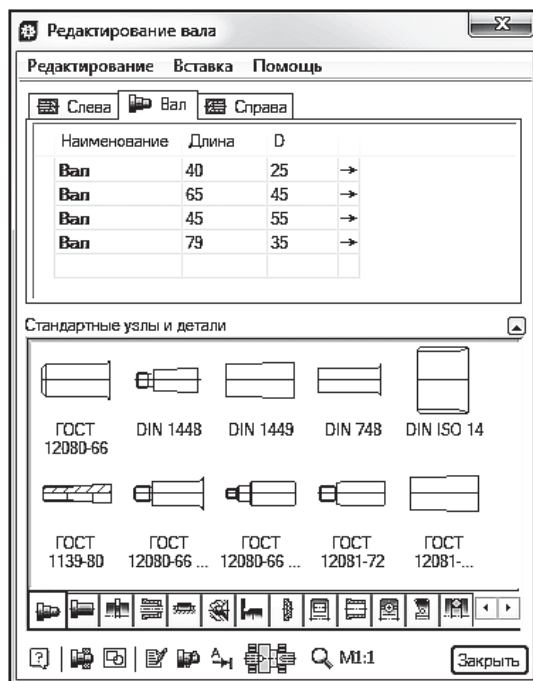
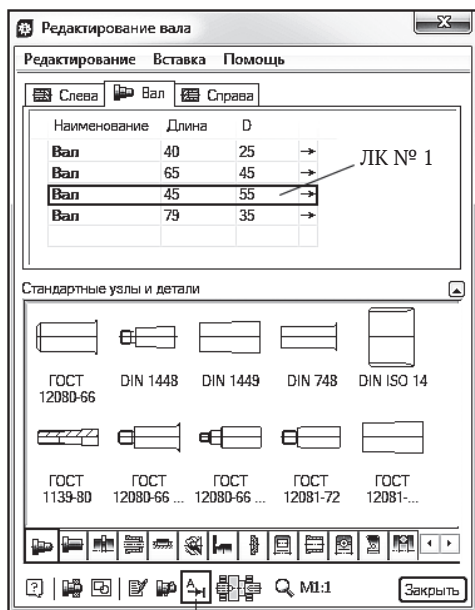


Рис. 5.20. Диалоговое окно **Редактирование вала**

Этап № 2. ЛК № 1 на участке вала со шпоночным пазом (рис. 5.21) – ЛК № 2 на иконке команды **Добавить вид/разрез** (рис. 5.21) – ЛК указывают положение сечения на поле чертежа (рис. 5.22а) – перемещением мыши указывают, а ЛК фиксируют направление сечения (рис. 5.22а) – открывается диалоговое окно **Виды, разрезы, сечения** (рис. 5.23) – из раскрывающегося списка выбирают требуемый масштаб (например, 2:1) – ЛК на кнопке **ОК** (рис. 5.23) – перемещением мыши указывают, а ЛК фиксируют точку вставки обозначения сечения на поле чертежа (рис. 5.22б) – снова открывается диалоговое окно **Редактирование вала** (рис. 5.21) – ЛК на кнопке диалогового окна **Заккрыть** (рис. 5.21) закрывают диалоговое окно – на поле чертежа появляется заштрихованное изображение сечения (рис. 5.22б).



ЛК № 2

Иконка Добавить вид/разрез

Рис. 5.21. Диалоговое окно
Редактирование вала

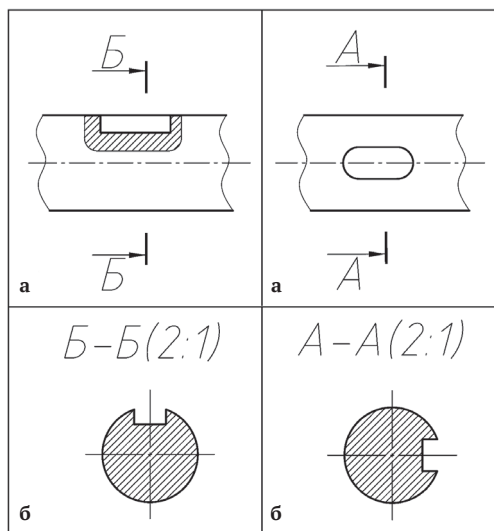


Рис. 5.22. Примеры последовательности
проставки и обозначения разрезов

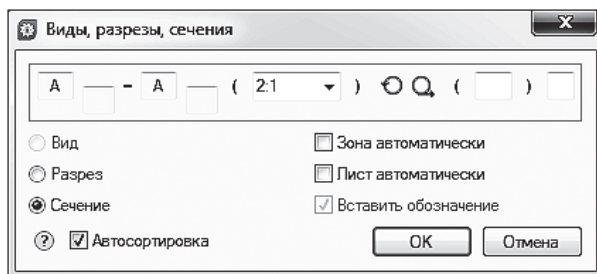


Рис. 5.23. Диалоговое окно Виды, разрезы, сечения

Примеры построения, оформления и размещения сечений валов на участках со шпоночными пазы приведены ниже, на рис. 5.24...5.26.

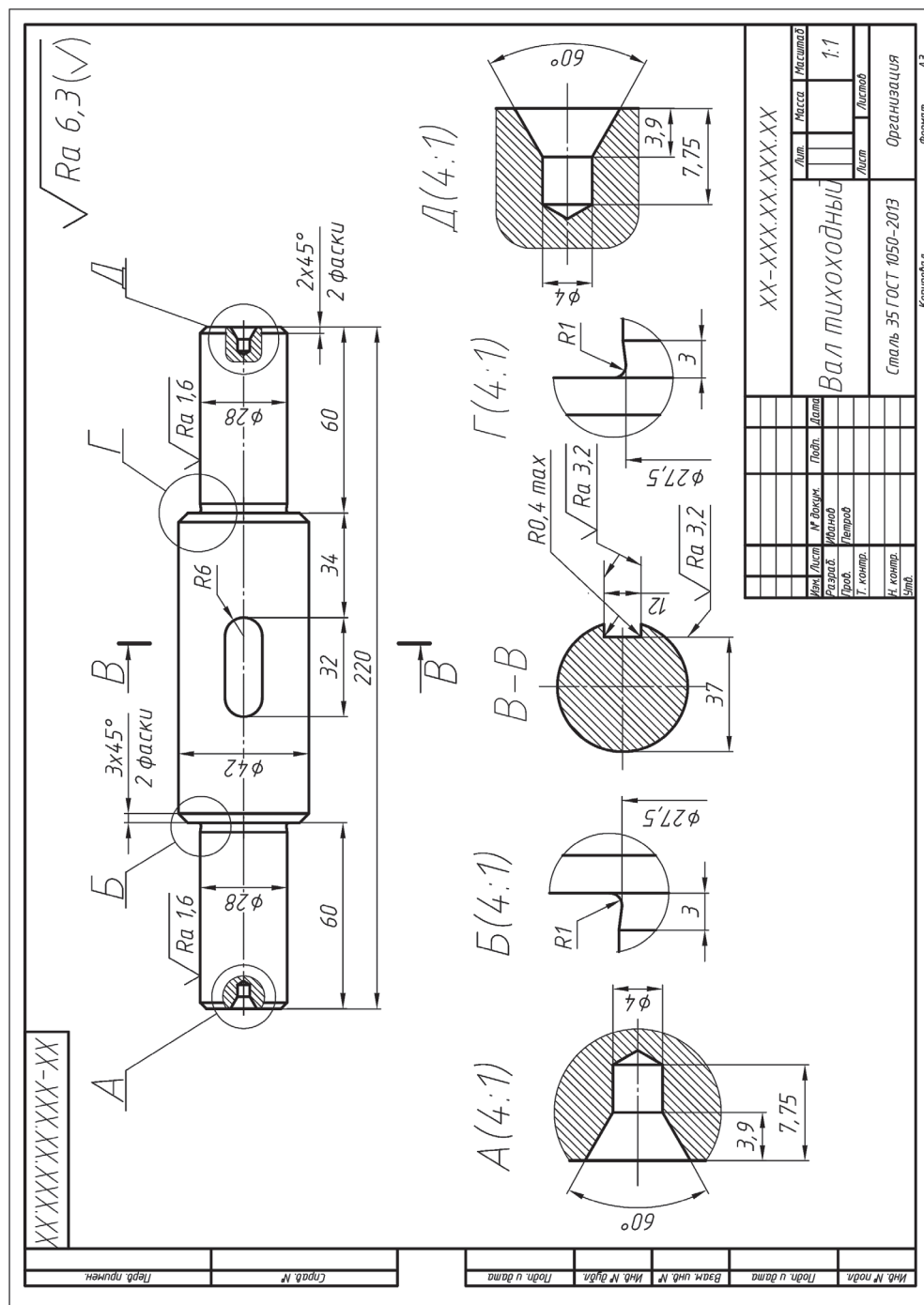
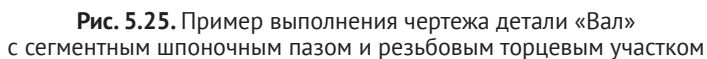


Рис. 5.24. Пример выполнения чертежа детали «Вал» с призматическим шпоночным пазом и двумя центровыми отверстиями



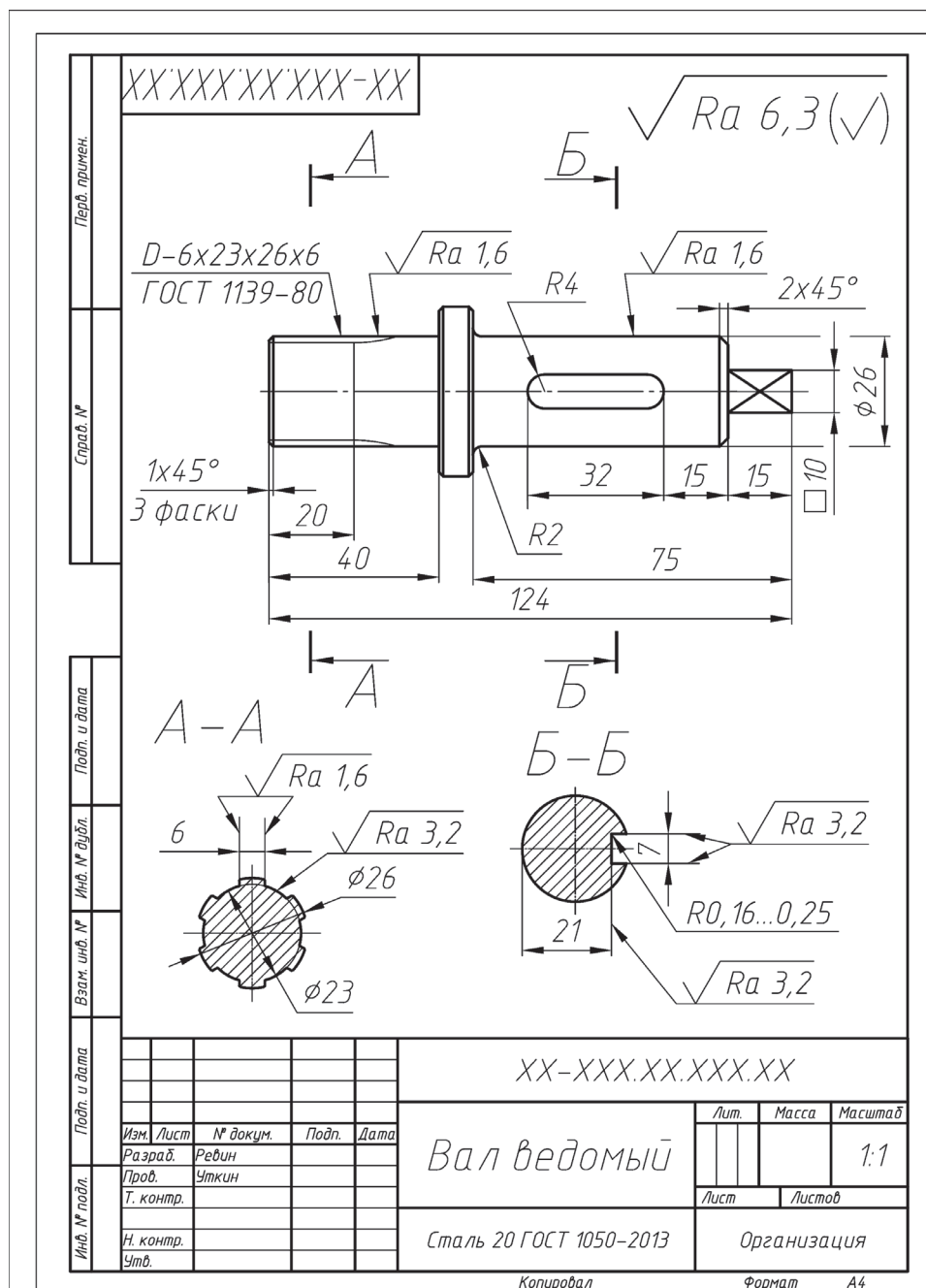


Рис. 5.26. Пример выполнения чертежа детали «Вал» с прямобочным шлицевым участком, призматическим шпоночным пазом и призматическим торцевым участком

ГЛАВА 2

Цилиндрические зубчатые колеса

На младших курсах вузов не изучают курс «Детали машин», например [9], и, соответственно, не выполняют расчеты зубчатых передач и не строят эвольвенту зубчатого колеса.

Дополнительные возможности основаны на создании **заготовки** прямозубого цилиндрического зубчатого колеса на основе **Базы элементов** программы, диалогового окна **Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса** и изменения его параметров.

2.1. Создание заготовки прямозубого цилиндрического зубчатого колеса

Этап № 1. Двойным ЛК на папке **Зубчатые колеса** панели **База элементов** (рис. 5.27) открывают списки с названиями колес (рис. 5.27). ЛК на списке «Цилиндрическое зубчатое колесо» (рис. 5.27) – появляется изображение его главного вида. ЛК указывают точку вставки колеса. Далее, в включенном режиме **ОРТО** (клавиша **F8**) указывают направление вставки (например, вправо), а ЛК осуществляют его фиксацию (рис. 5.27) – открывается диалоговое окно **Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса** (рис. 5.28) с иконками команд блока **Вид** (рис. 5.29).

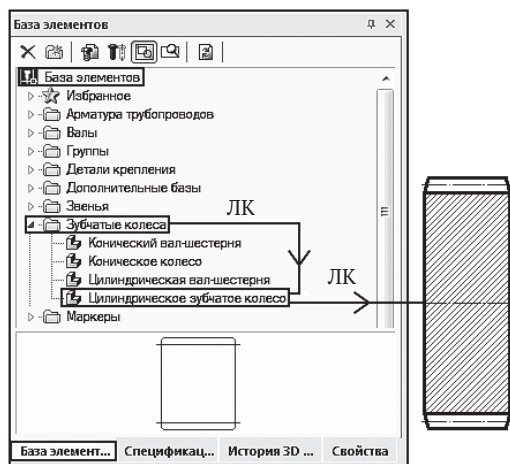


Рис. 5.27. Схема выбора и вставки зубчатого колеса в рабочее окно программы

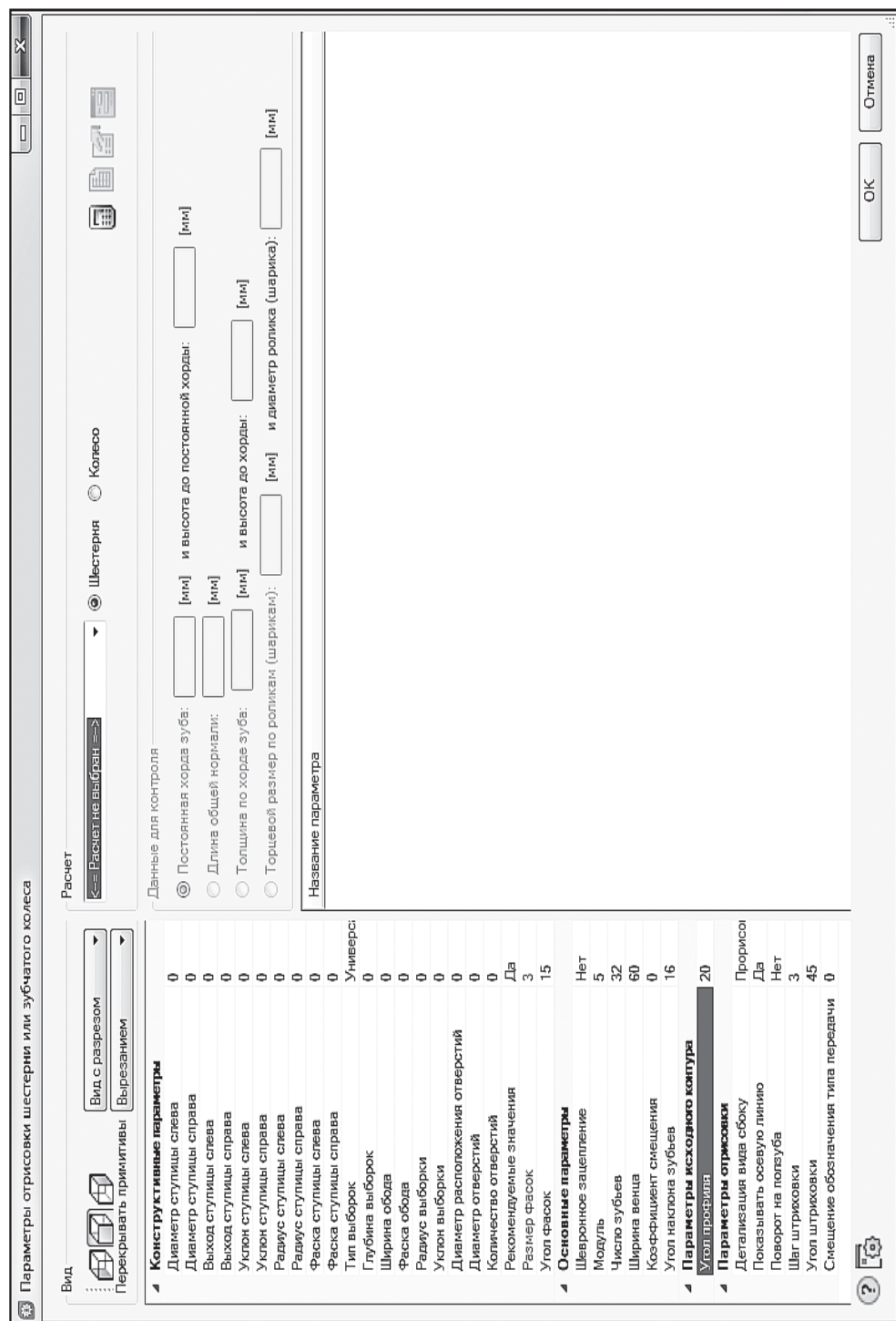


Рис. 5.28. Диалоговое окно **Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса**

Этап № 2. ЛК на кнопке **ОК** диалогового окна **Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса** (рис. 5.28) – в рабочем окне программы появляется **изображение заготовки** главного вида прямозубого цилиндрического зубчатого колеса (рис. 5.30) с предустановленными по умолчанию параметрами из окна (рис. 5.28).

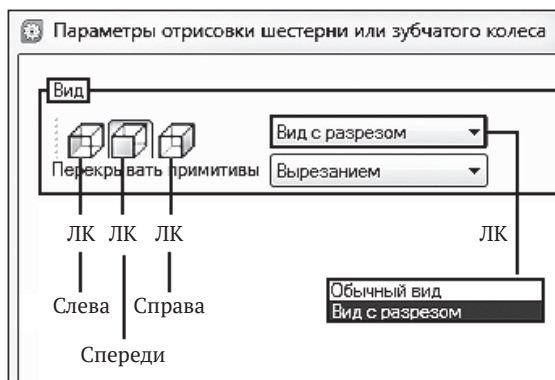


Рис. 5.29. Иконки команд блока **Вид** диалогового окна **Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса**

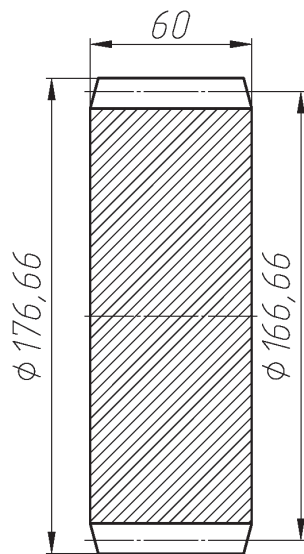


Рис. 5.30. Изображение заготовки главного вида зубчатого колеса

2.2. Примеры выполнения учебных чертежей прямозубых цилиндрических зубчатых колес

Приведенные ниже примеры выполнения учебных чертежей прямозубых цилиндрических зубчатых колес основаны на использовании:

- 1) **изображения заготовки** зубчатого колеса (рис. 5.30) и изменения ее начальных параметров в диалоговом окне **Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса** (рис. 5.28);
- 2) **натурных образцов** прямозубых цилиндрических зубчатых колес (например, рис. 5.31 [1]);
- 3) **основных вариантов изображения** прямозубых зубчатых колес (рис. 5.32...5.34) [13];

- 4) данных **ГОСТ 9563–60** «Основные нормы взаимозаменяемости. Колеса зубчатые. Модули» – модули m из предпочтительного первого ряда: 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 60; 80; 100 мм;
- 5) сведений из **ГОСТ 16532–70** «Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии»:
- а) диаметр делительной окружности $D = mz$;
 - б) диаметр окружности вершин $Da = D + 2m = m(z + 2)$;
 - в) ширина зубчатого венца колеса $L1 = (6...8)m$;
 - г) внутренний диаметр обода $D3 = Da - 8,5m$;
 - д) толщина диска $L3 = (0,3...0,5)L1$;
 - е) диаметр ступицы $D2 = 1,5D1 + 10$ мм;
 - ж) длина ступицы $L2 = (0,8...1,5)D1$;
 - з) размеров фасок на торцевых кромках зубьев $c = 0,5m \times 45^\circ$;
 - и) радиусов закруглений $R = 2...10$ мм; уклоны $y = 5^\circ...7^\circ$;

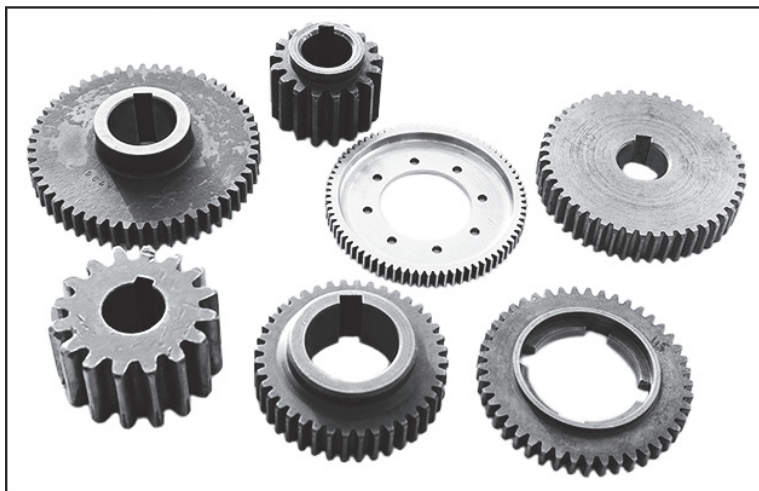


Рис. 5.31. Примеры натуральных образцов
прямоугольных цилиндрических зубчатых колес

- 6) сведений о размерах шпоночных пазов ступицы колес из **ГОСТ 23360–78** «Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки».

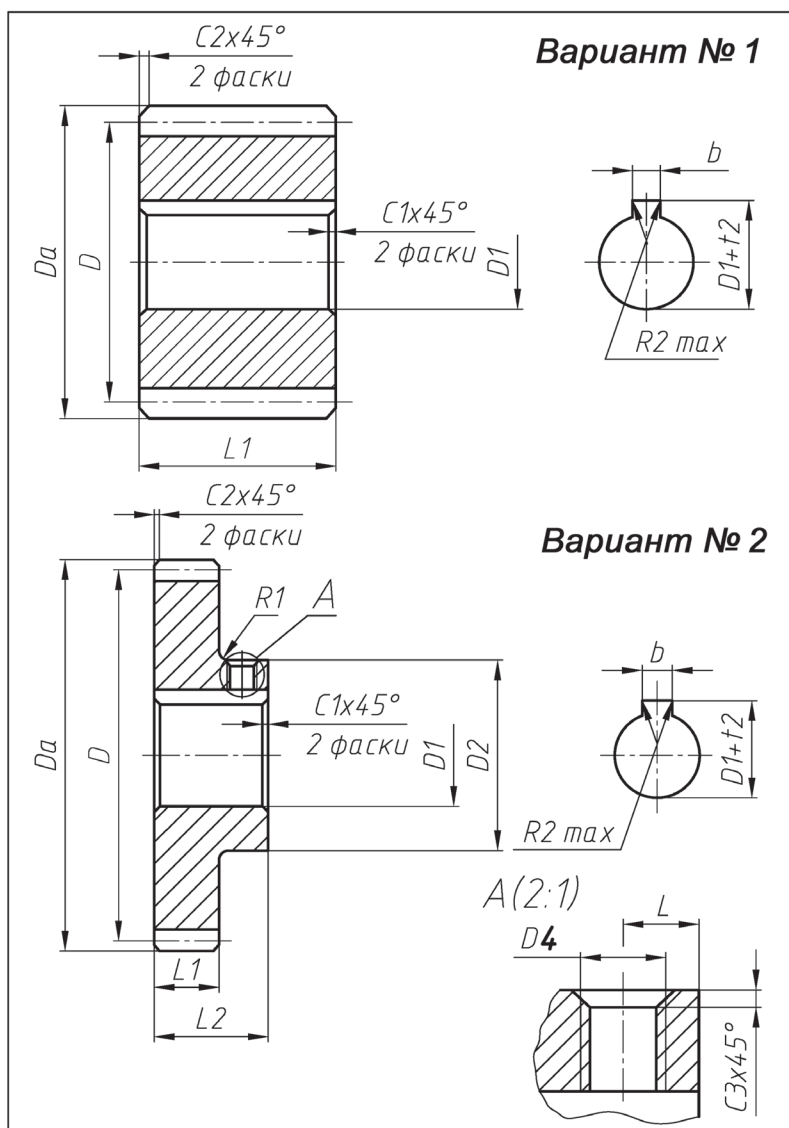


Рис. 5.32. Варианты № 1 и 2 геометрической формы и изображения прямозубых цилиндрических зубчатых колес

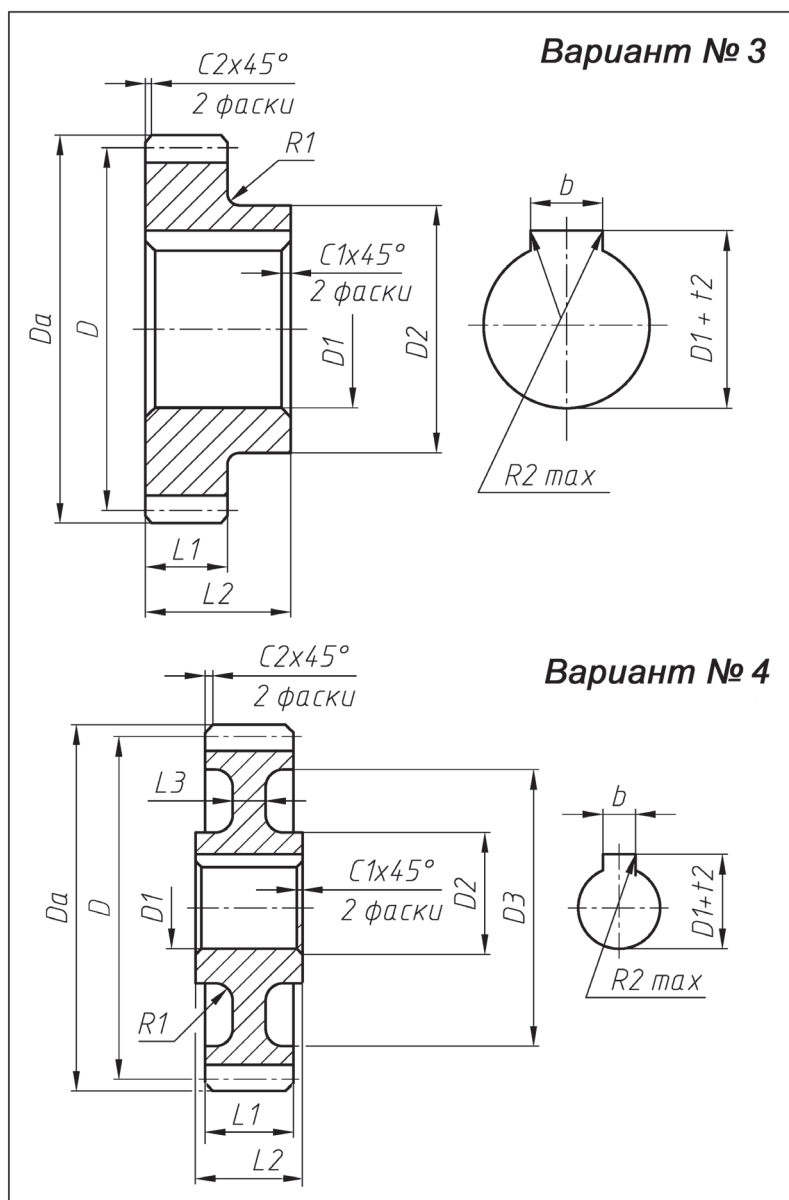


Рис. 5.33. Варианты № 3 и 4 геометрической формы и изображения прямозубых цилиндрических зубчатых колес

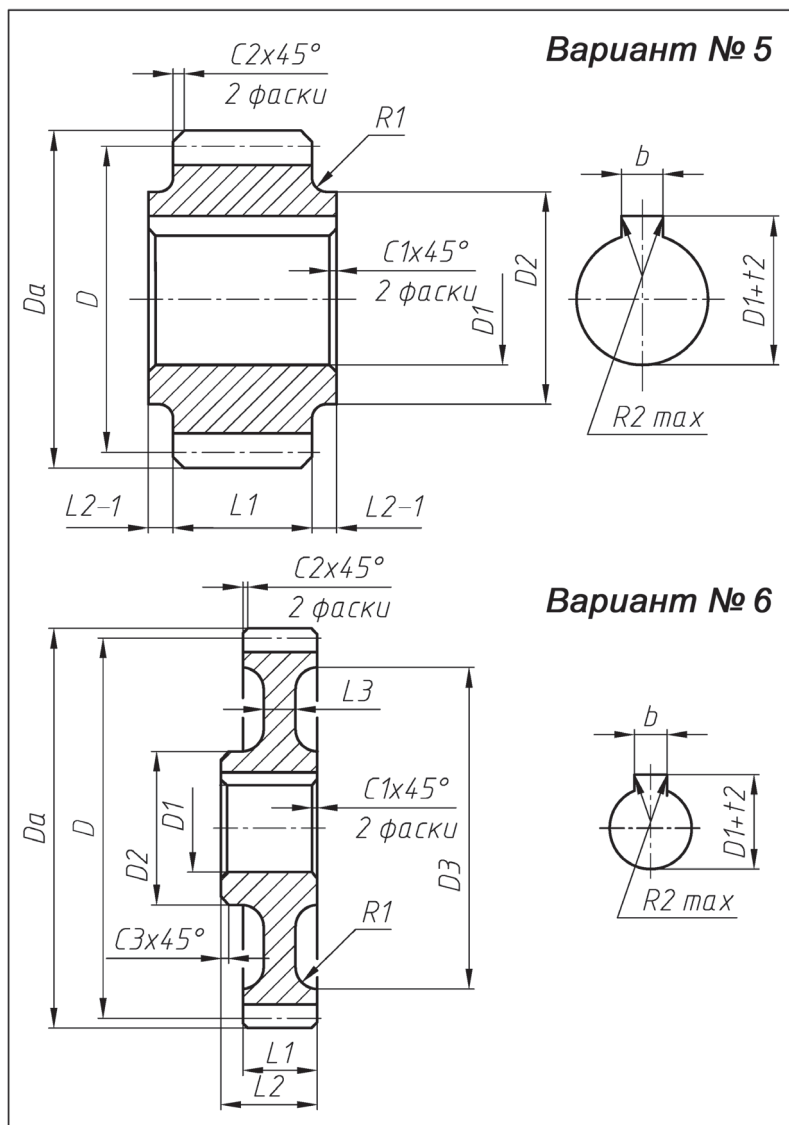


Рис. 5.34. Варианты № 5 и 6 геометрической формы и изображения прямозубых цилиндрических зубчатых колес

Ниже **для оценки новых возможностей** рассматриваются примеры выполнения учебных чертежей прямозубых цилиндрических зубчатых колес для двух различных случаев:

- 1) без расчета, с предварительно **заданным** модулем m ;
- 2) с **определением** модуля m по формуле: $m = Da / (z + 2)$.

ПРИМЕР № 1

С предварительно заданным модулем m . Геометрия колеса по варианту № 1 (рис. 5.32)

Этап № 1. На основе натурального образца прямозубого цилиндрического зубчатого колеса определяют: число его зубьев $z = 24$, ширину венца $L1 = 18$ мм; диаметр отверстия вала $D1 = 18$ мм.

Этап № 2. Предварительно **без расчета** и на основе данных ГОСТ 9563–60 **назначают** модуль m (например, $m = 3$ мм).

Этап № 3. По формулам ГОСТ 16532-70 (для будущей проверки) определяют диаметр делительной окружности $D = mz = 3 \times 24 = 72$ мм и проверяют ширину зубчатого венца $L1 = 6m = 6 \times 3 = 18$ мм.

Этап № 4. По методике работ [1, 2] осуществляют вставку формата **A4** и заполнение его основной надписи.

Этап № 5. По изложенной выше методике (подраздел 2.1) на поле формата **A4** вставляют изображение **заготовки** главного вида зубчатого колеса (рис. 5.30).

Этап № 6. Двойным ЛК на любой линии изображения заготовки открывают диалоговое окно **Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса** (рис. 5.28).

Этап № 7. В открывшемся диалоговом окне ЛК (рис. 5.35) выбирают, а с клавиатуры изменяют следующие параметры:

- 1) рекомендуемые значения – с «Да» на «Нет»;
- 2) размер фасок – с 3 на 1,6 мм;
- 3) угол фасок – с 15° на 45° ;
- 4) модуль – с 5 на 3 мм;
- 5) число зубьев – с 32 на 24;
- 6) ширину венца – с 60 на 18 мм;
- 7) угол наклона зубьев – с 15° на 0° ;
- 8) угол профиля исходного контура 20° не изменяем, **оставляя заданным в заготовке** для учебных чертежей;
- 9) ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – появляется изображение главного вида зубчатого колеса (рис. 5.38).

Этап № 8. Последовательными ЛК из папок и списков **Базы элементов** (рис. 5.36) выбирают список **Шпоночный паз ступицы ГОСТ 23360–78** (рис. 5.36). При включенных режимах **ОРТО** (клавиша **F8**) и объектной привязки (клавиша **F3**) указывают ЛК точку вставки шпоночного паза (на его оси с левого торца колеса), а на повторный вопрос перемещением курсора мыши «вправо» указывают направление вставки – открывается диалоговое окно **Шпоночный паз ступицы ГОСТ 23360–78** (рис. 5.37).

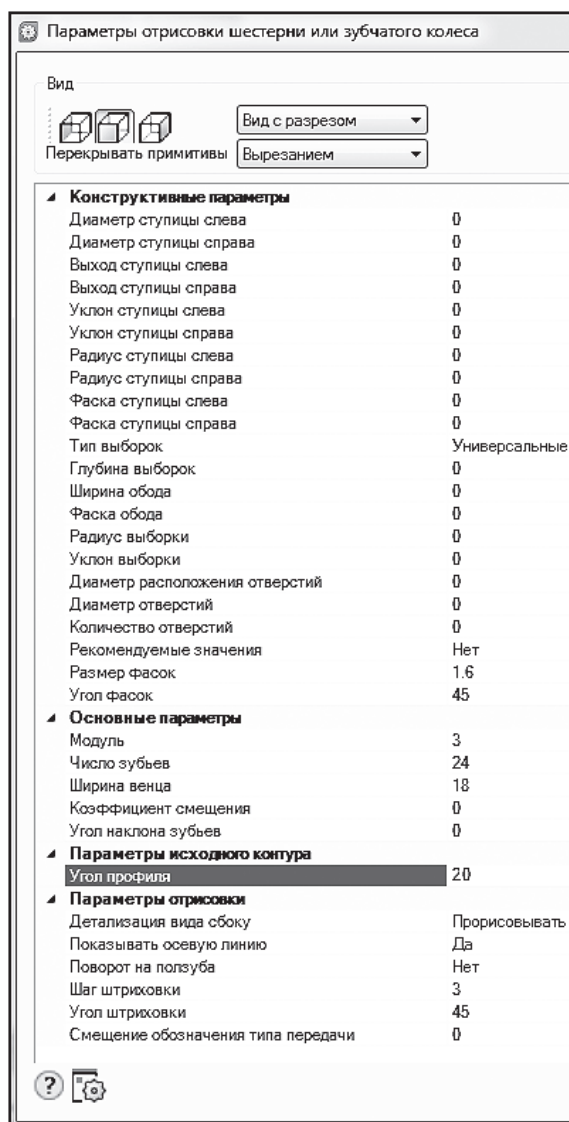


Рис. 5.35. Фрагмент диалогового окна
Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса
(для примера № 1)

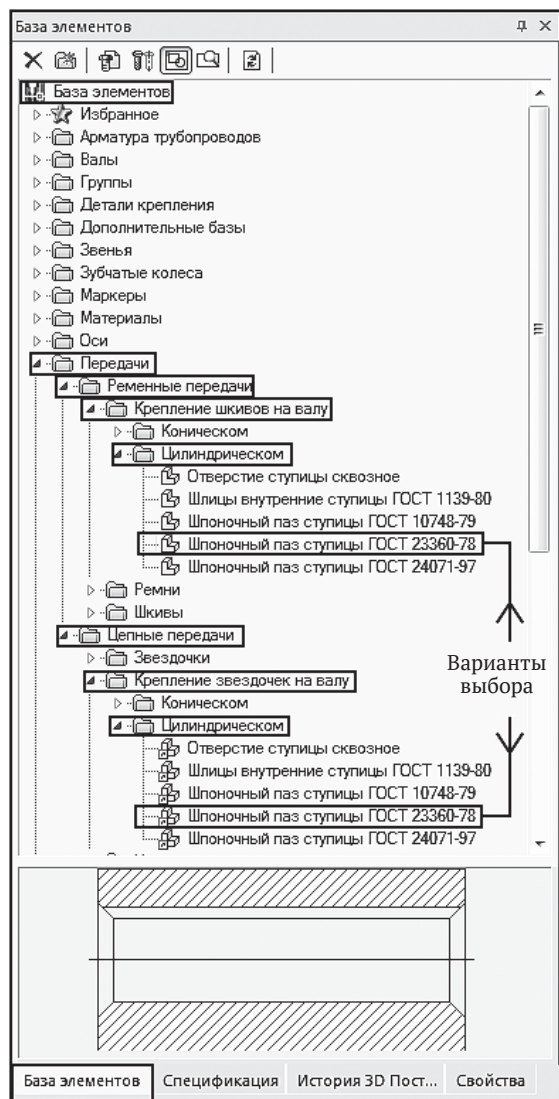


Рис. 5.36. Схема выбора шпоночного паза ступицы зубчатого колеса (эквивалентные варианты выбора при выполнении учебных чертежей)

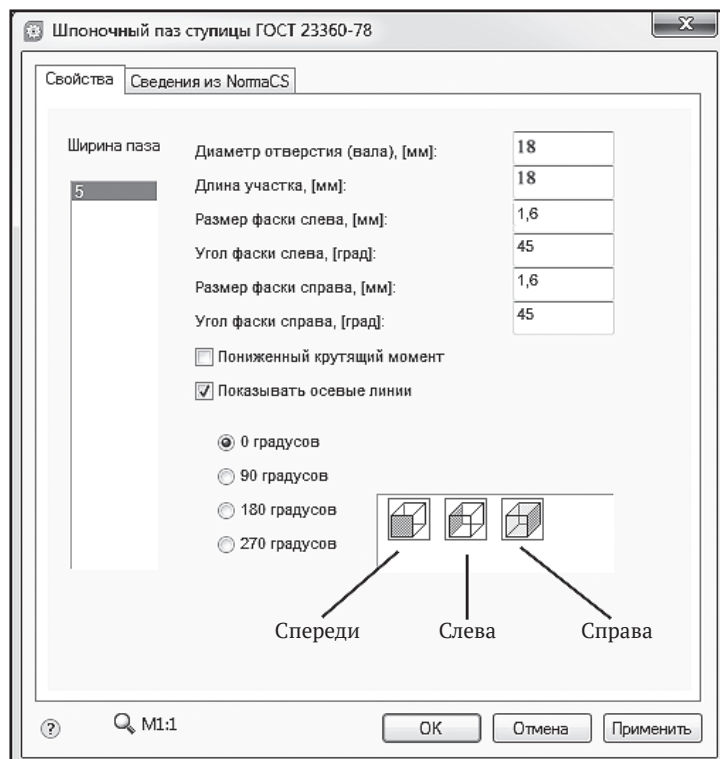


Рис. 5.37. Диалоговое окно **Шпоночный паз ступицы ГОСТ 23360–78**
(для примера № 1)

Этап № 9. В диалоговом окне ЛК выбирают, а с клавиатуры устанавливают вышеприведенные параметры: диаметр отверстия вала – **18 мм**; длина участка – **18 мм**; размер фасок – **1,6 мм** (рис. 5.37). Далее ЛК закрывают диалоговое окно – на поле формата появляется изображение главного вида колеса со шпоночным пазом (рис. 5.38).

Этап № 10. Используя команду **Копирование**, например из группы Редактирование на вкладке Главная, режим **ОРТО** (клавиша **F8**) и выделение шпоночного паза обычной рамкой, осуществляют его копирование вправо с фиксацией ЛК его положения (рис. 5.38).

Этап № 11. Двойным ЛК на любой линии изображения скопированного шпоночного паза открывают диалоговое окно **Шпоночный паз ступицы ГОСТ 23360–78** (рис. 5.37), Далее ЛК на иконке выбирают вид **Слева** и ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – появляется изображение шпоночного паза слева (рис. 5.38).

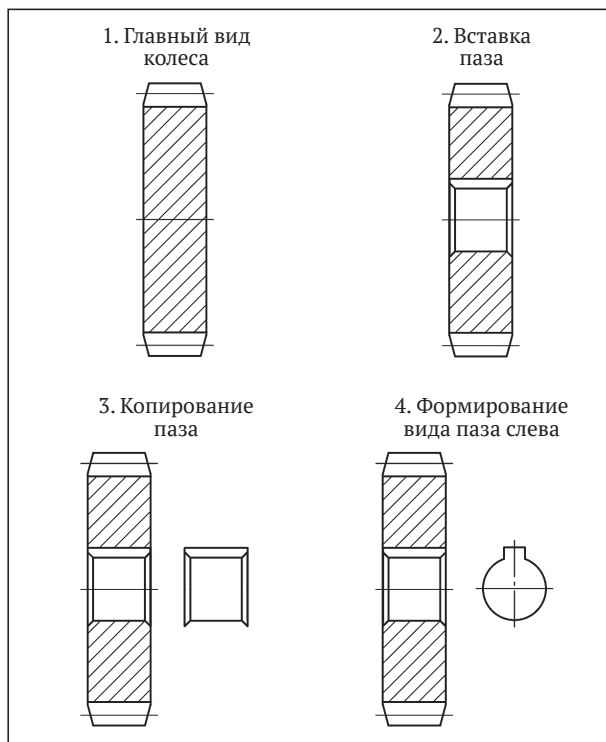


Рис. 5.38. Последовательность формирования изображений зубчатого колеса (для примера № 1)

Этап № 12. Вывод и размещение таблицы параметров: **1)** последовательными ЛК из папки **Таблицы** (рис. 5.39) **Базы элементов** выбирают список **Таблица параметров зубчатого колеса** (рис. 5.39). Перемещением курсора мыши устанавливают, а ЛК фиксируют положение таблицы за пределами формата **A4** (рис. 5.40).

Этап № 13. Редактирование таблицы осуществляют аналогично редактированию спецификации сборочного чертежа [1, 2], при этом учитывают, что в учебных чертежах деталей таблицу обычно изображают в упрощенном виде (только из **трех частей**). Далее таблицу перемещают на поле формата **A4** (рис. 5.41).

Этап № 14. Осуществляют оформление чертежа в соответствии с требованиями **ГОСТ 2.403–75 ЕСКД «Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес»**, включая: **1)** выбор главного вида; **2)** размещение **таблицы параметров зубчатого венца**. Далее проставляют размеры [1, 2], знаки шероховатости поверхности [1, 2] и технические требования (раздел V, глава 4).

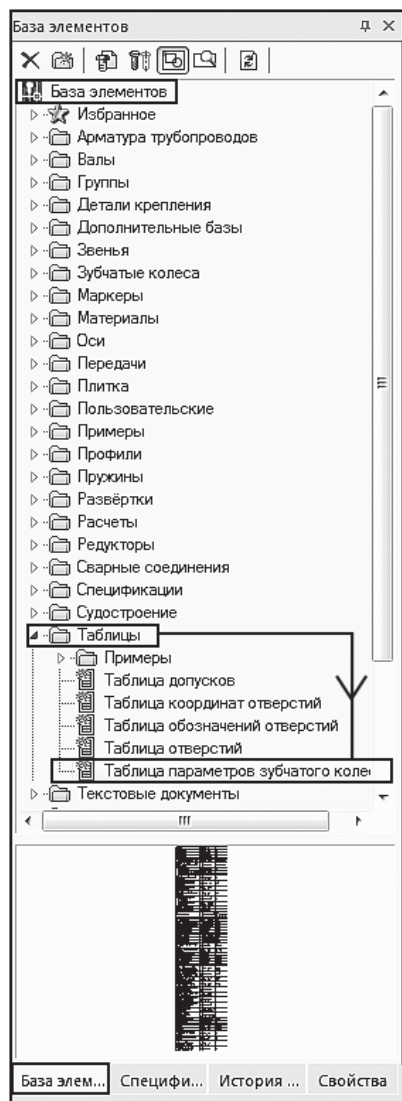


Рис. 5.39. Схема выбора
таблицы параметров зубчатого колеса

Ниже на рис. 5.41 приведен пример выполнения учебного чертежа детали «**Колесо зубчатое**» по условиям **Примера № 1**.

Модуль		m	[mcs_m]	5
Число зубьев		z_1	[mcs_z11]	32
Число зубьев		z_2	[mcs_z21]	64
Угол наклона		β	[mcs_beta]	16,25
Направление линии зуба		–	[mcs_rDirect]	Правое
Нормальный исходный контур		–	[mcs_gost1]	ГОСТ 13755–81
Нормальный исходный контур с модификацией		–	[mcs_gost2]	ГОСТ 13755–81
Нормальный исходный контур	Угол профиля	α	[mcs_alfa]	20
	Коэффициент высоты головки	h_a^*	[mcs_hazv]	1
	Коэффициент высоты ножки	h_f^*	[mcs_hfzv]	1,25
	Коэффициент граничной высоты	h_l^*	[mcs_hlzv]	2
	Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой	ρ_f^*	[mcs_rofzv]	0,38
	Коэффициент глубины захода зубьев	h_w^*	[mcs_hWzv]	2
	Коэффициент радиального зазора	c^*	[mcs_czv]	0,25
	Коэффициент высоты модификации	h_g^*	[mcs_hgzv]	0
	Коэффициент глубины модификации	Δ^*	[mcs_deltazv]	0
Коэффициент смещения		x_1	[mcs_x11]	0
Коэффициент смещения		x_2	[mcs_x21]	0
Степень точности		–	[mcs_tochnost]	7–В по ГОСТ 1643–81

Рис. 5.40. Фрагмент таблицы параметров зубчатого колеса

Рекомендация. При необходимости и для повышения визуального восприятия изображения зубчатого колеса: **1)** копируют изображение его главного вида (рис. 5.41); **2)** двойным ЛК на любой линии скопированного изображения открывают диалоговое окно **Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса** (рис. 5.35); **3)** в диалоговом окне ЛК выбирают вид **Справа**, изображение **Обычный вид**, ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – появляется изображение зубчатого колеса на виде слева; **4)** исходный формат **A4** преобразуют в формат **A3** (раздел IV, глава 3); **5)** осуществляют компоновку всех изображений зубчатого колеса на формате **A3** (рис. 5.42).

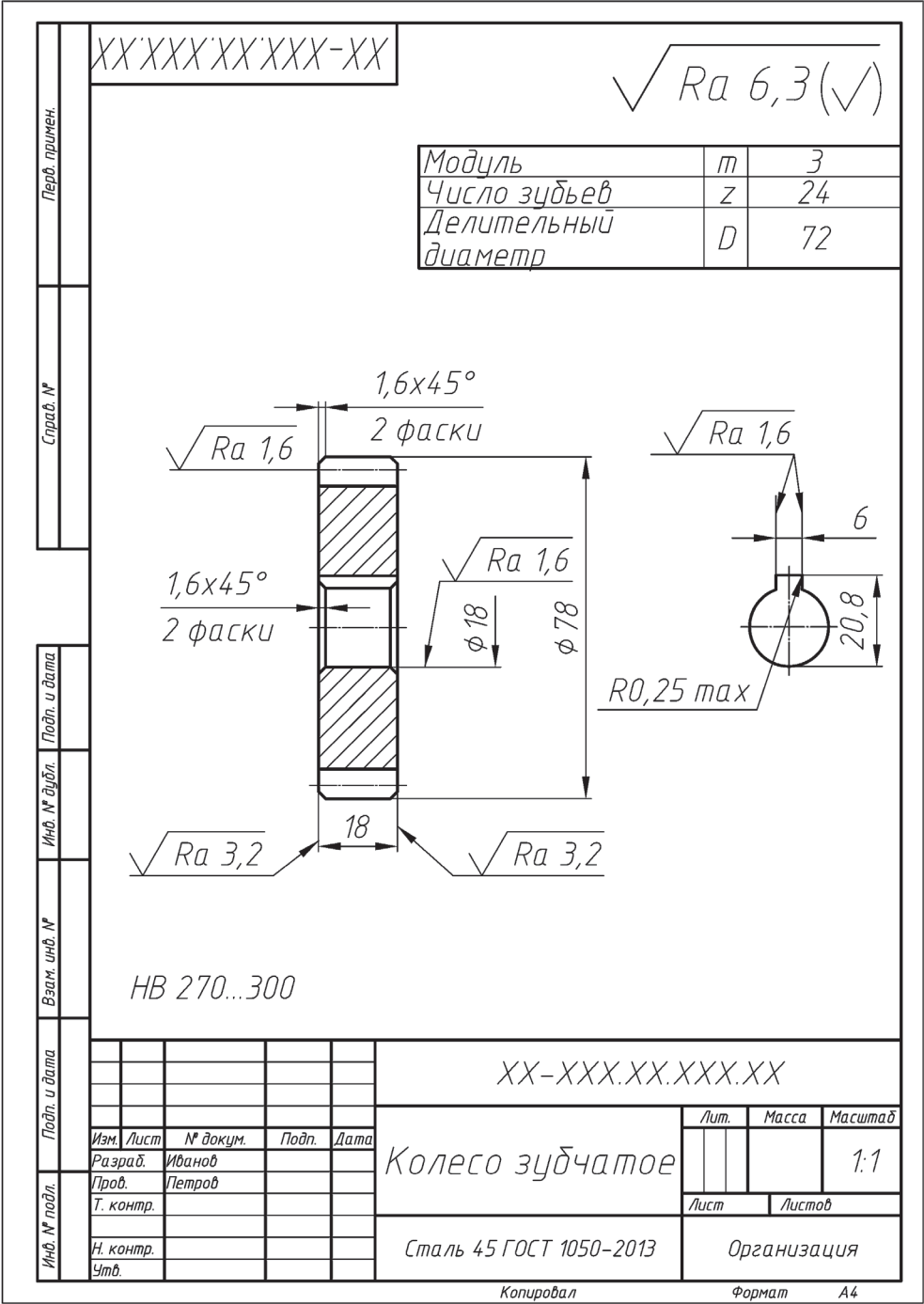


Рис. 5.41. Выполнения учебного чертежа детали «Колесо зубчатое» (Пример № 1)

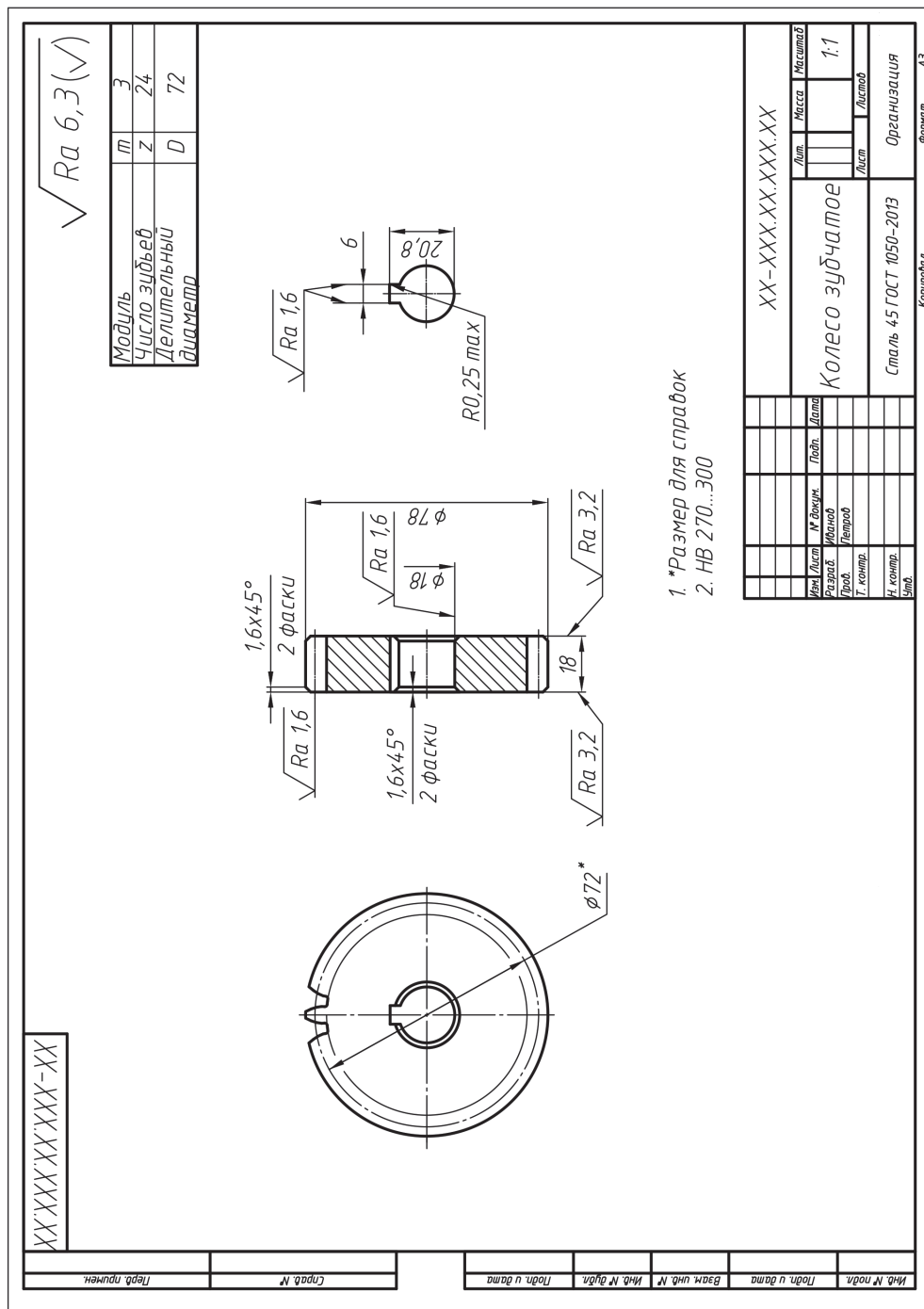


Рис. 5.42. Пример выполнения учебного чертежа детали «Колесо зубчатое» на формате А3
(исходные данные – рис. 5.41)

ПРИМЕР № 2

С предварительно определенным модулем m . Геометрия колеса по варианту № 3 (рис. 5.33)

Этап № 1. На основе натурального образца определяют: диаметр окружности вершин $Da = 96$ мм; число зубьев $z = 30$; ширину венца $L1 = 30$ мм; диаметр ступицы $D2 = 50$ мм; выход ступицы справа $L2 - L1 = 15$ мм; диаметр отверстия вала $D1 = 28$ мм.

Этап № 2. Предварительно по формуле определяют модуль m : $m = Da/(z + 2) = 96/(30 + 2) = 3$, что соответствует данным ГОСТ 9563–60 «Основные нормы взаимозаменяемости. Колеса зубчатые. Модули».

Этап № 3. По формулам ГОСТ 16532–70 (для будущей проверки размера на чертеже) определяют диаметр делительной окружности $D = mz = 3 \times 30 = 90$ мм.

Этап № 4. По методике работ [1, 2] осуществляют вставку формата А4 и заполнение его основной надписи (рис. 5.45).

Этап № 5. По изложенной выше методике (подраздел 5.1) на поле формата А4 вставляют изображение заготовки главного вида зубчатого колеса.

Этап № 6. Двойным ЛК на любой линии изображения заготовки открывают диалоговое окно **Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса** (рис. 5.28).

Этап № 7. В открывшемся диалоговом окне ЛК выбирают, а с клавиатуры изменяют следующие параметры (рис. 5.43):

- 1) диаметр ступицы справа – с 0 на 50 мм;
- 2) выход ступицы справа – с 0 на 15 мм;
- 3) радиус ступицы справа – с 0 на 3 мм;
- 4) фаска ступицы справа – с 0 на 2 мм;
- 5) рекомендуемые значения – с «Да» на «Нет»;
- 6) размер фасок – с 3 на 2 мм;
- 7) угол фасок – с 15° на 45° ;
- 8) модуль – с 5 на 3 мм;
- 9) число зубьев – с 32 на 30;
- 6) ширину венца – с 60 на 30 мм;
- 7) угол наклона зубьев – с 16° на 0° ;
- 8) угол профиля исходного контура 20° не изменяем, оставляя заданным в заготовке для учебных чертежей;
- 9) ЛК на кнопке ОК закрывают диалоговое окно – на поле формата А4 появляется изображение главного вида зубчатого колеса.

Этап № 8. Последовательными ЛК из папок и списков **Базы элементов** (рис. 5.35) выбирают список **Шпоночный паз ступицы ГОСТ 23360–78** (рис. 5.35). При включенных режимах **ОРТО** (клавиша F8) и объектной привязки (клавиша F3) указывают ЛК точку вставки шпоночного паза (на его оси с левого торца колеса), а на повторный вопрос перемещением курсора мыши

вправо указывают направление вставки – открывается диалоговое окно **Шпоночный паз ступицы ГОСТ 23360–78** (рис. 5.44).

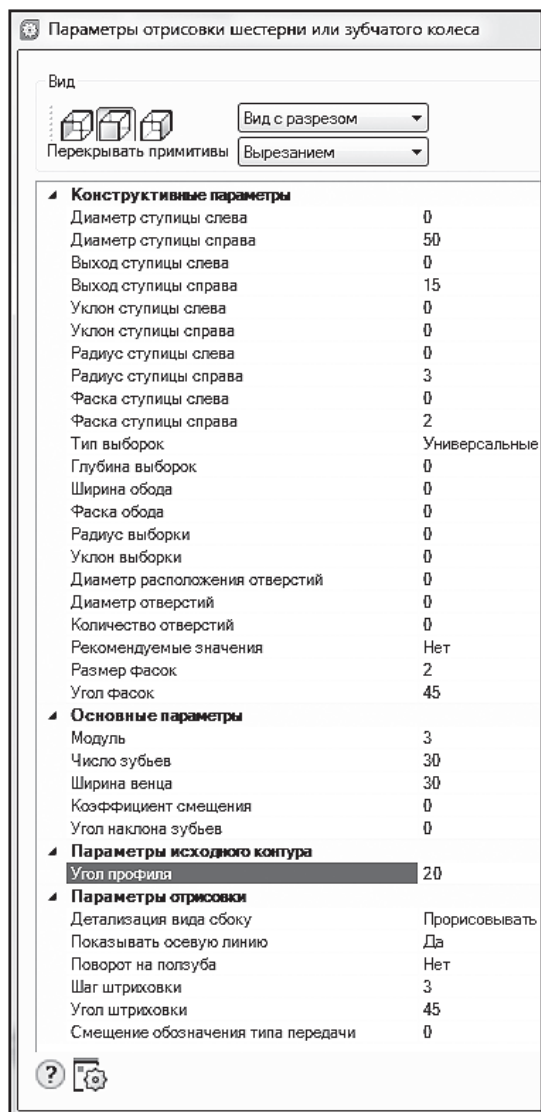


Рис. 5.43. Фрагмент диалогового окна
Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса
(для примера № 2)

Этап № 9. В диалоговом окне ЛК выбирают, а с клавиатуры устанавливают вышеприведенные параметры: диаметр отверстия вала – **28 мм**; длина участка – **45 мм**; размер фасок – **2 мм** (рис. 5.44). Далее ЛК закрывают диалоговое окно – на поле формата **A4** появляется изображение главного вида колеса со шпоночным пазом (рис. 5.45).

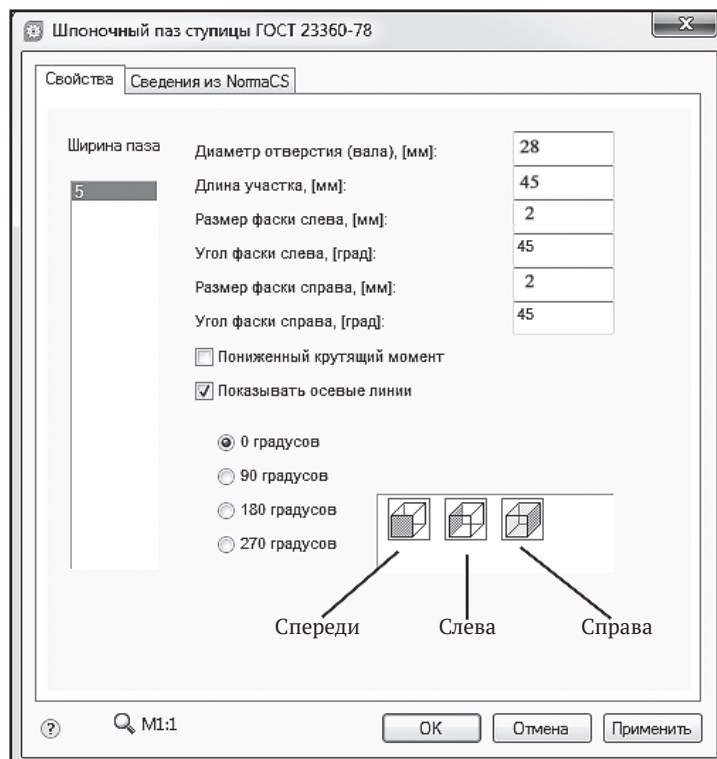


Рис. 5.44. Диалоговое окно **Шпоночный паз ступицы ГОСТ 23360–78** (для примера № 2)

Этап № 10. Используя команду **Копирование**, например из группы Редактирование на вкладке **Главная**, режим **ОРТО** (клавиша F8) и выделение шпоночного паза обычной рамкой, осуществляют его копирование вправо с фиксацией ЛК его положения.

Этап № 11. Двойным ЛК на любой линии изображения скопированного шпоночного паза открывают диалоговое окно **Шпоночный паз ступицы ГОСТ 23360–78** (рис. 5.44). Далее ЛК на иконке выбирают вид **Слева** и ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – на поле формата **A4** появляется изображение шпоночного паза слева (рис. 5.45).

Этап № 12. Вывод и размещение таблицы параметров: 1) последовательными ЛК из папки **Таблицы** (рис. 5.39) **Базы элементов** выбирают список **Таблица параметров зубчатого колеса** (рис. 5.39). Перемещением курсора мыши устанавливают, а ЛК фиксируют положение таблицы за пределами формата **A4** (рис. 5.40).

Этап № 13. Редактирование таблицы осуществляют аналогично редактированию спецификации сборочного чертежа [1, 2], при этом учитывают, что в учебных чертежах деталей таблицу обычно изображают в упрощенном виде (только из **трех частей**). Далее таблицу перемещают на поле формата **A4** (рис. 5.45).

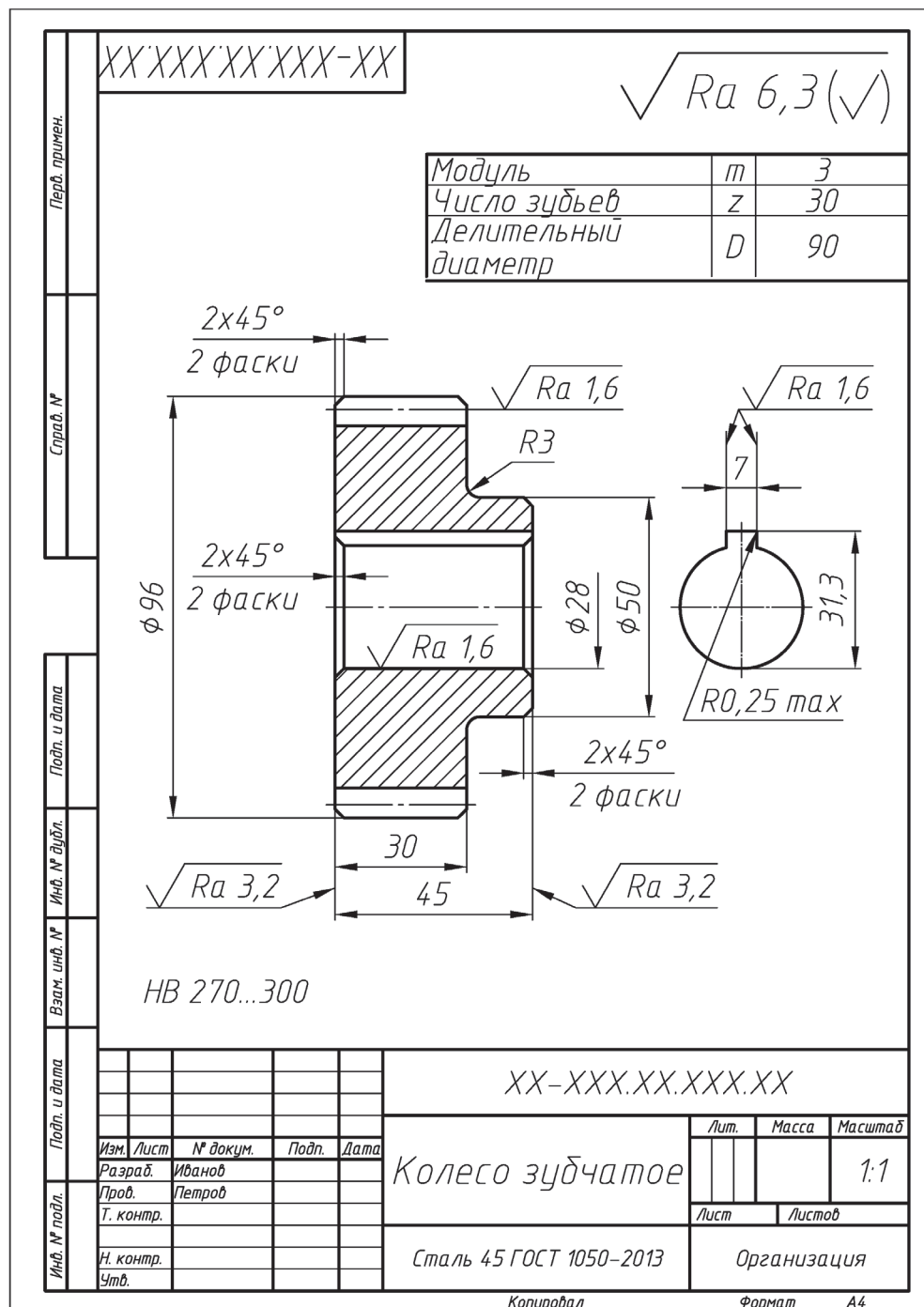
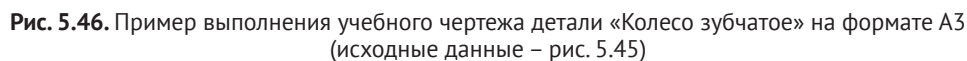


Рис. 5.45. Выполнения учебного чертежа детали «Колесо зубчатое» (Пример № 2)



Этап № 14. Осуществляют оформление чертежа в соответствии с требованиями ГОСТ 2.403–75 ЕСКД «Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес», включая: 1) выбор главного вида; 2) размещение **таблицы параметров зубчатого венца**.

Далее проставляют размеры [1, 2], знаки шероховатости поверхности [1, 2] и технические требования (раздел V, глава 4).

Ниже на рис. 5.45 приведен пример выполнения учебного чертеж детали «**Колесо зубчатое**» по условиям **Примера № 2**.

Рекомендация. При необходимости и для повышения визуального восприятия изображения зубчатого колеса: 1) копируют изображение его главного вида (рис. 5.45); 2) двойным ЛК на любой линии скопированного изображения открывают диалоговое окно **Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса** (рис. 5.43); 3) в диалоговом окне ЛК выбирают вид **Справа**, изображение **Обычный вид**, ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – появляется изображение зубчатого колеса на виде справа (рис. 5.46); 4) исходный формат А4 преобразуют в формат А3 (раздел IV, глава 3); 5) осуществляют компоновку всех изображений прямозубого цилиндрического зубчатого колеса на формате А3 (рис. 5.46).

ПРИМЕР № 3

С предварительно определенным модулем m . Геометрия колеса по варианту № 6 (рис. 2.65)

Этап № 1. На основе натурального образца прямозубого цилиндрического зубчатого колеса определяют: диаметр окружности вершин $D_a = 152$ мм; число его зубьев $z = 74$; ширину венца $L_1 = 20$ мм; диаметр ступицы $D_2 = 32$ мм; выход ступицы слева $L_2 - L_1 = 8$ мм; диаметр отверстия вала $D_1 = 14$ мм; толщину диска $L_3 = 8$ мм; диаметр обода $D_3 = 131$ мм.

Этап № 2. Предварительно по формуле определяют модуль m : $m = D_a / (z + 2) = 152 / (74 + 2) = 2$, что соответствует данным ГОСТ 9563–60 «Основные нормы взаимозаменяемости. Колеса зубчатые. Модули».

Этап № 3. По формулам ГОСТ 16532–70 (для будущей проверки размера на чертеже) определяют диаметр делительной окружности $D = mz = 2 \times 74 = 148$ мм.

Этап № 4. По методике работ [1, 2] осуществляют вставку формата А3 и заполнение его основной надписи (рис. 5.49).

Этап № 5. По изложенной выше методике (подраздел 5.1) на поле формата А3 вставляют изображение заготовки главного вида зубчатого колеса.

Этап № 6. Двойным ЛК на любой линии изображения заготовки открывают диалоговое окно **Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса** (рис. 5.28).

Этап № 7. В открывшемся диалоговом окне ЛК выбирают, а с клавиатуры изменяют следующие параметры (рис. 5.47):

- 1) диаметр ступицы справа – с 0 на 34 мм;
- 2) диаметр ступицы слева – с 0 на 34 мм;

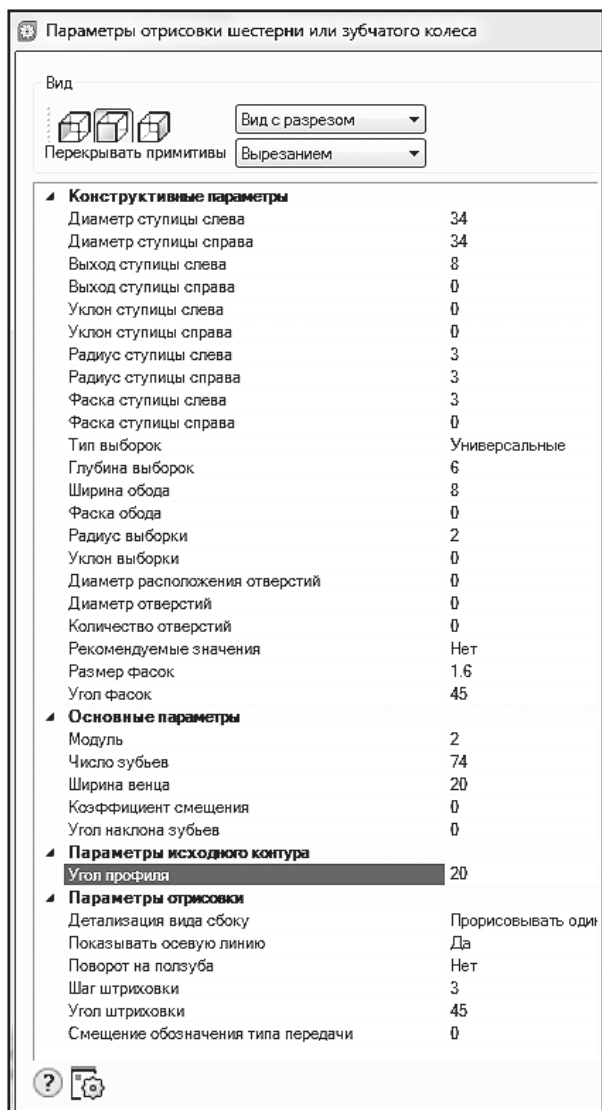


Рис. 5.47. Фрагмент диалогового окна
Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса (для примера № 3)

- 3) выход ступицы слева – с 0 на 8 мм;
- 4) радиус ступицы слева – с 0 на 3 мм;
- 5) радиус ступицы справа – с 0 на 3 мм;
- 6) тип выборки – универсальная;
- 7) глубина выборки – с 0 на 6 мм;
- 8) ширина обода – с 0 на 8 мм;
- 9) радиус выборки – с 0 на 2 мм;

- 10) рекомендуемые значения – с «Да» на «Нет»;
- 11) размер фасок – с 3 на 1,6 мм;
- 12) угол фасок – с 15° на 45°;
- 13) модуль – с 5 на 2 мм;
- 14) число зубьев – с 32 на 74;
- 15) ширину венца – с 60 на 20 мм;
- 16) угол наклона зубьев – с 16° на 0°;
- 17) угол профиля 20° оставляем заданным в заготовке;
- 18) ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – на поле формата **A3** появляется изображение главного вида зубчатого колеса.

Этап № 8. Последовательными ЛК из папок и списков **Базы элементов** (рис. 5.39) выбирают список **Шпоночный паз ступицы ГОСТ 23360-78** (рис. 5.39). При включенных режимах **ОРТО** (клавиша **F8**) и объектной привязки (клавиша **F3**) указывают ЛК точку вставки шпоночного паза (на его оси с левого торца колеса), а на повторный вопрос перемещением курсора мыши «вправо» указывают направление вставки – открывается диалоговое окно **Шпоночный паз ступицы ГОСТ 23360-78** (рис. 5.48).

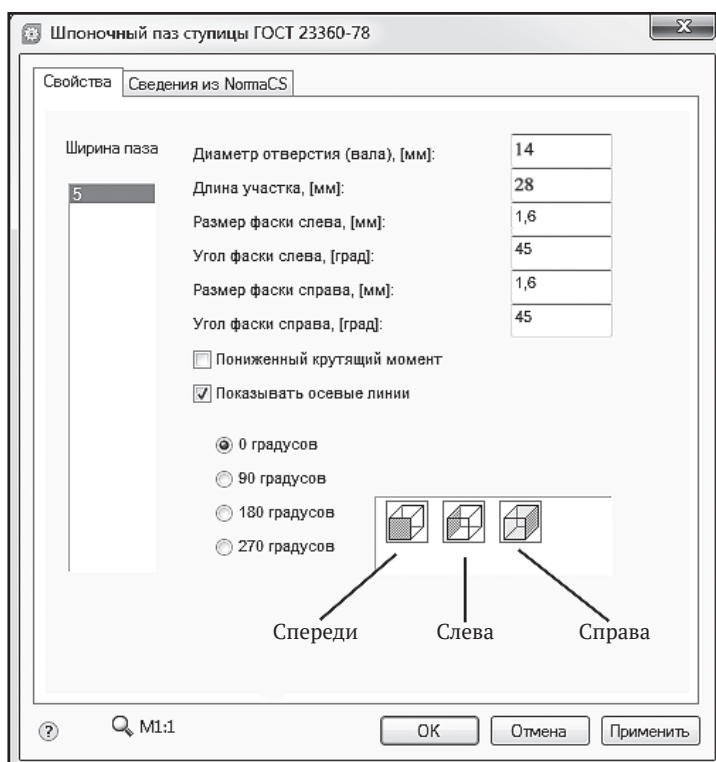


Рис. 5.48. Диалоговое окно
Шпоночный паз ступицы ГОСТ 23360-78 (для примера № 3)

Этап № 9. В диалоговом окне (рис. 5.48) **ЛК** выбирают, а с клавиатуры устанавливают вышеприведенные параметры: диаметр отверстия вала – **14 мм**; длина участка – **28 мм**; размер фасок – **1,6 мм** (рис. 5.48). Далее **ЛК** закрывают диалоговое окно – на поле формата **A3** появляется изображение главного вида колеса со шпоночным пазом (рис. 5.49).

Этап № 10. Используя команду **Копирование**, например из группы Редактирование на вкладке **Главная**, режим **ОРТО** (клавиша **F8**) и выделение изображения главного вида колеса со шпоночным пазом обычной рамкой, осуществляют его копирование вправо с фиксацией **ЛК** его положения.

Этап № 11. Двойным **ЛК** на любой линии скопированного изображения открывают диалоговое окно **Параметры отрисовки шестерни или зубчатого колеса** (рис. 5.47). В диалоговом окне **ЛК** выбирают вид **Слева**, изображение **Обычный вид**, **ЛК** на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно – появляется изображение зубчатого колеса на виде слева (рис. 5.49).

Этап № 12. Вывод и размещение таблицы параметров: **1)** последовательными **ЛК** из папки **Таблицы** (рис. 5.39) **Базы элементов** выбирают список **Таблица параметров зубчатого колеса** (рис. 5.39). Перемещением курсора мыши устанавливают, а **ЛК** фиксируют положение таблицы за пределами формата **A3** (рис. 5.40).

Этап № 13. Редактирование таблицы осуществляют аналогично редактированию спецификации сборочного чертежа [1, 2], при этом учитывают, что в учебных чертежах деталей таблицу обычно изображают в упрощенном виде (только из **трех частей**). Далее таблицу перемещают на поле формата **A3** (рис. 5.49).

Этап № 14. Осуществляют оформление чертежа в соответствии с требованиями **ГОСТ 2.403–75 ЕСКД** «Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес», включая:

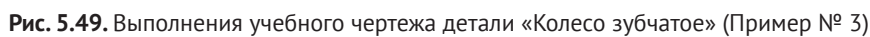
- 1) выбор главного вида;
- 2) размещение **таблицы параметров зубчатого венца**.

Далее проставляют размеры [1, 2], знаки шероховатости поверхности [1, 2] и технические требования (раздел V, глава 4).

Ниже на рис. 5.49 приведен пример выполнения учебного чертеж детали «**Колесо зубчатое**» по условиям **Примера № 3**.

Важно знать!!! Оценка новых возможностей построения с использованием натуральных образцов прямозубых цилиндрических зубчатых колес различных размеров, различной геометрической формы, назначаемых или рассчитанных для них модулей **m** показала:

- 1) программа автоматически верно определяет у них диаметры делительных окружностей $D = zm$,
- 2) программа автоматически верно определяет также и диаметры окружностей вершин (ободов) $Do = D + 2m$ без проведения предварительных расчетов зубчатых передач.



Преобразование форматов

Дополнительные возможности. Меньший формат автоматически преобразуют в больший, когда по каким-либо соображениям необходимо увеличить масштаб детали или изделия, но при этом их изображение выходит за границы первоначально выбранного меньшего формата.

3.1. Преобразование формата A4 в формат A3

Ниже на рис. 5.50 приведена схема преобразования формата A4 в формат A3 при помощи ручки «Изменить размер рамки».



Рис. 5.50. Схема преобразования формата A4 в формат A3

3.2. Преобразование формата A3 в формат A2

Ниже на рис. 5.51 приведена схема преобразования формата A3 в формат A2 при помощи ручки «Изменить размер рамки».



Рис. 5.51. Схема преобразования формата A3 в формат A2

3.3. Пример компоновки и выполнения сборочного чертежа изделия «Кнопка пусковая»

Изделие предназначено для включения и выключения электрических цепей в приборах и устройствах электротехнического назначения (рис. 5.52) и имеет габаритные размеры $30 \times 30 \times 31$ мм [6].

Этап № 1. Производят первоначальную компоновку сборочного чертежа изделия «Кнопка пусковая»:

- 1) учитывая небольшие габаритные размеры изделия, в рабочее окно программы выводят формат A4, а для изображения трех основных видов выбирают наиболее приемлемый масштаб увеличения M5:1;

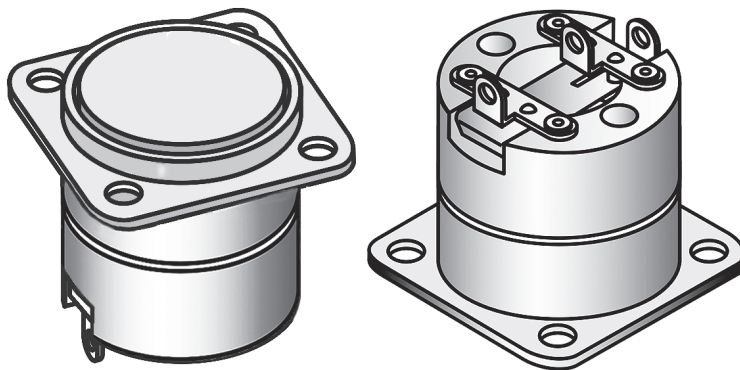


Рис. 5.52. Внешний вид 3D-модели изделия «Кнопка пусковая»

- 2) используя технологию «**3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж**» (раздел II, глава 1), по изображению 3D-модели изделия **Вид сверху** строят изображения трех его основных видов с разрезами на **Главном виде** и **Виде слева** (рис. 5.53);
- 3) используя команду **Размеры** и средства объектной привязки **oПривязка** (клавиша **F3**), на изображениях трех видов по методике [1, 2] предварительно проставляют габаритные и присоединительные размеры (рис. 5.53).

Анализ этапа № 1. Первоначальная компоновка изображения трех основных видов изделия на формате **A4** (даже при выбранном «оптимальном масштабе» **M5:1**) не позволила в полной мере отобразить все необходимые составные части сборочного чертежа изделия «**Кнопка пусковая**»! Поэтому переходят к **Этапу № 2**.

Этап № 2. Производят окончательную компоновку и выполнение сборочного чертежа изделия «**Кнопка пусковая**»:

- 1) используя **дополнительные возможности** (рис. 5.50), преобразуют формат **A4** в формат **A3** (рис. 5.61);
- 2) по методике [1, 2] заполняют основную надпись (рис. 5.29);
- 3) по методике раздела V (глава 4) на поле формата **A3** вставляют технические требования (рис. 5.61);
- 4) используя команду **Перемещение**, например из группы Редактирование на вкладке **Главная** (рис. 5.54), и режим ортогональности **ОРТО** (клавиша **F8**), производят компоновку изображений трех основных видов на поле формата **A3** (рис. 5.61);

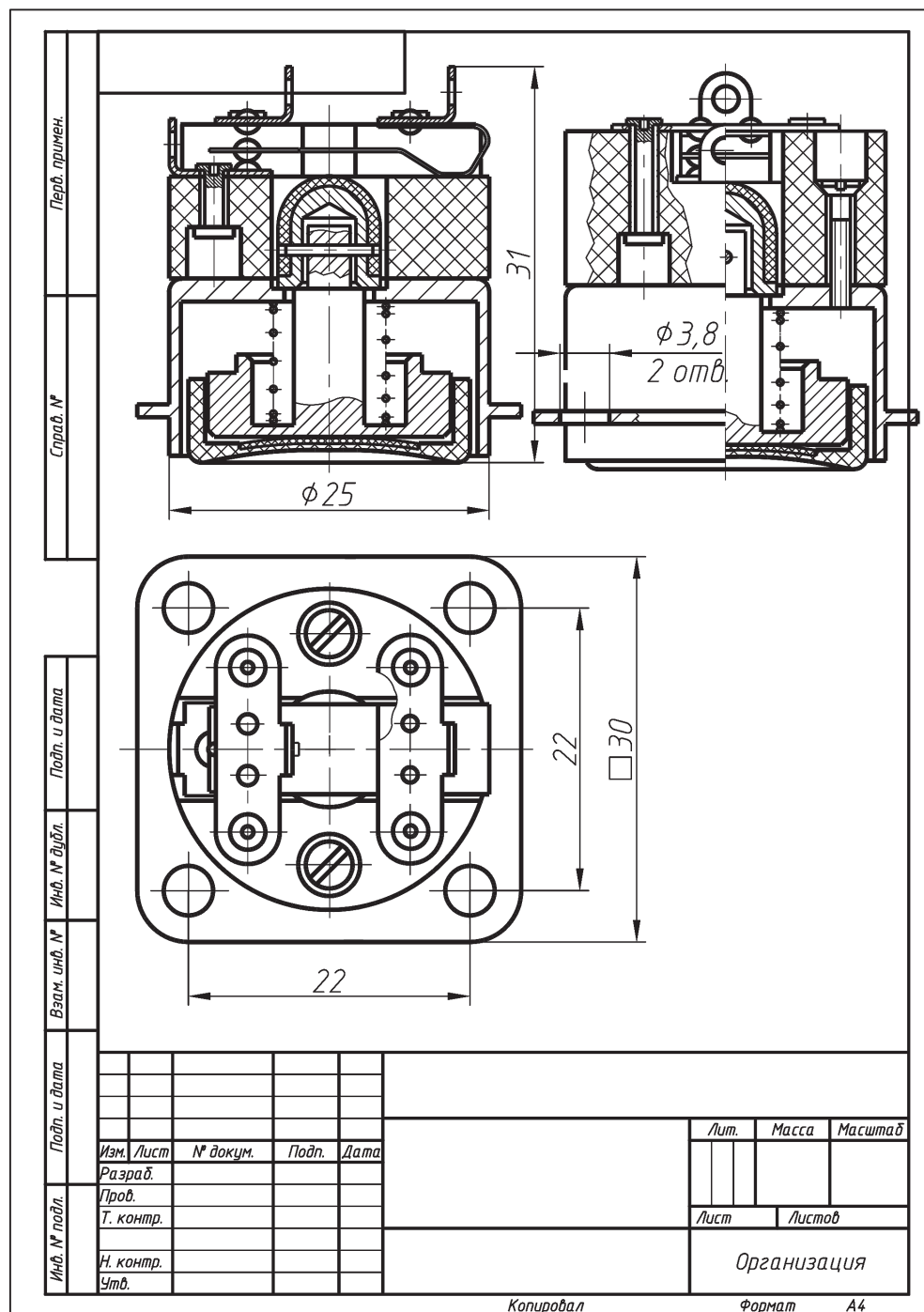


Рис. 5.53. Предварительная компоновка трех видов изделия «Кнопка пусковая» на формате A4



Рис. 5.54. Выбор команд черчения и редактирования на вкладке **Главная**

- 5) используя команду **Универсальная выноска** из группы Символы на вкладке **Механика** и открывающееся после указания точки вставки диалоговое окно **Универсальная выноска** (рис. 5.55), по методике работы [2] указывают технологическую операцию **Развальцовка** (рис. 5.61);

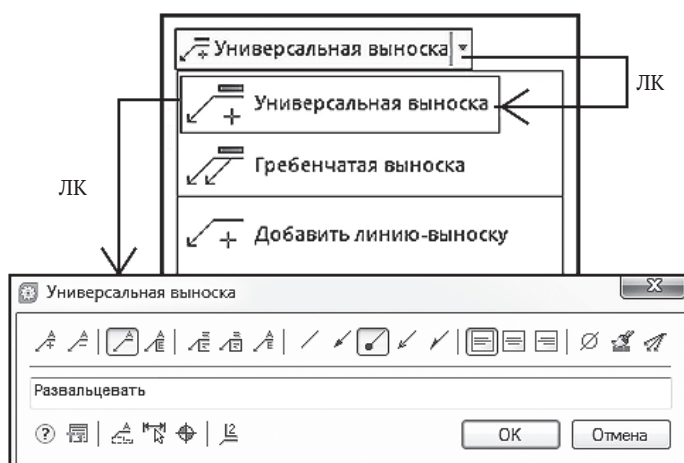


Рис. 5.55. Схема открытия диалогового окна **Универсальная выноска** для указания положения и обозначения технологической операции **Развальцовка**

- 6) используя команду **Виды** из группы Символы на вкладке **Механика**, открывающееся контекстное меню с командой **Разрезы, сечения**, а также появляющееся после указания точек вставки и направления разреза диалоговое окно **Виды, разрезы, сечения** (рис. 5.56), по методике работ [1, 2] производят обозначение разреза А-А (рис. 5.61);
- 7) используя иконку команды **Неразъемные соединения** из группы Символы на вкладке **Механика** и появляющееся после указания точек вставки и направления разреза диалоговое окно **Неразъемные соединения** (рис. 5.57), по методике работы [2] производят условное изображение технологической операции **Склейка** (рис. 5.61).

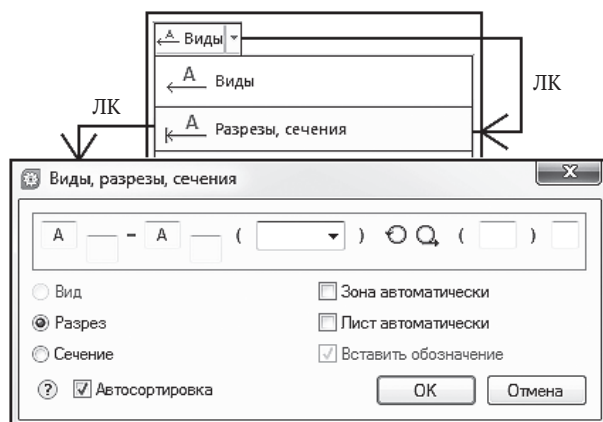


Рис. 5.56. Схема открытия диалогового окна **Виды, разрезы, сечения** для указания положения и обозначения разреза А-А

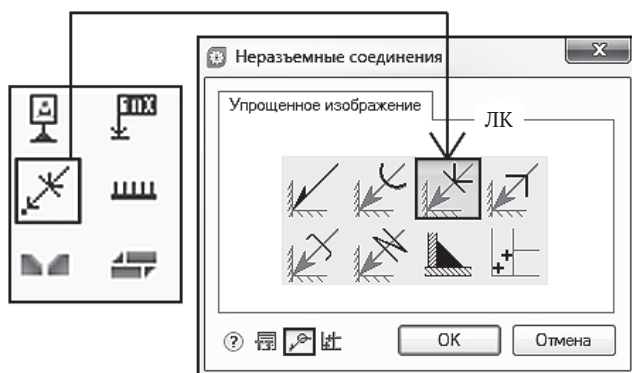


Рис. 5.57. Схема открытия диалогового окна **Неразъемные соединения** для указания положения и обозначения условного изображения технологической операции **Склейка**

- 8) используя команды **Позиция** (рис. 5.58), **Редактор спецификации** (рис. 5.59) и **Выровнять выноски спецификации** (рис. 5.60) из группы Спецификация на вкладке **Механика**, по методике работы [1] в автоматизированном режиме выводят в рабочее окно программы и заполняют спецификацию (рис. 5.62) к сборочному чертежу изделия «Кнопка пусковая» (рис. 5.61).

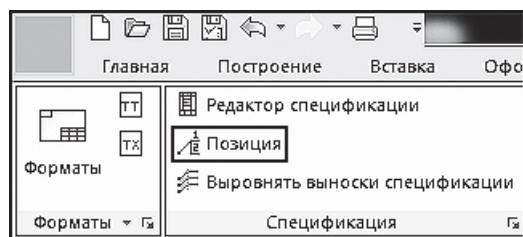


Рис. 5.58. Иконка команды **Позиция**
из группы Спецификация

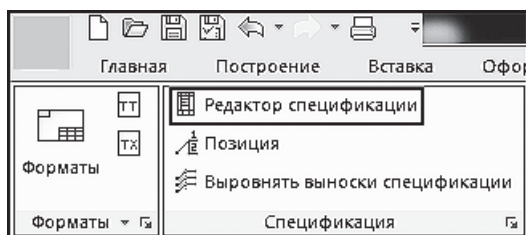


Рис. 5.59. Иконка команды **Редактор спецификации**
из группы Спецификация

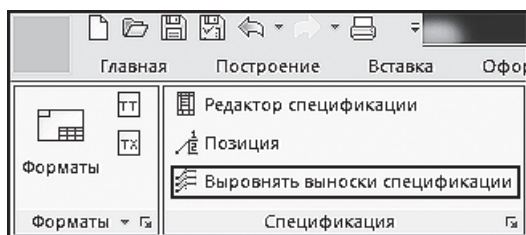


Рис. 5.60. Иконка команды **Выровнять выноски спецификации**
из группы Спецификация

Окончательные результаты выполнения сборочного чертежа изделия «**Кнопка пусковая**» и спецификации представлены ниже, на рис. 5.61 и 5.62.

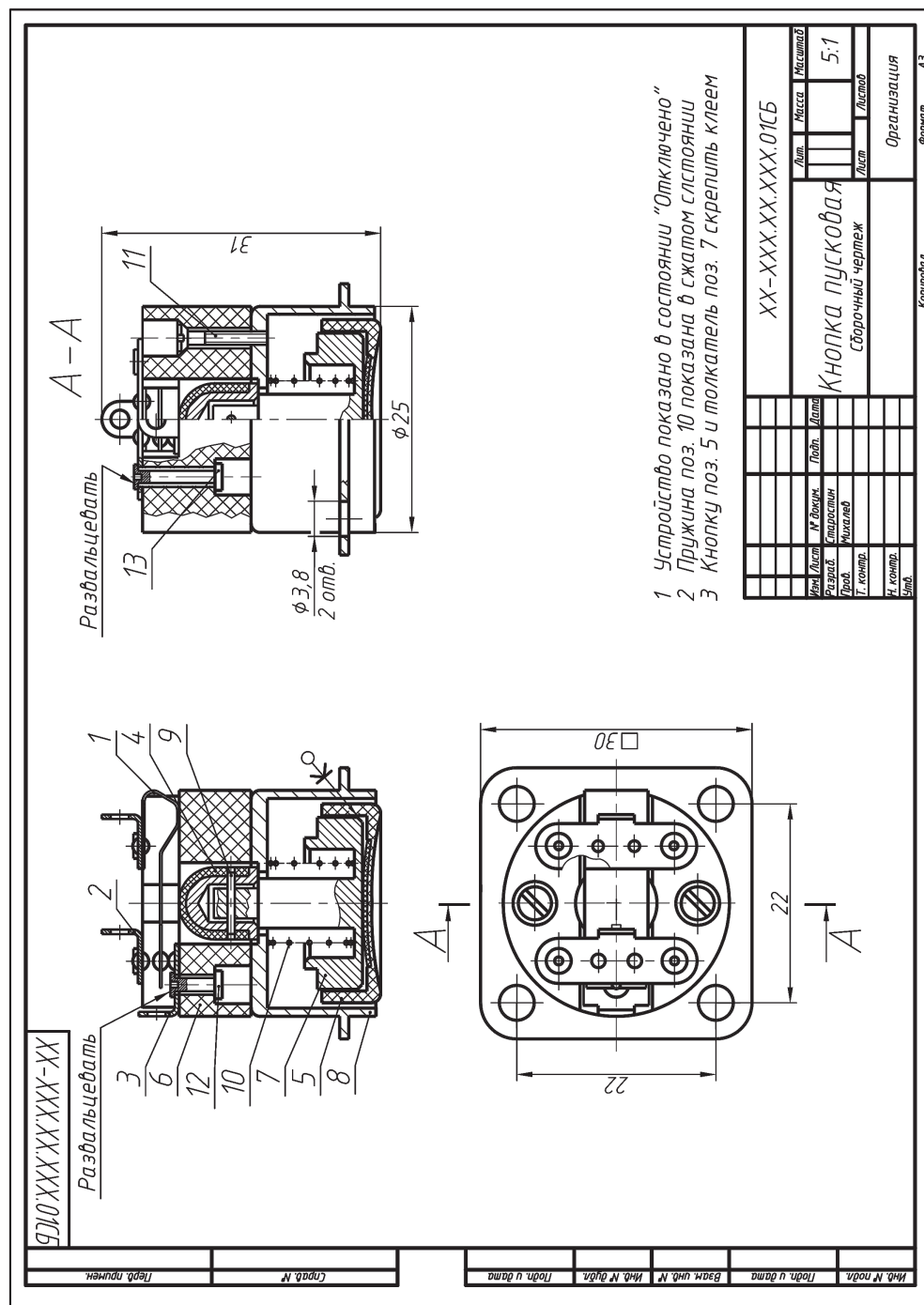


Рис. 5.62. Спецификации сборочного чертежа изделия «Кнопка пусковая»
(исходный чертеж – рис. 5.61)

ГЛАВА 4

Вставка технических требований

Дополнительные возможности. Для вставки технических требований используют диалоговое окно **Технические требования** с новыми расширенными возможностями создания и редактирования текстовых надписей.

Вставку технических требований осуществляют следующим образом.

Этап № 1. ЛК на иконке команды **Технические требования** из группы **Форматы** на вкладке **Механика** – в рабочем окне программы появляется диалоговое окно **Технические требования** (рис. 5.63).

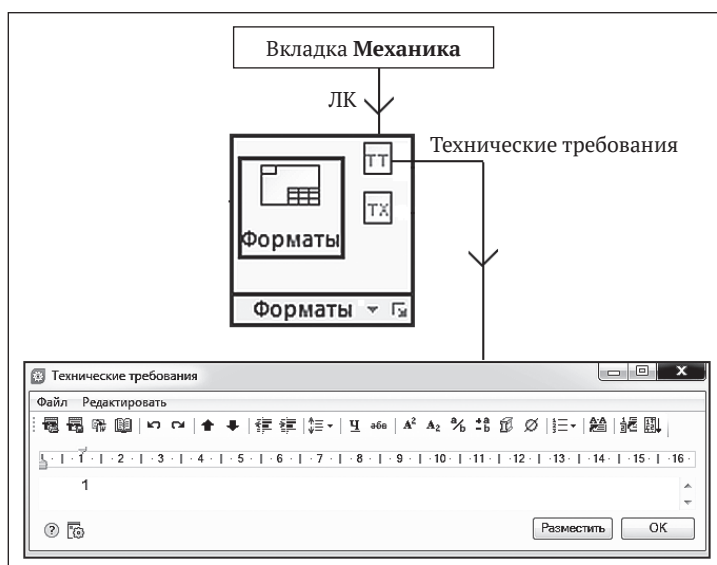


Рис. 5.63. Схема открытия диалогового окна **Технические требования**

Этап № 2. С клавиатуры, начиная с пункта «1», и с возможностью дополнений из выпадающего меню (рис. 5.64), в диалоговом окне **Технические требования** вводят необходимые поясняющие надписи.

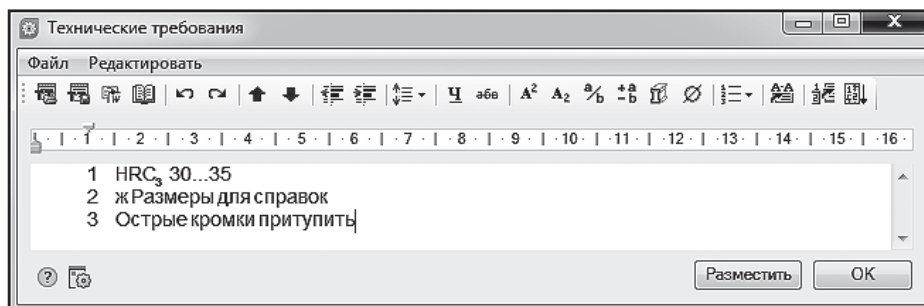


Рис. 5.64. Пример заполнения технических требований для детали «Втулка»

Этап № 3. ЛК на кнопке **Разместить** (рис. 5.64) закрывают диалоговое окно – ЛК указывают расположение технических требований на поле выбранного формата (рис. 5.65).

Взам. инф.	1 HRC ₃ 30...35								
	2 ж Размеры для справок								
	3 Острые кромки притупить								
						XX-XXX.XX.XXX.XX			
Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Втулка	Лит.	Масса	Масштаб
	Разраб.	Иванов							5:1
Инф. № подл.	Пров.	Михайлов					Лист	Листов	
	Т. контр.					Сталь 10 ГОСТ 1050-2013	Организация		
	Н. контр.								
	Утв.								
						Копировал	Формат	A4	

Рис. 5.65. Пример заполнения основной надписи формата A4 для детали «Втулка» с размещением технических требований

Редактирование технических требований осуществляют:

- 1) в самом диалоговом окне **Технические требования** (рис. 5.64) после его открытия ЛК на тексте технических требований в поле формата;
- 2) перемещением текста на поле формата с удалением пробелов в тексте и нажатием на клавиатуре клавиши **Enter**.

Рекомендация. Получение сведений по работе с диалоговым окном **Технические требования** (рис. 5.63) осуществляют в справочном окне **Механика** (рис. 5.66), которое открывают ЛК на кнопке **Помощь** (знак ?) в левом нижнем углу диалогового окна (рис. 5.63).

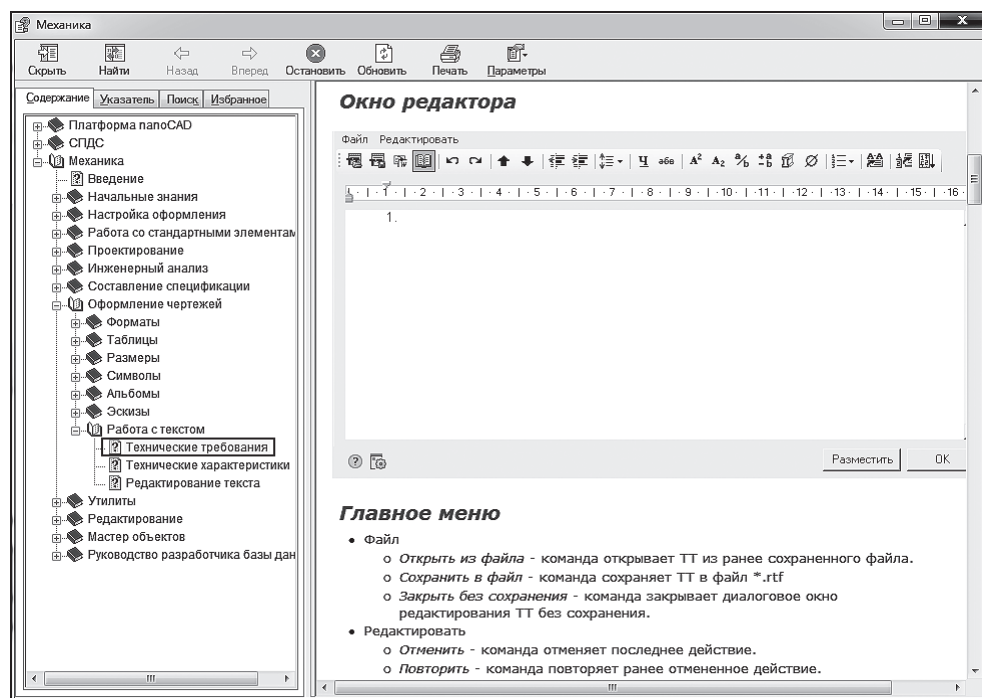


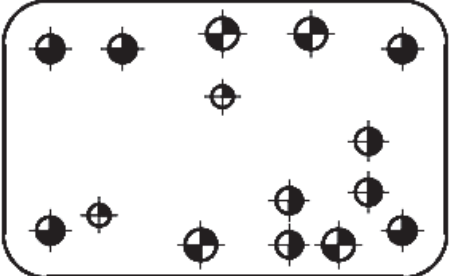
Рис. 5.66. Пример получения сведений о работе с диалоговым окном **Технические требования**

Заливка отверстий плоских деталей

5.1. Общие положения

В деталях машиностроения, электротехники и приборостроения может присутствовать большое количество цилиндрических отверстий разного диаметра, что создает неудобства для их распознавания на чертежах, а также для простановки их размеров на чертежах.

Для устранения отмеченных неудобств и повышения наглядности чертежей в **ГОСТ ЕСКД 2.307–2011** «Нанесение размеров и предельных отклонений» предусматривается следующее: **1)** если в графическом документе показано несколько групп близких по размерам отверстий, то **рекомендуется** отмечать одинаковые отверстия одним из условных знаков (рис. 5.67); **2)** при обозначении одинаковых отверстий условными знаками количество отверстий и их размеры **допускается** указывать в таблице (рис. 5.67).







Обозначение	Количество	Размер	Шероховатость поверхности
	2	$\phi 5 H7$	$\sqrt{Ra\ 3,2}$
	4	$\phi 6 H12$	$\sqrt{Rz\ 12,5}$
	5	$\phi 6,5$	
	4	$\phi 7$	

Рис. 5.67. Пример обозначения цилиндрических отверстий на чертежах условными знаками и указанием в таблице

Дополнительные возможности. Встроенная в программу команда **Заливка отверстий** позволяет чертить отверстие с осевыми линиями, а после указания группы отверстий назначать им общие свойства, включая заливку выбранных секторов.

5.2. Команда Заливка отверстий. Деталь «Пластина»

Ниже рассматривается один из вариантов работы с командой **Заливка отверстий** на примере детали «Пластина» (рис. 5.68).

Этап № 1. По методике работ [1, 2] осуществляют вставку соответствующего формата и заполнение его основной надписи.

Этап № 2. По размерам с эскиза (рис. 5.68) выполняют учебный чертеж детали «Пластина»: проставляют размеры, знаками шероховатости поверхности и вставляют технические требования (рис. 5.69).

Этап № 3. ЛК на вкладке **Механика** (рис. 5.70) – ЛК на группе **Символы** (рис. 5.70) – ЛК на иконке команды **Заливка отверстий** (рис. 5.70) – ЛК или **рамкой** выбирают одновременно все отверстия – клавиша **Enter** – открывается диалоговое окно **Отверстия** с подтвержденным выбором всех **26 отверстий** (рис. 5.71).

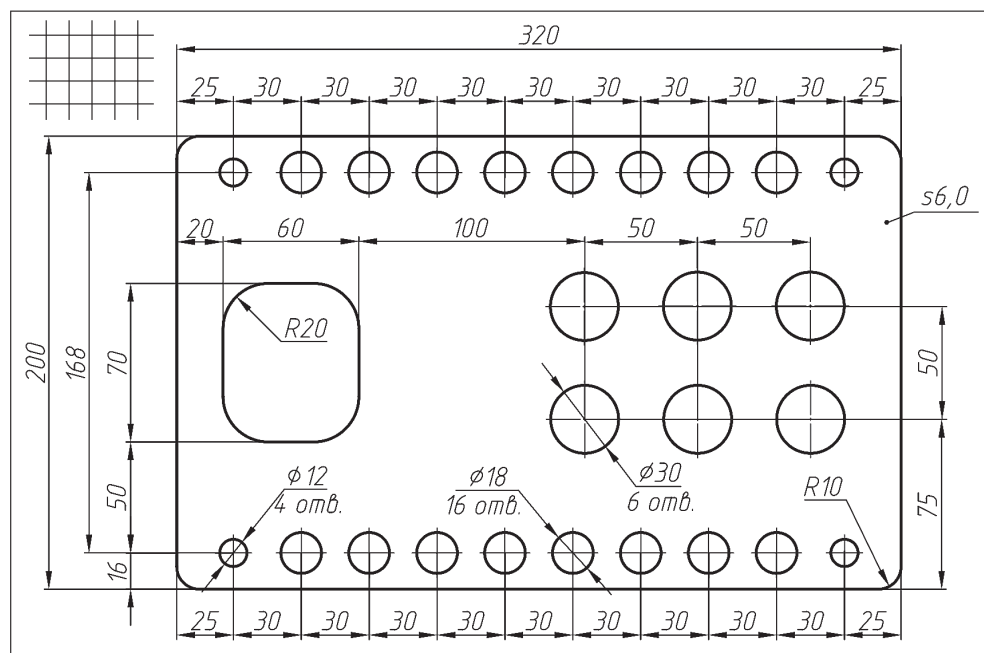


Рис. 5.68. Эскиз детали «Пластина» с натурального образца

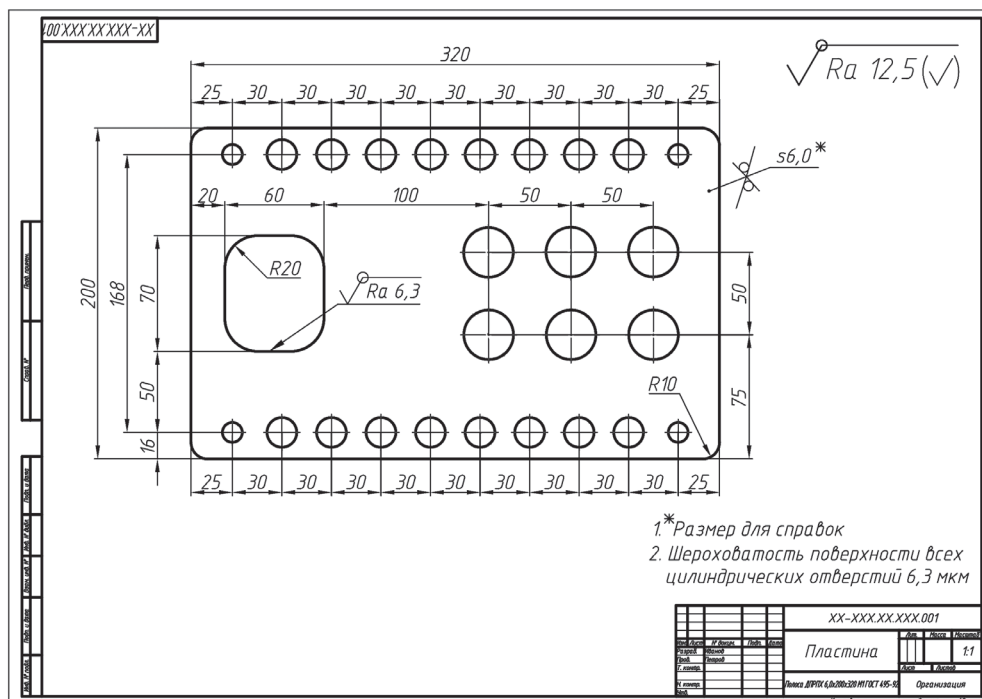


Рис. 5.69. Пример выполнения учебного чертежа детали «Пластина»

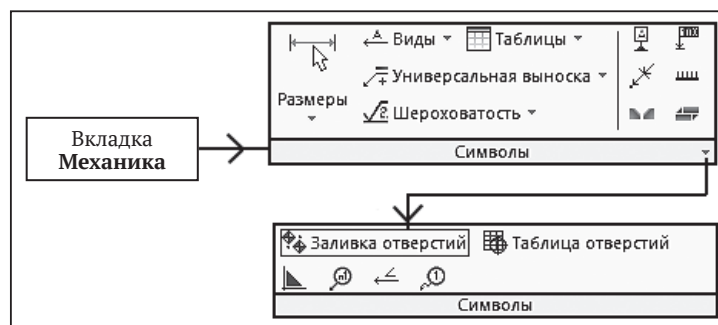


Рис. 5.70. Схема доступа к команде **Заливка отверстий**

Этап № 4. ЛК в диалоговом окне **Отверстия** ставят галочку в строке «Диам. Размер» (рис. 5.72) – ЛК на кнопке **Применить** – ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно (рис. 5.72) – на чертеже детали «Пластина» одновременно появляются проставленные размеры на всех 26 отверстиях (рис. 5.73).

Этап № 5. ЛК последовательно выбирают все «лишние» размеры на отверстиях и удаляют их нажатием на клавиатуре клавиши **Delete**. На чертеже оставляют размеры только на одном из отверстий в каждой из трех групп.

Этап № 6. Двойным ЛК выбирают оставленный на отверстиях размер из группы – в открывающемся диалоговом окне **Редактировать размер** устанавливают ГОСТ 2.304 и количество отверстий.

Итог произведенных действий на этапах №5...№6 представлен на рис. 5.74.

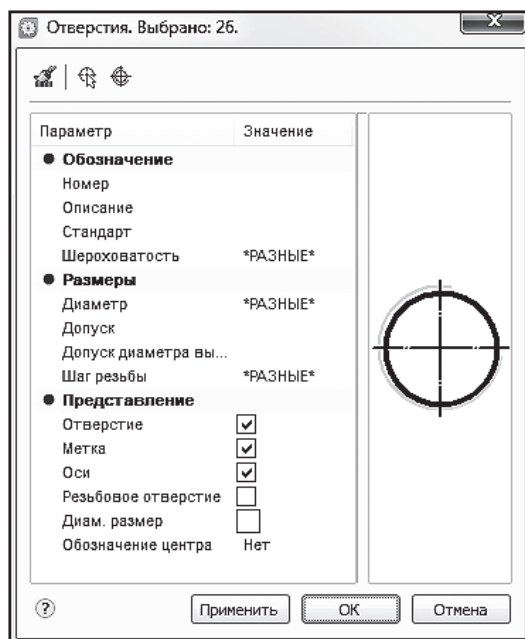


Рис. 5.71. Диалоговое окно **Отверстия** в исходном состоянии

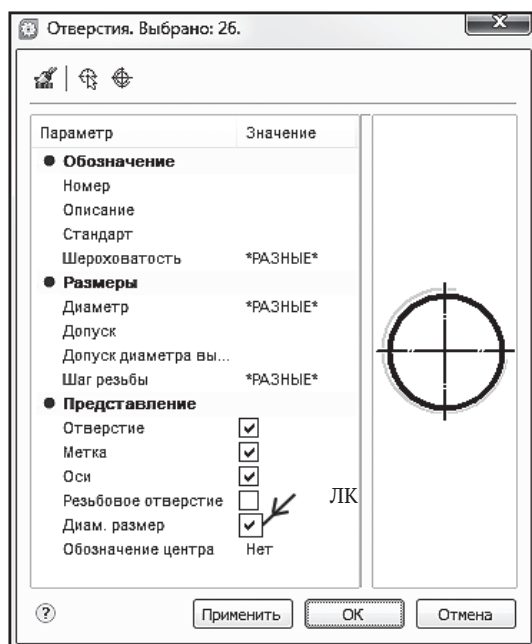


Рис. 5.72. Диалоговое окно **Отверстия**
с указанием простановки размеров

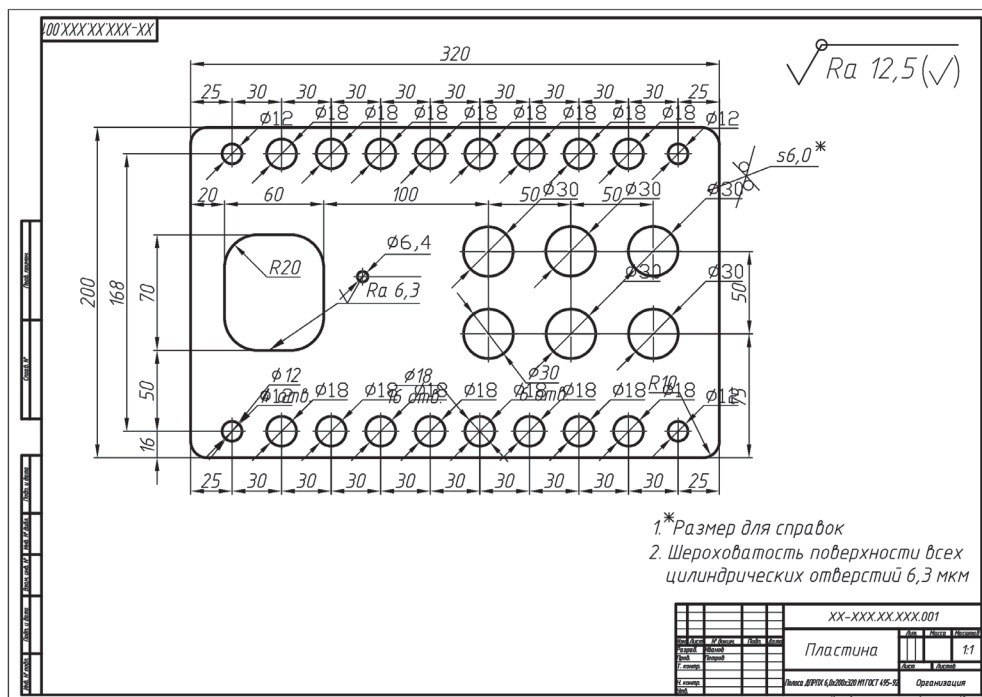


Рис. 5.73. Чертеж детали «Пластина» после указания простановки размеров в диалоговом окне **Отверстия**

Этап № 7. Последовательно ЛК или **рамкой** выбирают, например, все отверстия диаметром 12 мм – на измененного вида функциональной панели **Свойства** в соответствующих строках ЛК выбирают (рис. 5.75а) и далее ЛК заменяют на кнопках утверждение **Нет** на утверждение **Да** (рис. 5.75б). Завершают действия нажатием на клавиатуре клавиш **Esc**. Итог заливки отверстий представлен на рис. 5.76.

Этап № 8. Повторяют все действия этапа № 7 для окружностей диаметром 18 мм. Итог заливки отверстий представлен на рис. 5.76.

Этап № 9. Повторяют все действия этапа № 7 для окружностей диаметром 30 мм. Итог заливки отверстий представлен на рис. 5.76.

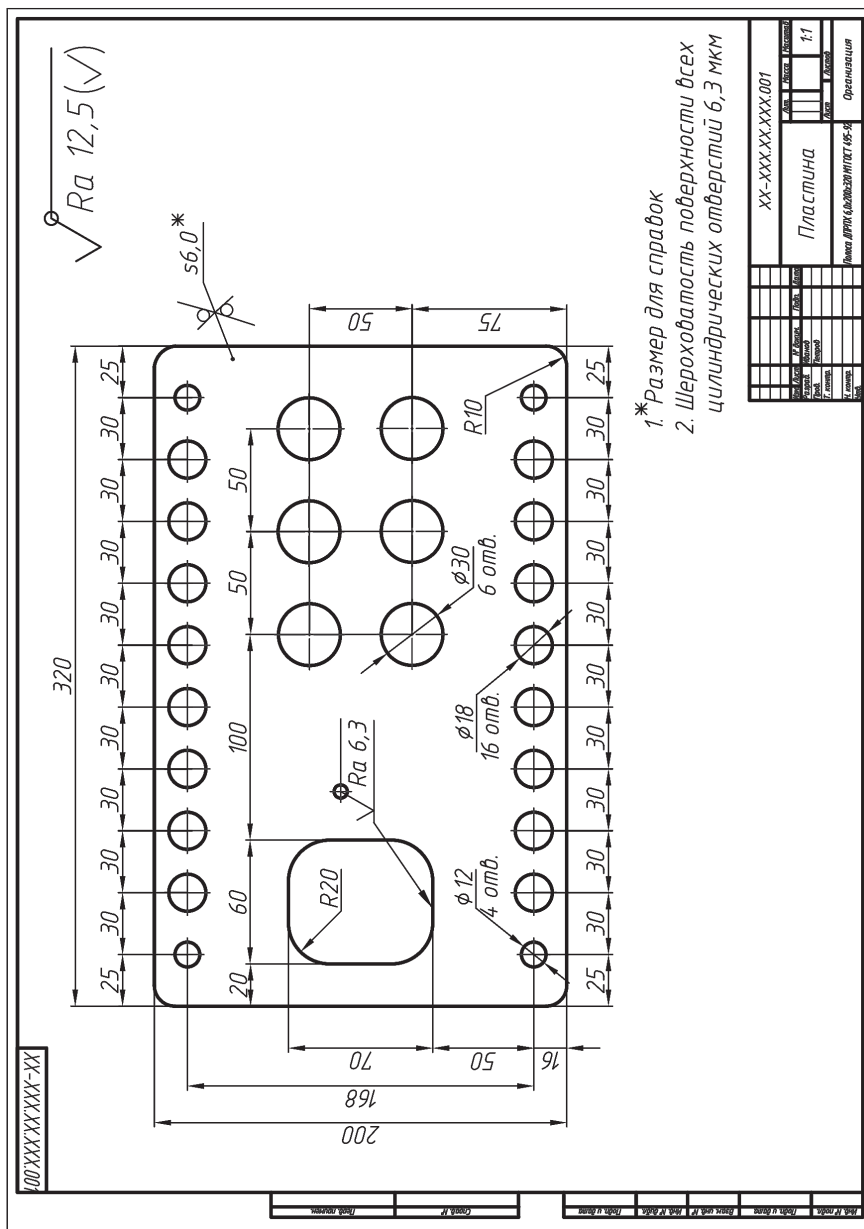


Рис. 5.74. Чертеж детали «Пластина» перед заливкой отверстий

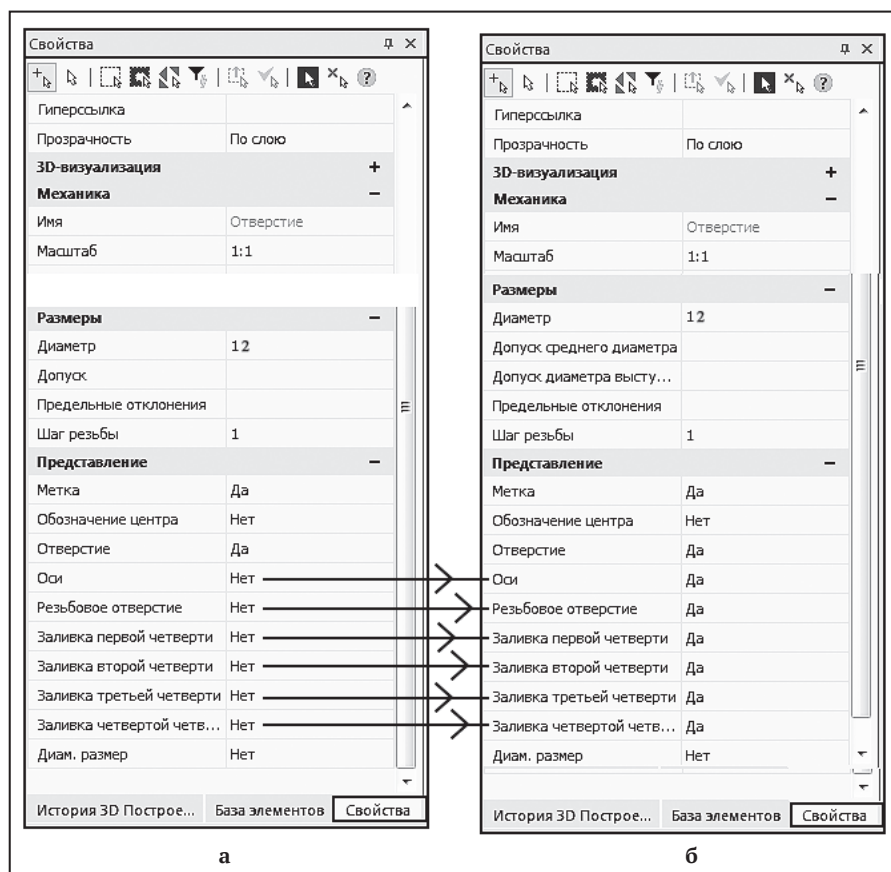


Рис. 5.75. Изменение вида изображений четырех отверстий диаметром 6 мм в диалоговом окне **Отверстия**

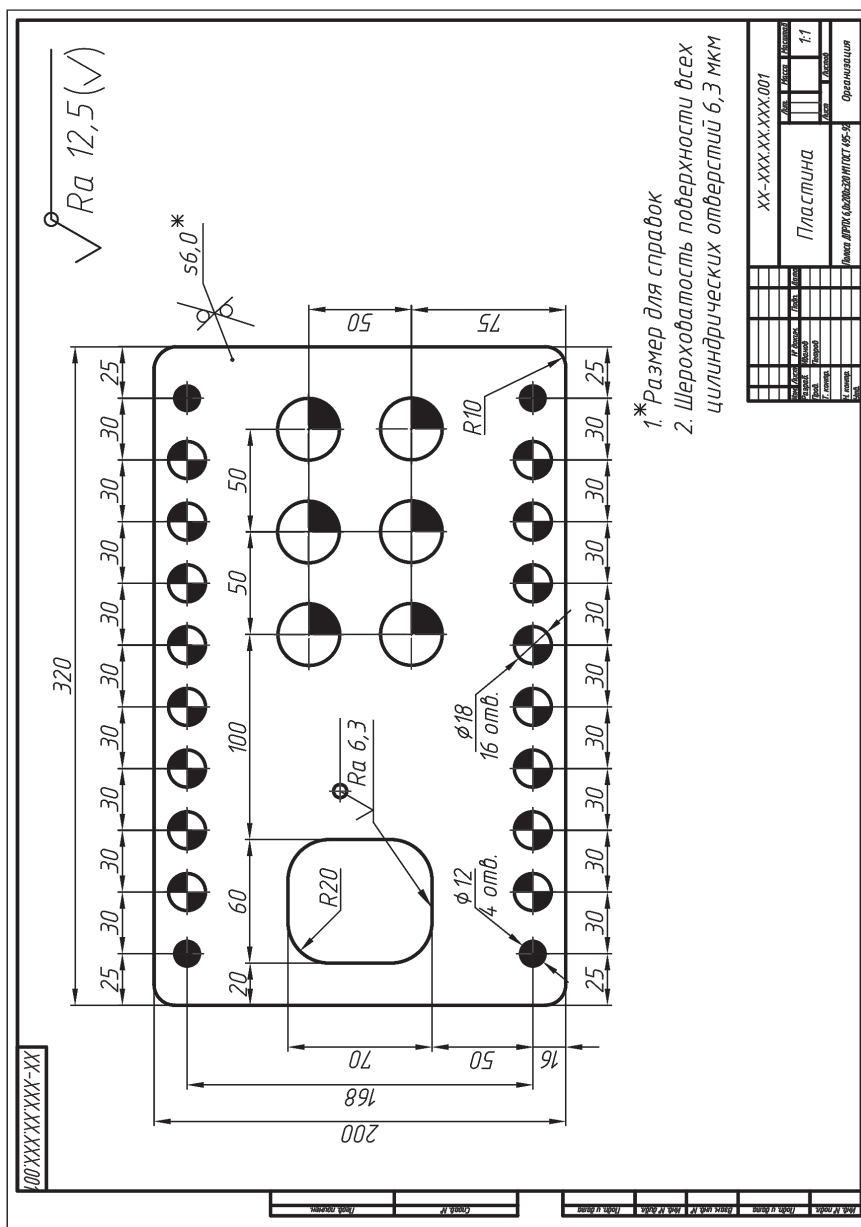


Рис. 5.76. Чертеж детали «Пластина» после заливки отверстий

5.3. Команда Таблица .dwg. Деталь «Пластина»

Дополнительные возможности. Для создания **таблицы отверстий** (рис. 5.67) при выполнении учебных чертежей используют, например, встроенную в программу команду **Таблица .dwg**.

Порядок работы с командой следующий.

Этап № 1. ЛК на вкладке **Оформление** – ЛК на иконке команды **Таблица .dwg** – открывается диалоговое окно **Таблица .dwg** (рис. 5.77) – ЛК в строках устанавливают необходимые параметры – ЛК на кнопке **ОК** закрывают таблицу (рис. 5.77) – ЛК указывают точку вставки таблицы на поле чертежа – перемещением курсора мыши растягивают таблицу вправо – ЛК фиксируют положение таблицы на поле чертежа и нажимают на клавиатуре клавишу **Esc**.

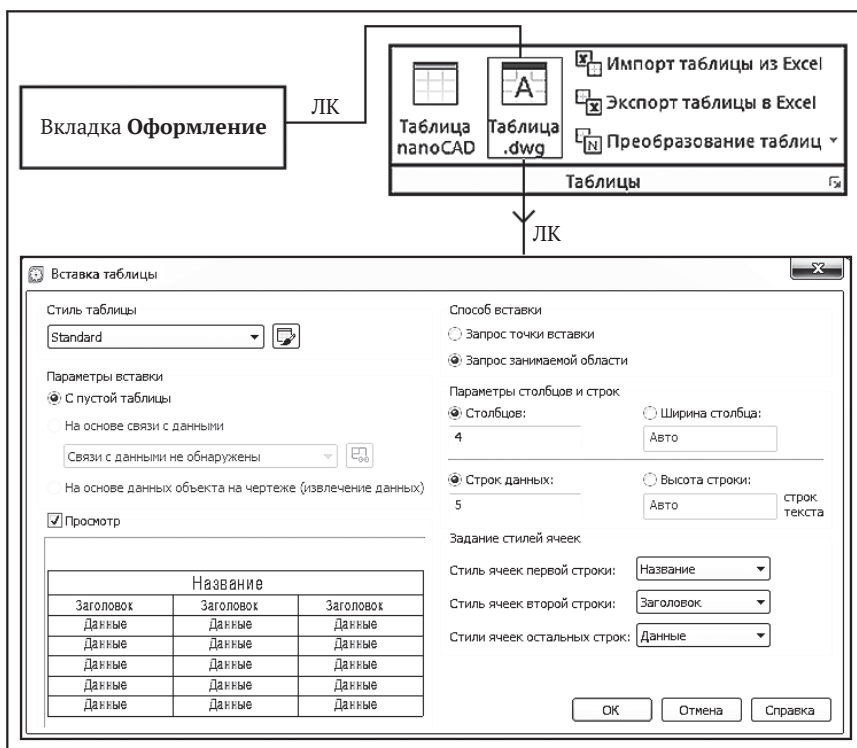
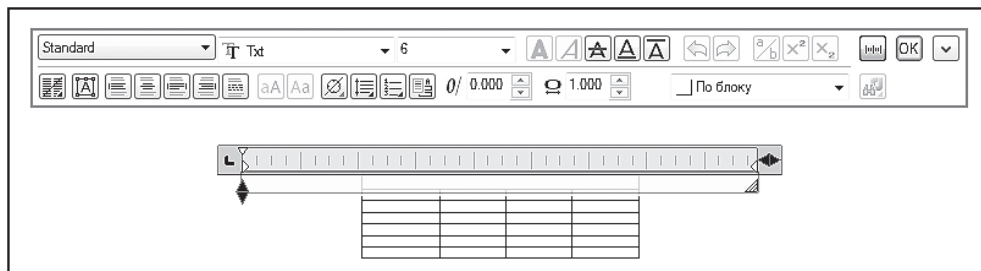
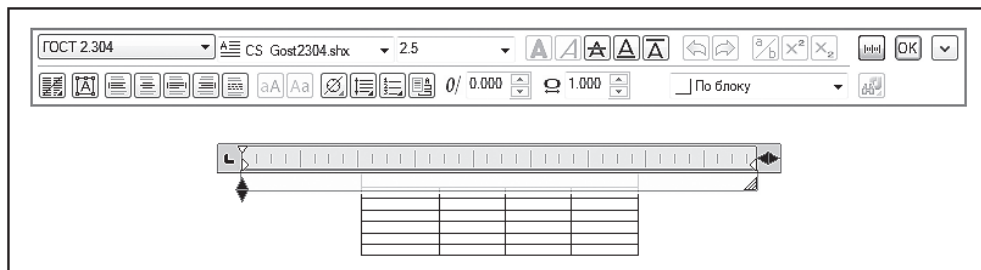


Рис. 5.77. Схема доступа и установки параметров в диалоговом окне **Таблица .dwg**

Этап № 2. Двойной ЛК на любой линии таблицы – открывается блок команды **Многострочный текст** (рис. 5.78).

Рис. 5.78. Блок команды **Многострочный текст**

Этап № 3. ЛК в раскрывающемся списке изменяют представленный по умолчанию стиль текста **Standard** на стиль текста **ГОСТ 2.404** (рис. 5.79) – ЛК выбирают необходимые ячейки и заполняют их тестом – ЛК на кнопке **ОК** закрывают блок команды **Многострочный текст** (рис. 5.79) и нажимают на клавиатуре клавишу **Esc**.

Рис. 5.79. Внесение изменений в блок команды **Многострочный текст**

Этап № 4. Используя команду **Копирование**, например, из группы Редактирование на вкладке **Главная**, копируют заливные отверстия с чертежа (рис. 5.76) в соответствующие ячейки таблицы.

Этап № 5. Используя команду **Шероховатость** из группы Символы на вкладке **Механика**, осуществляют вставку знаков шероховатости поверхности в соответствующие ячейки таблицы.

Этап № 6. Доработку таблицы производят путем ЛК на любой из ее линий, перемещением линий при помощи «ручек», изменением размера текстовых надписей в ячейках. При необходимости используют команду **Разбивка** из группы Редактирование на вкладке **Главная**.

Этап № 7. ЛК выбирают размеры отверстий на чертеже и часть технических требований и удаляют их, например, с помощью нажатия на клавиатуре клавиши **Delete**.

Итог произведенных действий представлен ниже, на рис. 5.80.

5.4. Команда Таблица отверстий. Деталь «Плата монтажная»

Дополнительные возможности. Команда **Таблица отверстий** предназначена для создания автоматически обновляемых ведомостей (таблиц) по группе отверстий и имеет больше возможностей по сравнению с рассмотренной выше командой **Таблица .dwg**.

Особенность работы с командой **Таблица отверстий**:

- 1) на первом этапе указывают точку начала координат на поле чертежа, от которой программой производится автоматизированный расчет координат центров всех отверстий, а также угол ее поворота;
- 2) точку начала координат, из соображений сверления отверстий на станках автоматах, выбирают, как правило, в левом нижнем углу пластины;
- 3) отверстия могут быть как после выполнения команды **Заливка отверстий**, так без ее применения;
- 4) группы отверстий одинакового диаметра обозначают своим номером;
- 5) отверстия могут быть добавлены, а также и удалены;
- 6) на втором этапе на поле чертежа вставляют ряд таблиц, включая общую таблицу отверстий.

Порядок работы с командой следующий.

Этап № 1. ЛК на вкладке **Механика** – ЛК на группе **Символы** – ЛК на команде **Таблица отверстий** – ЛК указывают точку начала координат – указывают угол поворота координат **0** (ноль) – ЛК или **рамкой** выбирают одновременно все построенные отверстия отдельно по группам – клавиша **Enter** – открывается диалоговое окно **Таблица отверстий** (рис. 5.81).

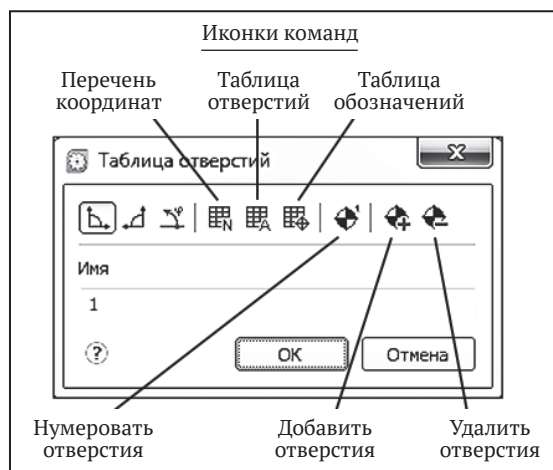


Рис. 5.81. Диалоговое окно **Таблица отверстий**
с иконками основных команд

Этап № 2. ЛК на иконке **Перечень координат** – ЛК на поле чертежа – ЛК на иконке **Таблица отверстий** – ЛК на поле чертежа – ЛК на иконке **Таблица обозначений** – ЛК на кнопке **ОК** завершают вставку таблиц на поле чертежа, предварительно присвоив имя каждой группе в строке **Имя** (рис. 5.81).
Один из вариантов произведенных действий представлен ниже, на рис. 5.82.

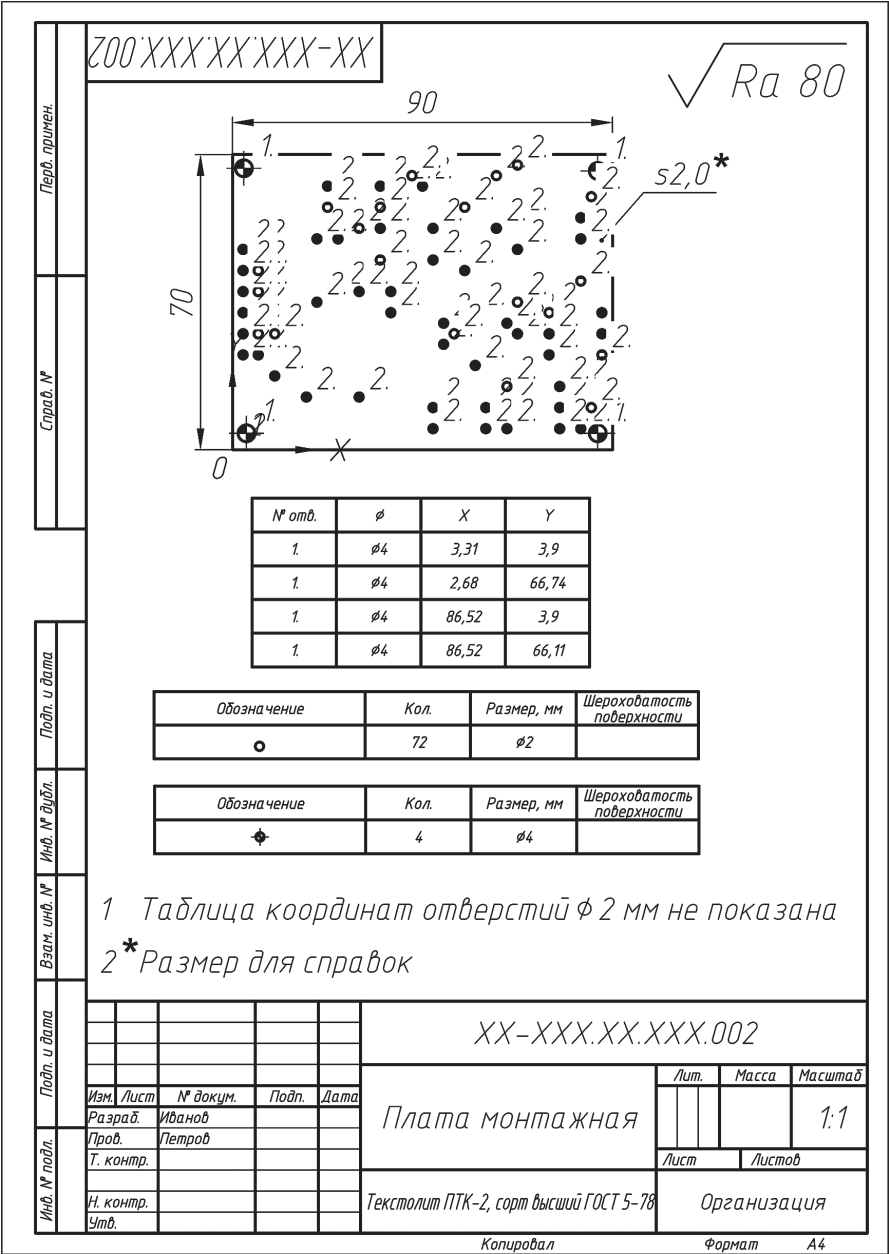


Рис. 5.82. Вариант чертежа детали электротехнического изделия «Плата монтажная»

Рекомендация 1. Команду **Таблица отверстий** совместно с командой **Заливка отверстий** с учетом их вариативности особенно эффективно использовать в тех случаях, когда в деталях имеется большое количество цилиндрических отверстий разного диаметра, например как на рис. 5.83.

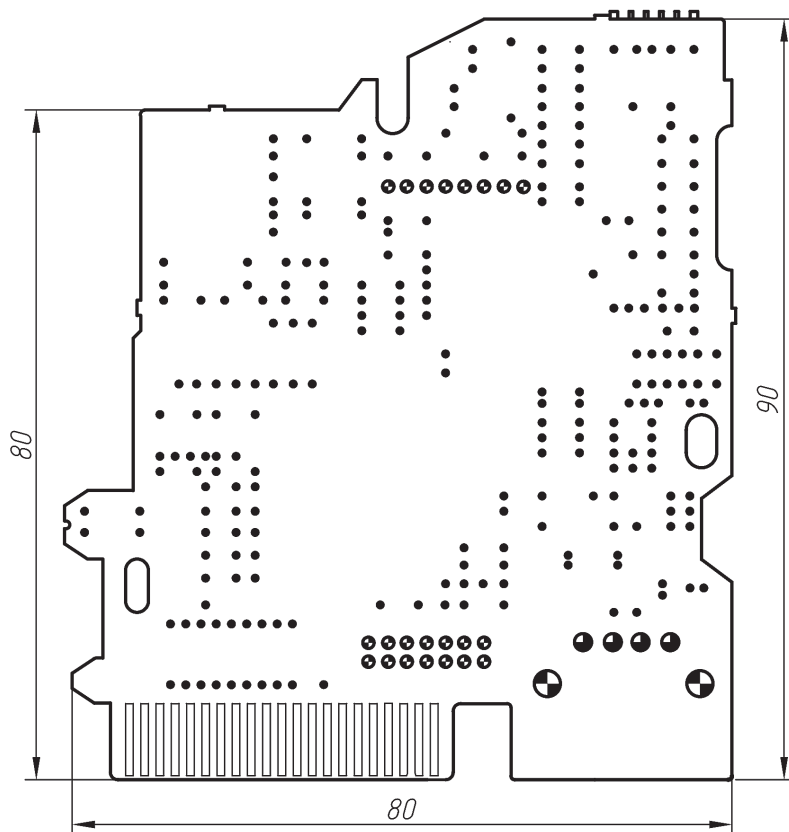


Рис. 5.83. Пример детали электротехнического изделия «Плата монтажная»

Рекомендация 2. Для повышения наглядности чертежей при одновременном размещении на их поле таблиц **Перечень координат**, **Таблица отверстий** и **Таблица обозначений** используют форматы большого размера, например А2 или даже А1.

Рекомендация 3. Получение подробных сведений о работе с командой **Таблица отверстий** – один из вариантов:

- а) ЛК на вкладке **Механика** – ЛК на группе **Символы** – ЛК на иконке команды **Таблица отверстий**;
- б) нажатием на клавиатуре клавиши **F1** открывают справочное окно **Механика** (рис. 5.84) – в окне просмотра получают сведения о запрашиваемой команде и действиях с ней (рис. 5.84).

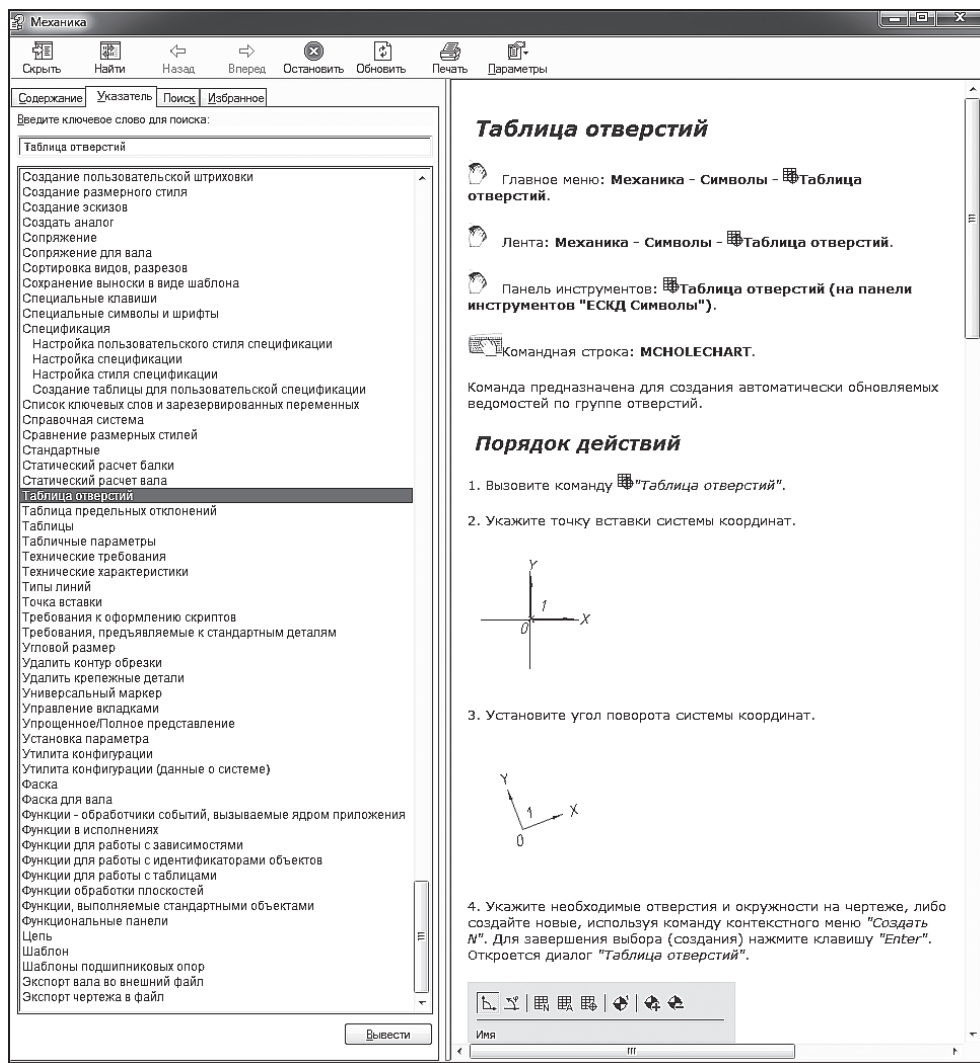
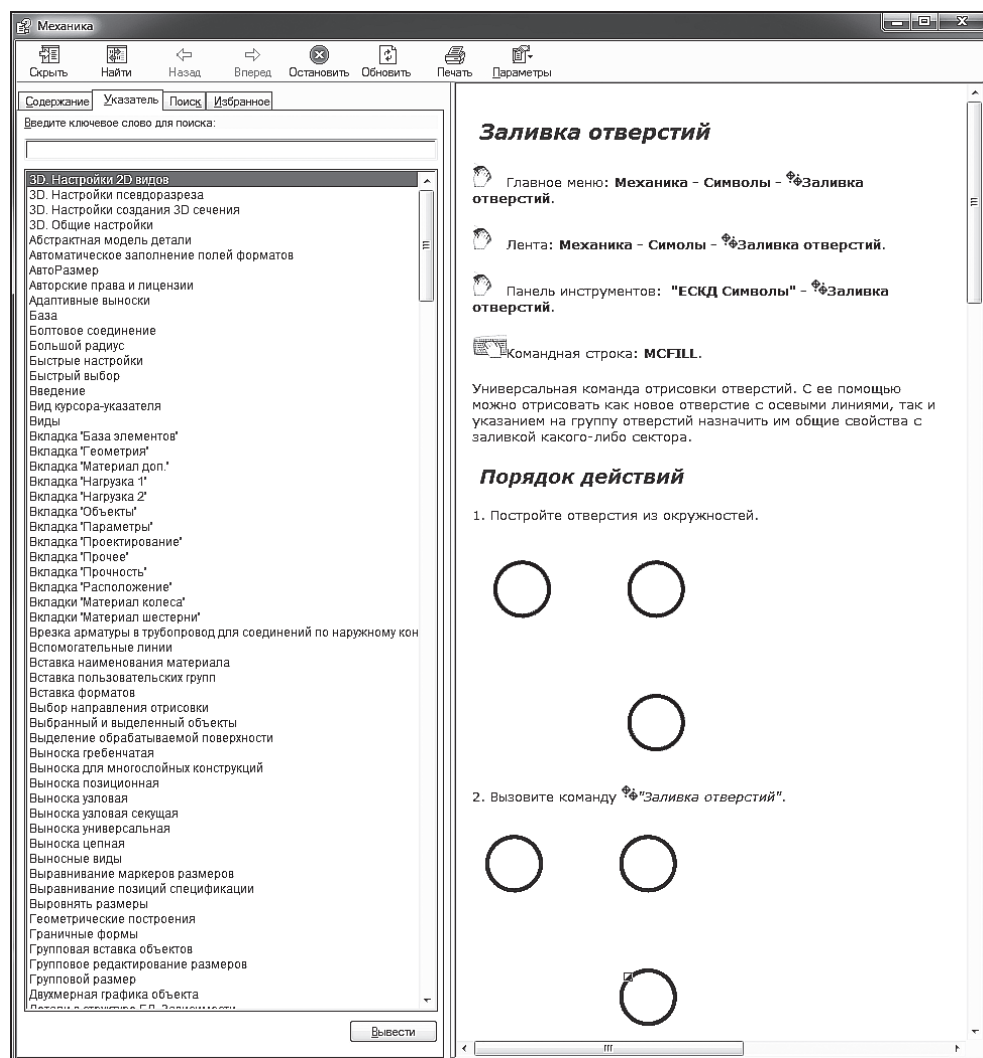


Рис. 5.84. Пример получения сведений о работе с командой **Таблица отверстий**

Рекомендация 4. Получение подробных сведений о работе с командой **Заливка отверстий** – один из вариантов:

- а) ЛК на вкладке **Механика** – ЛК на группе **Символы** – ЛК на иконке команды **Заливка отверстий**;
- б) нажатием на клавиатуре клавиши **F1** открывают справочное окно **Механика** (рис. 5.85) – в окне просмотра получают сведения о запрашиваемой команде и действиях с ней (рис. 5.85).

Рис. 5.85. Пример получения сведений о работе с командой **Заливка отверстий**

ГЛАВА 6

Выбор материала деталей при заполнении основной надписи чертежей

Как правило, выполнение учебных чертежей начинают с вставки форматов в рабочее окно программы. Вставку форматов и их заполнение производят по методике работ [1, 2] – рис. 5.86.

Дополнительные возможности. Кнопка **Материал** в основной надписи и раскрывающееся диалоговое окно **Материалы** расширяют возможности выбора материала для деталей с учетом технологических характеристик изготовления и условного обозначения материала.

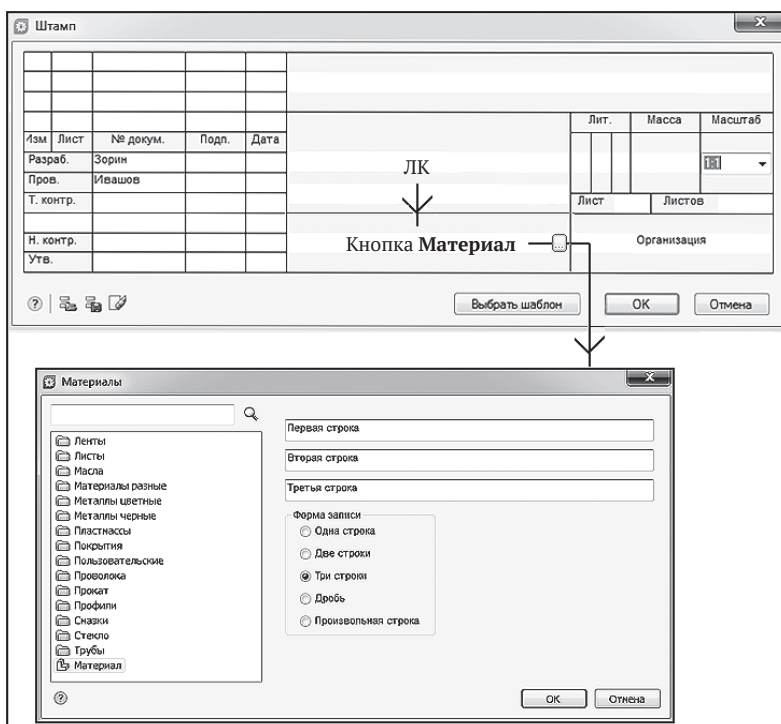


Рис. 5.86. Диалоговые окна **Штамп** и **Материалы**

Этап № 1. Двойной ЛК на любой линии основной надписи или на любой ее надписи – открывается диалоговое окно **Штамп** (рис. 5.86).

Этап № 2. ЛК на кнопке **Материал** (рис. 5.86) – открывается диалоговое окно **Материал** (рис. 5.86).

Этап № 3. Двойной ЛК, например, на папке **Металлы черные** – двойной ЛК, например, на списке **ГОСТ 1050–2013** – диалоговое окно **Материалы** (рис. 5.87) – ЛК выбирают **сталь 35** и параметры.

Этап № 4. ЛК на кнопке **ОК** закрывают диалоговое окно **Материалы** (рис. 5.87) – условное обозначение выбранного материала детали появляется в диалоговом окне **Штамп** (рис. 5.88).

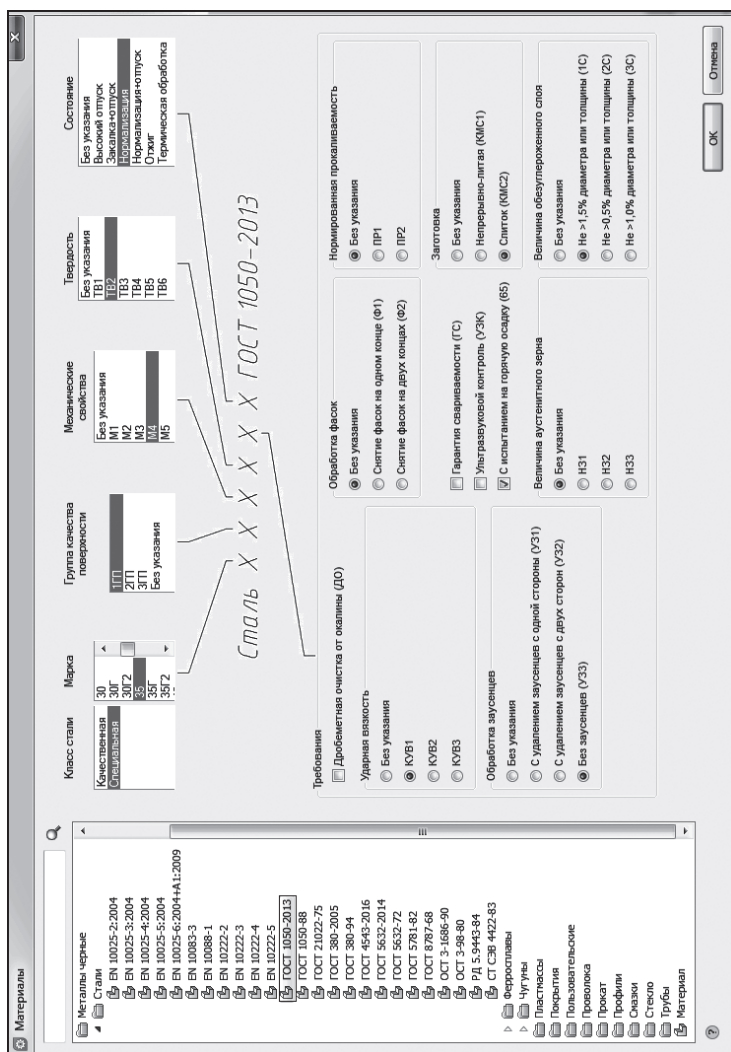


Рис. 5.87. Пример выбора стали 35 в диалоговом окне **Материалы** для детали «Крышка клапана»

ГЛАВА 7

Изометрическое черчение

Изометрическое черчение – один из необходимых этапов и «переходный мостик» для приобщения пользователей к процессу построения 3D-моделей реальных деталей.

Дополнительные возможности. Программа содержит инструменты для выполнения 2D-моделей деталей в прямоугольной изометрической проекции, включая режим объектной привязки **ОПРИВЯЗКА** и панель **Изометрия**.

Ниже приводится общая последовательность выполнения учебных изометрических 2D-моделей.

Этап № 1. Осуществляют настройку режима привязки 3D:

- 1) ПК на кнопке статусной строки **ОПРИВЯЗКА** – ЛК на меню «Настройки» всплывающего контекстного меню – появляется диалоговое окно **Режимы черчения** (рис. 5.90);

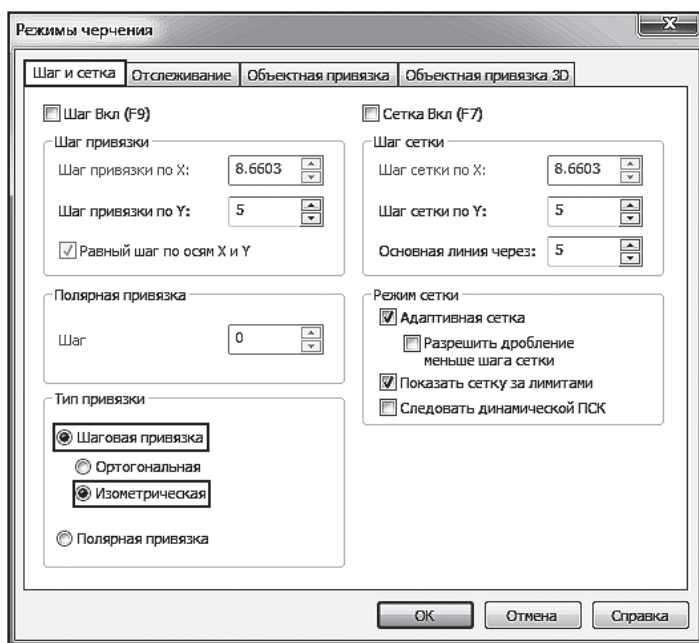


Рис. 5.90. Диалоговое окно **Режимы черчения**

- 2) ЛК на вкладке **Шаг и сетка** диалогового окна **Режимы черчения** – ЛК устанавливают галочку на типе привязки «**Изометрическая**» – ЛК на кнопке

ОК подтверждают сделанный выбор режима. Диалоговое окно автоматически закрывается, включенная сетка (клавиша **F7**) изменяет вид на изометрический (рис. 5.91), а линии курсора выравниваются с осями выбранной изометрической плоскости (рис. 5.91).

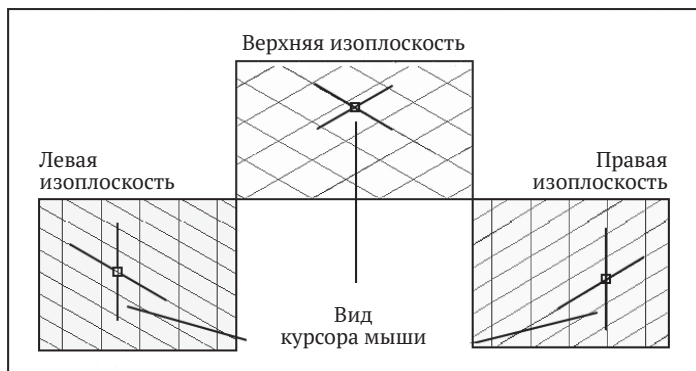


Рис. 5.91. Примеры изменения направления сетки и выравнивания линий курсора мыши на трех изоплоскостях

Этап № 2. В рабочее окно программы **ЛК** выводят панель **Изометрия** (рис. 5.92) – схема вывода представлена на рис. 5.93.



Рис. 5.92. Панели инструментов **Изометрия** с иконками режимов и объектов:

- 1 – включение/отключение режима; 2 – левая плоскость изометрии;
- 3 – верхняя плоскость изометрии; 4 – правая плоскость изометрии;
- 5 – Изопрямоугольник; 6 – Изоокружность; 7 – Изодуга

Этап № 3. Производят выполнение чертежей:

- 1) **ЛК** активизируют кнопку **Включение/Отключение** режима построения прямоугольных изометрических проекций (рис. 5.92), при этом включенная сетка (клавиша **F7**) изменяет вид на изометрический, а линии курсора выравниваются с осями выбранной изометрической плоскости. В случае необходимости сетку выключают или отключают нажатием клавиши **F7**;
- 2) **ЛК** производят переключение между изоплоскостями на панели инструментов **Изометрия** (рис. 5.92);
- 3) **ЛК** на панели инструментов **Изометрия** (рис. 5.94) выбирают необходимые изоэлементы, или (как вариант) **ЛК** выбирают команду **Отрезок** (например, из группы Черчение на вкладке **Главная**) и осуществляют последовательное вычерчивание контуров учебных моделей (рис. 5.94) с учетом приведенных ниже особенностей.

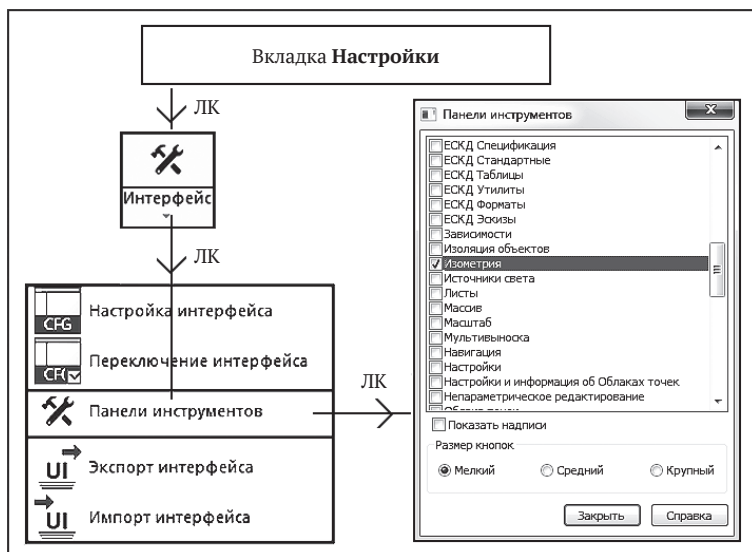


Рис. 5.93. Схема вывода панели инструментов **Изометрия** в рабочее окно программы

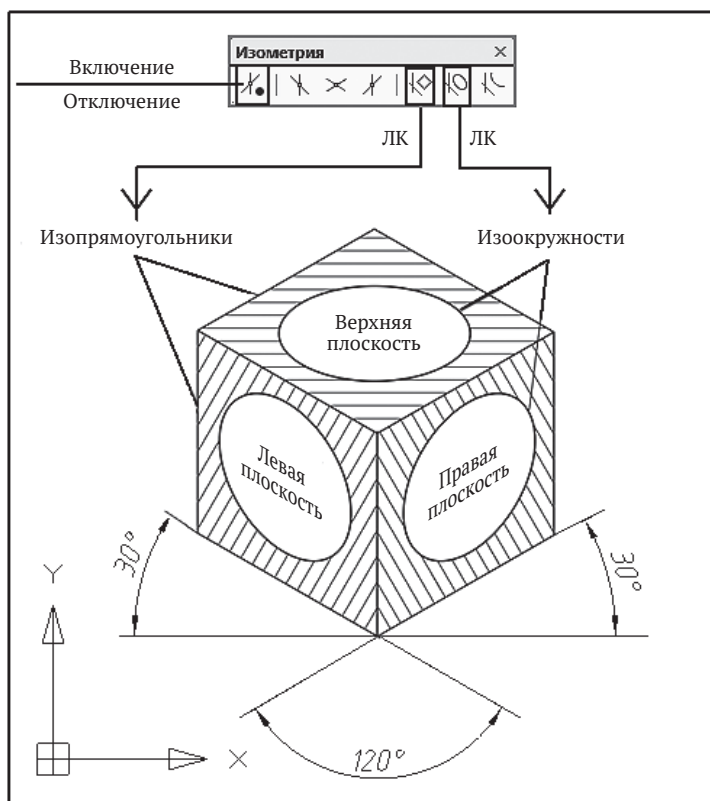


Рис. 5.94. Примеры построения геометрических фигур на трех изоплоскостях

Особенности изометрического черчения:

- 1) для точного построения чертежей используют: **а)** объектные привязки к сетке (клавиши **F3** и **F9**); **б)** полярное отслеживание (клавиша **F10**) и режим ортогональности **ОРТО** (клавиша **F8**), **в)** метод «направление – расстояние»; **г)** команды редактирования **Перемещение**, **Копирование**, **Обрезка**, **Удлинение** и **Разбивка** (например, из группы Редактирование на вкладке **Главная**); **д)** команду **Отрезок** (например, из группы Черчение на вкладке **Главная**) для построения основных и вспомогательных линий; **е)** команду **Штриховка** (например, из группы Черчение на вкладке **Главная**) для оформления разрезов, задавая угол линий штриховки на левой плоскости 15° [1, 2], на правой – 75° [1, 2] – рис. 5.94;
- 2) созданные 2D-изометрические чертежи не являются 3D-моделями, поэтому из них невозможно извлекать трехмерные расстояния, отображать в различных видовых экранах и осуществлять автоматическое подавление скрытых линий.

Ниже на рис. 5.95 и 5.96 приведены примеры построения учебных 2D-моделей в прямоугольной изометрии.

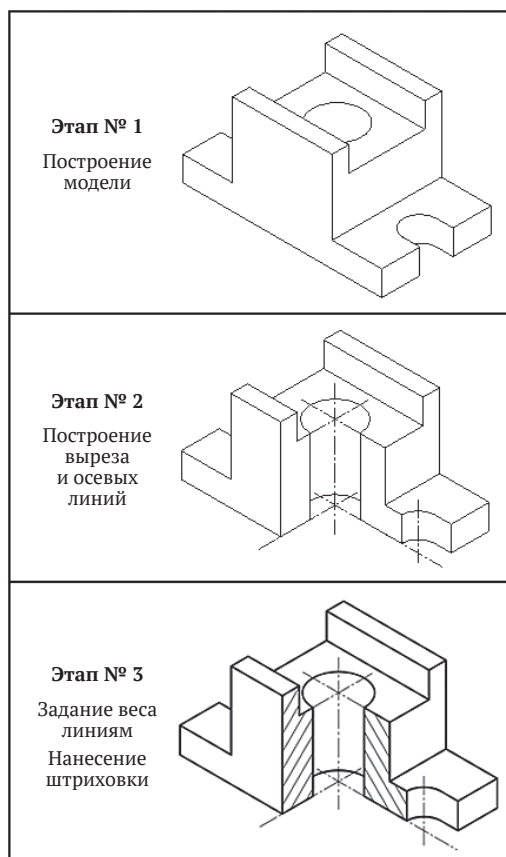


Рис. 5.95. Этапы построения учебной Модели № 1 в прямоугольной изометрии

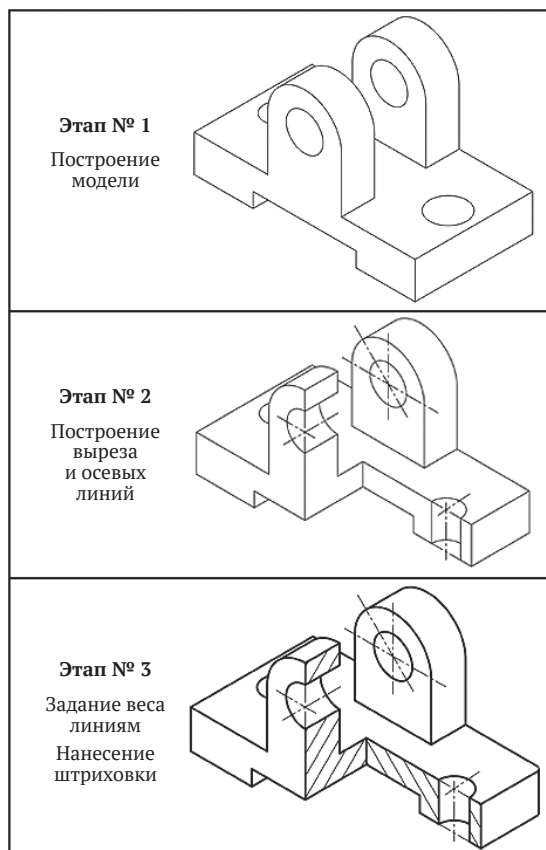


Рис. 5.96. Этапы построения учебной Модели № 2 в прямоугольной изометрии

Рекомендация. Для повышения наглядности учебные чертежи целесообразно дополнять вставками 2D-изометрических моделей, выполненных по приведенным выше методам черчения. Примеры приведены на рис. 5.97 и 5.98.

Рекомендация. Получение сведений о возможностях изометрического черчения осуществляют следующим образом:

- 1) ЛК на кнопке **Справка** (знак ?) в верхнем правом углу рабочего окна программы – открывается диалоговое окно **Справка nanoCAD** (рис. 5.99);
- 2) с клавиатуры в строке «Введите ключевое слово для поиска» вводят название запрашиваемой команды **Изометрическое черчение** (рис. 5.99);
- 3) ЛК на кнопке **Вывести** – в окне просмотра получают сведения о команде и действиях с ней (рис. 5.99).

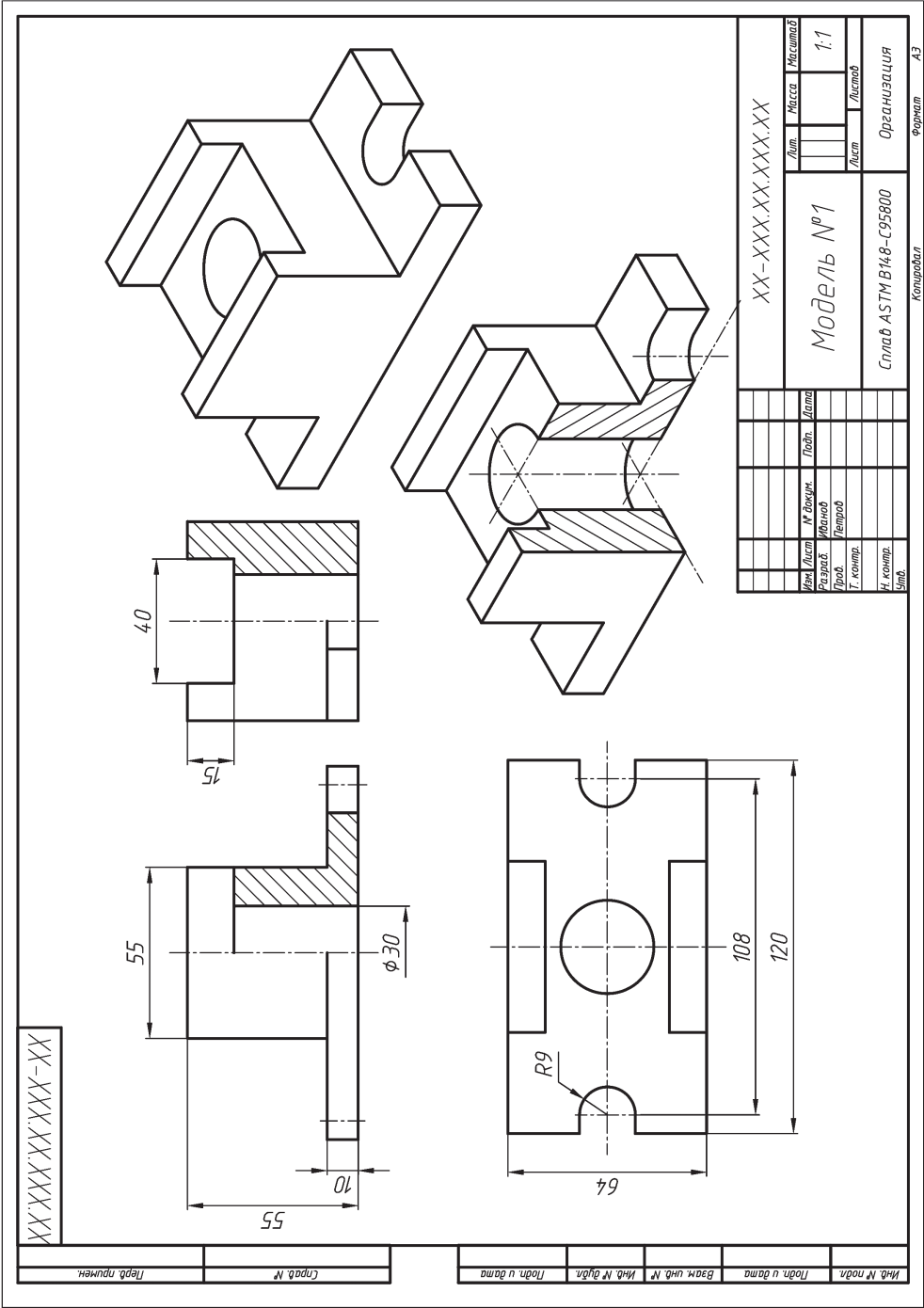


Рис. 5.97. Пример выполнения учебного чертежа Модели № 1 (изометрическое изображение модели условно приведено в уменьшенном масштабе)

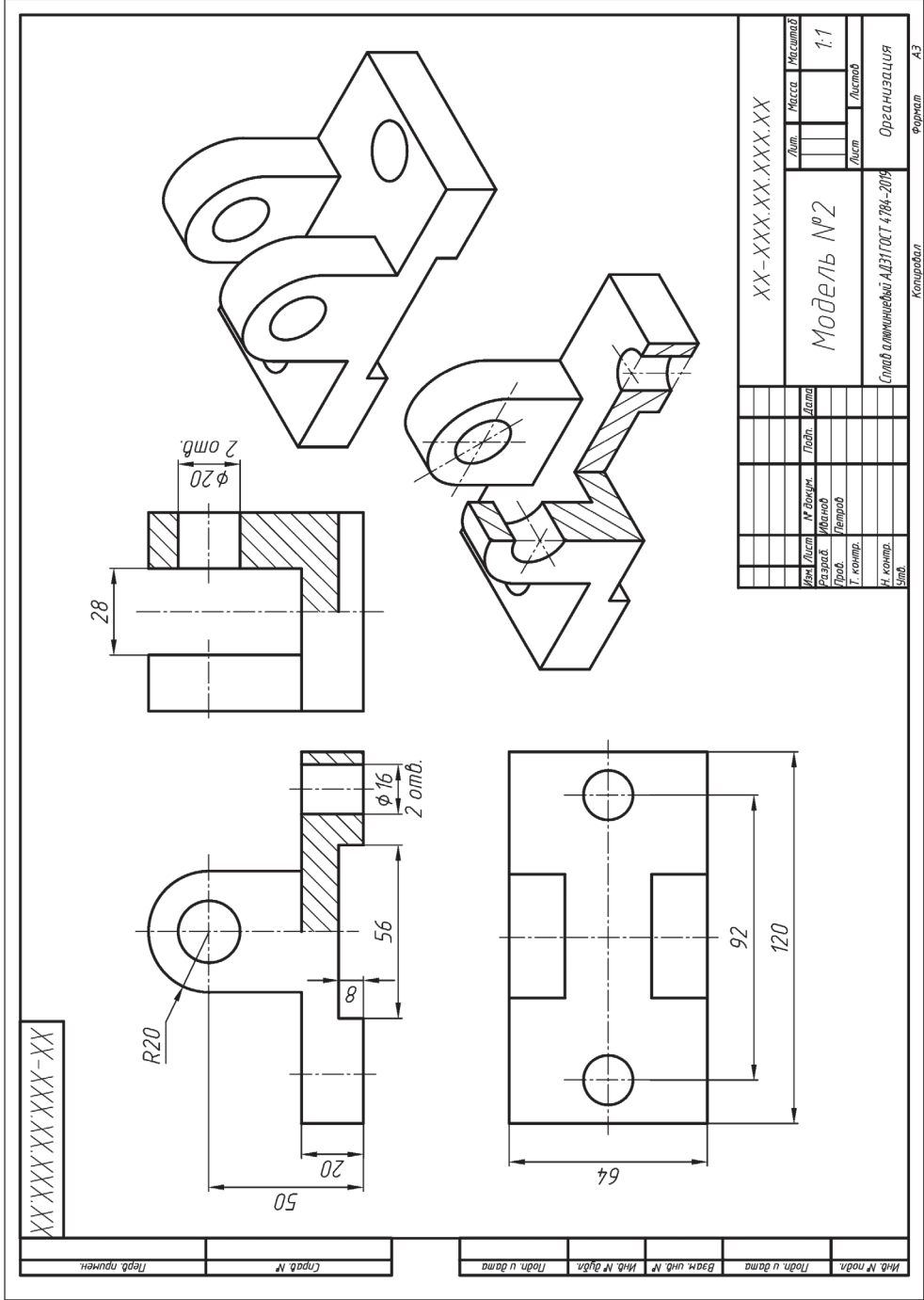


Рис. 5.98. Пример выполнения учебного чертежа Модели № 2 (изометрическое изображение модели условно приведено в уменьшенном масштабе)

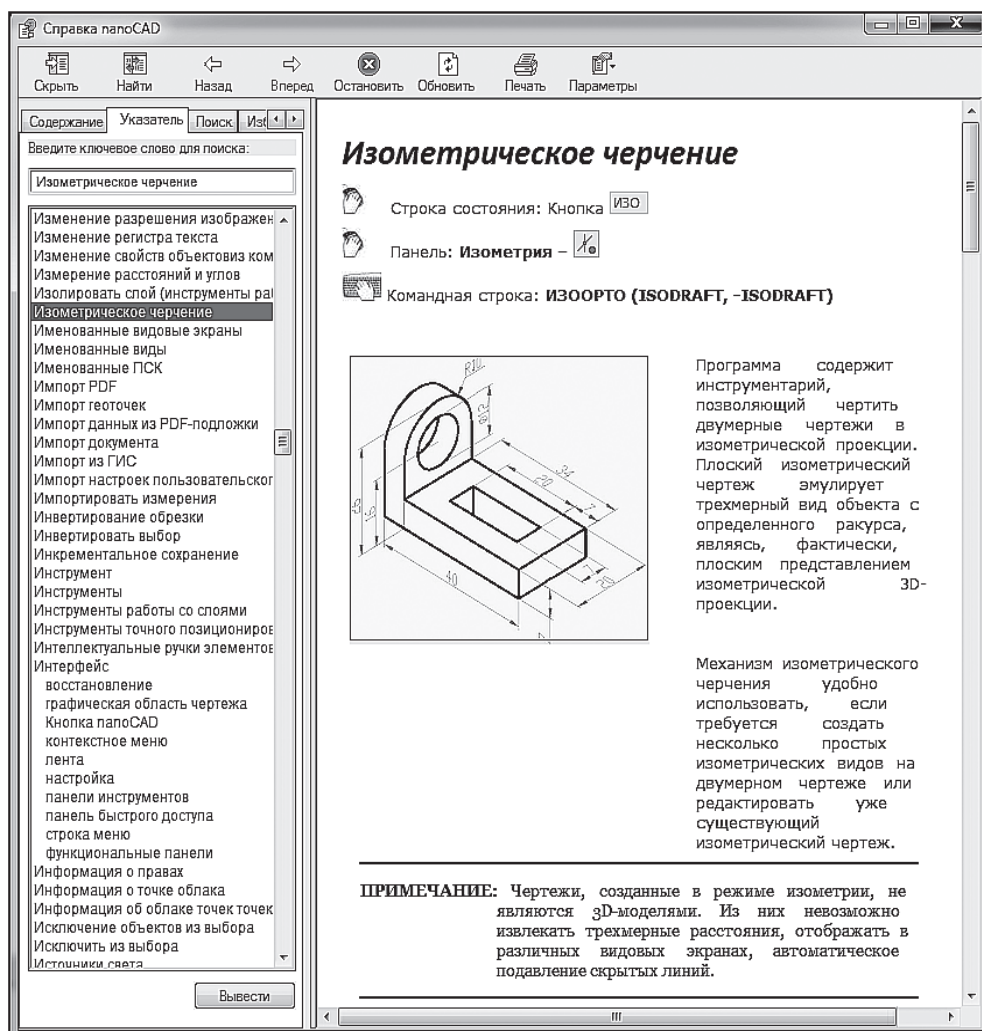


Рис. 5.99. Пример получения сведений об изометрическом черчении

Ссылки из интернета на видеоуроки по выполнению и оформлению 2D-чертежей машиностроительных валов



nanoCAD Механика.
Урок №1 – Работа с модулем «Валы»

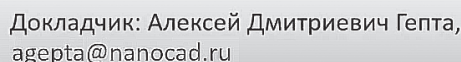


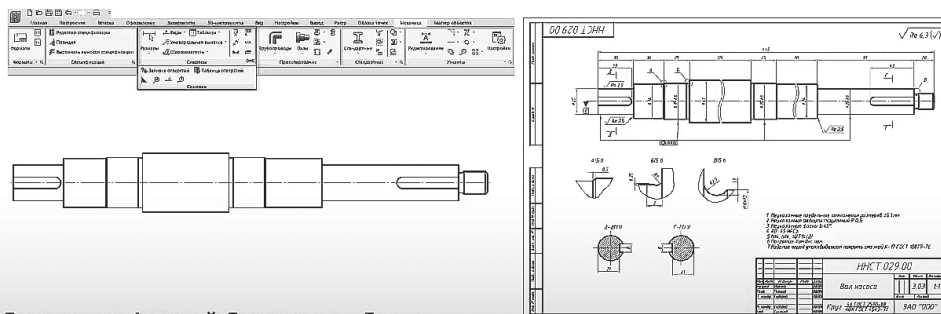
Рис. 5.100

Ссылка: <https://youtube.com/watch?v=dzjinDiffPc> (рис. 5.101).



nanoCAD Механика.

Урок №4 – Оформление чертежей, часть 2



Докладчик: Алексей Дмитриевич Гепта,
agepta@nanocad.ru

Рис. 5.101

Заключение

- I. Представленные методы построения параметрических 3D-моделей деталей и дальнейшая технология получения чертежей «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж», а также методы сборки 3D-моделей изделий из отдельных параметрических 3D-моделей деталей на основе использования сборочных 3D-зависимостей являются самыми современными для выполнения и оформления технической документации на детали и изделия.
- II. Перспективным для практической работы является появление в будущем ряда разработок АО «Нанософт», г. Москва (www.nanocad.ru), которые еще не были представлены в рассматриваемой версии программы nanoCAD Механика:
 - 1) построение фотореалистичных растровых изображений на основе:
 - а) присвоения материалов 3D-моделям деталей и 3D-моделям изделий;
 - б) размещения различных источников света; в) добавления фона для создания теней; г) запуска в дальнейшем процесса рендеринга с помощью специально разработанной для этих целей программы;
 - 2) построение электронных моделей изделий и их составных частей в соответствии с общими положениями ГОСТ ЕСКД 2.052–2015, ГОСТ 2.056–2021 и ГОСТ 2.057–2019 [10–12].

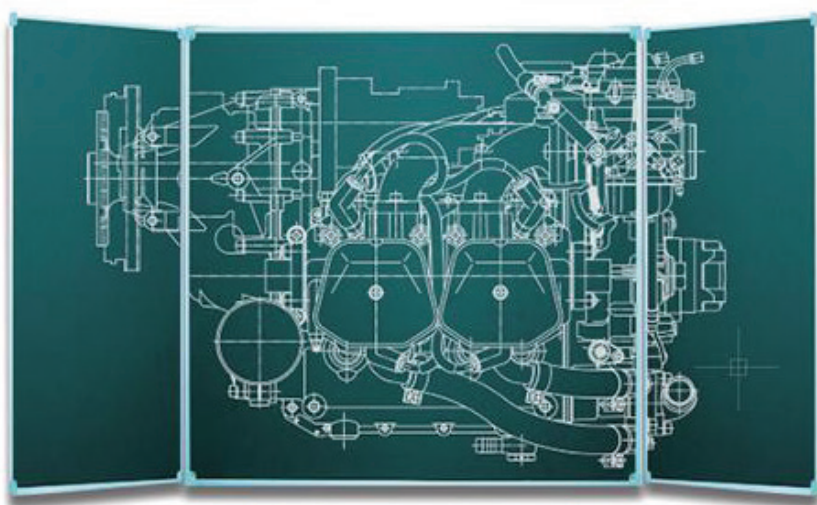
Библиографический список

1. Кувшинов Н. С. nanoCAD Механика. Инженерная 2D- и 3D-компьютерная графика: учеб. пособие / Н. С. Кувшинов. М.: ДМК Пресс, 2020. 528 с. / САПР-ПЛАТФОРМА nanoCAD.
2. Кувшинов Н. С. nanoCAD Механика: учеб. пособие / Н. С. Кувшинов. М: Юрайт, 2020. 238 с.: ил. / САПР-платформа nanoCAD.
3. Кувшинов Н. С. nanoCAD PLUS 10. Адаптация к учебному процессу / Н. С. Кувшинов. М.: ДМК Пресс, 2019. 344 с. / САПР-ПЛАТФОРМА nanoCAD.
4. Кувшинов Н. С. nanoCAD Механика 9.0. Инженерная 2D- и 3D-графика / Н. С. Кувшинов. М.: ДМК Пресс, 2019. 476 с. / САПР-ПЛАТФОРМА nanoCAD.
5. Кувшинов Н. С. Инженерная и компьютерная графика: учебник / Н. С. Кувшинов, Т. Н. Скоцкая. М.: КНОРУС, 2019. 234 с. (Бакалавриат). (гриф УМО).
6. Кувшинов Н. С. Приборостроительное черчение: учеб. пособие / Н. С. Кувшинов, В. С. Дукмасова. М.: Издательство КНОРУС, 2017. 400 с. (гриф УМО).
7. Кувшинов Н. С. Изделия приборостроения. Альбом рабочих чертежей: учеб. пособие / Н. С. Кувшинов. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2007. 127 с.
8. Beverly L. Kirkpatrick. AutoCAD 2022 for Interior Design and Space Planning / Beverly L. Kirkpatrick, James M. Kirkpatrick, Hossein Assadipour, David Bymes. Pearson Education, 2022. 672 p.
9. Иванов М. Н. Детали машин: Учебник для академического бакалавриата / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. 16-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2016. 408 с.
10. ГОСТ 2.052–2015. ЕСКД. Электронная модель изделия. Общие положения. М.: ФГУП Стандартиформ, 2019.
11. ГОСТ 2.056–2021. ЕСКД. Электронная модель детали. Общие положения. М.: ФГУП Стандартиформ, 2021.
12. ГОСТ 2.057–2019. ЕСКД. Электронная модель сборочной единицы. Общие положения. М.: ФГУП Стандартиформ, 2020.
13. Кувшинов Н. С. Инженерная графика. Для технических специальностей вузов: учебник / Н. С. Кувшинов. М.: КНОРУС, 2022. 320 с. (Бакалавриат).

Кувшинов Н. С.

nanoCAD PLUS 10

Адаптация к учебному процессу



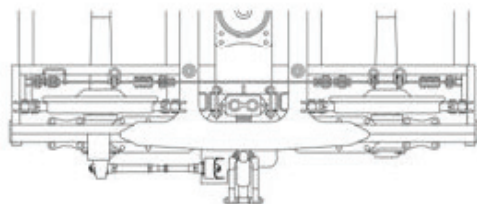
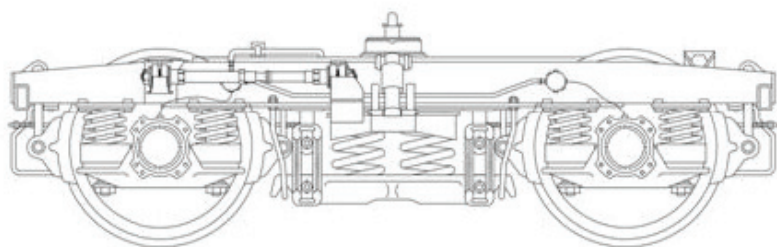
 **NANOCAD**
УМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Кувшинов Н. С.

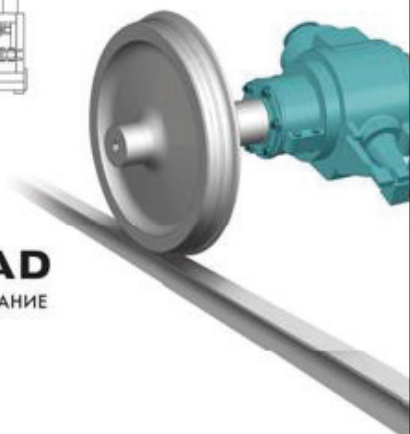
nanoCAD

МЕХАНИКА 9.0

Инженерная 2D- и 3D-графика



NANOCAD
УМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ



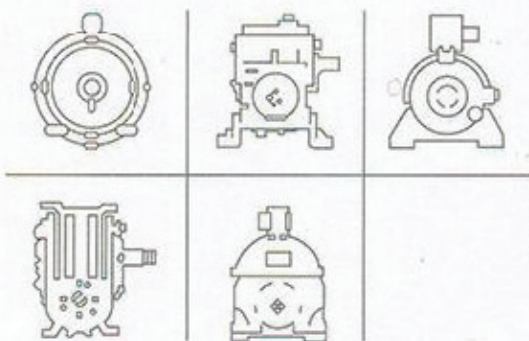
Н. С. Кувшинов

nanoCAD

МЕХАНИКА

Инженерная 2D и 3D
компьютерная графика

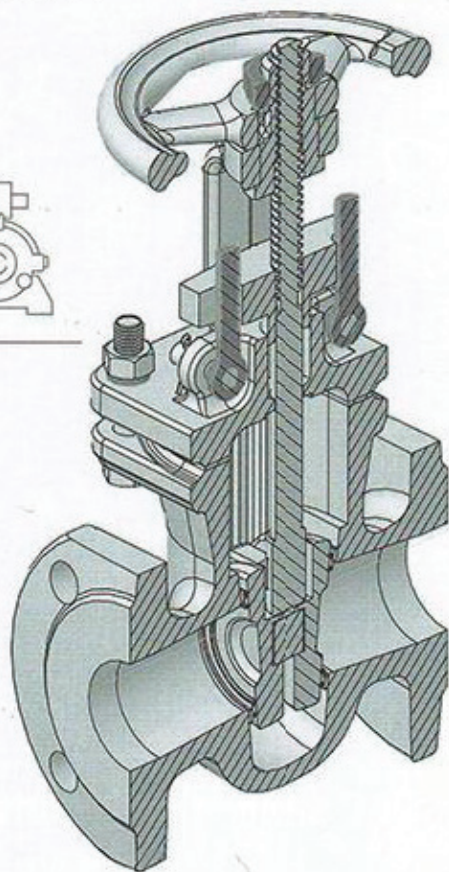
Учебное пособие



САПР-платформа nanoCAD



NANOCAD
УМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ



Книги издательства «ДМК Пресс» можно заказать
в торгово-издательском холдинге «Планета Альянс» наложенным платежом,
выслав открытку или письмо по почтовому адресу:

115487, г. Москва, 2-й Нагатинский пр-д, д. 6А.

При оформлении заказа следует указать адрес (полностью),
по которому должны быть высланы книги;
фамилию, имя и отчество получателя.

Желательно также указать свой телефон и электронный адрес.

Эти книги вы можете заказать и в интернет-магазине: **www.a-planet.ru**.

Оптовые закупки: тел. **(499) 782-38-89**.

Электронный адрес: **books@alians-kniga.ru**.

Н. С. Кувшинов

Проектирование в Платформе nanoCAD с модулями «Механика» и «3D»

Текст приведен в авторской редакции

Главный редактор *Мовчан Д. А.*
dmpkpress@gmail.com

Зам. главного редактора *Сенченкова Е. А.*

Корректор *Абросимова Л. А.*

Верстка *Чаннова А. А.*

Дизайн обложки *Мовчан А. Г.*

Формат 70×100 1/16.

Гарнитура PT Serif. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 31,2. Тираж 300 экз.

Веб-сайт издательства: **www.dmpkpress.com**