



Организация
Объединенных Наций по
вопросам образования,
науки и культуры



Международный
центр компетенций
в горнотехническом образовании
под эгидой ЮНЕСКО

**Международная специальная краткосрочная программа
Международного центра компетенций в горнотехническом
образовании под эгидой ЮНЕСКО**

**РАЗРАБОТАНА В РАМКАХ СОДЕЙСТВИЯ ЭКСПОРТА
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ**

**«РАЗРАБОТКА ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И
ЦИФРОВЫХ ПРОТОТИПОВ»**

Уровень программы: общий

Форма обучения: очная

Объем программы: 68 часов

**Руководитель
программы:**

к.т.н., доц. Игнатьев С.А.

**Составитель
программы:**

к.т.н., Чупин С.А.



ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

1 Общие положения

1.1 Цель программы:

Цель программы – приобретение теоретических знаний и практических навыков работы с системами автоматизированного проектирования при разработке горнотехнической документации и создании цифровых прототипов объектов горного производства.

1.2 Основные задачи программы

- **получение дополнительных знаний в области систем автоматизированного проектирования и способов разработки и оформления горнотехнической документации при их использовании.**
- **получение дополнительных знаний в области способов создания цифровых прототипов с использованием САПР и прикладных библиотек.**
- **получение дополнительных знаний в области оптимизации конструкторской деятельности на основе анализа цифровых прототипов с использованием прикладных библиотек САПР.**

1.3 Категория слушателей:

Студенты, магистранты и аспиранты, обучающиеся по направлениям подготовки, связанным с производством горных работ, конструированием и эксплуатацией горных машин, и комплексов, конструированием и эксплуатацией нефте- и газодобычного оборудования.

1.4 Планируемые результаты обучения

Перечень дополнительных профессиональных компетенций, качественное изменение которых осуществляется в результате реализации программы обучения:

- **владение знаниями по современным САПР (CAD/CAM/CAE);**
- **способность к созданию цифровых прототипов горного и нефте-, газодобычного оборудования;**
- **способность выполнять комплекс работ, связанных с проектированием и конструированием горного и нефтяного оборудования с применением САПР включая автоматическое создание документаций на основе цифровых прототипов;**
- **способность создавать горнотехническую документацию и элементы горных выработок в САПР;**
- **способность к выбору программного комплекса и прикладной библиотеки в зависимости от поставленной задачи для оптимизации работы при конструировании и проектировании в САПР.**

1.5 Требования к результатам освоения программы:

С целью достижения указанных в пункте 1.4 дополнительных профессиональных компетенций, слушатели в процессе освоения программы должны:

Получить знания по вопросам:

- **владеть знаниями по современным САПР (CAD/CAM/CAE);**
- **способов настройки САПР для оптимизации проектной или конструкторской деятельности;**
- **проектирования цифровых прототипов и конструкторской документации;**
- **применения современных САПР при проектировании горного, нефте- и газодобычного оборудования и планирования циклов создания конструкторской и горнотехнической документации;**
- **по прикладным библиотекам и приложениям САПР для оптимизации проектных и конструкторских работ.**

Развить умения:

- анализа существующих программных комплексов САПР;
- создания цифровых прототипов в САПР;
- создания конструкторской документации на основе цифровых прототипов;
- создания горно-технической документации и моделей горно-шахтного оборудования в САПР;
- работы в основных прикладных библиотеках и приложениях САПР.

Приобрести навыки:

- работы в САПР при решении задач различной сложности;
- моделирования цифровых прототипов механических систем;
- создания конструкторской документации;
- создания горнотехнической документации и элементов горных выработок на основе цифровых прототипов;
- применения прикладных библиотек и приложений для ускорения и оптимизации конструкторских и проектировочных работ.

1.6 Календарный учебный график**Условные обозначения:**

Теоретическое обучение	час
Итоговая аттестация	ИА

Форма обучения	Дни недели/ауд.час										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
очная	2	8	8	8	8	-	-	8	8	8	6 ИА

1.7 Учебный план:

№	Наименование дисциплин (модуля)	Всего часов	В том числе				
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Самостоятельная работа	Выездные мастер-классы	Итоговая аттестация
1	Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)	2	2	-	-	-	-
2	Модуль 1. Цифровые прототипы в САПР	26	4	18	-	4	-
3	Модуль 2. Горнотехническая документация	26	2	20	-	4	-
4	Модуль 3. Прикладные библиотеки	8	2	6	-	-	-
5	Итоговая аттестация	6	-	-	4	-	2
	Всего	68	10	44	4	8	2

1.8 Объем программы и виды учебной работы:

Вид учебной работы	Часы
Лекционные занятия	10
Практические занятия	44
Лабораторные занятия	-
Выездные мастер-классы	8
Итоговая аттестация	2
Всего очных занятий	64
Самостоятельная работа, включая подготовку к итоговой аттестации	4
Общий объем программы	68

2 Содержание обучения:

2.1 Содержание обучения по программе:

Наименование разделов профессионального модуля, тем	Содержание учебного материала	Объем часов
Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)	Модуль включает в себя основные термины и определения в системах автоматизированного проектирования (САПР). Цели САПР. Виды САПР. Классификация САПР. Возможности использования САПР. Отраслевое использование САПР. Целевые назначения САПР. Основные САПР. Общие сведения об AutoCAD. Общие сведения об Bricscad. Общие сведения об Autodesk Inventor. Общие сведения об SolidWorks. Общие сведения об SolidEdge. Общие сведения о Компас 3D. Общие сведения об T-FLEX. Общие сведения об PTC Creo. Общие сведения об NX. Общие сведения об CATIA. Общие сведения об облачных САПР. Общие сведения об Fusion 360. Общие сведения об Onshape.	2
Модуль 1. Цифровые прототипы в САПР	Основные элементы интерфейса САПР (Компас, AutoDesk Inventor, AutoCAD). Элементы интерфейса Компас-График. Стандартная панель и ее назначение. Панель текущее состояние и ее назначение. Панель вид и ее назначение. Панель режимы и ее назначение. Главное меню и его назначение. Заголовок окон и его назначение. Рабочая область. Строка сообщений и ее назначение. Компактная панель и ее назначение. Менеджер библиотек. Основные принципы работы в AutoCAD. Настройка AutoCAD. Основные элементы интерфейса AutoCAD. Меню приложений. Панель быстрого доступа. Графический экран. Модели. Листы. Командная трока. Панель координат. Лента. Тематическая панель. Адаптация интерфейса. Настройка Autodesk Inventor. Ленточный интерфейс Autodesk Inventor. Панель быстрого доступа Autodesk Inventor. Команды Autodesk Inventor. Вкладки Autodesk Inventor. Панель навигации	26

Наименование разделов профессионального модуля, тем	Содержание учебного материала	Объем часов
	<p>Autodesk Inventor.</p> <p>Введение в трехмерное моделирование. Основные элементы интерфейса. Настройка параметров текущей детали. Общий порядок трехмерного моделирования. Операция выдавливания. Редактирование эскиза и операции. Параметризация эскиза. Операция вращения. Вспомогательная геометрия и пространственные кривые. Кинематическая операция. Операция по сечениям. Выбор объектов. Планирование моделирования. Основные приемы 3D-моделирования. Массо-центровочные характеристики. Элементы оформления трехмерной модели. Простые и сложные разрезы. Масштабирование тел. Общие сведения о рабочих и ассоциативных чертежах. Создание разрезов и выносных элементов. Редактирование ассоциативных чертежей. Фаски. Скругления. Резьбы. Резьбовые крепежные соединения. Головки под гаечный ключ. Конические поверхности. Уклоны. Рифление. Центровые отверстия. Основы проектирования сборочных единиц. Создание документа типа Сборка. Включение нового компонента в сборку. Свойства сборки и ее компонентов. Перемещение, поворот и сопряжение компонентов сборки. Редактирование сборки. Проверка пересечений компонентов. Ассоциативный сборочный чертеж. Спецификация сборочного чертежа.</p>	
<p>Модуль 2. Горнотехническая документация</p>	<p>Особенности горных чертежей. Условные обозначения на горных чертежах. Оформление основной надписи чертежа. Графические обозначения на горных чертежах. Принципы оформления паспортов. Паспорта горных работ. Паспорта буровзрывных работ. Построение плана горизонтов рудника.</p>	<p>26</p>
<p>Модуль 3. Прикладные библиотеки</p>	<p>Расширенные возможности САПР. Справочник материалов. Канавки. Шпоночные пазы. Цилиндрические зубчатые колеса. Зубчатые (шлицевые) соединения. Пружины. Библиотека Стандартные изделия. Библиотеки металлоконструкций. Библиотека анимации. Artisan Rendering. Приложения проверки напряжений и прочности конструкция АРМ FEM. Каталог Муфты. Каталог: Сварные швы. Оборудование: Развертки. Валы и механические передачи 3D. Оборудование: Трубопроводы. Оборудование: Металлоконструкции. Стандартные Изделия: Электрические аппараты и арматура 3D для КОМПАС.</p>	<p>8</p>

2.2 Рабочие программы дисциплин (модулей) – представлены в Приложении 1.

2.3 Формы аттестаций по программе:

Для оценки качества усвоения знаний, умений и опыта деятельности предусмотрены текущий и итоговый виды контроля.

Текущий контроль успеваемости осуществляется на основе тестов, которые содержат контрольные вопросы по каждому изучаемому модулю и должны быть сданы обучающимися в ходе учебного периода.

Форма итоговой аттестации по программе – зачет.

К зачету допускаются только те слушатели, которые успешно сдали все тесты по изученным модулям.

2.4 Оценочные материалы:

Примерный перечень вопросов для подготовки к тестам и зачету:

1. Графические пакеты прикладных программ, их краткая характеристика.
2. Способы создания чертежей и их оформления. Выбор масштабов.
3. Основные виды привязок в системах САПР.
4. Работа с библиотеками при выборе материала и сортамента 3D-модели в КОМПАС-3D.
5. Условные обозначения на схемах горных выработок.
6. В чем отличие сборочного чертежа и чертежа общего вида? Каковы правила заполнения основной надписи обоих видов чертежей?
7. Схема создания твердотельной модели.
8. Способы формирования объемных базовых тел.
9. Дерево модели, её назначение.
10. Эскиз, определение и назначение. Создание эскизов.
11. Создание тел. Операция «Выдавливание».
12. Создание тел. Операция «Вращение».
13. Создание тел. Операция «Кинематическая».
14. Создание тел. Операция «По сечениям».
15. Способы создания геометрического массива элементов на детали.
16. Способы задания сопряжений при создании сборочной единицы.
17. Создание сборочной единицы при проектировании «сверху-вниз» и «снизу-вверх».
18. Для чего предназначен модуль КОМПАС-SPRING?
19. Какие упрощения допускаются на чертеже детали?
20. Государственные стандарты на горную графическую документацию.
21. Общие правила выполнения горных чертежей.
22. Основные операции при сборке.
23. Работа с массивом.
24. Создание водоотливной канавки.
25. Создание почвы выработки.
26. Операция спираль цилиндрическая.
27. Операция «Обечайка». Назначение.
28. Классификация горных машин подземных разработок.
29. Типы сопряжения горных выработок.
30. Массивы. Назначение. Типы массивов.
31. Что такое паспорт крепления?
32. Состав паспорта крепления
33. Сколько экземпляров паспорта крепления должно быть?
34. Где находятся паспорта крепления?
35. Что такое СВП?
36. Какой масштаб изображения выработки?

37. Размеры узла податливости.
38. Состав узла податливости.
39. Что такое СВП 27?
40. Что такое шаг крепи?
41. Последовательность разработки паспорта БВР.
42. Графическое приложения паспорта БВР.
43. Сколько экземпляров паспорта БВР должно быть и где они хранятся?
44. Глубина врубовых шпуров.
45. Углы наклона шпуров.
46. Диаметр шпуров при БВР.
47. Что такое ЛНС?
48. Виды библиотек Компас.
49. Построение шлицевого соединения.
50. Построение профиля металлоконструкции по кривой.
51. Построение профиля металлоконструкции по эскизу.
52. Разделка стыков металлоконструкции.
53. Построение вала в библиотеке Валы и механические передачи.
54. Построение шпоночного паза.
55. Построение передачи зубчатой цилиндрической.
56. Построение передачи зубчатой конической.
57. Как изменить форму паза в библиотеке металлоконструкции.

2.4.1 Критерии оценивания

Критерии оценок промежуточной аттестации

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % занятий; обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение курса выполнил работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % занятий; обучающийся не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Критерии оценок итоговой аттестации: примерная шкала оценивания знаний по выполнению заданий зачета:

Оценка	
Не зачтено	Зачтено
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 50 % лекционных и практических занятий
Обучающийся не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Обучающийся хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

2.5 Учебно-методические материалы (в том числе конспекты лекций) – представлены в Приложении 2.

2.6 Вид документа, подтверждающий прохождение обучения:

После успешного окончания обучения выдается сертификат о прохождении Международной специальной краткосрочной программы под эгидой Международного центра ЮНЕСКО: «Разработка горно-технической документации и цифровых прототипов».

3 Организационно-педагогические условия реализации программы:

3.1 Материально-технические условия реализации программы:

Для реализации программы используются 2 компьютерных класса кафедры Начертательной геометрии и графики, оснащенные 15-ю моноблоками и 15-ю графическими станциями для работы студентов и 2 ПК преподавателя с подключенным к ним мультимедийным оборудованием.

3.2 Кадровое обеспечение образовательного процесса по программе:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Образование (вуз; год окончания; специальность)	Должность, ученая степень, звание, стаж работы в данной или аналогичной области, лет	Количество научных и учебно-методических публикаций
Руководитель программы				
1	Игнатьев Сергей Анатольевич	Ленинградский горный институт; 1995; Горные машины и оборудование	Заведующий кафедрой начертательной геометрии и графики, к.т.н., доцент, 22 года	Более 60
Профессорско-преподавательский состав программы				
2	Судариков Александр Евгеньевич	Карагандинский политехнический институт; 1984; Строительство подземных сооружений и шахт.	Доцент кафедры начертательной геометрии и графики, к.т.н., 25 лет	Более 100
3	Третьякова Злата Олеговна	Казанский инженерно-строительный институт; 1995; Производство строительных материалов и изделий	Доцент кафедры начертательной геометрии и графики, к.т.н., 8 лет	Более 80
4	Исаев Алексей Игоревич	Национально минерально-сырьевой университет «Горный»; 2012; Горные машины и оборудование	Доцент кафедры начертательной геометрии и графики, к.т.н., 4 года	Более 20
5	Чупин Станислав Александрович	Национально минерально-сырьевой университет «Горный»; 2012; Горные машины и оборудование	Доцент кафедры начертательной геометрии и графики, к.т.н., 4 года	Более 30

Приложение 1
к образовательной программе –
«Международная специальная краткосрочная
Программа под эгидой Международного центра ЮНЕСКО
«Разработка горно-технической документации и цифровых прототипов»

**Рабочая программа модуля
«Введение. Основные сведения о системах автоматизированного
проектирования (САПР)»**

1. Цели и задачи модуля

Цель модуля – получение основных сведений о текущем состоянии современных систем автоматизированного проектирования (САПР) и специализированных приложениях создания цифровых прототипов, и их возможностях.

Основные задачи:

- получение дополнительных знаний о системах автоматизированного проектирования для проектирования, конструирования и создания цифровых прототипов;
- получение дополнительных знаний о преимуществах и недостатках основных систем автоматизированного проектирования.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения модуля
Владение знаниями по современным САПР (CAD/CAM/CAE)	Знать современные САПР для проектировании горного, нефте- и газодобычного оборудования
	Уметь анализировать существующие программные комплексы САПР
	Владеть навыками работы в САПР при решении задач различной сложности
Способность к выбору программного комплекса и прикладной библиотеки в зависимости от поставленной задачи	Знать основные возможности библиотек и приложений САПР для решения поставленных задач
	Уметь оптимизировать рабочий процесс проектирования и конструирования на основе использования прикладных библиотек и приложений
	Владеть анализировать основные преимущества и недостатки современных САПР

Структура и содержание модуля

2.1 Разделы модуля и виды занятий

№п/п	Наименование модуля	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практич.	самост.	
1.	Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)	2	2	-	-	-

2.2 Содержание раздела модуля

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)	Модуль включает в себя основные термины и определения в системах автоматизированного проектирования (САПР). Цели САПР. Виды САПР. Классификация САПР. Возможности использования САПР. Отраслевое использование САПР. Целевые назначения САПР. Основные САПР. Общие сведения об AutoCAD. Общие сведения об Bricscad. Общие сведения об Autodesk Inventor. Общие сведения об SolidWorks. Общие сведения об SolidEdge. Общие сведения о Компас 3D. Общие сведения об T-FLEX. Общие сведения об PTC Creo. Общие сведения об NX. Общие сведения об CATIA. Общие сведения об облачных САПР. Общие сведения об Fusion 360. Общие сведения об Onshape.	2

3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

По итогам изучения модуля «Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)» контроль и промежуточная аттестация не предусмотрены.

4. Учебно-методическое обеспечение

1. Большаков, В. П. Твёрдотельное моделирование деталей в САД-системах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo / Большаков В. П., Бочков А. Л., Лячек Ю. Т. // Питер. 2014. – 304 с.
2. Малюх, В.Н. Введение в современные САПР. Курс лекций. / В.Н. Малюх // ДМК-Пресс. 2017. – 192 с.
3. Латышев, П. Н. Каталог САПР: программы и производители / П. Н. Латышев. // Москва: СОЛОН-Пресс. – 2006. — 608 с.
4. Ли Кунву. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) // СПб.: Питер, 2004. – 560 с.

5. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Рабочая программа модуля «Цифровые прототипы в САПР»

1. Цели и задачи модуля

Цель модуля – приобретение теоретических знаний и практических навыков работы с системами автоматизированного проектирования при разработке цифровых прототипов сложной формы.

Основные задачи:

- получение дополнительных знаний по настройкам САПР;
- получение дополнительных знаний и практических навыков по созданию цифровых прототипов.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Цифровые прототипы в САПР» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения модуля
Овладеть способностью к созданию цифровых прототипов горного и нефте-, газодобычного оборудования	Знать способы настройки САПР для оптимизации проектной или конструкторской деятельности
	Уметь создавать цифровые прототипы в САПР
	Владеть методами моделирования цифровых прототипов механических систем
Овладеть способностью выполнять комплекс работ, связанных с проектированием и конструированием горного и нефтяного оборудования с применением САПР включая автоматическое создание документаций на основе цифровых прототипов	Знать способы проектирования цифровых прототипов и конструкторской документации
	Уметь создавать конструкторскую документацию на основе цифровых прототипов
	Владеть навыками автоматического создания конструкторской документации

3. Структура и содержание модуля

3.1 Разделы модуля и виды занятий

№п/п	Наименование модуля	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практич.	самост.	
1.	Модуль 1. Цифровые прототипы в САПР	26	8	18	-	текущий
1.1	Элементы интерфейса САПР	2	2	-	-	-
1.2	Основные принципы создания 3D моделей	4	2	2	-	-
1.3	Операции создания 3D моделей	6	-	6	-	-
1.4	Создание ассоциативных чертежей	2	-	2	-	-
1.5	Создание сборочных моделей сложных объектов	4	-	4	-	-
1.6	Сборочные чертежи и конструкторская документация	4	-	4	-	-
1.7	Опыт создания САПР и принципы работы Компас 3D (выездной мастер-класс в компании ООО «Аскон»)	4	4	-	-	-

3.2 Содержание раздела модуля

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Элементы интерфейса САПР	Основные элементы интерфейса САПР (Компас, AutoDesk Inventor, AutoCAD). Элементы интерфейса Компас-График. Стандартная панель и ее назначение. Панель текущее состояние и ее назначение. Панель вид и ее назначение. Панель режимы и ее назначение. Главное меню и его назначение. Заголовок окон и его назначение. Рабочая область. Строка сообщений и ее назначение. Компактная панель и ее назначение. Менеджер библиотек. Основные принципы работы в AutoCAD. Настройка AutoCAD. Основные элементы интерфейса AutoCAD. Меню приложений. Панель быстрого доступа. Графический экран. Модели. Листы. Командная трока. Панель координат. Лента. Тематическая панель. Адаптация интерфейса. Настройка Autodesk Inventor. Ленточный интерфейс Autodesk	2

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
		Inventor. Панель быстрого доступа Autodesk Inventor. Команды Autodesk Inventor. Вкладки Autodesk Inventor. Панель навигации Autodesk Inventor.	
2	Основные принципы создания 3D моделей	Введение в трехмерное моделирование. Основные элементы интерфейса. Настройка параметров текущей детали. Общий порядок трехмерного моделирования. Операция выдавливания. Редактирование эскиза и операции. Параметризация эскиза. Операция вращения. Вспомогательная геометрия и пространственные кривые. Кинематическая операция. Операция по сечениям. Выбор объектов. Планирование моделирования. Основные приемы 3D-моделирования. Массо-центровочные характеристики. Элементы оформления трехмерной модели. Простые и сложные разрезы. Масштабирование тел. Общие сведения о рабочих и ассоциативных чертежах. Создание разрезов и выносных элементов. Редактирование ассоциативных чертежей. Фаски. Скругления. Резьбы. Резьбовые крепежные соединения. Головки под гаечный ключ. Конические поверхности. Уклоны. Рифление. Центровые отверстия. Основы проектирования сборочных единиц. Создание документа типа Сборка. Включение нового компонента в сборку. Свойства сборки и ее компонентов. Перемещение, поворот и сопряжение компонентов сборки. Редактирование сборки. Проверка пересечений компонентов. Ассоциативный сборочный чертеж. Спецификация сборочного чертежа.	2

3.3 Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия	Вид занятия	Кол-во час.
1	Основные принципы создания 3D моделей	Практическое занятие	2
2	Операции создания 3D моделей	Практическое занятие	6
3	Создание ассоциативных чертежей	Практическое занятие	2
4	Создание сборочных моделей сложных объектов	Практическое занятие	4
5	Сборочные чертежи и конструкторская документация	Практическое занятие	4

3.4 Перечень мастер-классов

№ темы	Наименование занятия	Вид занятия	Кол-во час.
6	Опыт создания САПР и принципы работы Компас 3D (выездной мастер-класс в компании ООО «Аскон»)	Мастер-класс	4

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

1. Основные виды привязок в системах САПР.
2. Схема создания твердотельной модели.
3. Способы формирования объемных базовых тел.
4. Дерево модели, её назначение.
5. Эскиз, определение и назначение. Создание эскизов.
6. Создание тел. Операция «Выдавливание».
7. Создание тел. Операция «Вращение».
8. Создание тел. Операция «Кинематическая».
9. Создание тел. Операция «По сечениям».
10. Способы создания геометрического массива элементов на детали.
11. Способы задания сопряжений при создании сборочной единицы.
12. Создание сборочной единицы при проектировании «сверху-вниз» и «снизу-вверх».
13. Способы сопряжения деталей в сборочной модели.
14. Сопряжение деталей методом совмещения и методом касания.
15. Способы создания резьбовых отверстий в моделях.

5. Учебно-методическое обеспечение

1. Третьякова, З.О. Компьютерная графика в системе AutoCad (2D проектирование): Методические указания для выполнения практических работ / З.О. Третьякова, М.В. Воронина // СПб. – 2015. – 65 с.
2. Исаев, А.И. Компьютерная графика. Твердотельное моделирование в системе Компас 3D: Методические указания для выполнения практических работ / А.И. Исаев, С.А. Чупин // СПб. – 2019. – 50 с.
3. Игнатъев, С.А. Компьютерная графика. Часть 2.: Учебное пособие. / С.А. Игнатъев, М.В. Воронина, О.Н. Мороз, Э.Х. Муратбакеев // «Мегаполис». – 2018. – 80 с.
4. Фоломкин, А.И. Начертательная геометрия и инженерная компьютерная графика. Создание 3D-модели и рабочих чертежей деталей в системе SOLIDWORKS / А.И. Фоломкин, О.Н. Мороз // СПб. – 2019. – 80 с.
5. Воронина, М.В. Компьютерная графика в системе AUTOCAD (3D-моделирование): Методические указания к самостоятельной работе студентов / М.В. Воронина, З.О.Третьякова // СПб. – 2016. – 82 с.
6. Азбука КОМПАС 3D. Режим доступа https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka-KOMPAS-3D.pdf.

6. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы. Для выполнения лабораторных заданий необходимо иметь файлы тестовых заданий и задач, предусмотренных к решению. Файлы выдаются на флеш-носителе на первом ознакомительном занятии. В рамках образовательной программы используется следующее программное обеспечение: «КОМПАС 3D V.18.1».

Рабочая программа модуля «Горнотехническая документация»

1. Цели и задачи модуля

Цель модуля – приобретение теоретических знаний и практических навыков создания горнотехнической документации и элементов горных выработок и горного оборудования в системах автоматизированного проектирования.

Основные задачи:

- получение дополнительных знаний и практических навыков в области способов разработки и оформления горнотехнической документации;
- получение дополнительных знаний и практических навыков по созданию цифровых прототипов горного оборудования, горных выработок и элементов их крепления.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Горнотехническая документация» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения модуля
Овладеть способностью создавать горнотехническую документацию и элементы горных выработок в САПР	Знать способы применения современных САПР при проектировании горного, нефте- и газодобычного оборудования и планировании циклов создания конструкторской и горно-технической документации
	Уметь создавать горно-техническую документацию и модели горно-шахтного оборудования в САПР
	Владеть навыками создания горнотехнической документации и элементов горных выработок на основе цифровых прототипов

3. Структура и содержание модуля

3.1 Разделы модуля и виды занятий

№п/п	Наименование модуля	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практич.	самост.	
1.	Модуль 2. Горнотехническая документация	26	6	20	-	текущий
1.1	<i>Паспорта горных, буровзрывных работ и крепления выработок</i>	2	2	-	-	-

№п/п	Наименование модуля	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практич.	самост.	
1.2	<i>Паспорт буровзрывных работ</i>	2	-	2		-
1.3	<i>Паспорт горных работ</i>	2	-	2	-	-
1.4	<i>Паспорт крепления горных выработок</i>	2	-	2	-	-
1.5	<i>Модели горных выработок</i>	6	-	6	-	-
1.6	<i>Модели крепления горных выработок</i>	4	-	4	-	
1.7	<i>Горно-шахтное и буровое оборудование (выездной мастер-класс на завод бурового оборудования)</i>	4	4	-	-	-

3.2 Содержание раздела модуля

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Паспорта горных, буровзрывных работ и крепления выработок	Особенности горных чертежей. Условные обозначения на горных чертежах. Оформление основной надписи чертежа. Графические обозначения на горных чертежах. Принципы оформления паспортов. Паспорта горных работ. Паспорта буровзрывных работ. Построение плана горизонтов рудника.	2

3.3 Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия	Вид занятия	Кол-во час.
1	Паспорт буровзрывных работ	Практическое занятие	2
2	Паспорт горных работ	Практическое занятие	2
3	Паспорт крепления горных выработок	Практическое занятие	2
4	Модели горных выработок	Практическое занятие	6
5	Модели крепления горных выработок	Практическое занятие	4

3.4 Перечень мастер-классов

№ темы	Наименование занятия	Вид занятия	Кол-во час.
6	Горно-шахтное и буровое оборудование (выездной мастер-класс на завод бурового оборудования)	Мастер-класс	4

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

1. Основные операции при сборке.
2. Работа с массивом.
3. Создание водоотливной канавки.
4. Создание почвы выработки.
5. Операция спираль цилиндрическая.
6. Операция «Обечайка». Назначение.
7. Классификация горных машин подземных разработок.
8. Типы сопряжения горных выработок.
9. Массивы. Назначение. Типы массивов.
10. Что такое паспорт крепления?
11. Состав паспорта крепления
12. Сколько экземпляров паспорта крепления должно быть?
13. Где находятся паспорта крепления?
14. Что такое СВП?
15. Какой масштаб изображения выработки?
16. Размеры узла податливости.
17. Состав узла податливости.
18. Что такое СВП 27?
19. Что такое шаг крепи?
20. Последовательность разработки паспорта БВР.
21. Графическое приложения паспорта БВР.
22. Сколько экземпляров паспорта БВР должно быть и где они хранятся?
23. Глубина врубовых шпуров.
24. Углы наклона шпуров.
25. Диаметр шпуров при БВР.
26. Что такое ЛНС?

5. Учебно-методическое обеспечение

1. Третьякова, З.О. Компьютерная графика в системе AutoCad (2D проектирование): Методические указания для выполнения практических работ / З.О. Третьякова, М.В. Воронина // СПб. – 2015. – 65 с.
2. Исаев, А.И. Компьютерная графика. Твёрдотельное моделирование в системе Компас 3D: Методические указания для выполнения практических работ / А.И. Исаев, С.А. Чупин // СПб. – 2019. – 50 с.
3. Игнатъев, С.А. Компьютерная графика. Часть 2.: Учебное пособие. / С.А. Игнатъев, М.В. Воронина, О.Н. Мороз, Э.Х. Муратбакеев // «Мегаполис». – 2018. – 80 с.
4. Судариков, А.Е. Инженерная и компьютерная графика. Околоствольный двор: Методические указания к самостоятельной работе по выполнению горного чертежа / А.Е. Судариков, З.О. Третьякова, В.А. Меркулова // СПб. – 2019. – 45 с.
5. ГОСТ 2.850-75 Горная графическая документация. Виды и комплектность.
6. ГОСТ 2.851-75 Горная графическая документация. Общие правила выполнения горных чертежей.
7. ГОСТ 2.852-75 Горная графическая документация. Изображение элементов горных объектов.
8. ГОСТ 2.853-75 Горная графическая документация. Правила выполнения условных обозначений.

9. ГОСТ 2.854-75 Горная графическая документация. Обозначение условные ситуации земной поверхности.
10. ГОСТ 2.855-75 Горная графическая документация. Обозначение условные горных выработок.
11. ГОСТ 2.856-75 Горная графическая документация. Обозначение условные производственно-технических объектов.
12. ГОСТ 2.857-75 Горная графическая документация. Обозначения условные полезных ископаемых, горных пород и условий их залегания.
13. Ломоносов, Г.Г. Горно-инженерная графика / Г.Г. Ломоносов, А.И. Арсентьев, И.А. Гудкова и др. // М.: «Недра». – 1976. – 263 с.
14. Азбука КОМПАС 3D. Режим доступа https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka-KOMPAS-3D.pdf.

6. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы. Для выполнения лабораторных заданий необходимо иметь файлы тестовых заданий и задач, предусмотренных к решению. Файлы выдаются на флеш-носителе на первом ознакомительном занятии. В рамках образовательной программы используется следующее программное обеспечение: «КОМПАС 3D V.18.1».

Рабочая программа модуля «Прикладные библиотеки»

1. Цели и задачи модуля

Цель модуля – получение дополнительных знаний в области оптимизации конструкторской деятельности на основе анализа цифровых прототипов с использованием прикладных библиотек САПР.

Основные задачи:

- получение дополнительных знаний и практических навыков по способам оптимизации конструкторской деятельности путем применения прикладных библиотек;
- получение дополнительных знаний и практических навыков по работе в библиотеках прочностного анализа конструкций и деталей в САПР.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Прикладные библиотеки» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения модуля
Овладеть способностью к выбору программного комплекса и прикладной библиотеки в зависимости от поставленной задачи для оптимизации работы при конструировании и проектировании в САПР	Знать основные сведения по прикладным библиотекам и приложениям САПР для оптимизации проектных и конструкторских работ
	Уметь работать в основных прикладных библиотеках и приложениях САПР
	Владеть навыками применения прикладных библиотек и приложений для ускорения и оптимизации конструкторских и проектировочных работ

3. Структура и содержание модуля

3.1 Разделы модуля и виды занятий

№п/п	Наименование модуля	Всего, час	в том числе			Форма контроля
			лекц.	практич.	самост.	
1.	Модуль 3. Прикладные библиотеки	8	2	6	-	текущий
1.1	Прикладные библиотеки и приложения	2	2	-	-	-
1.2	Расчет конструкций на прочность с использованием прикладных приложений	2	-	2	-	-
1.3	Приложение создания металлоконструкций	4	-	4	-	-

3.2 Содержание раздела модуля

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Прикладные библиотеки и приложения	Расширенные возможности САПР. Справочник материалов. Канавки. Шпоночные пазы. Цилиндрические зубчатые колеса. Зубчатые (шлицевые) соединения. Пружины. Библиотека Стандартные изделия. Библиотеки металлоконструкций. Библиотека анимации. Artisan Rendering. Приложения проверки напряжений и прочности конструкция АРМ FEM. Каталог Муфты. Каталог: Сварные швы. Оборудование: Развертки. Валы и механические передачи 3D. Оборудование: Трубопроводы. Оборудование: Металлоконструкции. Стандартные Изделия: Электрические аппараты и арматура 3D для КОМПАС.	2

3.3 Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия	Вид занятия	Кол-во час.
1	Расчет конструкций на прочность с использованием прикладных приложений	Практическое занятие	2
2	Приложение создания металлоконструкций	Практическое занятие	4

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

1. Виды библиотек Компас.
2. Построение шлицевого соединения.
3. Построение профиля металлоконструкции по кривой.
4. Построение профиля металлоконструкции по эскизу.
5. Разделка стыков металлоконструкции.
6. Построение вала в библиотеке Валы и механические передачи.
7. Построение шпоночного паза.
8. Построение передачи зубчатой цилиндрической.
9. Построение передачи зубчатой конической.
10. Как изменить форму паза в библиотеке металлоконструкции.

5. Учебно-методическое обеспечение

1. Минеев, М. А. Компас-3D. Полное руководство. От новичка до профессионала / Минеев М. А., Финков М. В., Жарков Н. В. // Наука и Техника. – 2019. – 656 с.
2. Азбука компас URL: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka-KOMPAS-3D.pdf (дата обращения 05.05.2019).
3. Учебные материалы АСКОН: URL: https://edu.ascon.ru/main/library/study_materials.
4. Учебные материалы Autodesk: URL: <https://knowledge.autodesk.com/>

6. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы. Для выполнения лабораторных заданий необходимо иметь файлы тестовых заданий и задач, предусмотренных к решению. Файлы выдаются на флеш-носителе на первом ознакомительном занятии. В рамках образовательной программы используется следующее программное обеспечение: «КОМПАС 3D V.18.1».

Приложение 1
к образовательной программе –
«Международная специальная краткосрочная
Программа под эгидой ЮНЕСКО
«Разработка горно-технической документации и цифровых прототипов»

Дисциплина (модуль)

Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)

Система автоматизированного проектирования, САПР, CAD – автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности. Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура САПР (система автоматизации проектных работ). Такая расшифровка точнее соответствует аббревиатуре. Для перевода САПР на английский язык зачастую используется аббревиатура CAD (англ. computer-aided design), подразумевающая использование компьютерных технологий в проектировании. Однако в ГОСТ 15971-90 это словосочетание приводится как стандартизированный англоязычный эквивалент термина "автоматизированное проектирование". Понятие CAD не является полным эквивалентом САПР, как организационно-технической системы. Термин САПР на английский язык может также переводиться как CAD system, automated design system, CAE system.

В ряде зарубежных источников устанавливается определённая соподчиненность понятий CAD, CAE, CAM. Термин CAE (computer-aided engineering) определяется как наиболее общее понятие, включающее любое использование компьютерных технологий в инженерной деятельности, включая CAD и CAM (computer-aided manufacturing). Для обозначений всего спектра различных технологий автоматизации с помощью компьютера, в том числе средств САПР, используется термин CAx (англ. computer-aided technologies).

В рамках жизненного цикла промышленных изделий САПР решает задачи автоматизации работ на стадиях проектирования и подготовки производства. Основная цель создания САПР – повышение эффективности труда инженеров, включая:

- сокращения трудоёмкости проектирования и планирования;
- сокращения сроков проектирования;
- сокращения себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращения затрат на натурное моделирование и испытания.

Достижение этих целей обеспечивается путем:

- автоматизации оформления документации;
- информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;
- использования технологий параллельного проектирования;
- унификации проектных решений и процессов проектирования;
- повторного использования проектных решений, данных и наработок;
- стратегического проектирования;
- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;
- повышения качества управления проектированием;
- применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

На современном рынке существует большое количество САПР, которые решают разные задачи. В данном обзоре мы рассмотрим основные системы автоматизированного проектирования в области машиностроения.

Классификация САПР

По возможности использования:

- Нижнего уровня или легкие (AutoCAD, Компас-График, Bricscad, CADdy, CADMECH Desktop, MasterCAM, T-FlexCAD, OmniCAD);
- Среднего уровня или средние (SolidWorks SolidEdge, Cimatron, Form-Z, Autodesk Inventor, CAD SolidMaster, и Mechanical Desktop, DesignSpace, Компас 3D);
- Верхнего уровня или Тяжелые (CATIA, PTC Creo, NX, ANSYS).

САПР нижнего уровня служат для выполнения почти всех работ с двумерными чертежами и имеют ограниченный набор функций по трехмерному моделированию. С помощью этих систем выполняются порядка 90% всех работ по проектированию. Хотя имеющиеся ограничения делают их не всегда довольно удобными. Область их работы — создание чертежей отдельных деталей и сборок.

САПР среднего уровня по своим возможностям полностью охватывают САПР нижнего уровня, а также позволяют работать со сборками, по некоторым параметрам они уже не уступают тяжелым САПР, а в удобстве работы даже превосходят. Обязательным условием является наличие функции обмена данными (или интеграции). Это не просто программы, а программные комплексы. Данные в таких системах могут храниться как в обычной файловой системе, так и в единой среде электронного документооборота и управления данными (PDM- и PLM-системах). Часто в системах среднего класса присутствуют программы для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ (CAM-системы) и другие программы для технологического проектирования. САПР среднего уровня – самые популярные системы на рынке. Они удачно сочетают в себе соотношение «цена/функциональность», способны решить подавляющее число проектных задач и удовлетворить потребности большей части клиентов.

САПР верхнего уровня применяются для решения наиболее трудоемких задач – моделирования поведения сложных механических систем в реальном масштабе времени, оптимизирующих расчетов с визуализацией результатов, расчетов температурных полей и теплообмена и т.д. Обычно в состав системы входят как чисто графические, так и модули для проведения расчетов, и моделирования, постпроцессоры для станков с ЧПУ. К сожалению, эти самые мощные САПР наиболее громоздки и сложны в работе, а также имеют значительную стоимость. САПР «тяжелого» уровня не оптимальны для выпуска и корректировки конструкторской документации, которая по-прежнему составляет максимальную долю затрат на проектирование изделия.

По отраслевому назначению:

1. MCAD (англ. mechanical computer-aided design) — автоматизированное проектирование механических устройств. Это машиностроительные САПР, применяются в автомобилестроении, судостроении, авиакосмической промышленности, производстве товаров народного потребления, включают в себя разработку деталей и сборок (механизмов) с использованием параметрического проектирования на основе конструктивных элементов, технологий поверхностного и объемного моделирования (SolidWorks, Autodesk Inventor, КОМПАС, CATIA, PTC Creo);

2. EDA (англ. electronic design automation) или ECAD (англ. electronic computer-aided design) — САПР электронных устройств, радиоэлектронных средств, интегральных схем, печатных плат и т. п., (Altium Designer, OrCAD);

3. AEC CAD (англ. architecture, engineering and construction computer-aided design) или CAAD (англ. computer-aided architectural design) — САПР в области архитектуры и строительства. Используются для проектирования зданий, промышленных объектов, дорог, мостов и проч. (Autodesk Architectural Desktop, AutoCAD Revit Architecture Suite, Piranesi, ArchiCAD).

По целевому назначению

1. CAD (англ. computer-aided design/drafting) — средства автоматизированного проектирования, в контексте указанной классификации термин обозначает средства САПР, предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации, и САПР общего назначения.

2. CADD (англ. computer-aided design and drafting) — проектирование и создание чертежей.

3. CAGD (англ. computer-aided geometric design) — геометрическое моделирование.

4. CAE (англ. computer-aided engineering) — средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий.

5. CAA (англ. computer-aided analysis) — подкласс средств CAE, используемых для компьютерного анализа.

6. CAM (англ. computer-aided manufacturing) — средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудования с ЧПУ или ГАПС (Гибких автоматизированных производственных систем). Русским аналогом термина является АСТПП — автоматизированная система технологической подготовки производства.

7. CAPP (англ. computer-aided process planning) — средства автоматизации планирования технологических процессов, применяемые на стыке систем CAD и CAM.

Многие системы автоматизированного проектирования совмещают в себе решение задач, относящихся к различным аспектам проектирования CAD/CAM, CAD/CAE, CAD/CAE/CAM. Такие системы называют комплексными или интегрированными. С помощью CAD-средств создаётся геометрическая модель изделия, которая используется в качестве входных данных в системах CAM, и на основе которой в системах CAE формируется требуемая для инженерного анализа модель исследуемого процесса.

AutoCAD

AutoCAD – это базовая САПР, разрабатываемая и поставляемая компанией Autodesk. AutoCAD – самая распространенная CAD-система в мире, позволяющая проектировать как в двумерной, так и трехмерной среде. С помощью AutoCAD строятся 3D-модели, создаются и оформляются чертежи и многое другое. AutoCAD является платформенной САПР, т.е. эта система не имеет четкой ориентации на определенную проектную область, в ней можно выполнять любые проекты (строительные, машиностроительные и др.), работать с изысканиями, электрикой и многим другим.

Система автоматизированного проектирования AutoCAD обладает следующими отличительными особенностями:

- стандарт в мире САПР;
- широкие возможности настройки и адаптации;
- средства создания приложений на встроенных языках (AutoLISP и пр.) и с применением API;
- обилие программ сторонних разработчиков;

Кроме того, Autodesk разрабатывает вертикальные версии AutoCAD - AutoCAD Mechanical, AutoCAD Electrical и другие, которые предназначены для специалистов соответствующей направленности.

Bricscad

В настоящее время на рынке появился целый ряд систем, которые позиционируются, как альтернатива AutoCAD. Среди них можно отдельно отметить Bricscad от компании Bricsys, которая очень активно развивается, поддерживает напрямую формат DWG и имеет целый ряд отличий, включая инструменты прямого вариационного моделирования, поддержку BIM-технологий.

Autodesk Inventor

Профессиональный комплекс для трехмерного проектирования промышленных изделий и выпуска документации. Разработчик – компания Autodesk.

Особенности Autodesk Inventor:

- продвинутые инструменты трехмерного моделирования, включая работу со свободными формами и технологию прямого редактирования;
- поддержка прямого импорта геометрии из других САПР с сохранением ассоциативной связи (технология AnyCAD);
- тесная интеграция с программами Autodesk - AutoCAD, 3ds Max, Alias, Revit, Navisworks и другими, что позволяет использовать Autodesk Inventor для решения задач в разных областях, включая дизайн, архитектурно-строительное проектирование и пр.;
- поддержка отечественных стандартов при проведении расчетов, моделировании и оформлении документации;
- обширные библиотеки стандартных и часто используемых элементов;
- обилие мастеров проектирования типовых узлов и конструкций (болтовые соединения, зубчатые и ременные передачи, проектирование валов и колес и многое другое);
- широкие возможности параметризации деталей и сборок, в том числе управление составом изделия;
- встроенную среду создания правил проектирования iLogic.

Для эффективного управления процессом разработки изделий, управления инженерными данными и организации коллективной работы над проектами, Autodesk Inventor может быть интегрирован с PLM-системой Autodesk Vault и схожими системами других разработчиков.

SolidWorks

Трехмерный программный комплекс для автоматизации конструкторских работ промышленного предприятия. Разработчик – компания Dassault Systemes.

Особенности SolidWorks:

- продуманный интерфейс пользователя, ставший образцом для подражания другими системами;
- обилие надстроек для решения узкоспециализированных задач;
- ориентация как на конструкторскую, так и на технологическую подготовку производства;
- библиотеки стандартных элементов;
- распознавание и параметризация импортированной геометрии;
- интеграция с системой SolidWorks PDM.

SolidEdge

Система трехмерного моделирования машиностроительных изделий, которую разрабатывает Siemens PLM Software.

Особенности SolidEdge:

- комбинация технологий параметрического моделирования на основе конструктивных элементов и дерева построения с технологией прямого моделирования в рамках одной модели;
- расчетные среды, включая технологию генеративного дизайна;
- поддержка ЕСКД при оформлении документации;
- расширенные возможности проектирование литых деталей и оснастки для их изготовления;
- встроенный модуль автоматизированного создания схем и диаграмм;
- тесная интеграция с Microsoft SharePoint и PLM-системой Teamcenter для совместной работы и управления данными.

Компас 3D

Компас 3D – это система параметрического моделирования деталей и сборок, используемая в областях машиностроения, приборостроения и строительства. Разработчик – компания Аскон (Россия).

Особенности Компас 3D:

- простой и понятный интерфейс;
- использование трехмерного ядра собственной разработки (С3D);
- полная поддержка ГОСТ и ЕСКД при проектировании и оформлении документации;
- большой набор надстроек для проектирования отдельных разделов проекта;
- наличие библиотек стандартных элементов АО стандартам ГОСТ, ISO, ASME, DIN;
- гибкий подход к оснащению рабочих мест проектировщиков;
- возможность интеграции с системой автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ и другими системами единого комплекса.

T-FLEX

Отечественная САПР среднего уровня, построенная на основе лицензионного трехмерного ядра Parasolid. Разработчик системы – компания ТопСистемы (Россия).

Особенности T-FLEX:

- мощнейшие инструменты параметризации деталей и сборок
- продвинутое средства моделирования;
- простой механизм создания приложений без использования программирования;
- интеграция с другими программами комплекса T-FLEX PLM;
- инструменты расчета и оптимизации конструкций.

PTC Creo

Система 2D и 3D параметрического проектирования сложных изделий от компании PTC. САПР PTC Creo широко используется в самых разных областях проектирования.

Особенности PTC Creo:

- эффективная работа с большими и очень большими сборками;
- моделирование на основе истории и инструменты прямого моделирования;
- работа со сложными поверхностями;
- возможность масштабирования функциональности системы в зависимости от потребностей пользователя;
- разные представления единой, централизованной модели, разрабатываемой в системе;
- тесная интеграция с PLM-системой PTC Windchill.

NX

NX – флагманская система САПР производства компании Siemens PLM Software, которая используется для разработки сложных изделий, включающих элементы со сложной формой и плотной компоновкой большого количества составных частей.

Особенности NX:

- поддержка разных операционных систем, включая UNIX, Linux, Mac OS X и Windows
- одновременная работа большого числа пользователей в рамках одного проекта
- полнофункциональное решение для моделирования
- продвинутое инструменты промышленного дизайна (свободные формы, параметрические поверхности, динамический рендеринг)
- инструменты моделирования поведения мехатронных систем
- глубокая интеграция с PLM-системой Teamcenter.

CATIA

Система автоматизированного проектирования от компании Dassault Systemes, ориентированная на проектирование сложных комплексных изделий, в первую очередь, в области авиастроения и кораблестроения.

Особенности САПР:

- стандарт САПР в авиастроении;
- ориентация на работу с моделями сложных форм;
- глубокая интеграция с расчетными и технологическими системами;
- возможности для коллективной работы тысяч пользователей над одним проектом;
- поддержка междисциплинарной разработки систем.

Облачные САПР

В последнее время активно начали развиваться «облачные» САПР, которые работают в виртуальной вычислительной среде, а не на локальном компьютере. Доступ к этим САПР осуществляется либо через специальное приложение, либо через обычный браузер. Неоспоримое преимущество таких систем – возможность их использования на слабых компьютерах, так как вся работа происходит в «облаке».

Облачные САПР активно развиваются, и если несколько лет назад их можно было отнести к легким САПР, то теперь они прочно обосновались в категории средних САПР.

Fusion 360

САПР Fusion 360 ориентирована на решение широкого круга задач, начиная от простого моделирования и заканчивая проведением сложных расчетов. Разработчик системы – компания Autodesk.

Особенности Fusion 360:

- продвинутый интерфейс пользователя;
- сочетание разных методов моделирования;
- продвинутые инструменты работы со сборками;
- возможность работы в онлайн и оффлайн режимах (при наличии и отсутствии постоянного подключения к сети Интернет);
- доступная стоимость приобретения и содержания;
- расчеты, оптимизация, визуализация моделей;
- встроенная САМ-система;
- возможности прямого вывода моделей на 3D-печать.

Onshape

Полностью «облачная» САПР Onshape разрабатывается компанией Onshape.

Особенности Onshape:

- доступ к программе через браузер или мобильные приложения
- работа только в режиме онлайн;
- узкая направленность на машиностроительное проектирование;
- полный набор функций для моделирования изделий машиностроения;
- контроль версий создаваемых проектов;
- поддержка языка FeatureScript для создания собственных приложений на основе Onshape.

В настоящее время на рынке присутствуют самые разные современные САД системы, которые отличаются между собой как по функциональности, так и по стоимости. Выбрать подходящую систему автоматизированного проектирования среди многих САД – непростая задача. При принятии решения необходимо ориентироваться на потребности предприятия, задачи, которые стоят перед пользователями, стоимость приобретения и содержания системы и многие другие факторы.

Контрольные вопросы.

1. Возможности САПР и области применения.
2. Основные системы САПР.
3. Различия систем САД, САМ, САЕ.
4. Отличие интерфейса программного продукта Компас, AutoCAD, Inventor.
5. Особенности облачных САПР.

Модуль 1.

Цифровые прототипы в САПР

Лекция 1. Элементы интерфейса САПР

1. КОМПАС 3D

Компас 3D – семейство систем автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС. Разрабатывается российской компанией АСКОН. Система ориентирована на поддержку стандартов ЕСКД и СПДС.

Компас 3D – система трёхмерного моделирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий, благодаря удачному сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного и поверхностного моделирования. Ключевой особенностью продукта является использование собственного математического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами АСКОН.

Основные элементы интерфейса

Компас 3D – это программа для операционной системы Windows. Поэтому ее окно имеет те же элементы управления, что и другие Windows –приложения.

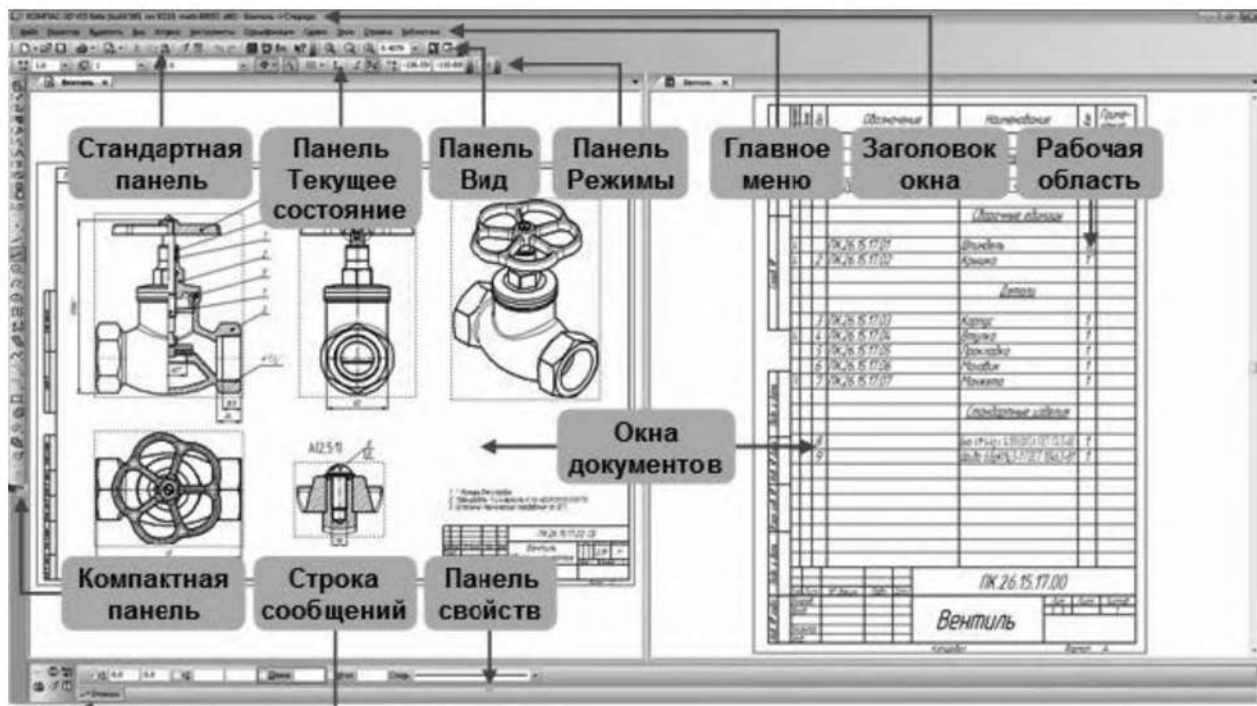


Рисунок 1.1. Главное окно системы

После загрузки программа Компас 3D предлагает выбрать режим работы. При этом доступные режимы работы представлены в нижней части окна по команде Создать или при помощи выделенных команд Чертеж, Фрагмент, Текстовый документ, Спецификация, Сборка и Деталь. Щелчком мыши выберите нужный режим и вы в него перейдете.

Заголовок расположен в самой верхней части окна. В нем отображается название программы, номер ее версии и имя текущего документа (рисунок 1). Для отображения дополнительной информации необходимо выбрать вариант отображения полного имени файла через команду *Сервис* → *Параметры* → *Система* → *Общие* → *Отображение имен файлов*.

Главное меню расположено в верхней части программного окна, сразу под заголовком. В нем расположены все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды (рисунок 1.2).

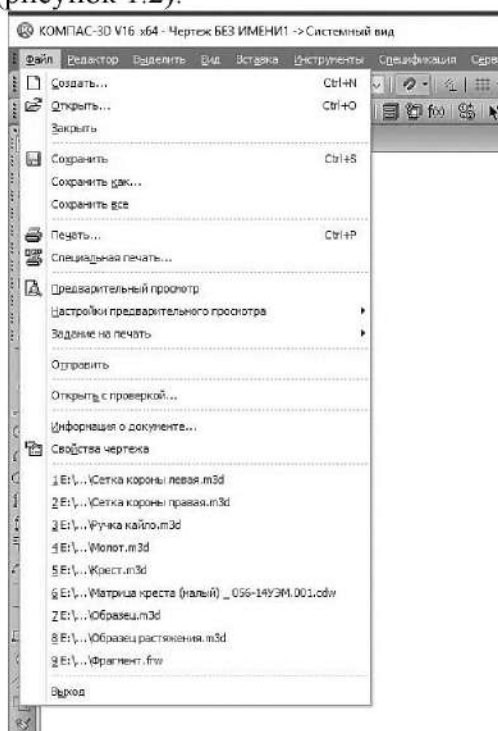


Рисунок 1.2. Команды меню «Файл»

«**Стандартная панель**» расположена в верхней части окна системы под Главным меню. На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3. «Стандартная панель»

На панели «**Вид**» расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением: изменять масштаб и перемещать изображение (рисунок 1.4).

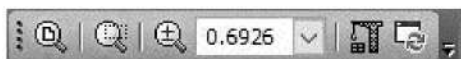


Рисунок 1.4. Панель «Вид»

Панель «**Текущее состояние**» находится в верхней части окна сразу над окном документа (рисунок 1.5). Состав панели определяется режимом работы системы. Например, в режиме работы с чертежом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д.



Рисунок 1.5. Панель «Текущее состояние»

«**Панель режимы**». Панель, на которой расположены кнопки включения/отключения специальных режимов работы с документами. Набор режимов зависит от типа текущего документа.

В **рабочей области** располагаются окна открытых документов: чертежей, спецификаций, фрагментов и т.д. (рисунок 1.1).

«Компактная панель» находится в левой части окна системы и состоит из «Панели переключения» и «инструментальных панелей». Каждой кнопке на Панели переключения соответствует одноименная инструментальная панель. Инструментальные панели содержат набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа (рисунок 1.6).

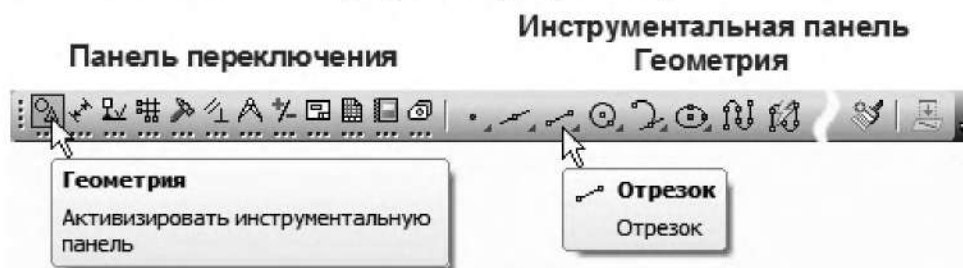


Рисунок 1.6. «Компактная панель»

«Панель свойств» служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько вкладок и Панель специального управления (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7. «Панель свойств»

«Строка сообщений» располагается в нижней части программного окна. В ней появляются различные сообщения и запросы системы. Это может быть: краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор; сообщение о том, ввода каких данных ожидает система в данный момент; краткая информация по текущему действию, выполняемому системой (рисунок 1.7).

«Контекстная панель» отображается на экране при выделении объектов документа и содержит кнопки вызова наиболее часто используемых команд редактирования. Набор команд на панели зависит от типа выделенного объекта и типа документа (рисунок 1.8).

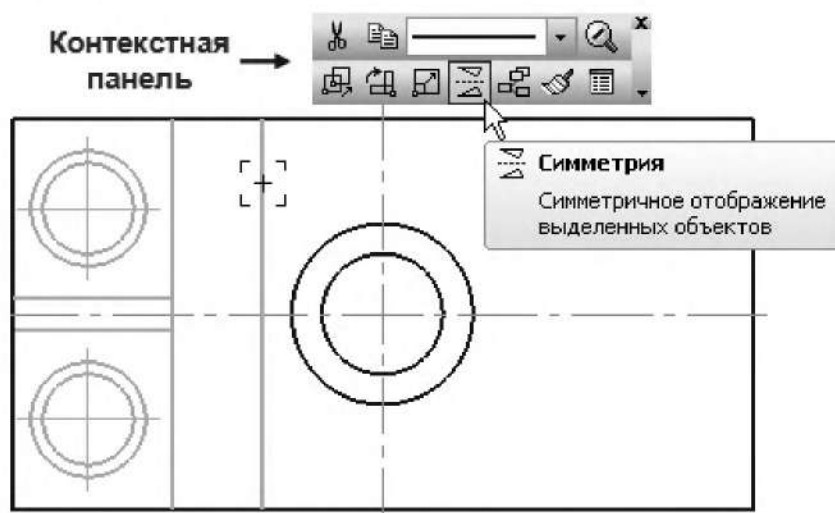


Рисунок 1.8. «Контекстная панель»

«Контекстное меню» – меню, состав команд в котором зависит от совершаемого пользователем действия. В нем находятся те команды, выполнение которых возможно в данный момент. Вызов контекстного меню осуществляется щелчком правой кнопки мыши на поле документа, элементе модели или интерфейса системы в любой момент работы (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9. «Контекстное меню»

«Окно работы с переменными» – позволяет создавать зависимости между разными объектами в виде уравнений и выражений.

«Менеджер библиотек» – позволяет использовать библиотечные элементы в режиме моделирования и оформления чертежа. Это такие элементы, как, например, стандартные крепежные детали, элементы резьбы, пружины, элементы трубопроводов, элементы электрики, а также обозначения материалов, сварных швов и многое другое.

«Панель управления свойств» – предназначена для управления свойствами объекта при его создании и изменении. Она вызывается по команде Редактор → Свойства или с помощью кнопки на панели инструментов «Стандартная» (рисунок 1.10).

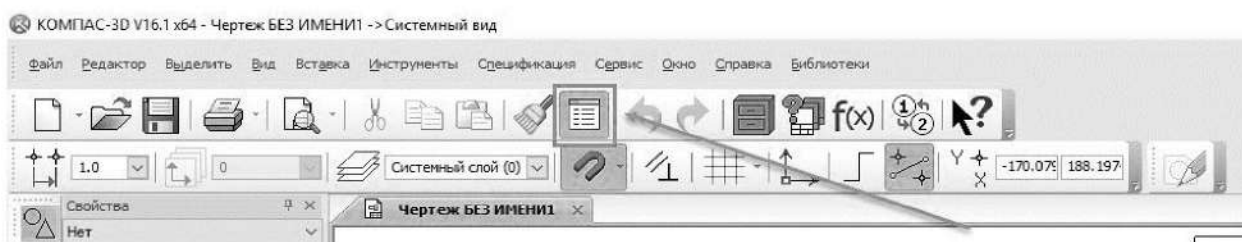


Рисунок 1.10. «Панель управления свойств»

С помощью команд панели управления свойствами можно выбрать способ отображения свойств – по категориям или в алфавитном порядке. Можно воспользоваться фильтром для более точного выбора объектов из всего множества объектов. В появившемся окне можно достаточно подробно составить условия выбора. С помощью команд панели управления свойствами можно выбрать способ отображения свойств – по категориям или в алфавитном порядке. Можно воспользоваться фильтром для более точного выбора объектов из всего множества объектов. В появившемся окне можно достаточно подробно составить условия выбора.

Панель свойств в режиме моделирования можно настроить через меню Сервис → Параметры → Система → Экран → Панель свойств (рисунок 1.11).

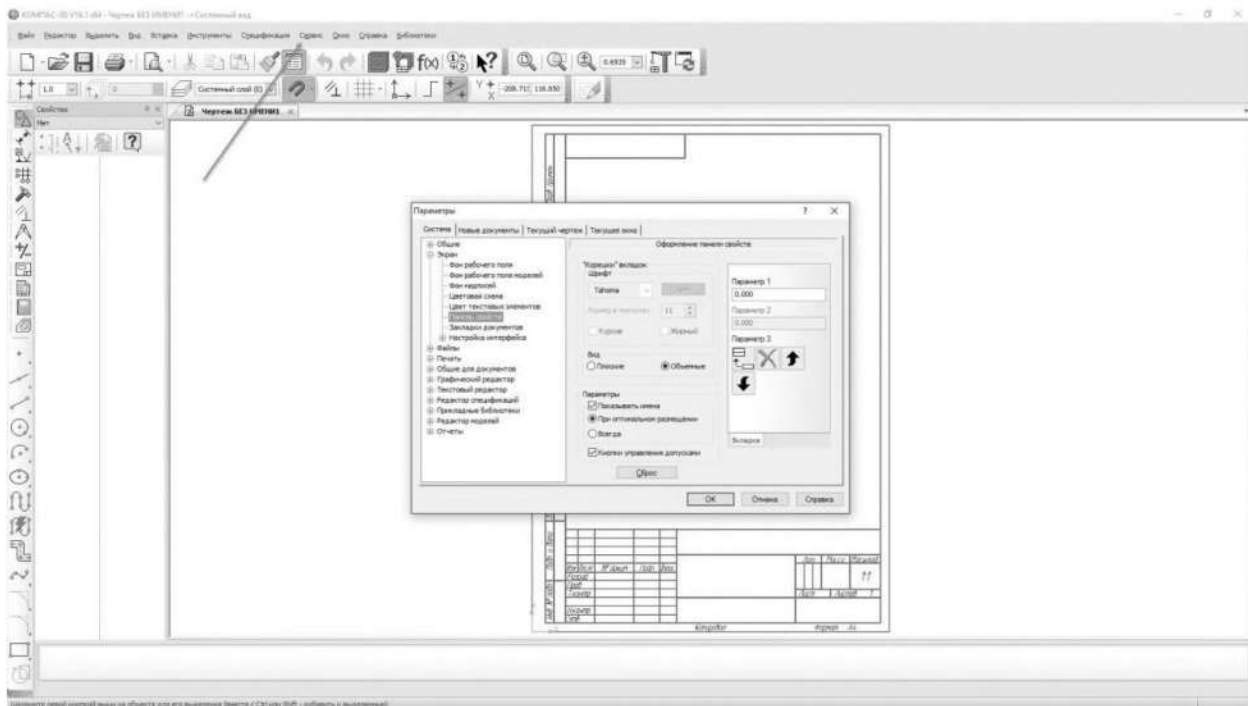


Рисунок 1.11. Настройка «Панели управления свойств»

В качестве примера разработки цифровых прототипов используется САПР Компас 3D. В системе Компас 3D трехмерную модель детали называют просто Деталью. При первоначальном вызове системы на экране (главном окне системы) присутствуют две строки: заголовок и строка главного меню.

Обычно панели инструментов занимают зарезервированные за ними строки на экране, но их местоположение можно менять путем перетаскивания. Чтобы изменить местоположение панели, надо установить курсор на вертикально расположенные точки у левого конца панели и, после изменения вида курсора на четырехстороннюю стрелку, не отпуская левую кнопку мыши перетащить панель на новое место.

На рисунке 1.12 представлена **Стандартная панель**, которая расположена в верхней части окна системы под **Главным меню**. На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд для Windows приложений (Создать, Открыть, Сохранить, Печать, Предварительный просмотр, Вырезать, Копировать, Вставить, Отменить последнее действие, Повторить последнее отмененное действие и др.).









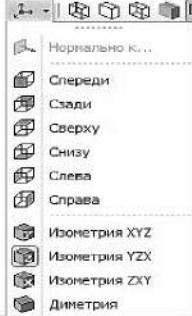









Рисунок 1.12. Стандартная панель

На рисунке 1.13 представлена панель инструментов **Вид**. На данной панели расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением: менять масштаб, перемещать и вращать изображение, изменять форму представления модели. В табл. 1.1 представлены названия кнопок расположенных на панели инструментов **Вид**.



Рисунок 1.13. Панель инструментов Вид

Кнопки панели инструментов Вид

Изображение команды	Назначение
	Показать все. После активации данной команды система подбирает масштаб представления таким образом, чтобы все, уже созданное в документе (включая элементы оформления чертежа), отобразилось в рамках текущего окна документа. «Горячая клавиша» – F9
	Увеличить масштаб рамкой, позволяет увеличить масштаб модели в заданной области, путем выделения ее рамкой на экране.
	Приблизить/Отдалить
	Текущий масштаб. Данная кнопка позволяет отследить или установить масштаб модели на экране.
	Сдвинуть. Предназначена для перемещения объекта по рабочему полю. «Горячая клавиша» – Shift + центр колесика мыши.
	Повернуть. Кнопка Повернуть позволяет вращать деталь на экране монитора. Самый простой режим – вращение вокруг центра габаритного параллелепипеда – включается сразу после нажатия на эту кнопку. После вызова команды изменится внешний вид курсора (он превратится в две дугообразные стрелки).
	Ориентация. После нажатия на треугольник кнопки Ориентация на экране появится окно, в котором можно задать текущую ориентацию модели. При смене ориентации изображение модели плавно изменяется на экране.
	Отображение каркаса модели – совокупность всех линий контура модели.
	Отображение модели без невидимых линий.
	Отображение модели с тонкими невидимыми линиями.
	Полутоновое отображение модели – проекция модели с учетом оптических свойств ее поверхности.
	Полутоновое отображение модели с каркасом позволяет добавить к полутоновому изображению модели видимые линии контура (установлен по умолчанию для всех новых моделей).
	Скрыть все объекты. Данная команда отменяет или включает одновременный показ на экране всех вспомогательных объектов (плоскостей, осей, эскизов и др.). Нажатием на маленький треугольник рядом с кнопкой раскрывается список, в котором можно скрыть (и повторным указанием показать) отдельные группы объектов (см. рис.).
	Сечение модели. Позволяет назначить секущие плоскости для отображения внутренних компонентов модели.
	Упрощенное отображение модели позволяет ускорить формирование изображения модели на экране (при изменении ориентации компоненты модели заменяются параллелепипедами, а отрисовка вспомогательных объектов временно отключается).
	Перестроить. перестраивает все ассоциативные виды активного чертежа (если в чертеже нет ни одного ассоциативного вида, команда будет недоступна). «Горячая клавиша» – F5.

Панель **Текущее состояние** (рисунок 1.14) находится в верхней части окна сразу над окном документа. Состав панели различен для разных режимов работы системы. Например, в режимах работы с чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д.

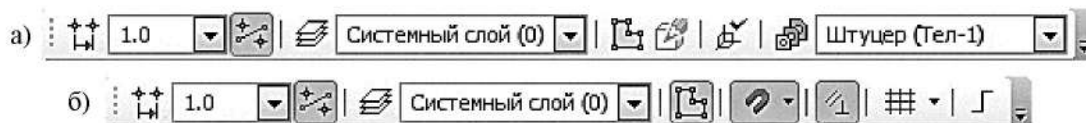


Рисунок 1.14. Панель Текущее состояние: а) – Панель Текущее состояние в режиме Модель; б) – Панель Текущее состояние в режиме Эскиз

В табл. 1.2 представлены названия кнопок расположенных на панели инструментов Текущее состояние.

Таблица 1.2

Кнопки панели инструментов Текущее состояние

Изображение команды	Назначение
	Текущий шаг курсора – показывает шаг курсора при нажатии клавиш со стрелками (можно ввести или выбрать из списка другое значение шага).
	Средства управления слоями – выводит на экран диалоговое окно Менеджер документа для изменения параметров существующих слоев и создания новых.
	Эскиз. Кнопка включения/отключения режима редактирования эскиза.
	Выбор текущей СК – позволяет выбрать существующие системы координат.
	Управление исполнениями – выводит на экран менеджер документа для работы и создания параметризованной детали с исполнениями.
	Привязки – включает или отключает какие-либо глобальные привязки и настраивает их работу. «Горячая клавиша» – Ctrl + D.
	Параметрический режим – служит для включения и отключения в текущем документе параметрического режима (когда параметрический режим включен, связи и ограничения накладываются на объекты автоматически; при отключенном параметрическом режиме возможно ручное наложение на объекты связей и ограничений с помощью специальных команд);
	Сетка – включает или выключает вспомогательную сетку (чтобы изменить параметры сетки – шаг, внешний вид, цвет и т. д., щелкните мышью по треугольнику рядом с кнопкой Сетка и из раскрывшегося меню вызовите команду Настроить параметры . «Горячая клавиша» – Ctrl + G
	Ортогональное черчение – служит для перехода в режим вычерчивания горизонтальных и вертикальных отрезков. «Горячая клавиша» – F8.

Компактная панель находится в левой части окна системы и состоит из **Панели переключения** и инструментальных панелей (рисунок 1.15). Каждой кнопке на **Панели**

переключения соответствует одноименная инструментальная панель. Инструментальные панели содержат набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа. Некоторые кнопки на инструментальной панели могут быть затенены. Это означает, что команды временно невыполнимы.



Рисунок 1.15. Компактная панель

Панель переключения состоит из следующих кнопок:

- **Редактирование детали** – необходима для доступа к командам, с помощью которых выполняются собственно трехмерные построения;
- **Пространственные кривые** – для работы с командами по созданию цилиндрических и конических спиралей, пространственных ломаных и кривых линий;
- **Поверхности** – для построения многогранных и кривых поверхностей;
- **Массивы** – для построения в модели упорядоченных групп одинаковых объектов;
- **Вспомогательная геометрия** – для введения вспомогательных осей, плоскостей и линий разреза (эти линии необходимы для разбиения грани на несколько граней);
- **Измерения и диагностика (3D)** – для подсчета длин ребер, площадей граней, вычисления массо-центровочных характеристик (МЦХ) модели;
- **Фильтры** – для выделения только однотипных элементов модели: граней, ребер, вершин и т. д.;
- **Спецификация** – для работы со спецификацией;
- **Элементы оформления** – для создания обозначения резьбы, простановки размеров и создания условных обозначений;
- **Элементы листового тела** – для создания листового тела и работы с ним (сгиба, выреза, выполнения развертки и т. д.).

Панель свойств (рисунок 1.16) служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько вкладок и **Панель специального управления**.

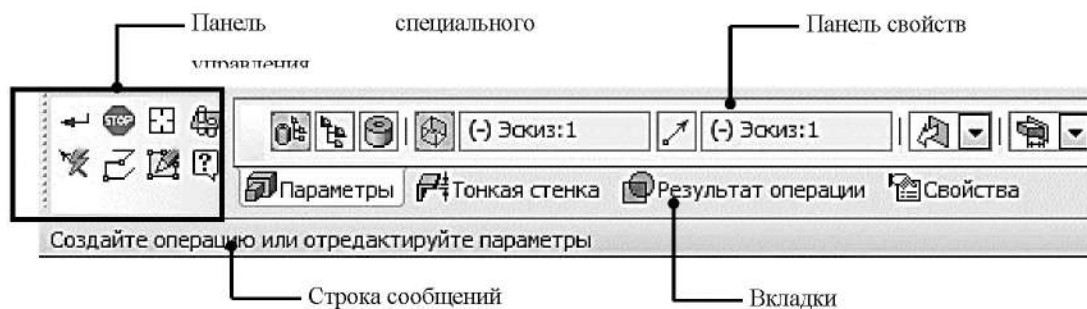


Рисунок 1.16. Панель свойств и строка сообщений

Строка сообщений располагается в нижней части программного окна. В ней появляются различные сообщения и запросы системы. Это может быть: краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор; сообщение о том, ввода каких данных ожидает система в данный момент; краткая информация по текущему действию, выполняемому системой.

Дерево модели – это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект Дерева – сама модель, т.е. деталь или сборка. Пиктограммы объектов автоматически возникают в Дереве модели сразу после создания этих объектов в модели. В верхней части окна находится панель управления, состоящая из четырех кнопок:

- **Отображение структуры модели**  – последовательно включает один из двух способов представления информации в Дереве:

1. структуру модели (рисунок 1.17, а), когда объекты группируются по типам, образуя разделы, внутри которых они располагаются в порядке их создания;
2. последовательность построения модели (рисунок 1.17, б), когда объекты модели группируются не по разделам, а показываются просто в порядке создания;

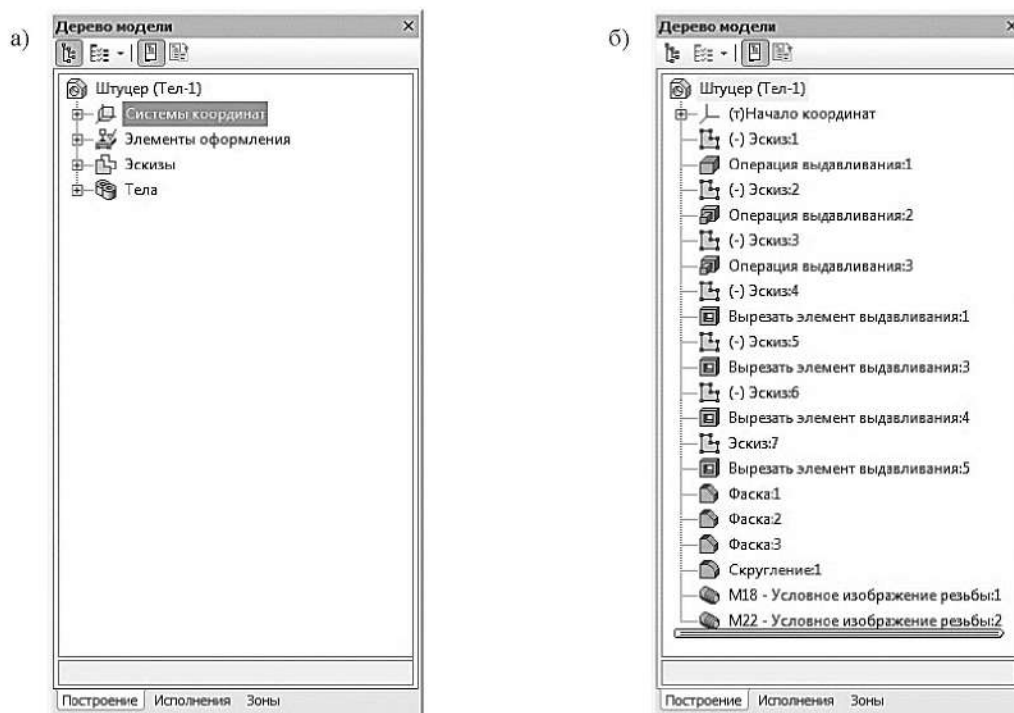


Рисунок 1.17. Дерево модели с различными способами представления информации

- состав Древа модели (рисунок 1.18) позволяет выбрать группы объектов, которые следует отображать в Древе модели (кнопка активна только в режиме отображения структуры модели);

- кнопка **Отношения** (рисунок 1.19) включает в нижней части окна Древа модели специальную область, в которой показывается иерархия отношений – порядок подчинения элементов выделенного объекта другим элементам;

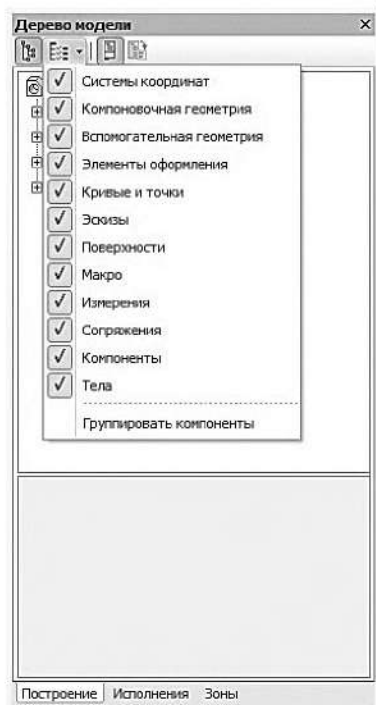


Рисунок 1.18. Раскрывающийся список состава Древа модели

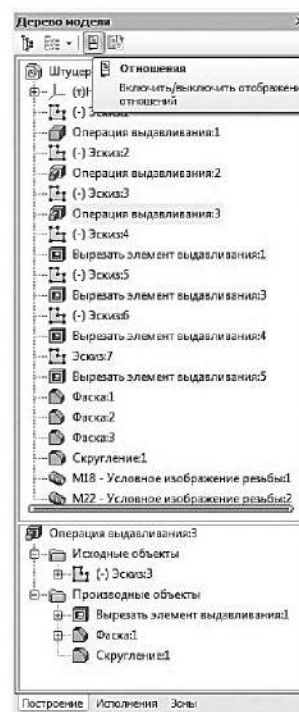


Рисунок 1.19 Иерархия отношений выделенной операции

- кнопка **Дополнительное окно Древа** позволяет создать дополнительное окно, в котором будет отображен раздел, выделенный в Древе перед нажатием этой кнопки.

В режиме последовательности построения модели непосредственно в окне Древа модели находятся следующие элементы (рисунок 1.20):

- **Наименование детали** – первый элемент Древа модели (в скобках указывается количество тел, из которых состоит модель). Наименование «Деталь» присваивается по умолчанию. В процессе работы его целесообразно поменять на реальное название детали, которое потом автоматически появится на всех ассоциированных с этой моделью документах – в основной надписи плоского чертежа, спецификации и т. д. Для этого нужно дважды медленно щелкнуть мышью по названию, и оно откроется для редактирования. После введения нового названия необходимо щелкнуть мышью вне окна Древа модели.

- Далее по умолчанию следует раскрывающийся пункт **Начало координат**, включающий стандартные плоскости и оси проекций, которые однозначно определены для каждого, в том числе и для только что созданного, документа. Плоскости проекций и систему координат невозможно удалить, но можно переименовать или исключить из расчета.

- Ниже в Древе модели перечислены элементы (эскизы и операции), при помощи которых создавалось трехмерное изображение детали. Название элементам присваивается автоматически в зависимости от способа, которым они получены. Например, «Операция вращения», «Эскиз» и т. д. Слева от названия каждого элемента отображается пиктограмма, соответствующая этому элементу. При создании детали может быть использован целый ряд однотипных элементов. Для того чтобы различать их, к названию

элемента автоматически прибавляется порядковый номер элемента данного типа.

Например, «Операция выдавливания:1» и «Операция выдавливания:2». В сложной модели, содержащей большое количество элементов, названия операций в Дереве модели целесообразно переименовать. Это в значительной степени облегчит поиск и выбор необходимой операции при редактировании или модернизации модели. Названия операций должны быть однозначными, например, «Основание», «Бобышка», «Ребро жесткости» и т. д. Пиктограмму, в отличие от названия элемента, изменить невозможно.

• Помимо формообразующих операций и их эскизов в Дереве модели включается вспомогательная геометрия, созданная пользователем: точки, оси и плоскости.

Элементы и операции можно перемещать вверх и вниз по Дереву модели, подхватив их левой кнопкой мыши, изменяя тем самым порядок построения модели. Если перемещение выполнено корректно, то пиктограмма в Дереве модели отметится красным флажком. Это означает, что новое положение элемента отражено только на экране и не передано в файл. В таком случае щелкните на панели Вид кнопку **Перестроить**.

Основными операциями при создании деталей являются: выдавливание, вращение, кинематические операции, операции по сечениям. На примере построения деталей рассмотрим принцип работы каждой операции.

Название детали –

Стандартные плоскости и оси проекций

Эскизы и операции

Условные изображения

Вспомогательная геометрия –

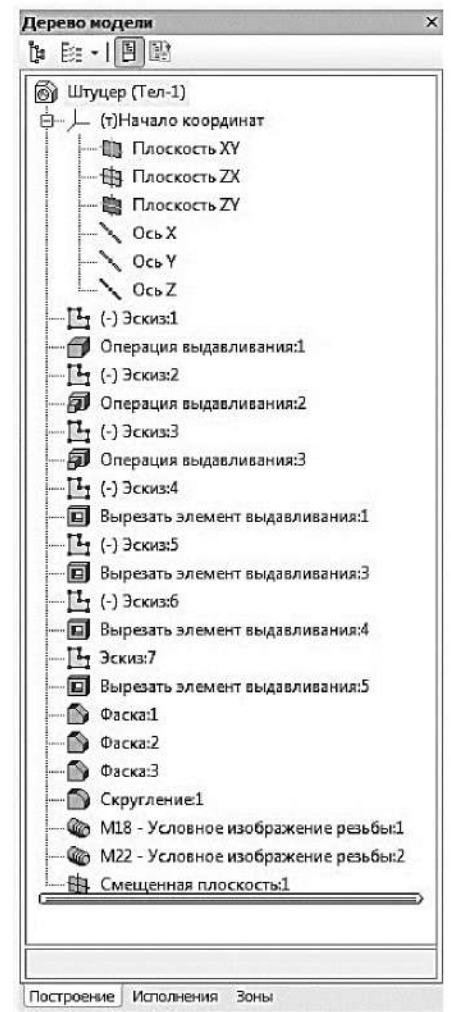


Рисунок 1.20. Элементы Дерева модели в режиме последовательности построения

2. AUTOCAD

Первые версии системы AutoCAD, разрабатываемой американской фирмой Autodesk, появились еще в 1982 году, и сразу же привлекли к себе внимание своим оригинальным оформлением и удобством для пользователя. Постоянное развитие системы, учет замечаний, интеграция с новыми продуктами других ведущих фирм (в первую очередь, Microsoft), сделали AutoCAD мировым лидером на рынке программного обеспечения.

Первые версии AutoCAD содержали, в основном, инструменты для простого двухмерного рисования, которые постепенно дополнялись и развивались. В результате система стала очень удобным «электронным кульманом». В настоящее время система позволяет выполнять достаточно сложные трехмерные построения и отображать их на разных видовых экранах с различных точек зрения. Механизм пространства листа и видовых экранов дает возможность разрабатывать чертежи с видами и проекциями

трехмерных объектов, построенных в пространстве модели. В системе AutoCAD по одной модели можно получить несколько листов чертежного документа.

AutoCAD и специализированные приложения на его основе нашли широкое применение в машиностроении, строительстве, архитектуре и других отраслях промышленности. Программа выпускается на 18 языках. Уровень локализации варьирует от полной адаптации до перевода только справочной документации. Существуют студенческие версии AutoCAD, предназначенные исключительно для использования студентами и преподавателями в образовательных целях, доступные для бесплатной загрузки с сайта образовательного сообщества Autodesk. Функционально студенческая версия AutoCAD ничем не отличается от полной, за одним исключением: DWG-файлы, созданные или отредактированные в ней, имеют специальную пометку (так называемый educational flag), которая будет размещена на всех видах, при печати файла (вне зависимости от того, из какой версии – студенческой или профессиональной – выполняется печать).

В настоящее время существуют следующие специализированные приложения на основе AutoCAD:

- AutoCAD Architecture – версия, ориентированная на архитекторов и содержащая специальные дополнительные инструменты для архитектурного проектирования и черчения, а также средства выпуска строительной документации.

- AutoCAD Electrical разработан для проектировщиков электрических систем управления и отличается высоким уровнем автоматизации стандартных задач и наличием обширных библиотек условных обозначений.

- AutoCAD Civil 3D – решение для проектирования объектов инфраструктуры, предназначенное для землеустроителей, проектировщиков генплана и проектировщиков линейных сооружений. Помимо основных возможностей, AutoCAD Civil 3D может выполнять такие виды работ, как геопространственный анализ для выбора подходящей стройплощадки, анализ ливневых стоков для обеспечения соблюдения экологических норм, составление сметы и динамический расчёт объёмов земляных работ.

- AutoCAD MEP ориентирован на проектирование инженерных систем объектов гражданского строительства: систем сантехники и канализации, отопления и вентиляции, электрики и пожарной безопасности. Реализовано построение трёхмерной параметрической модели, получение чертежей и спецификаций на её основе.

- AutoCAD Map 3D создан для специалистов, выполняющих проекты в сфере транспортного строительства, энергоснабжения, земле- и водопользования и позволяет создавать, обрабатывать и анализировать проектную и ГИС-информацию.

- AutoCAD Raster Design – программа векторизации изображений, поддерживающая оптическое распознавание символов (OCR).

- AutoCAD Structural Detailing – средство для проектирования и расчёта стальных и железобетонных конструкций, поддерживающее технологию информационного моделирования зданий. Базовыми объектами являются балки, колонны, пластины и арматурные стержни и др.

- AutoCAD EcsCAD позволяет инженерам-электрикам создавать схемы электротехнического оборудования с помощью сценариев и библиотек условных обозначений.

- AutoCAD Mechanical предназначен для проектирования в машиностроении и отличается наличием библиотек стандартных компонентов (более 700 тысяч элементов), генераторов компонентов и расчётных модулей, средств автоматизации задач проектирования и составления документации, возможностью совместной работы.

- AutoCAD P&ID – это программа для создания и редактирования схем трубопроводов и КИП, а также для управления ими.

- AutoCAD Plant 3D – инструмент для проектирования технологических объектов. В AutoCAD Plant 3D интегрирован AutoCAD P&ID.

Прежде чем приступить к работе в графической системе, необходимо ознакомиться с элементами ее интерфейса, а также базовой функциональностью и возможностями.

Окно программы AutoCAD состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенные функции: ввод команд, отображение необходимой при черчении информации и т.д. Некоторые инструменты взаимодополняют, а так же замещают друг друга.

В правом верхнем углу расположено «*Окно поискового браузера*» (рисунок 1.21).



Рисунок 1.21. Окно поискового браузера

В данное окно можно вводить запрос по интересующему вопросу функционала программы, после чего появляется справка, в которой содержится краткое описание запрашиваемого инструмента. Для пользования данным инструментом необходим доступ в интернет, т.к. справка загружается с сервера Autodesk. Если нет доступа в интернет, то можно запустить локальную справку, нажав на стрелку рядом с вопросом, затем загрузить автономную справку.

1. В центральной верхней части окна находится строка «*Заголовок*», в которой отражается версия программы (например AutoCAD 2020), имя и номер чертежа (рисунок 1.22). По умолчанию программа создает имя «*Чертеж*» и номер «*1*» с расширением *dwg*.



Рисунок 1.22. Строка Заголовок

2. В левом верхнем углу под кнопкой с пиктограммой A располагается «*Меню приложений*» (рисунок 14), предназначенное для работы с файлами. В нем содержатся стандартные, привычные для всех приложений Windows, инструменты. В правой части окна находится список из последних документов, с которыми работали, у этого списка есть несколько представлений: мелкие, крупные значки, малые и большие изображения. Если необходимо увидеть изображение предварительного просмотра, то нужно навести курсор на файл и появится окошко для просмотра. Также можно переключаться на режим открытых документов

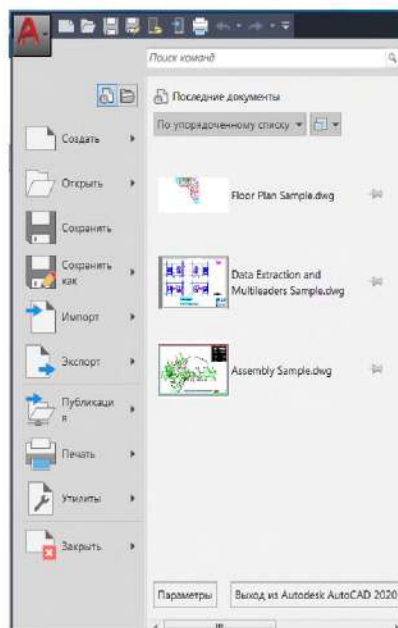


Рисунок 1.23. Меню приложений

3. Рядом с Меню приложений находится «**Панель быстрого доступа**» (рисунок 1.24). На эту панель можно выносить инструменты, которые используются чаще всего. Данное меню можно располагать как в верхней строке, так и под Лентой меню.



Рисунок 1.24. Панель быстрого доступа

4. Центральная область рабочего окна программы называется «**Графическим экраном**», в ней выполняются все построения. На графическом экране указатель мыши приобретает вид перекрестья и способен выполнять функции, используемые в проектировании: привязку к объектам, задание координат и направления. При выходе за границы графического экрана указатель приобретает привычный вид.

5. Графическое пространство представлено двумя видами вкладок: «**Модель**» и «**Листы**». Во вкладке «**Модель**» непосредственно чертят, а «**Листы**» предназначены для печати (рисунок 1.25). По умолчанию активной является вкладка *Модель*. Это означает, что на экране отображено двух- или трехмерное пространство модели. При щелчке на какую-либо из вкладок *Лист* (их количество может быть любым, достаточно нажать на кнопку «+»), можно перейти к пространству листа.

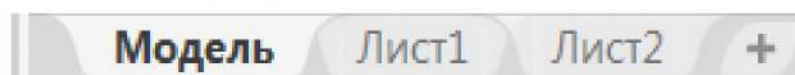


Рисунок 1.25. Переход с вкладки модель на листы

6. Внизу *Графического экрана* располагается «**Командная строка**» (рисунок 1.26), которая служит для прямого ввода команд. Для того, чтобы выбрать какой-либо инструмент, не обязательно вызывать меню, достаточно напрямую вписать его в командную строку и нажать Enter.



Рисунок 1.26. Командная строка

7. «**Панель координат**» (рисунок 1.27) позволяет отследить положение курсора и объектов. Существуют 2 варианта отображения положения курсора: динамический и статический. При нажатии на пиктограмму, координаты становятся более яркими, и при перемещении курсора показывается текущее его положение. При повторном нажатии, строка координат тускнеет и показывает координаты только при нажатии левой клавиши мыши. В центре нижней части графической области окна программы отображается указатель пользовательской системы координат (ПСК). По умолчанию в программе AutoCAD используется МСК – *Мировая система координат* (World Coordinate System, WCS). Ее указатель расположен в точке с координатами (0;0;0).



Рисунок 1.27. Панель координат

8. Главное меню программы Автокад организовано в виде «**Ленты**» (рисунок 1.28), состоящая из вкладок, на которых располагаются «**Тематические панели**». На каждой панели собраны инструменты, схожие по своему функциональному предназначению. Например, на вкладке «**Главная**» под панелью «**Рисование**» собраны все инструменты для создания простых и сложных примитивов.



Рисунок 1.28. Лента

9. AutoCAD включает в себя 3 рабочих пространства: **Рисование и аннотации**, **Основы 3D**, **3D-моделирование**. Рабочее пространство **Основы 3D** содержит основные инструменты, ориентированные на создание простых тел и их визуализацию, а **3D-моделирование** содержит полный комплекс инструментов для создания как и поверхностей, так и объекты 2D-рисования. По умолчанию в AutoCAD установлено пространство **Рисование и аннотации**. Доступ к выбору типа рабочего пространства осуществляется несколькими способами, через:

9.1. Панель быстрого доступа (рисунок 1.29).

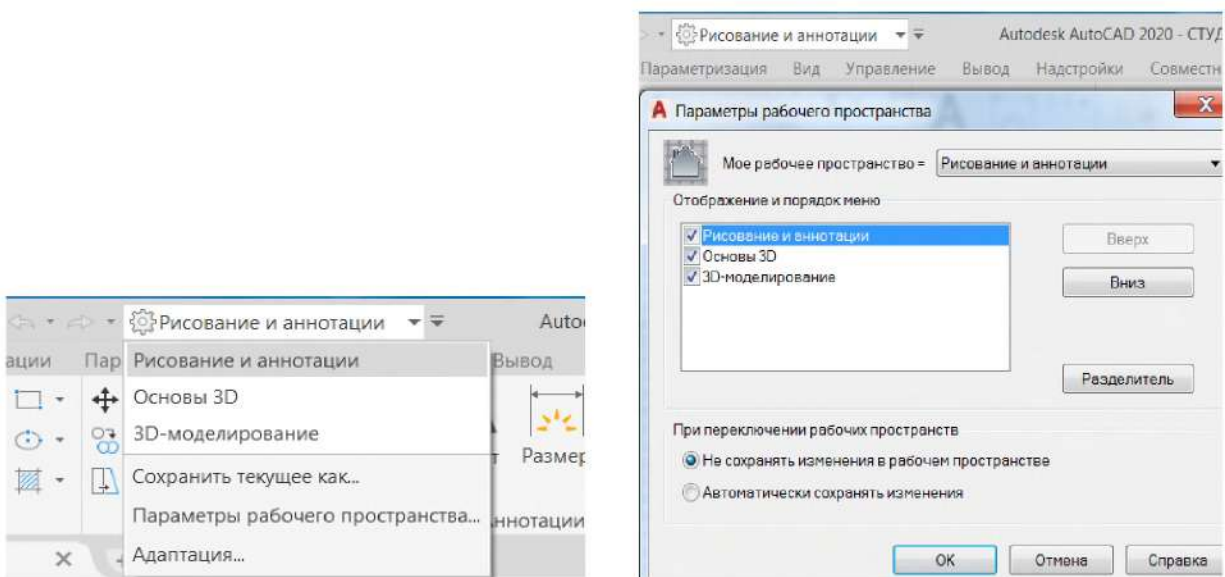


Рисунок 1.29. Выбор рабочего пространства через панель быстрого доступа

10.2. Строку состояния (режимов), которая находится внизу графического экрана, нажав на кнопку в виде шарнира (рисунок 1.30).

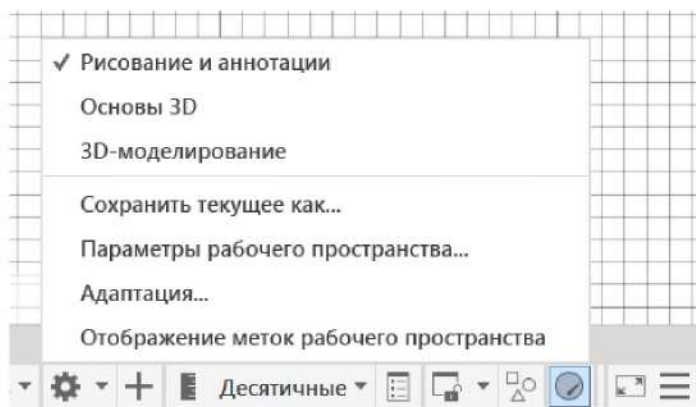


Рисунок 1.30. Выбор рабочего пространства через статусную строку

10.3. При одновременном нажатии клавиши Shift и колесика мыши, а затем ввода через *Командную строку* название рабочего пространства.

2.1. АДАПТАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСА РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА AUTOCAD ПОД КОНКРЕТНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Переход на панель *Управления адаптированными элементами пользовательского интерфейса* (УАЭПИ) в данном программном продукте осуществляется:

3.1. Через вкладку ленты *Управление* (рисунок 1.31).

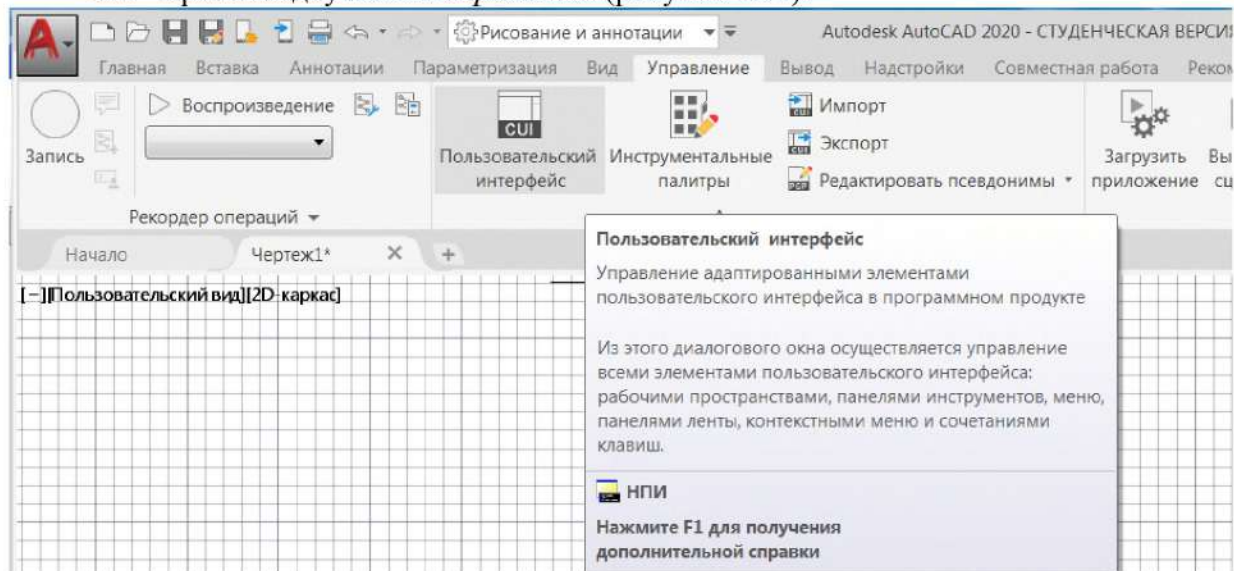


Рисунок 1.31. Переход на панель УАЭПИ через вкладку ленты Управление

3.2. Путем вызова из *Командной строки* (рисунок 1.32)

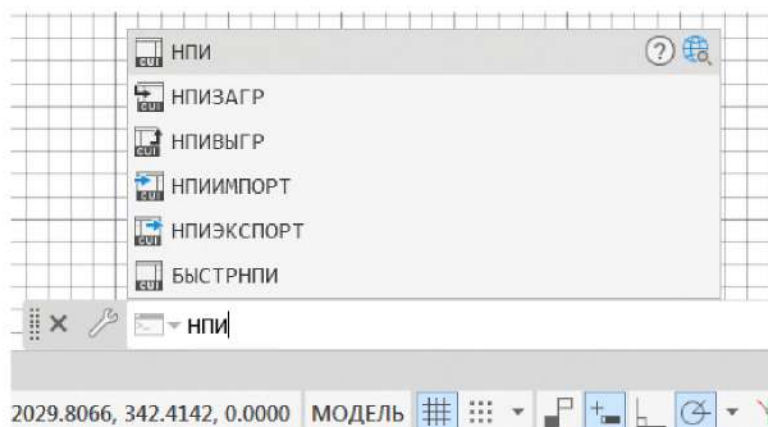


Рисунок 1.32. Переход на панель УАЭПИ из командной строки

3.3. Надписью у курсора «НПИ» (настройка пользовательского интерфейса) (рисунок 1.33).

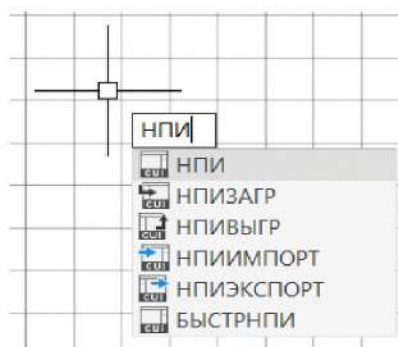


Рисунок 1.33. Переход на панель УАЭПИ через надпись у курсора

Как было сказано выше, по умолчанию рабочее пространство в AutoCAD - *Рисование и аннотации*. Удобнее всего для последующей работы, чтобы не мешать другим пользователям, пространство дублировать (рисунок 1.34), сохранив под именем конкретного пользователя (рисунок 1.35), установить текущим и по умолчанию (рисунок 1.36).

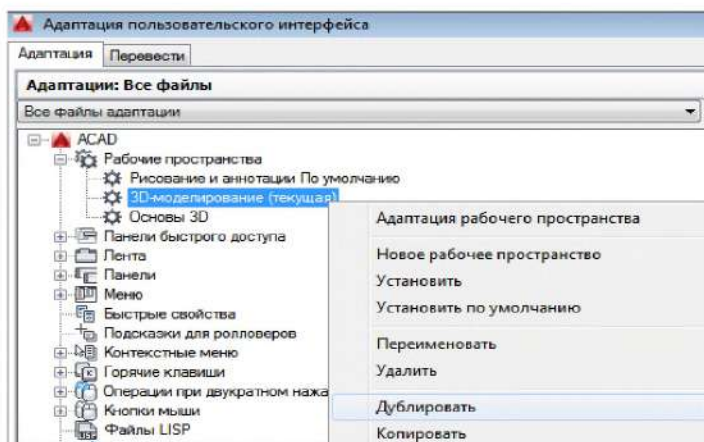


Рисунок 1.34. Дублирование рабочего пространства 3D моделирование

На панели *Содержание рабочего пространства* можно убрать не нужные для работы вкладки Ленты, Панели и т.д. На рисунке 1.37 показан пример удаления с ленты вкладки A360. Через нижнюю панель *Свойства* при вопросе *Показать*, нужно ответить *Нет* и нажать *OK*.

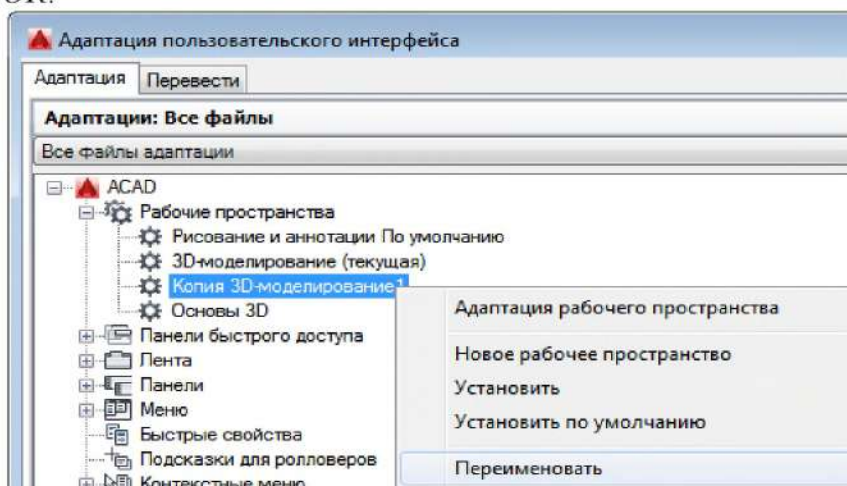


Рисунок 1.35. Переименование рабочего пространства

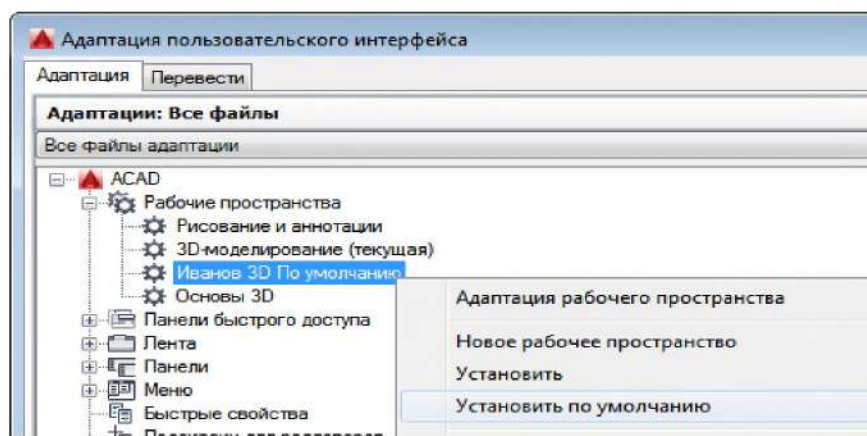


Рисунок 1.36. Установка рабочего пространства текущим и по умолчанию

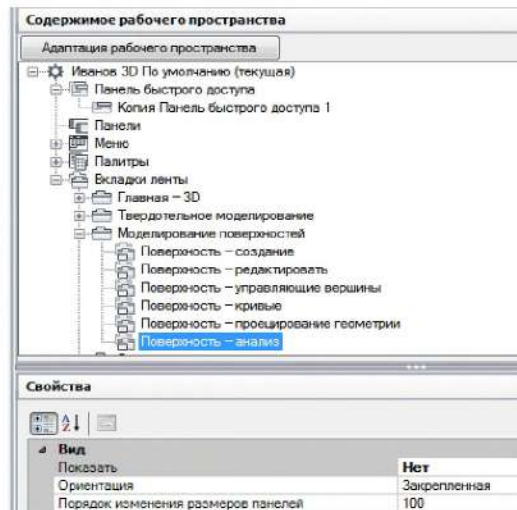


Рисунок 1.37. Пример удаления вкладки с ленты

На рисунок 1.38 на примере удаления панели *Анализ поверхности* с вкладки Ленты *Поверхности* показан пример удаления какой-либо панели с Ленты.

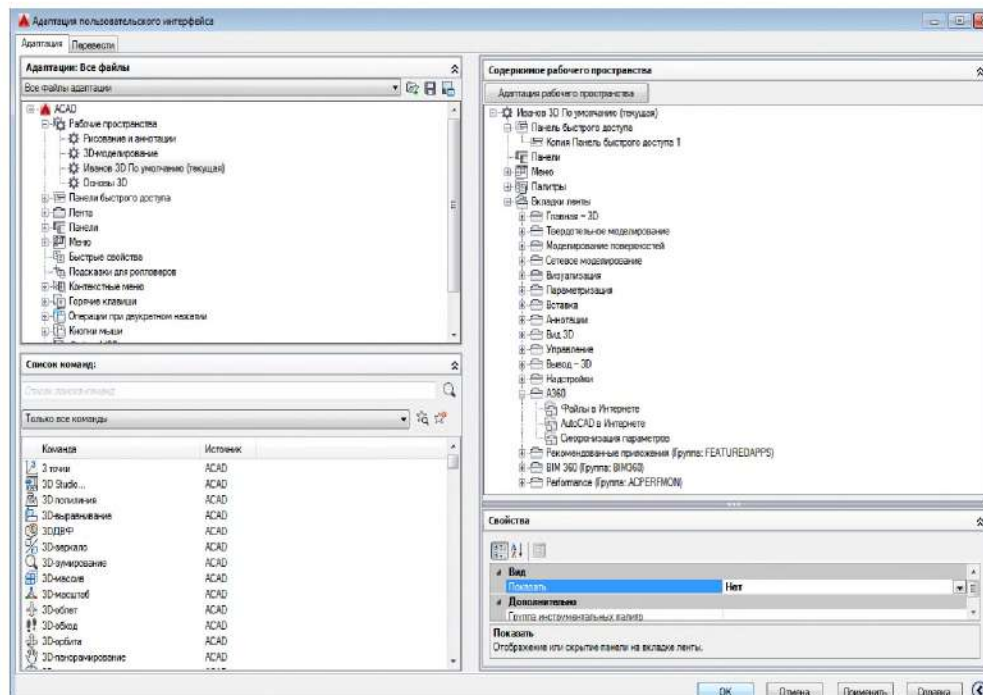


Рисунок 1.38. Пример удаления панели с вкладки ленты

3. AUTODESK INVENTOR

Autodesk Inventor поддерживает различные методы моделирования трехмерных моделей любой сложности. Можно гибко сочетать твердотельное и поверхностное моделирование, а также модели в виде треугольной сетки. При этом пользователю доступны различные методы создания и редактирования трехмерных объектов:

традиционный параметрический метод, основанный на дереве построения из отдельных трехмерных элементов, включая построения по сечениям, а также на наборах параметров и зависимостей;

свободное «скульптурное» моделирование на основе технологии Т-сплайнов;

прямая манипуляция элементами, гранями, ребрами и вершинами моделей, особенно помогающая при необходимости продолжить развитие модели, полученной из сторонних САПР.

Почти каждая трехмерная операция базируется на одном или нескольких эскизах. Autodesk Inventor оснащен мощнейшей средой 2D и 3D эскизирования, позволяющей создавать профили и траектории любой сложности.

При построении можно в полном объеме пользоваться параметрическим ядром Inventor, задавать сложные взаимосвязи элементов эскиза как между собой, так и с другими элементами модели, как на уровне геометрии, так и на уровне параметров.

Возможно построение точных математических кривых по заданным уравнениям в декартовой, полярной или цилиндрической системах координат. Также возможно построение кривых по таблицам координат, импортированным из Microsoft Excel.

Среда эскизирования Autodesk Inventor поддерживает эскизные блоки, что позволяет создавать в рамках одного эскиза концептуальные схемы целых изделий, с последующим автоматическим получением на основе этих блоков сборки из отдельных деталей.

Среда построения эскизов оснащена широким набором вспомогательных инструментов, повышающих скорость и эффективность построения. Автоматические зависимости, управляемые привязки, контекстный ввод параметров и многое другое.

Autodesk Inventor позволяет максимально быстро собирать компоненты в единую сборку для исследования параметров и функциональности изделия. В сборочной среде есть инструменты поиска пересечений, визуализации и анализа кинематики модели. В сборку Inventor можно подключать не только собственные файлы, но и созданные в сторонних САПР, с сохранением ассоциативной связи с оригиналом, над которым можно продолжить работать в исходной системе.

Ленточный интерфейс (Лента) – тип интерфейса, основанный на панелях инструментов, разделенных вкладками (рисунок 1.39).

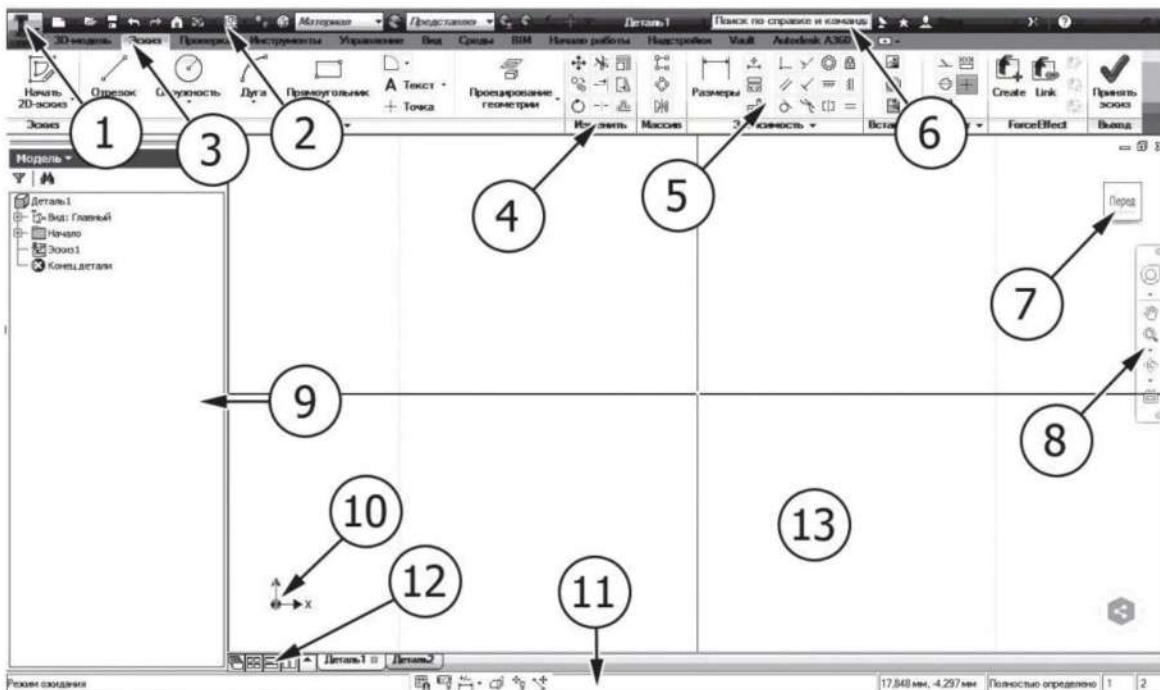


Рисунок 1.39. Расположение элементов интерфейса в системе Autodesk Inventor

1. Кнопка «Inventor» – кнопка, предоставляющая доступ к инструментам, позволяющим создать, открыть, сохранить и опубликовать файл, а также к параметрам и настройкам системы Autodesk Inventor.

2. Панель быстрого доступа – отображение часто используемых команд на панели быстрого доступа.

3. Вкладка – элемент ленточного интерфейса, который позволяет переключаться между predetermined наборами панелей ленточного интерфейса.

4. Панель (панель инструментов) – элемент ленточного интерфейса, в котором расположены инструменты и команды моделирования. Для каждой вкладки набор панелей различен.

5. Команда – действие, которое может выполнить пользователь, направленное на моделирование электронных моделей изделия и её элементов.

6. Панель «Инфоцентр» – панель, предназначенная для поиска различной информации, доступа к разделам справки и обновлениям программных продуктов.

7. Видовой куб – инструмент для управления ориентацией 3D-видов.

8. Панель навигации – панель, обеспечивающая доступ к инструментам навигации, включая инструменты видовой куб и штурвал.

9. Браузер (дерево построений) – область окна программы, в которой представлена иерархическая структура взаимоотношений между элементами деталей, сборок и чертежей (панель инструментов, в которой записывается история всех построений).

10. ПСК (пользовательская система координат) – активная система координат, которая задает основную рабочую плоскость XY и направление основной рабочей оси Z для создания чертежей и моделирования.

11. Строка состояния – панель, предназначенная для вывода вспомогательной информации: параметров модели, подсказок к командам и т.д.

12. Панель «Графические окна» – предназначена для различной компоновки графических окон открытых документов в системе Autodesk Inventor.

13. Графическое окно – основная область отображения в системе Autodesk Inventor (область отображения модельного пространства).

Общий пользовательский интерфейс Inventor можно назвать контекстно-интуитивным, что означает, что меню меняются в зависимости от задачи и среды. Inventor организован с помощью инструментов, сгруппированных по вкладкам, и предлагает только инструменты, необходимые для выполнения соответствующей задачи. Если вы чертите эскизный элемент, вы видите инструменты эскиза. На рисунке 1.40 вкладка «Эскиз» активна, и отображаемые инструменты используются для создания эскизов и размеров.



Рисунок 1.40. Вкладка «Эскиз» и инструменты «Эскиз»

По завершении эскиза нажмите кнопку Готово эскиз в дальнем правом углу, и вы выйдете из эскиза. Вкладка «3D-модель» становится активной, а вкладка «Эскиз» скрыта. Это позволяет вам видеть инструменты, которые подходят для текущей задачи, и только те инструменты, без необходимости искать их среди инструментов, которые вы не можете использовать в текущий момент. Если вы создаете новый эскиз или редактируете существующий, вкладка «Эскиз» немедленно возвращается. На рисунке 1.41 показана активная вкладка 3D-модель.



Рисунок 1.41. Вкладка 3D-модель и инструменты модели

Когда вы работаете со сборками, активная вкладка изменяется на вкладку «Сборка» (как показано на рисунке 1.42), позволяя вам размещать компоненты, создавать новые компоненты, создавать их шаблоны, копировать их и т.д. В среде сборки также показан ряд других вкладок, на которые вы можете в любой момент вручную переключиться (щелкнув по ним), чтобы использовать содержащиеся в них инструменты.

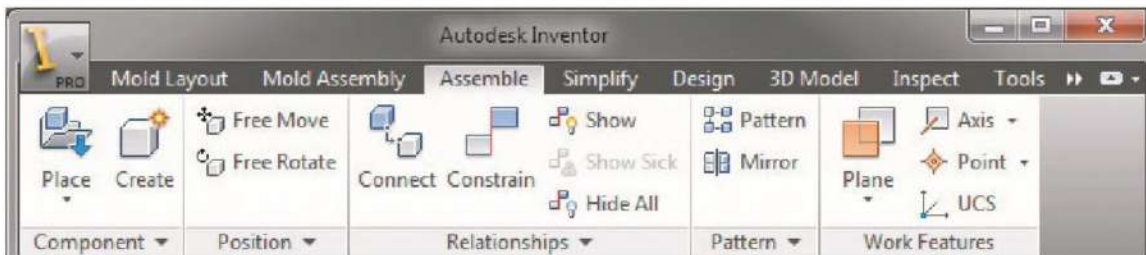


Рисунок 1.42. Вкладка Сборка и инструменты сборки

При создании 2D-чертежа деталей или сборок вам автоматически предоставляются инструменты, необходимые для создания видов и аннотаций. По умолчанию вкладка Размещение видов отображается, потому что вам нужно создать вид модели перед созданием ее чертежа. Однако вы можете вручную переключиться на вкладку «Пояснение», щелкнув ее. На рисунке 1.43 показана активная вкладка «Размещение видов» и неактивная вкладка «Пояснение» рядом с ней.

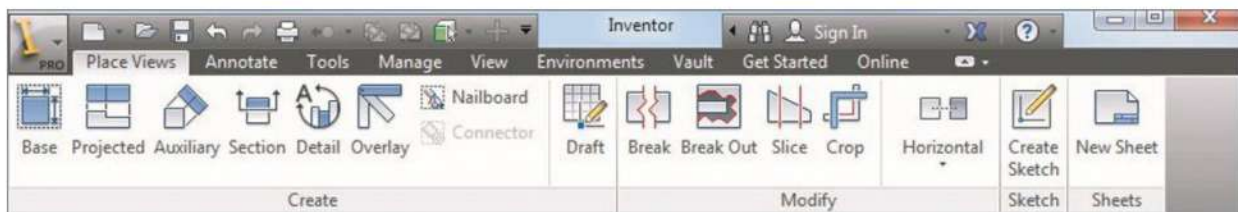


Рисунок 1.43. Вкладки для создания чертежа и инструменты создания

Inventor управляется специальным «колесом правой кнопки мыши», это означает, что многие параметры зависят от контекста, и доступ к ним можно получить, щелкнув правой кнопкой мыши соответствующий объект. Например, если вы хотите отредактировать эскиз, щелкните правой кнопкой мыши на эскиз в браузере и выберите «Редактировать эскиз». То же самое относится и к функции. Если вы хотите изменить элемент отверстия с зенковки на зенковку, щелкните правой кнопкой мыши в браузере и выберите «Редактировать элемент». Вы также можете щелкнуть правой кнопкой мыши по многим объектам в графическом окне, без необходимости размещать их в браузере. На рисунке 1.44 показано типичное контекстное меню, вызываемое правой кнопкой мыши, с включенной опцией меню маркировки по умолчанию.

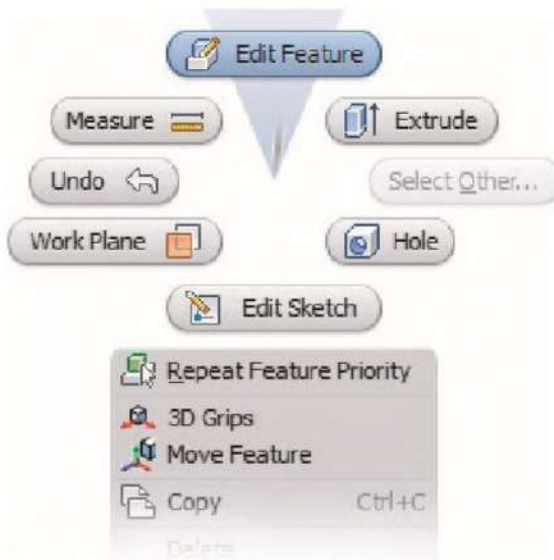


Рисунок 1.44. Типичное меню правой кнопки мыши

Также стоит упомянуть опции в контекстных меню. Например, если вы редактируете деталь в сборке и хотите завершить редактирование и вернуться на уровень сборки, вы можете использовать кнопку «Возврат» в меню вкладки «Эскиз» или просто щелкнуть правой кнопкой мыши (стараясь не щелкнуть любой объект эскиза) и выберите «Готово» в контекстном меню. Оба варианта делают одно и то же.

Графический интерфейс Inventor может отличаться от того, к чему вы привыкли в других общих прикладных программах, и даже отличаться от других программ проектирования. На рисунке 1.45 вы видите все окно Inventor, в котором показан файл детали, открытый для редактирования.

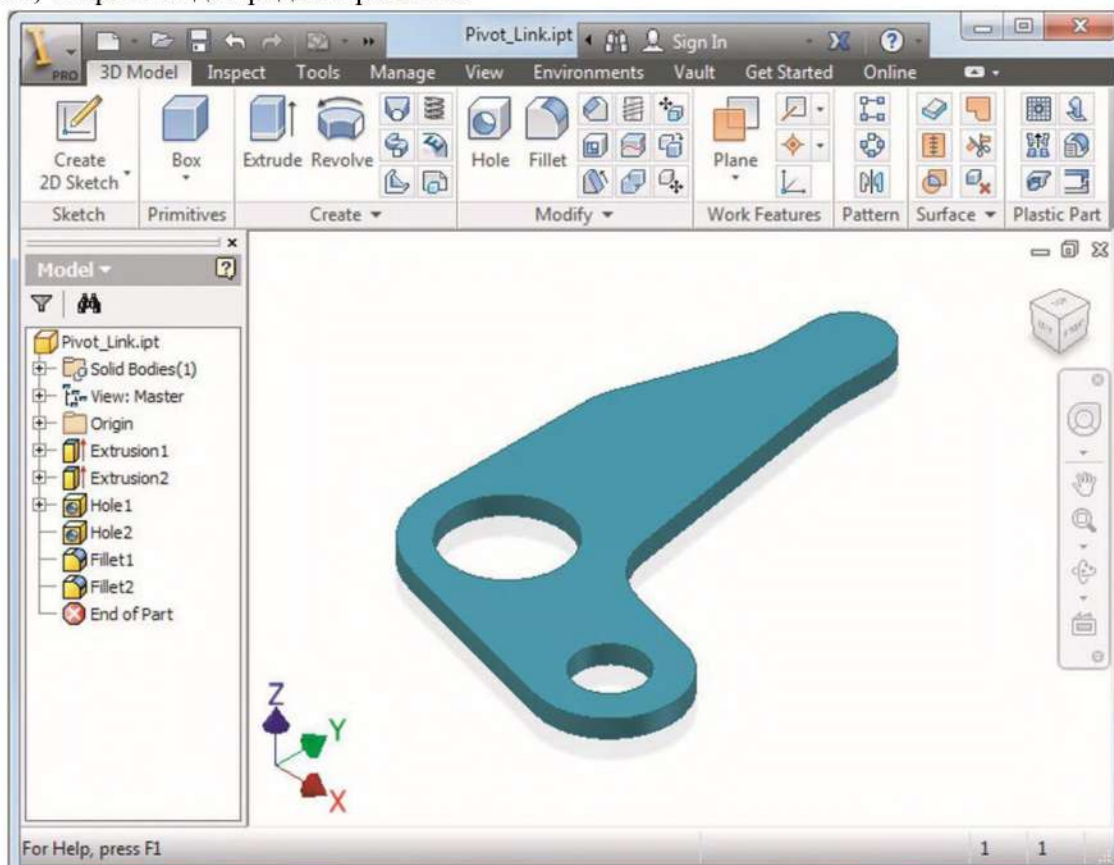


Рисунок 1.45. Полный экран Inventor в режиме моделирования деталей

Начиная с верхнего левого угла окна Inventor, вы видите кнопку Inventor (найдите большой символ I), которая имеет раскрывающуюся панель, аналогичную меню «Файл» в предыдущих версиях. Рядом с кнопкой Inventor строка заголовка содержит две панели инструментов:

- Панель быстрого доступа содержит часто используемые инструменты.
- Панель инструментов справки предоставляет доступ к файлам справки и веб-сайтам Autodesk.

Вы можете настроить панель быстрого доступа для каждого типа файла, выбрав и отменив выбор кнопок из списка. Доступ к списку доступных инструментов можно получить, щелкнув стрелку раскрывающегося списка, показанную в правой части рисунка 1.46.



Рисунок 1.46. Кнопка Inventor и панель быстрого доступа

В таблице 3 определены стандартные кнопки панели быстрого доступа, доступные в режиме моделирования детали.

Кнопка	Назначение
	Кнопка «Новый» запускает диалоговое окно Новый файл. Раскрывающийся список позволяет создавать новый файл детали, сборки, чертежа или схемы с использованием стандартных шаблонов.
	Кнопка «Открыть» запускает диалоговое окно «Открыть». Он отображает местоположение, определенное в вашем активном проекте.
	Кнопка «Сохранить» сохраняет файл.
	Кнопка «Отменить» отменяет последнее действие. Список отмены отслеживает изменения для текущего сеанса Inventor, а не только для текущего документа. Если у вас открыто две части файла, эта кнопка отменит изменения, сделанные в обоих файлах. Отмена также закроет файлы, если ваша последовательность отмен возвращает вас за точку открытия или создания файла.
	Кнопка «Восстановить» восстанавливает изменения, которые были удалены с помощью «Отменить». Он откроет файл, который был закрыт с «Отменить».
	Кнопка «Обновить» обновляет файлы. Например, если вы редактируете деталь в сборке, другие детали могут нуждаться в обновлении из-за изменений. Эта кнопка неактивна, если файл не нуждается в обновлении.
	Кнопка «Выбрать» позволяет выбрать фильтр для выбора объекта.
	Кнопка «Материал» и раскрывающийся список позволяют изменить материал компонента. При нажатии на кнопку отображается браузер материалов. Выбор материала из раскрывающегося списка изменяет свойство материала компонента.
	Кнопка «Внешний вид» и раскрывающийся список позволяют изменить цвет компонента. При нажатии на кнопку



отображается внешний вид браузера. Выбор внешнего вида в раскрывающемся меню изменяет внешний вид компонента. Кнопка настройки позволяет изменить цвет и внешний вид текстуры.

Кнопка «Очистить» позволяет удалить цвета и текстуры компонента.

Кнопка «Параметр» используется для доступа к таблице параметров, где вы можете переименовывать, изменять и создавать уравнения в параметрах измерения и проектирования.

Кнопка «Измерить расстояние» вызывает инструмент «Измерить», позволяющий измерять расстояние, угол, окружность или площадь по краям модели, вершинам и граням.

Кнопка «Корректор ошибок» запускает диалоговое окно, которое помогает вам диагностировать и устранять проблемы с файлом. Кнопка отображается серым цветом, если не возникает проблема.

Inventor имеет два набора инструментов для управления графическим окном:

- «Видовой куб» используется для изменения ориентации вида.
- Панель навигации имеет такие инструменты, как «Масштабирование» и «Перемещение».

«Видовой куб», показанный на рисунке 1.47, является трехмерным инструментом, который позволяет вращать вид. Вот несколько вариантов просмотра:

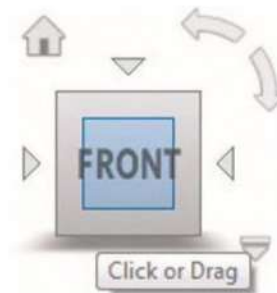


Рисунок 1.47. «Видовой куб»

Если щелкнуть грань, край или угол видового куба, вид повернется, по отношению к этому выделению перпендикулярно экрану.

- Если щелкнуть и перетащить ребро, вид вращается вокруг параллельной оси.
- Если вы нажмете и перетащите угол, вы сможете свободно вращать модель.
- Если щелкнуть грань, чтобы получить ортогональный вид, дополнительные элементы управления будут отображаться, когда указатель мыши находится рядом с кубом.
- Четыре стрелки, направленные на куб, поворачивают вид на следующую грань.
- Стрелки дуги поворачивают вид на 90 градусов в текущей плоскости.

Если вы нажмете кнопку «Домой» (она выглядит как дом), вид изменится на изометрический вид по умолчанию. Если щелкнуть стрелку раскрывающегося списка или щелкнуть правой кнопкой мыши кнопку «Домой», откроется несколько вариантов изменения стандартного поведения изометрического вида. Например, вы можете изменить исходный вид на любой понравившийся и сбросить вид спереди по отношению к вашей

модели, чтобы именованные виды куба соответствовали тому, что вы считаете спереди, сверху, справа и т.д.

Продолжая обзор интерфейса, вы увидите панель навигации, расположенную с правой стороны графического окна. В верхней части панели находится Суперштурвал. Под Суперштурвалом находятся другие стандартные инструменты навигации: Панароммировать, Показать все, Свободная орбита и Вид на объект. На рисунке 1.48 показана панель навигации.



Рисунок 1.48. Панель навигации

Ленточное меню состоит из вкладок и панелей и аналогично меню, используемому в продуктах Microsoft Office (начиная с Office 2007). Каждая вкладка содержит панели для определенной задачи, например создания эскизов, и каждая панель содержит связанные кнопки для инструментов. Как упоминалось ранее, лента изменится на соответствующую вкладку в зависимости от текущей задачи (например, при наборе эскизов открывается вкладка «Эскиз», которая позволяет нажимать кнопку инструмента «Линия»), но при необходимости можно выбрать другую вкладку. Вы можете настроить меню ленты, щелкнув ее правой кнопкой мыши и выбрав один из следующих вариантов:

- Отключение текста кнопки инструмента, уменьшение размера кнопки или использование компактного расположения кнопок.
- Отключение неиспользуемых панелей.
- Добавление часто используемых команд в вкладку.
- Сворачивание ленты .
- Открепление ленты, чтобы она стала плавающей палитрой инструментов .
- Закрепление ленты слева, справа или сверху окна Inventor.

На вкладке «Начало работы» в меню «Лента» инструменты на панели «Запуск» используются для доступа к файлам и их создания. Остальные кнопки находятся на вкладке «Начало работы» для справки по темам. Вы можете использовать кнопку «Что нового», чтобы узнать о новых функциях текущего и последних выпусков. Инструменты «Видео и учебники» содержат встроенные учебники и набор учебных ресурсов. На рис. 1.49 показана вкладка «Начало работы» и ее инструменты.



Рисунок 1.49. Инструменты, на вкладке «Начало работы»

Вкладка Вид, показанная на рисунке 1.50, содержит элементы управления видимостью и внешним видом объекта, оконным элементом управления и навигацией. В зависимости от среды есть несколько вариантов кнопок, но большинство кнопок используются во всех средах моделирования.



Рисунок 1.50. Вкладка Вид

Панель «Видимость» имеет инструменты для управления тем, какие объекты видны. Когда вы нажимаете Видимость объекта, отображается большой список, чтобы вы могли контролировать видимость перечисленных объектов в графическом окне.

Панель «Представление модели» содержит инструменты для управления отображением моделей. Вы можете отобразить модель в нескольких визуальных стилях, таких как реалистичный, затененный, затененный с краями, иллюстрация и многие другие.

Еще одна важная опция на панели «Представление модели» - это настройка «Просмотр проекции камеры», которая позволяет выбирать между ортогональным и перспективным видами. При установке параметров перспективы на текущую модель отображается с точкой схода, как это было бы в реальном мире. При использовании параметра «Ортогонально» точки модели проецируются вдоль линий, параллельных экрану. Использование вида в перспективе может быть желательным при просмотре модели в 3D-виде, но это может отвлекать при рисовании на плоской поверхности или при просмотре модели из стандартного 2D-ортогонального вида, поскольку вы видите то, что выглядит как сужающиеся грани и ребра. Однако вы можете получить лучшее из обеих проекций, установив для ViewCube значение «Перспектива с ортогональными гранями», чтобы модель отображалась в ортогональном режиме, когда активна одна из стандартных ортогональных граней, и в режиме перспективы в любом другом виде. Для этого просто щелкните правой кнопкой мыши ViewCube, и вы увидите опцию. Обратите внимание, что этот параметр установлен для каждого документа, а не для самого приложения, поэтому обычно вам необходимо сделать это для каждой модели.

Большинство инструментов на панели «Окна» являются стандартными элементами управления, такими как переключение окон. Если щелкнуть «Интерфейс пользователя», отобразится список элементов, таких как ViewCube и строка состояния. Кнопка «Очистить экран» скрывает большинство элементов пользовательского интерфейса. Отображаются только строка заголовка и свернутая панель ленты. Несмотря на то, что параметр «Очистить экран», безусловно, позволяет максимально эффективно использовать экран, он отключает один очень важный интерфейсный объект - панель

браузера. Для эффективного использования функции «Очистить экран» необходимо снова включить панель браузера. Для этого перейдите на вкладку «Вид», используйте раскрывающийся список «Интерфейс пользователя» и выберите параметр «Браузер». Вы можете снова щелкнуть вкладку «Вид», а затем снова нажать кнопку «Очистить экран», чтобы отключить ее и снова отобразить панели инструментов.

Также на вкладке «Вид» находится панель навигации. Инструменты на панели навигации такие же, как и на панели навигации, как обсуждалось ранее. Многие из этих инструментов, такие как Панароммировать, Показать все, Свободная орбита и Вид на объект, могут быть доступны с помощью кнопок мыши и / или функциональных клавиш. Например, вращение колеса на стандартной трехкнопочной мыши позволяет увеличивать и уменьшать масштаб. Точно так же, если вы удерживаете кнопку F4 на клавиатуре, вы увидите, что инструмент Орбита активен.

При использовании Inventor вы заметите, что часто есть два набора элементов управления вводом: традиционные элементы управления диалогового окна и мини-панели инструментов на диалоговом окне. Входные данные в диалоговом окне те же, что и на мини-панелях инструментов, поэтому вы можете использовать любой из них для ввода информации или изменения параметров. Изменение параметра в одном обновляет его в другом. Вы можете использовать стрелку вниз диалогового окна, чтобы развернуть или свернуть ее. На рисунке 1.51 показаны оба набора элементов управления в том виде, в котором они отображаются для редактирования простого выдавливания.

Если вы обнаружите, что элементы управления мини-панели инструментов отвлекают внимание, когда вы появляетесь в позиции, которая мешает делать выборки на экране, вы можете использовать кнопку меню «Параметры мини-панели инструментов» (кнопка в правом нижнем углу последней строки).) прикрепить мини-панель инструментов к месту на экране по вашему выбору.

В предыдущем разделе вы видели, что вкладки меню ленты обновляются в зависимости от текущей среды. Например, в среде эскиза вкладка «Эскиз» активна. Характер доступных инструментов на основе задач является общим для всего Inventor. Например, многие диалоговые окна Inventor также основаны на задачах. Вместо того чтобы содержать все элементы управления, необходимые для каждой среды, в большинстве диалоговых окон отображаются только элементы управления, необходимые для текущей задачи. На рисунке 1.52 показаны два диалоговых окна выдавливания.

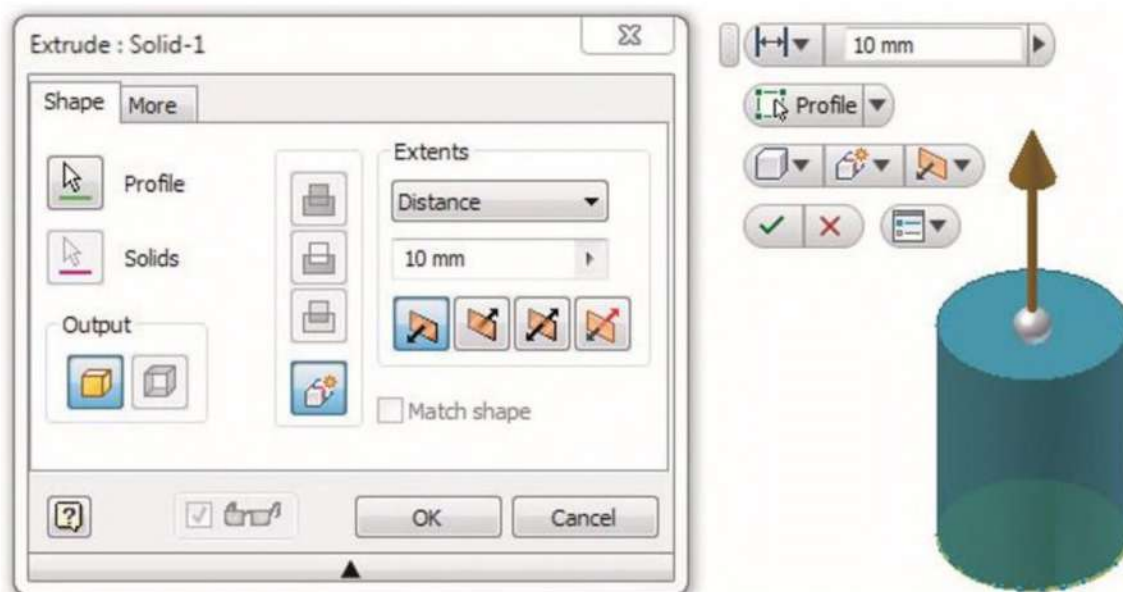


Рисунок 1.51. Диалоговое окно и мини-панель инструментов управления

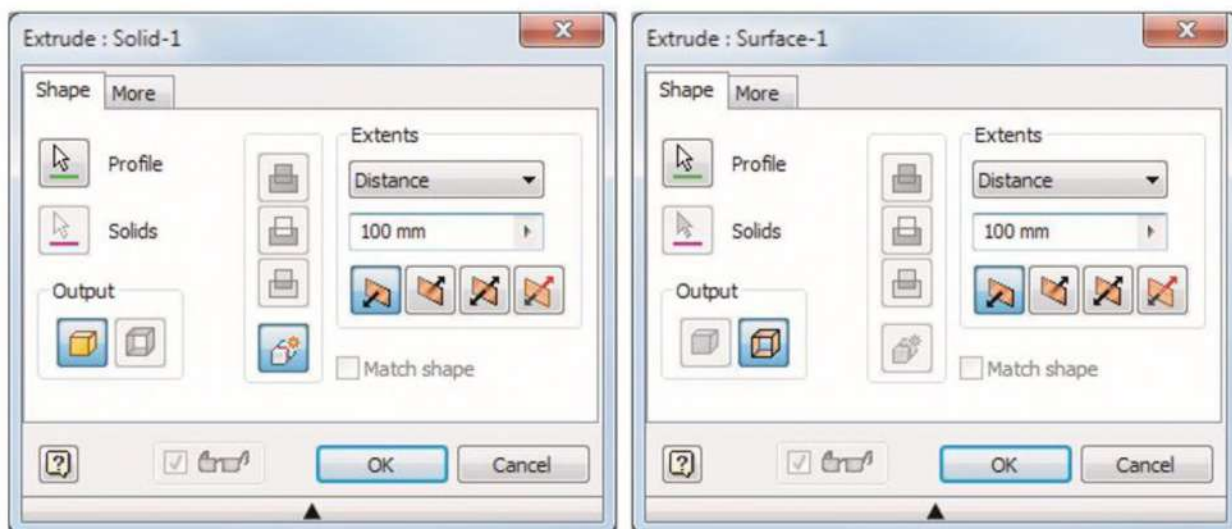


Рисунок 1.52. Диалоговые окна «Выдавить» на твердом теле и поверхности

Поскольку создание и редактирование сплошного выдавливания отличается от создания и редактирования поверхностного выдавливания, некоторые параметры просто затенены и недоступны. Вы заметите это в Inventor, так как варианты предлагаются и подавляются в зависимости от поставленной задачи.

Лекция 2. Основные принципы создания 3D моделей

Модель в САПР состоит из геометрических объектов – эскизов, пространственных кривых и точек, поверхностей, тел (рисунок 2.1).

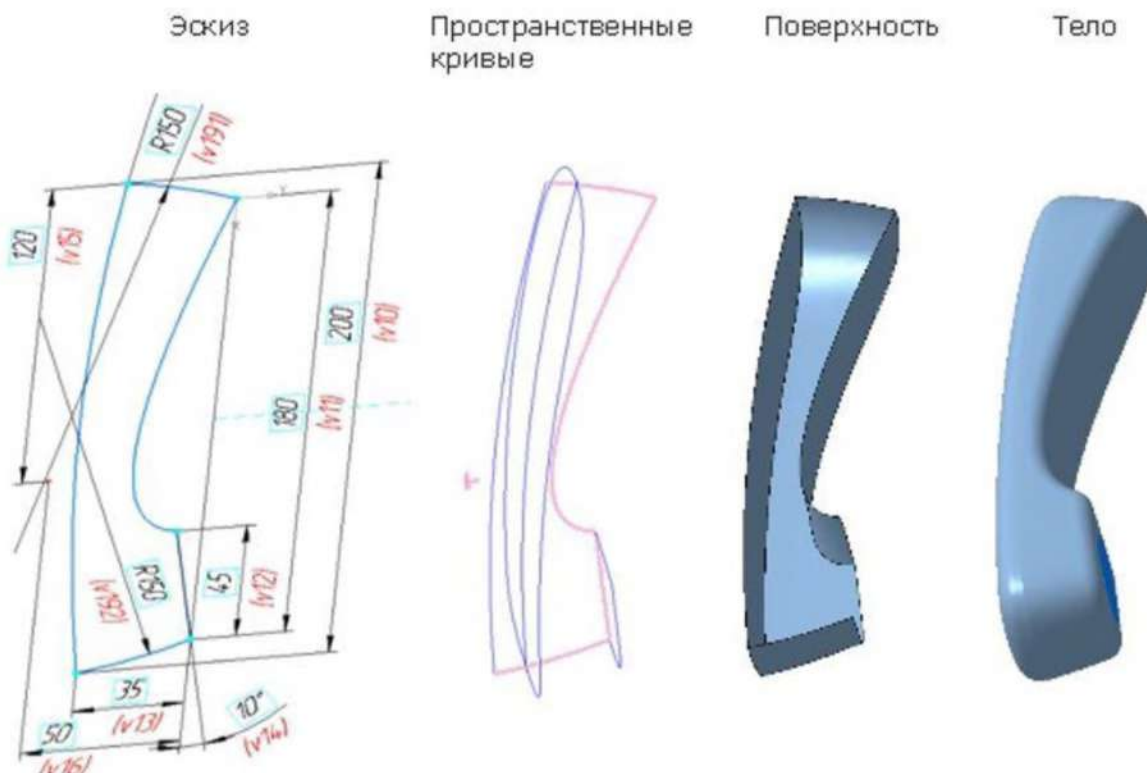


Рисунок 2.1. Геометрические объекты

В КОМПАС 3D возможно создание двух типов моделей: деталь и сборка.

- Деталь – тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых без применения сборочных операций. Создается и хранится в документе «деталь», расширение файла – m3d.

- Сборка – тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых с применением сборочных операций. Создается и хранится в документе «сборка», расширение файла – a3d.

Разновидность сборки – технологическая сборка. Создается и хранится в документе «технологическая сборка», расширение файла – t3d.

Трехмерная модель в КОМПАС 3D состоит из объектов. Объекты подразделяются на:

- геометрические,
- элементы оформления,
- объекты «измерение»,
- компоненты.

К геометрическим объектам относятся: тела, поверхности, кривые, точки, эскизы, объекты вспомогательной геометрии (рисунок 2.2). К элементам оформления относятся размеры, условное обозначение резьбы, линии выноски, обозначения шероховатости, базы, позиции, допуски формы и расположения. Компонент – это объект модели, в свою очередь являющийся моделью: деталью или сборкой. Объекты модели создаются и редактируются путем выполнения операций. При создании и редактировании объекта возможно формирование ассоциативной связи его с другим объектом. Ассоциативная связь – это однонаправленная зависимость расположения или геометрии одного объекта от расположения или геометрии другого объекта. Зависимый объект считается производным, а объект, от которого производный объект зависит – исходным по отношению к производному. Модели в целом, а также отдельным ее частям (телам, компонентам) можно назначить параметры для расчета МЦХ – материал и плотность материала, а также задать свойства – данные об изделии, которое эта модель (часть модели) представляет. Состав модели, последовательность ее построения и связи между объектами модели отображаются в Дереве построения.

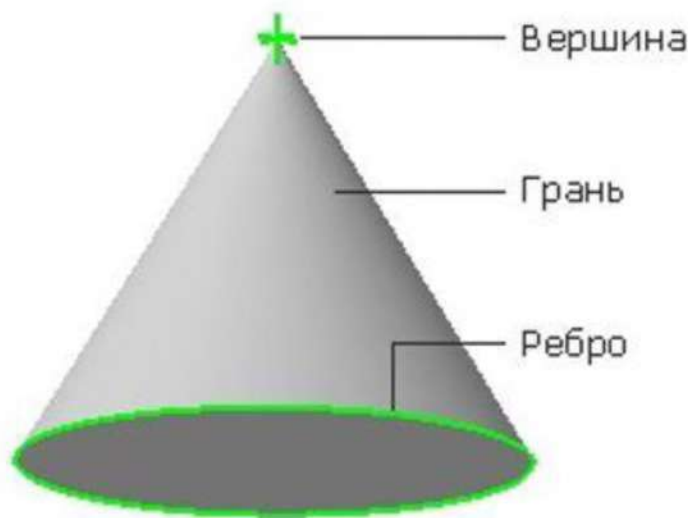


Рисунок 2.2. Геометрические объекты

Модель в САПР может быть (рисунок 2.3):

- твердотельной представленной телами и обладающей ненулевой массой;
- поверхностной – представленной поверхностями и обладающей нулевой массой;

- сочетающей результаты твердотельного и поверхностного моделирования.

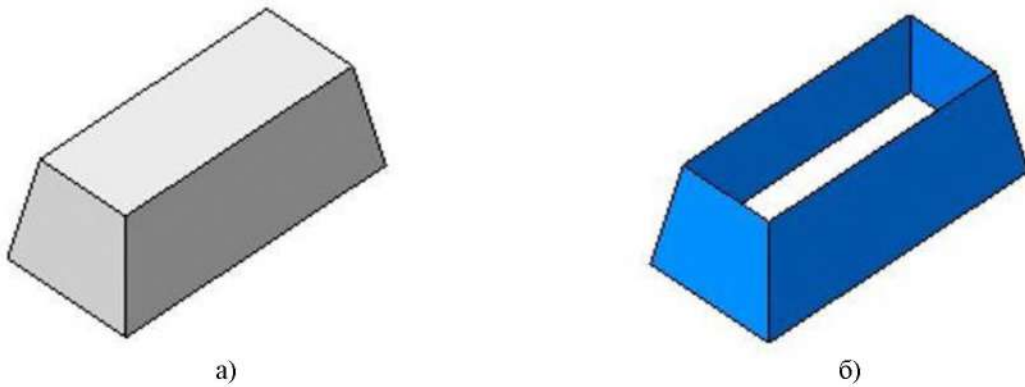


Рисунок 2.3. Виды моделей: а) твердотельная модель; б) поверхностная

Объекты модели создаются с помощью операций. Условно в твердотельном моделировании операции построения тел можно разделить на формообразующие, добавляющие материал и дополнительные. Основными формообразующими операциями являются:

- выдавливание (рисунок 2.4, а);
- вращение (рисунок 2.4, б);
- по траектории (рисунок 2.4, в);
- по сечениям (рисунок 2.4 г).

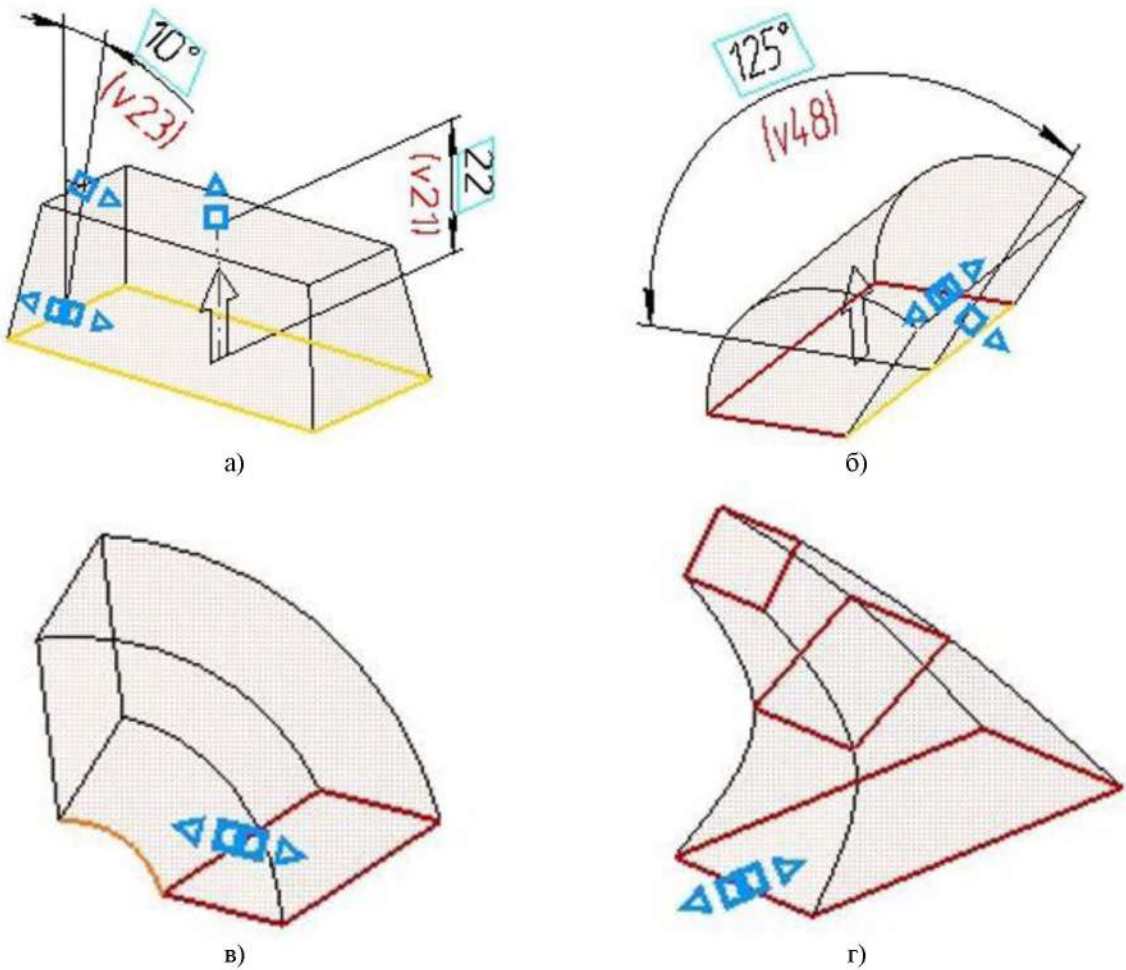


Рисунок 2.4. Основные формообразующие операции

Для листовых тел основными формообразующими операциями являются:

- листовое тело (рисунок 2.5, а);
- обечайка (рисунок 2.5, б).

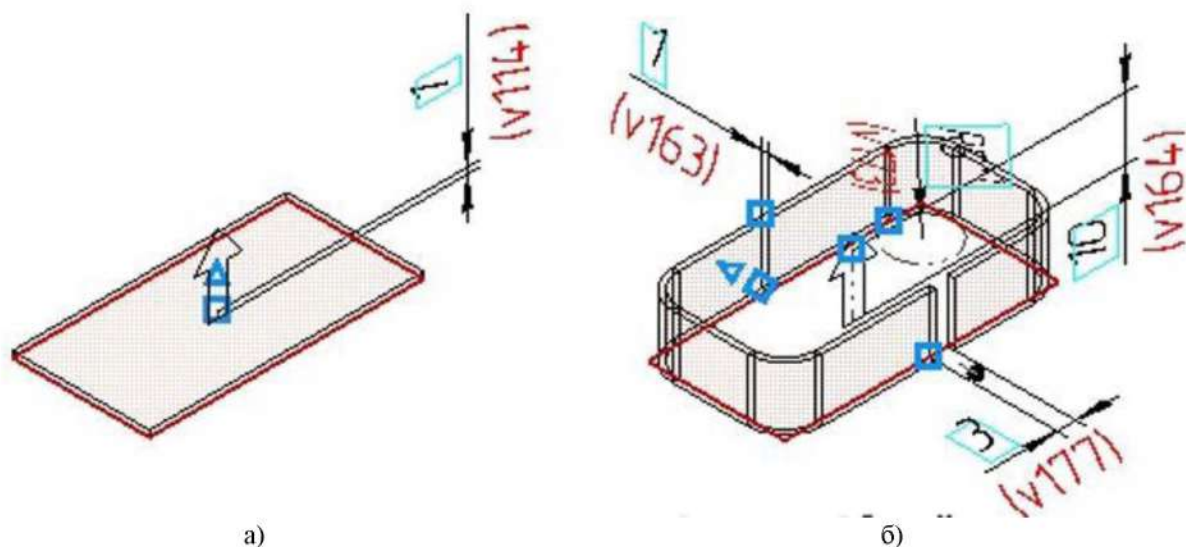


Рисунок 2.5. Формообразующие операции листовых тел: а) листовое тело; б) обечайка

Дополнительные операции позволяют требуемым образом скорректировать результаты формообразующих операций. Примером дополнительных операций являются:

- Вырезать выдавливанием (рисунок 2.6, а).
- Скругление (рисунок 2.6, б).
- Подсечка (для листовых тел) (рисунок 2.6, в).

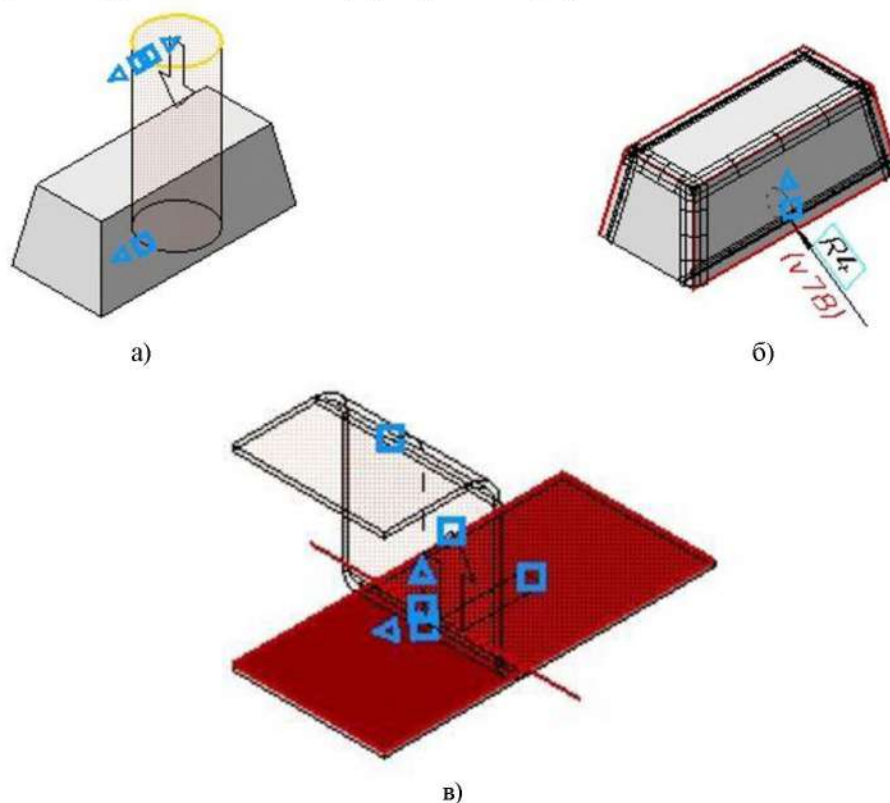


Рисунок 2.6. Дополнительные формообразующие операции

Тело, полученное в результате моделирования, обладает свойствами Материал, Плотность, Масса. Поэтому оно наиболее полно представляет реальное изделие. При этом

существуют задачи, когда для достижения требуемого результата использование операций построения тел недостаточно. В этих случаях возможно применение операций построения поверхностей (рисунок 2.7), которые позволяют создавать сложные геометрические формы. Следует заметить, что их получение исключительно за счет операций построения тел труднодостижимо либо невозможно.

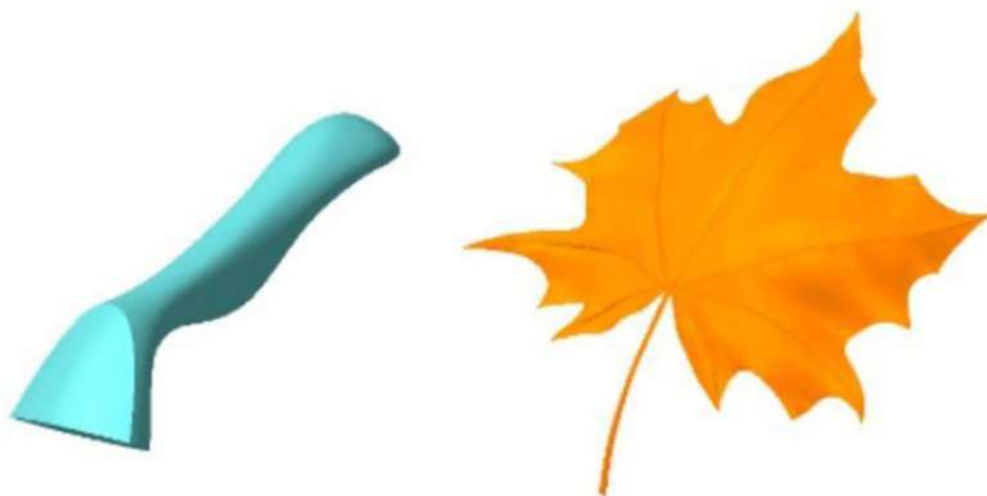


Рисунок 2.7. Операции с поверхностями

Поверхность либо совокупность поверхностей на завершающем этапе их моделирования могут быть преобразованы в тело.

В поверхностном моделировании сначала создаются и модифицируются требуемым образом поверхности, описывающие отдельные элементы моделируемого объекта. Эти поверхности обрезают по линиям пересечения, сопрягают друг с другом поверхностями скругления или перехода, а также выполняют над ними другие операции. Затем из полученных поверхностей собирают оболочку. В поверхностном моделировании результирующая оболочка не обязательно должна быть замкнутой. Она может отражать лишь часть (главную часть) моделируемого объекта. Поверхностное моделирование позволяет сосредоточить усилия на сложных формах объекта и широко применяется для проектирования кузовов автомобилей и планеров самолетов.

Базовые поверхности совпадают с базовыми твердотельными операциями и строятся аналогично. На картинке слева направо: **Поверхность выдавливания**, **Поверхность вращения**, **Кинематическая поверхность**, **Поверхность по сечениям** (рисунок 2.8).

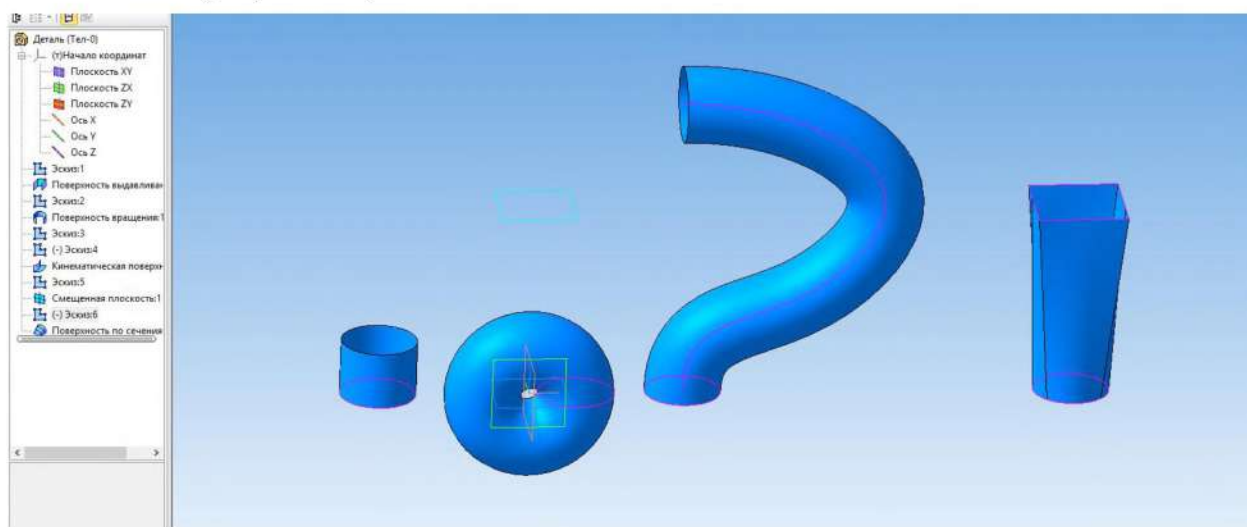


Рисунок 2.8. Операции с поверхностями

Если требуется закрыть какой-то контур, зазор или отверстие, применяется поверхность **Заплатка** (Рисунок 2.9).

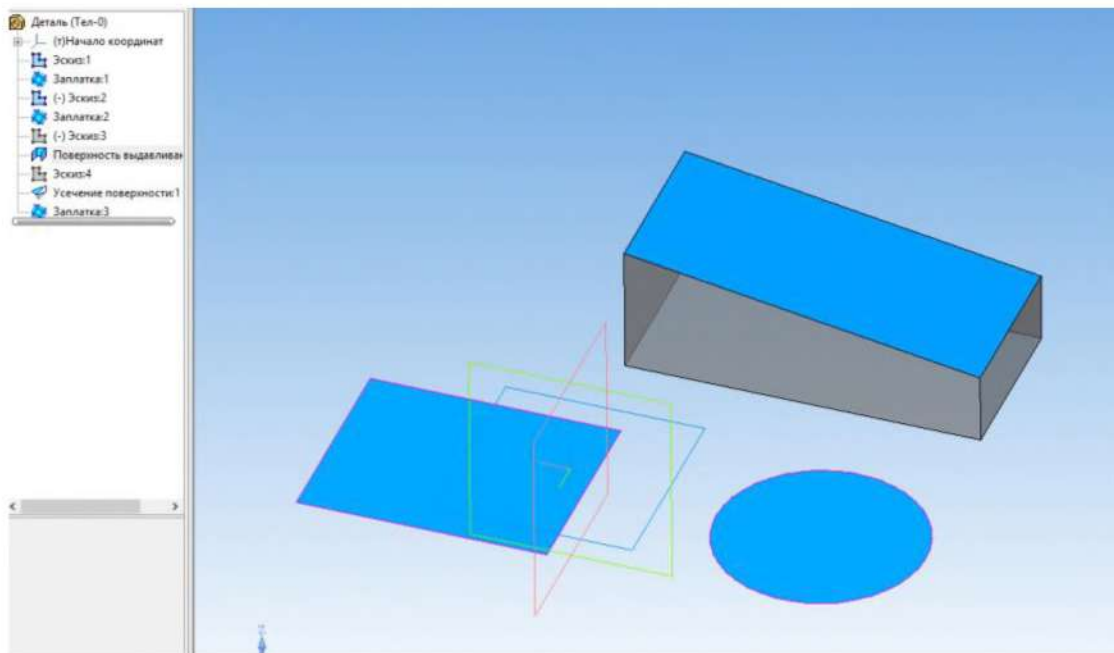


Рисунок 2.9. Операция заплатка

Для создания заплатки можно использовать замкнутую плоскую фигуру, созданную в эскизе, или набор ребер на поверхности, теле или детали. Должны соблюдаться следующие требования к контуру заплатки:

- Контур не должен иметь самопересечений.
- Если сегменты лежат в одной плоскости или на одной существующей поверхности, то их количество может быть любым, в противном случае — не менее двух и не более четырех.

Но в действительности заплатка будет стараться построить результат несмотря на эти ограничения (рисунок 2.10).

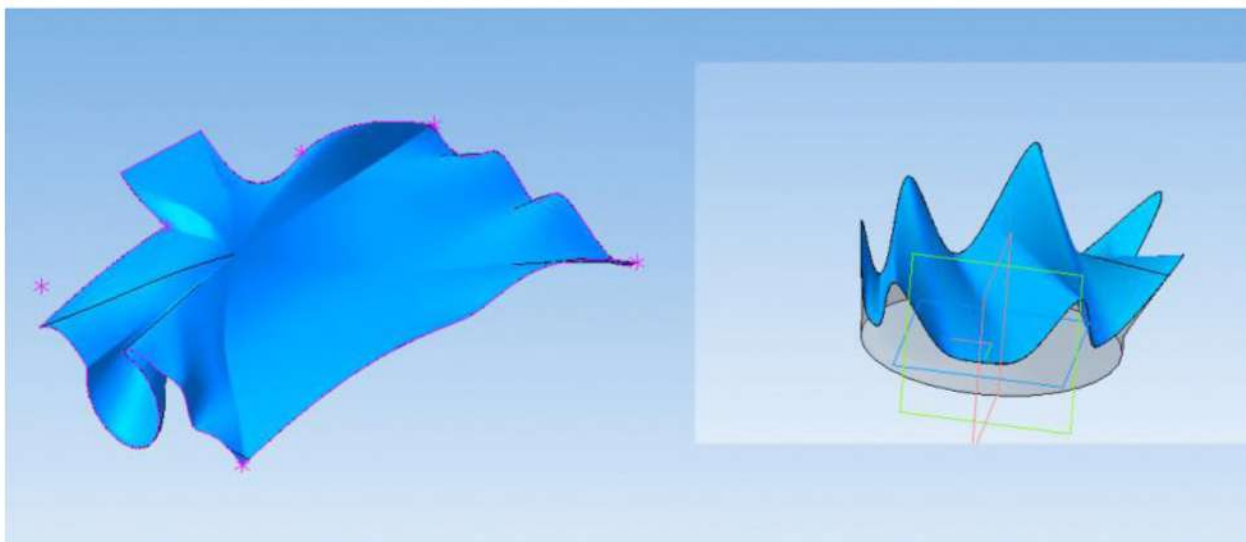


Рисунок 2.10. Операция заплатка

Самопересечение должно быть совсем нерешаемым, чтобы заплатка не построилась (рисунок 2.11).

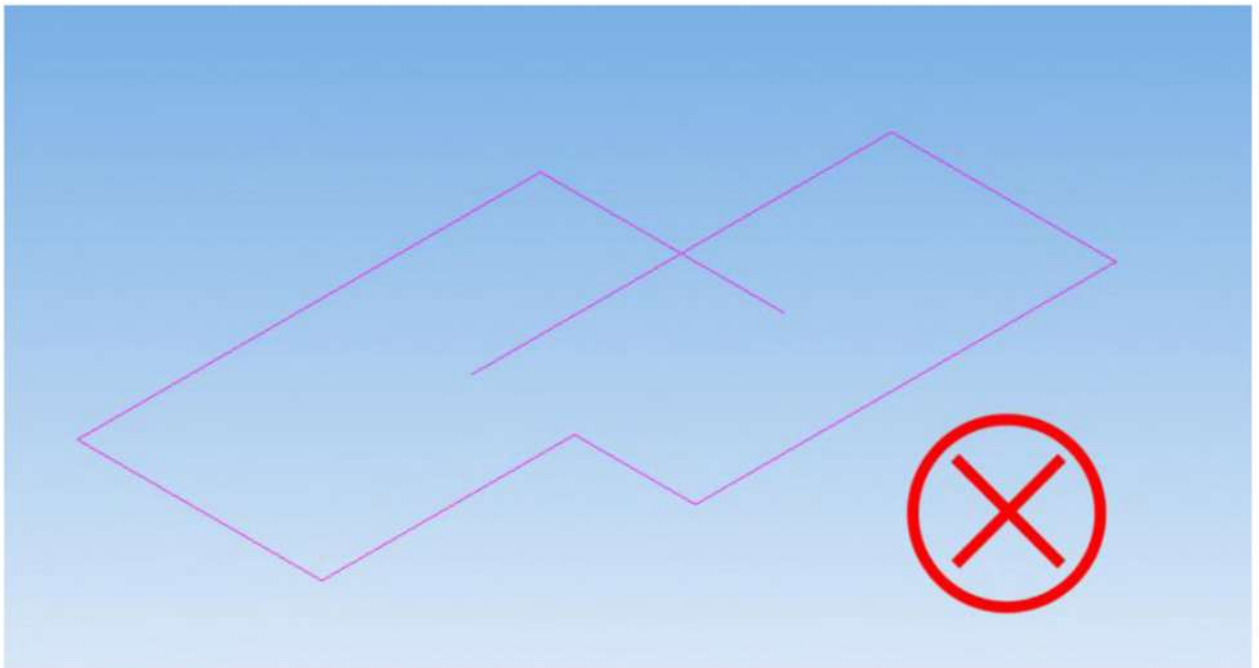


Рисунок 2.11. Самопересечение эскиза в Операция заплатка

Если требуется построить плоскую поверхность можно использовать Поверхность выдавливания (рисунок 2.12).

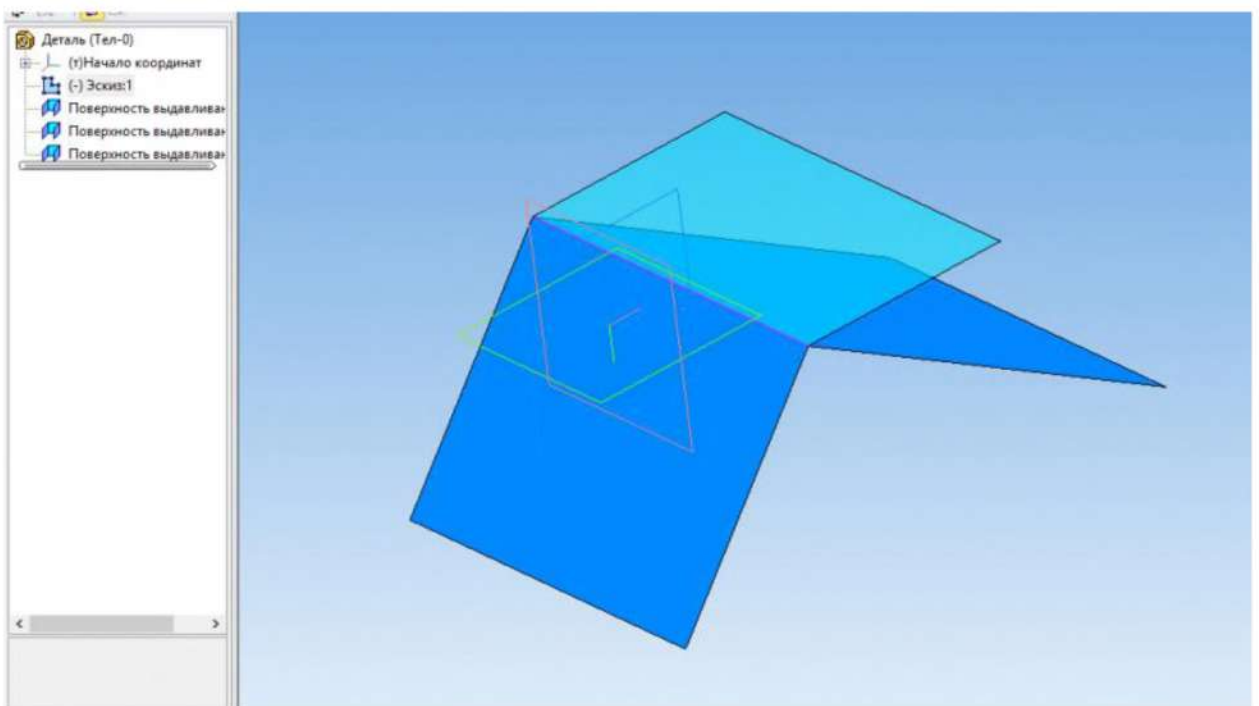


Рисунок 2.12. Операция поверхность выдавливания

Данные плоские поверхности построены на одном и том же отрезке за счет изменения направления выдавливания. Плоские поверхности можно использовать в качестве заплаток там, где операция заплатка дает неподходящий результат. Обычно требуется усекать плоскую поверхность по месту.

Линейчатая поверхность используется для соединения двух кривых. Кривые могут иметь сколько угодно сложную форму (рисунок 2.13, 2.14). Соединение всегда идет по кратчайшему расстоянию. Если соединение не может быть

обеспечено единой поверхностью, то линейчатая поверхность разбивается на сегменты (рисунок 2.15).

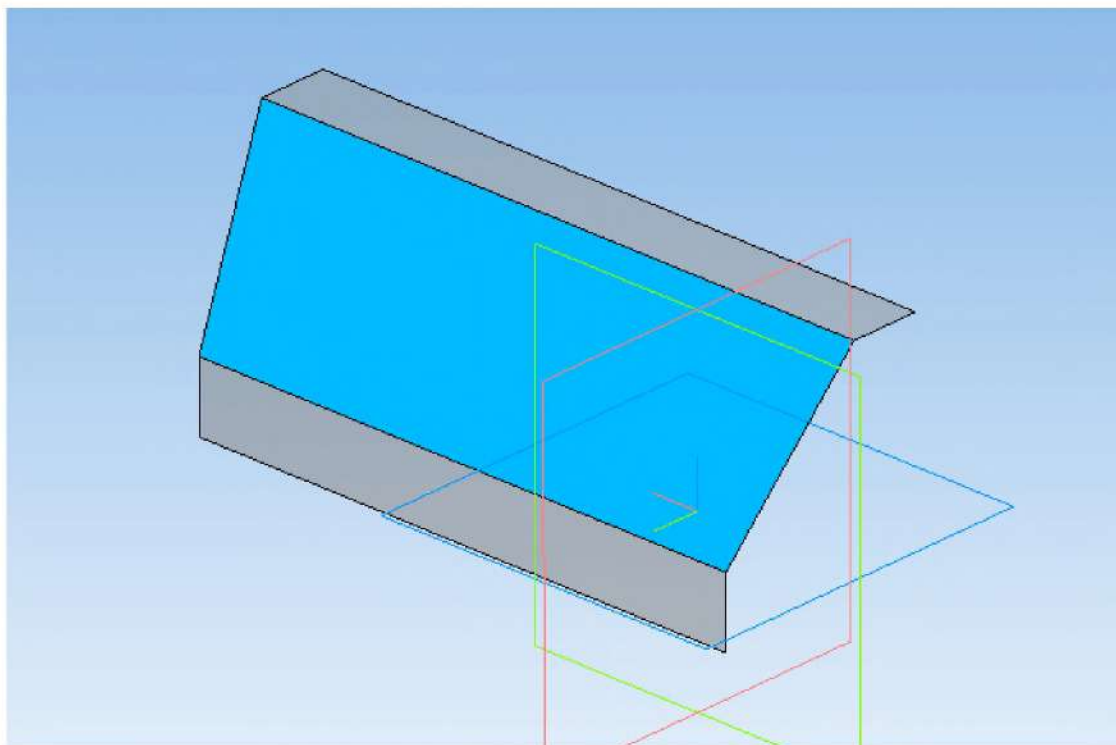


Рисунок 2.13. Операция линейчатая поверхность

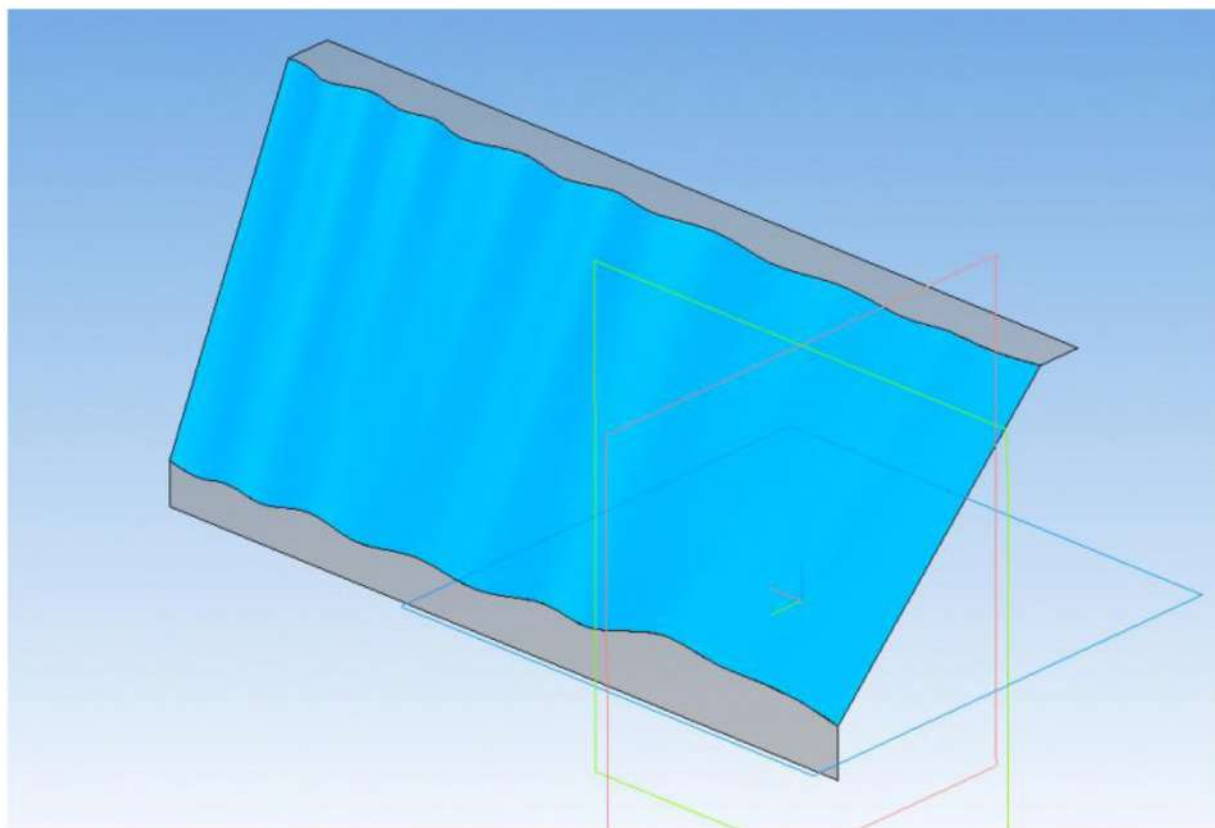


Рисунок 2.14. Операция линейчатая поверхность

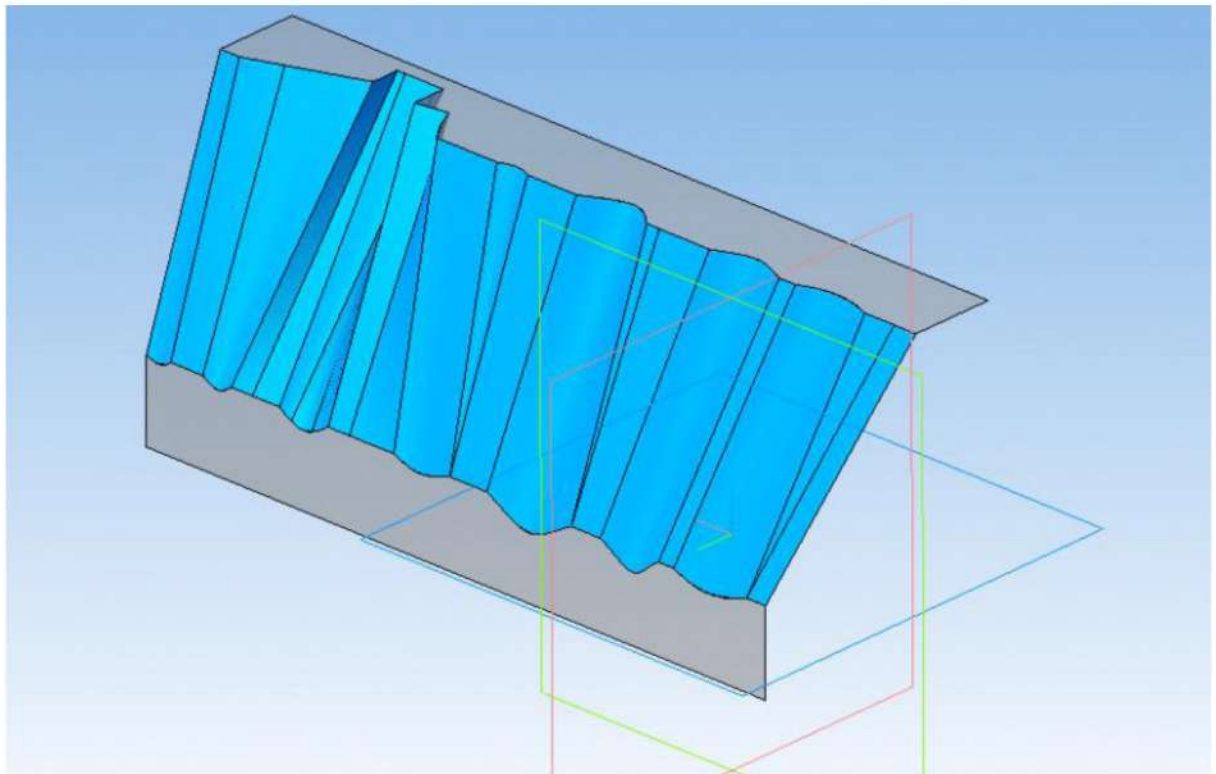
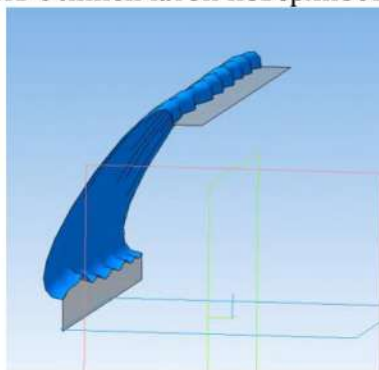
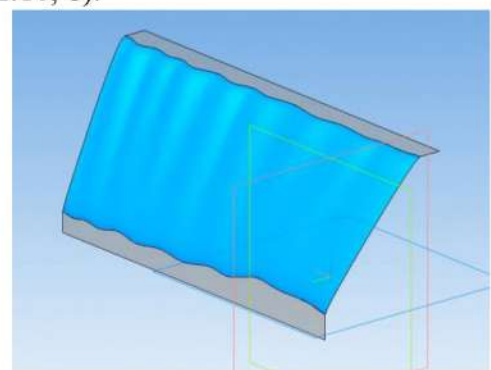


Рисунок 2.15. Операция линейчатая поверхность

Поверхность соединения используется для двух ребер или двух гладких цепочек ребер одной из граней. При этом функционал позволяет настроить тип сопряжения поверхностей, соединение может быть касательным, гладким и перпендикулярным (рисунок 2.16, а). Если же оставить тип сопряжения неизменным, то результат будет совпадать с линейчатой поверхностью (рисунок 2.16, б).



а)



б)

Рисунок 2.16. Операция поверхность соединения

Эквидистанта поверхности создает поверхность на определенном расстоянии от указанной. Если установить нулевое расстояние, то создается копия указанной поверхности (рисунок 2.17).

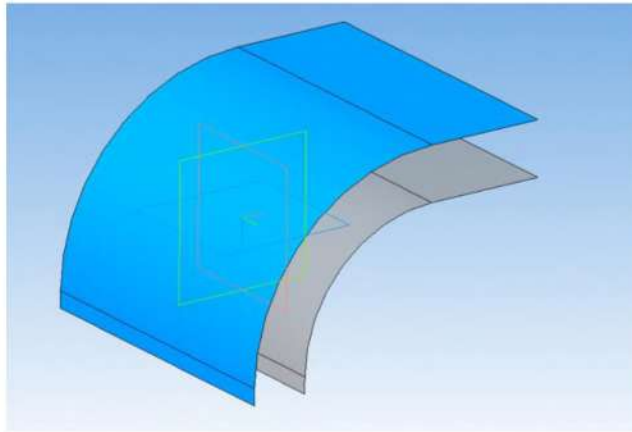


Рисунок 2.17. Операция эквидистанта поверхности

Поверхность по пласту точек (рисунок 2.18) и **Поверхность по сети точек** (рисунок 2.19). Может быть использована для создания поверхностей из облака точек, например, полученных с 3D-сканера, или из точек, полученных математическими расчетами.

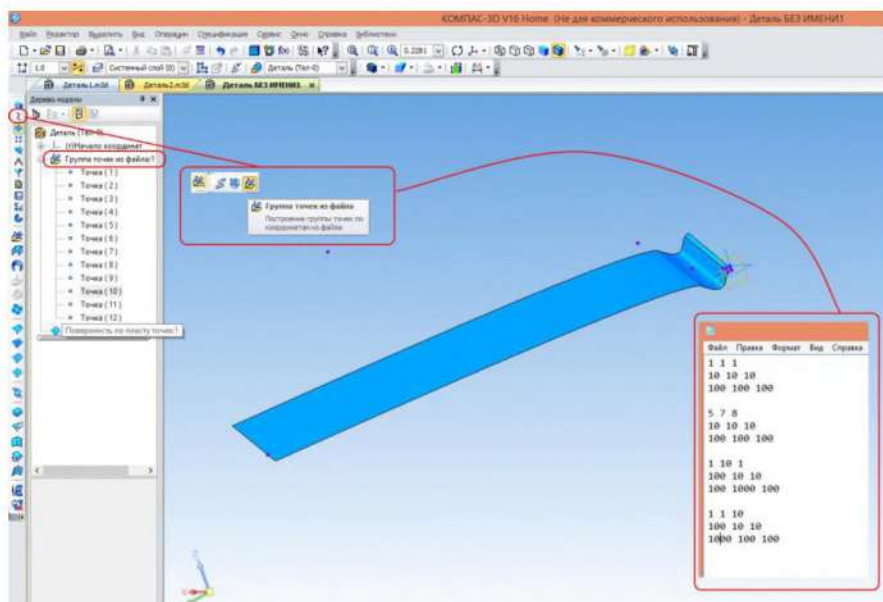


Рисунок 2.18. Операция поверхность по пласту точек

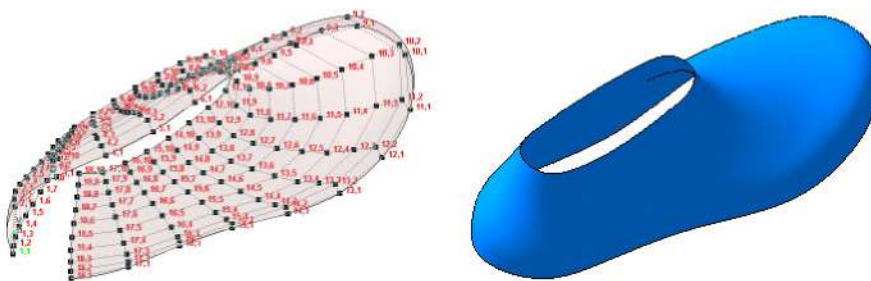


Рисунок 2.19. Операция поверхность по сети точек

Поверхность по сети кривых позволяет создать поверхность на основе двух взаимно пересекающихся групп кривых (рисунок 2.20)

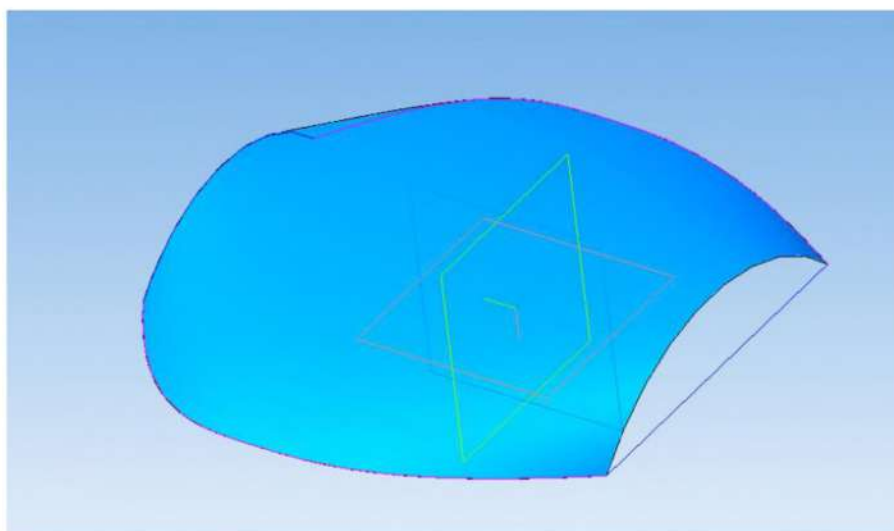


Рисунок 2.20. Операция поверхность по сети кривых

Сшивка поверхностей позволяет объединить разные поверхности в общую группу, чтобы над ними можно было проводить операции, как над единым объектом. Также сшивка позволяет получить твердое тело из замкнутого набора поверхностей. Две разные поверхности – скругление между ними не строится (рисунок 2.21).

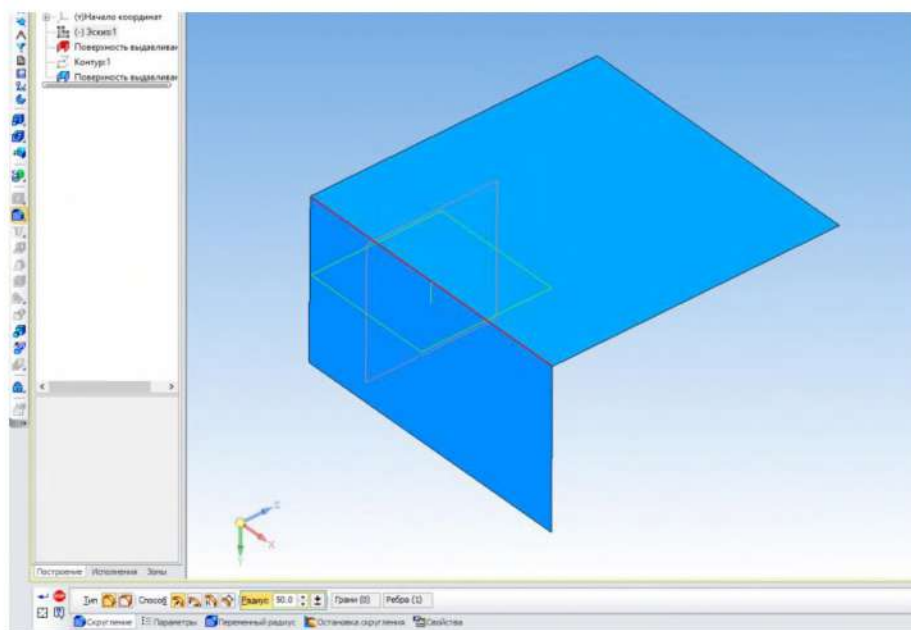


Рисунок 2.21. Операция сшивка поверхности

Усечение поверхности напоминает по функционалу твердотельную операцию вырезания. Только режет поверхности и группы сшитых поверхностей с помощью эскизов, кривых и других поверхностей (рисунок 2.22).

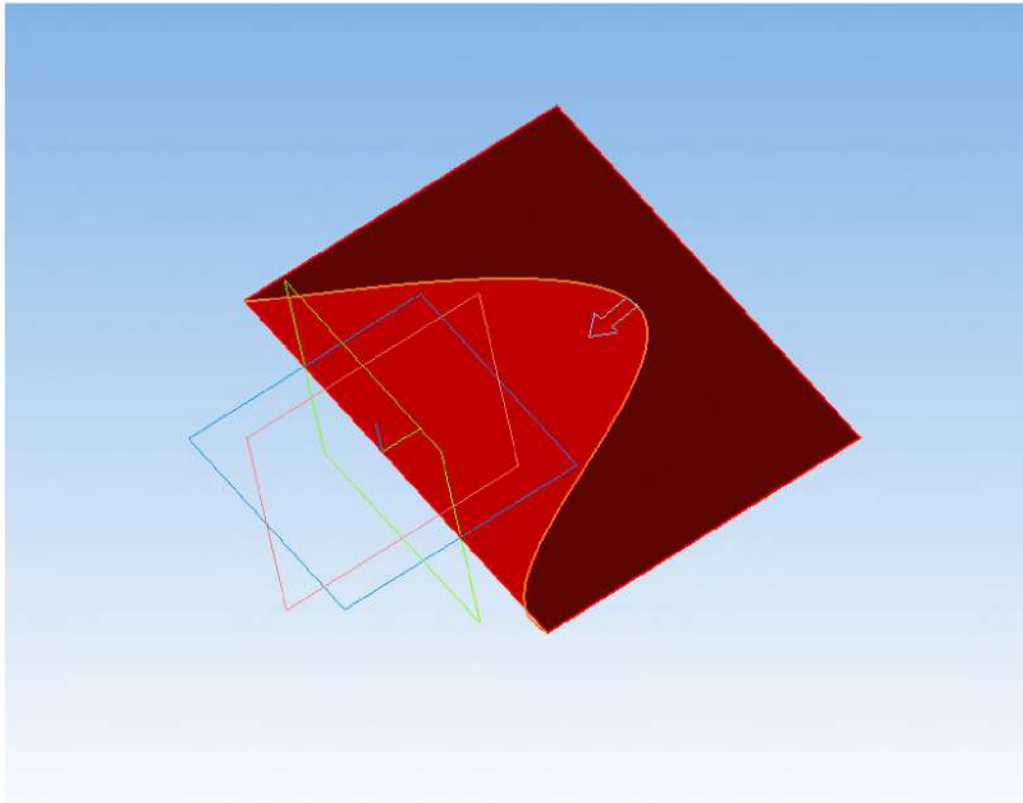


Рисунок 2.22. Операция усечение поверхности

Разбиение поверхности похоже по принципу на усечение с той лишь разницей, что усеченная часть не удаляется, а остается на месте (рисунок 2.23).

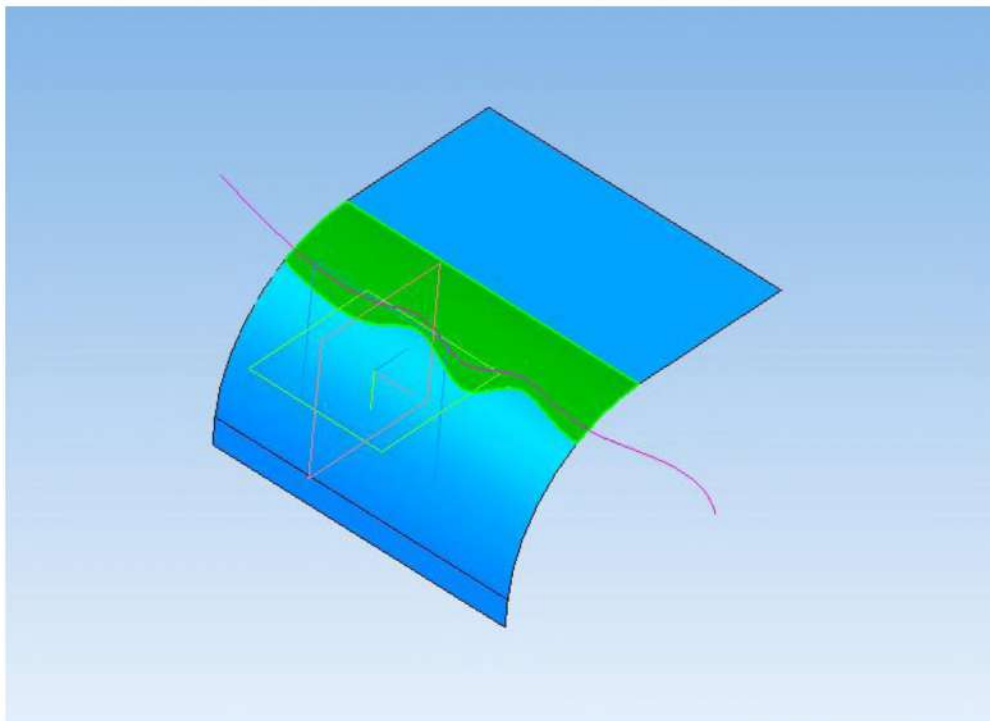


Рисунок 2.23. Операция разбиение поверхности

Операция **Удалить грань** позволяет удалить грань или поверхность. С её помощью можно удалять лишние поверхности, результаты разбиения поверхности и превращать твердые тела в набор поверхностей(в дереве при этом появляется сообщение о нарушении целостности тела) (рисунок 2.24).

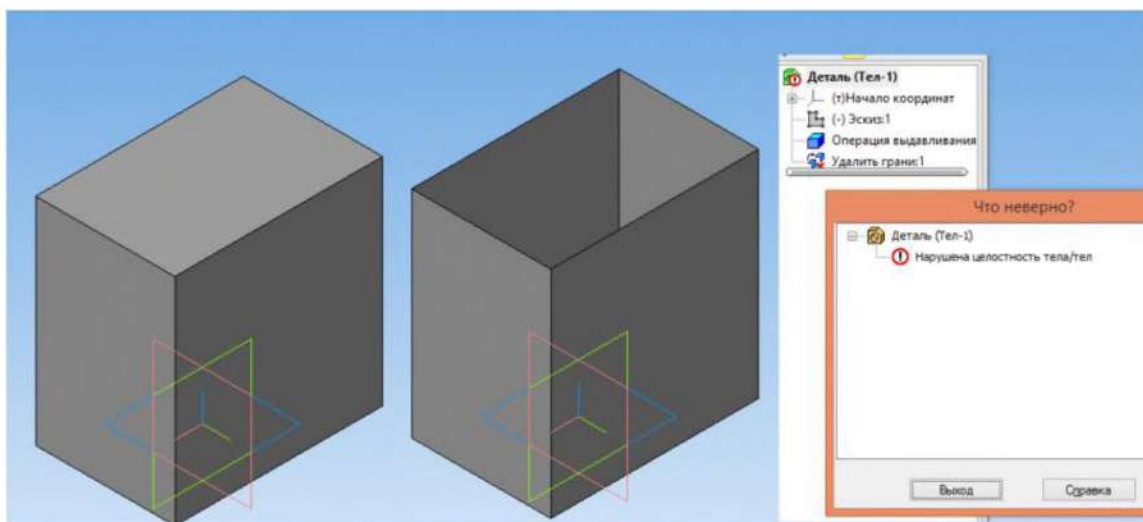


Рисунок 2.24. Операция удалить грань

Операция **Продление поверхности** позволяет продлевать существующие поверхности (рисунок 2.25).

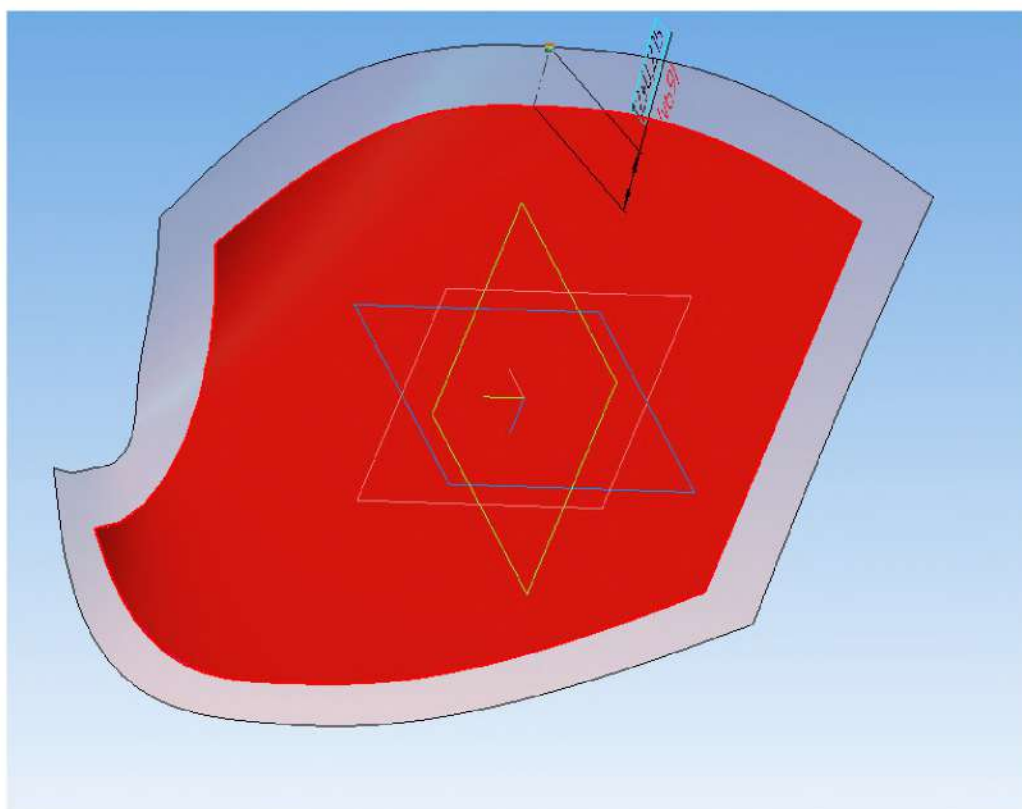



Рисунок 2.25. Операция продлить поверхность

1. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ШТУЦЕРА

1.1. СОЗДАНИЕ ФАЙЛА ДЕТАЛИ

Для создания новой детали, на панели **Главного меню**, вызовите команду **Файл** → **Создать** или нажмите кнопку **Создать**  на панели **Стандартная** (рисунок 1.1).

В окне **Новый документ** выберите тип создаваемого документа **Деталь** и подтвердите свой выбор нажатием на кнопку **ОК** (рисунок 1.2). На экране появится окно новой детали.

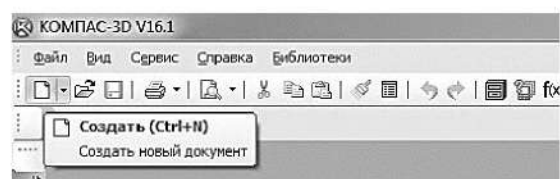


Рисунок 1.1. Создание файла детали

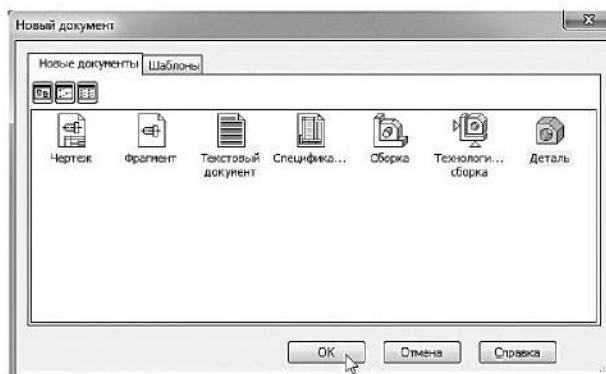


Рисунок 1.2. Окно выбора создаваемого документа

На панели **Вид** нажмите кнопку списка, справа от кнопки **Ориентация**, и из представленного списка выберите вариант **Изометрия XYZ** (рисунок 1.3). Стоит отметить, что выбор начальной ориентации модели не оказывает влияния на ход ее моделирования и на ее свойства. От этого будет зависеть только ее ориентация в пространстве при выборе одной из стандартных ориентаций.

Обозначение, название, цвет и другие свойства модели можно установить или изменить на панели свойств. Для того чтобы вызвать эту панель, нажмите правой кнопкой мыши на пустом месте окна документа и из появившегося контекстного меню выберите команду **Свойства модели** (рисунок 1.4).

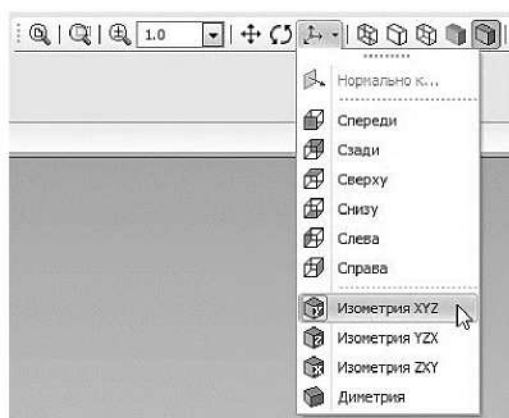


Рисунок 1.3. Выбор направления осей при построении модели

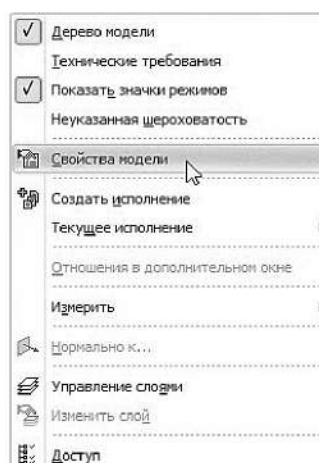


Рисунок 1.4. Активация панели свойств детали

После этого в нижней части экрана появится панель свойств, в которой можно задать свойства модели. На первой вкладке **Свойства** находятся следующие элементы (рисунок 1.5.):

- Поля **Обозначение** и **Наименование** необходимо заполнить самостоятельно (при изменении названия детали в Дереве модели поле **Наименование** уже будет заполнено). Эти данные будут переданы в соответствующие графы основной надписи чертежа при создании в нем ассоциативных видов модели.

На Панели свойств выберете поле **Обозначение** и введите туда обозначение документа по ГОСТ 2.201-80 (например, ИГ.01.02.14 – рисунок 1.6).

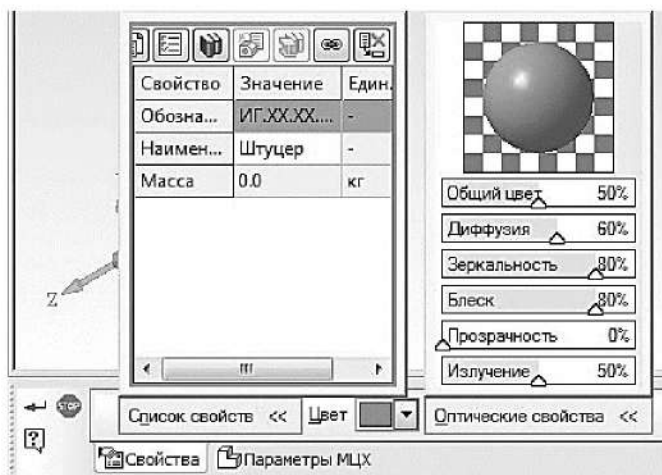


Рисунок 1.5. Вкладка Свойства панели свойств детали

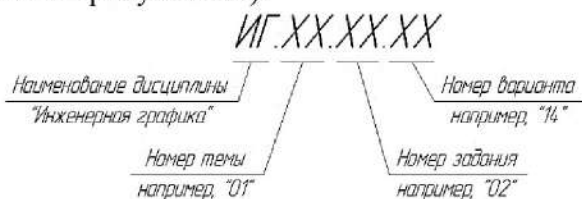


Рисунок 1.6. Принцип заполнения обозначения документа





Рисунок 1.7. Раскрывающийся список Цвет

В поле наименование введите название детали – Штуцер.

- В раскрывающемся списке **Цвет** (рисунок 1.7) установите необходимую раскраску модели. При создании сборочного чертежа, удобно, когда детали, входящие в это изделие, будут иметь различные цвета. Для подбора дополнительных оттенков цветов щелкните на кнопку **Другие цвета...** и в появившемся диалоговом окне **Цвет** выберите необходимый.

- В поле **Оптические свойства** можно изменять параметры цветонасыщения, диффузии, зеркальности, блеска, прозрачности и излучения. Чтобы изменить параметр, переместите на нужное расстояние соответствующий бегунок. Численное значение параметра будет отображаться в справочном поле. В окне просмотра отображается сфера с заданными свойствами поверхности – это позволит визуально оценить внесенные изменения (рисунок 1.5).

На второй вкладке **Параметры МЦХ** находятся следующие элементы (рисунок 1.8):

- Переключатель, позволяющий указать, какой параметр будет задан для расчета МЦХ детали: плотность  или масса  (рисунок 1.8).

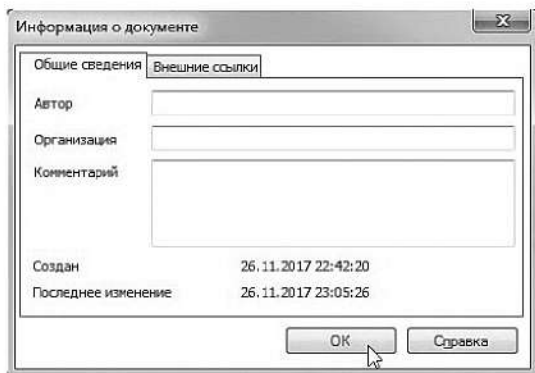


Рисунок 1.10. Информация о документе

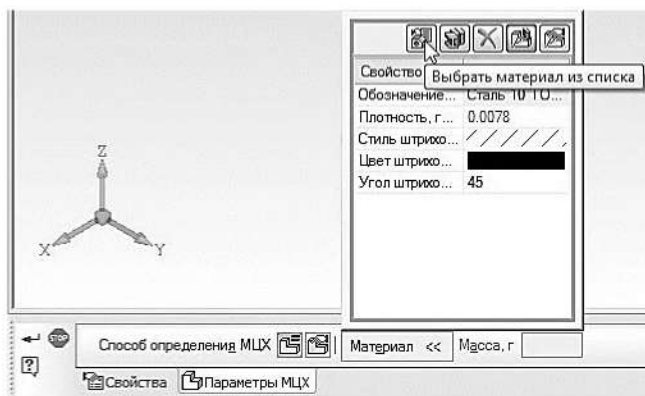


Рисунок 1.8. Вкладка Параметры МЦХ панели свойств детали

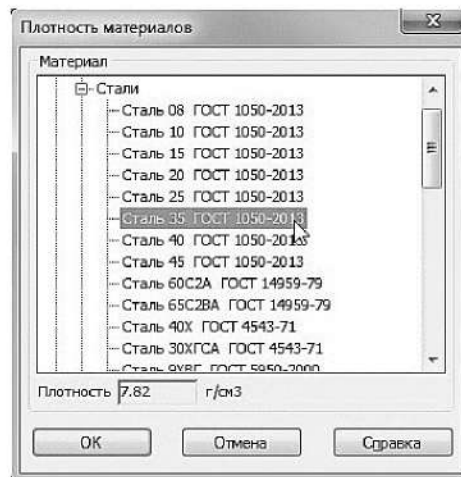





Рисунок 1.9. Выбор материала из списка

• Раскрывающееся окно **Материал**, в верхней части которого находятся пять кнопок управления. Для определения материала (рисунок 1.8), из которого изготовлена деталь, на панели **Материал** нажмите кнопку **Выбрать материал из списка** . В окне **Плотность материалов** раскройте «ветвь» *Материалы*, а в ней «ветвь» *Стали* и выберете Сталь 35 ГОСТ 1050-2013 (рисунок 1.9).

Для выхода из режима определения свойств детали с сохранением данных нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления.

Далее необходимо сохранить файл модели на жестком диске компьютера. Для этого нажмите кнопку **Сохранить**  на панели **Стандартная**. Убедитесь, что поле **Имя файла** заполнено данными из свойств модели. Нажмите кнопку **Сохранить** – документ будет записан на диск. В окне **Информация о документе** (рисунок 1.10) просто нажмите кнопку **OK**. Поля этого окна заполнять необязательно.

Обратите внимание на то, как изменились заголовок окна системы и закладка документа – теперь в них показано имя детали.

1.2. СОЗДАНИЕ ОСНОВАНИЯ ДЕТАЛИ

Построение детали начинается с создания основания.

Основание – это первый формообразующий элемент детали. В качестве основания можно использовать любой из базовых элементов детали построенный при помощи операций: выдавливания, вращения, кинематической или по сечениям. Формообразующий элемент модели создается путем перемещения в пространстве плоской фигуры – эскиза. След от перемещения эскиза определяет форму элемента. Как правило, эскиз – это сечение будущего объемного элемента или траектория перемещения сечения этого тела.

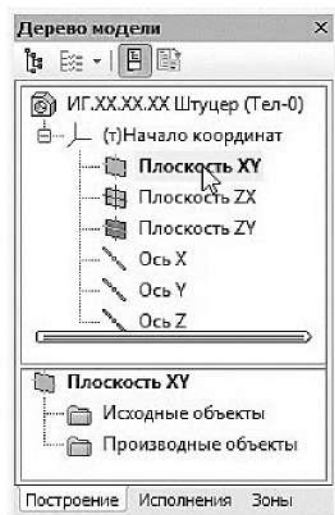


Рисунок 1.12. Выбор плоскости построения Эскиза основания

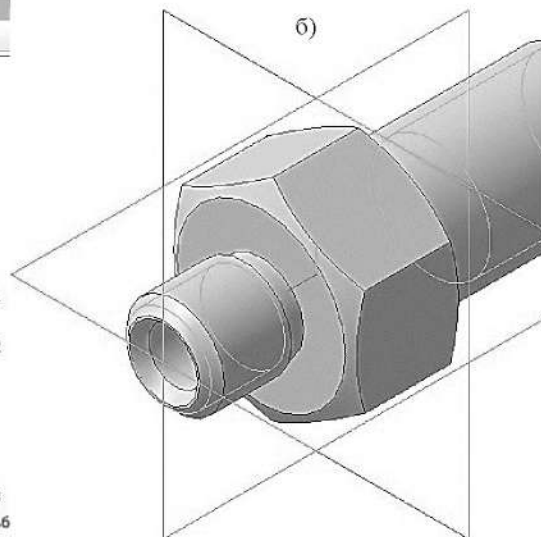
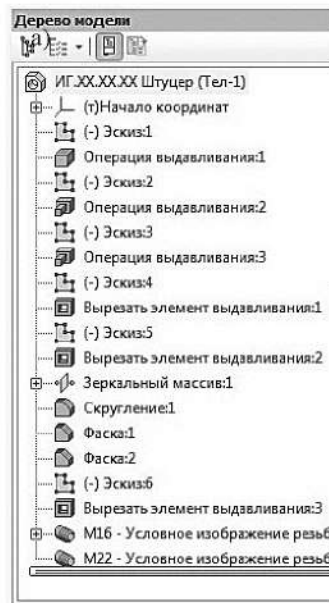


Рисунок 1.11. Штуцер: а) Дерево модели; б) 3D модель


Таким образом, построение формообразующего элемента модели состоит в свою очередь из двух этапов: создания эскиза и выбора формообразующей операции. Эскиз создается средствами обычной двумерной графики. Режим вычерчивания эскиза похож на режим создания «плоских» чертежей.

За основание детали чаще всего принимают тот ее элемент, к которому удобнее добавлять все прочие элементы. Часто такой подход повторяет технологический процесс изготовления детали.


В детали Штуцер (рисунок 1.11) за основание удобнее взять шестигранник. Его эскиз будет размещен на фронтальной плоскости.

Построение основания начинается с создания его плоского эскиза. Как правило, для построения эскиза основания выбирают одну из стандартных плоскостей проекций.

В Дереве модели раскройте «ветвь» *Начало координат* щелчком на значке «+» слева от названия ветви и укажите *Плоскость XY* (фронтальная плоскость). Пиктограмма плоскости будет выделена цветом (рисунок 1.12).

Нажмите кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние**. Система перейдет в режим редактирования эскиза, *Плоскость XY* станет параллельной экрану. При построении эскизов стоит придерживаться ряда правил:

- Основной контур в эскизе всегда выполняется стилем линии **Основная** (по умолчанию – синяя линия).
- Контур в эскизе не должны пересекаться и не должны иметь общих точек.
- В эскизе может быть один или несколько контуров;
- Если контур один, то он может быть замкнутым или разомкнутым (если контур сечения в эскизе разомкнут, может быть построен только тонкостенный элемент);

На компактной панели в режиме создания эскиза, выберите раздел **Геометрия** и с помощью команды **Вспомогательная прямая**  постройте направления осей выбранной плоскости (рисунок 1.13, а).

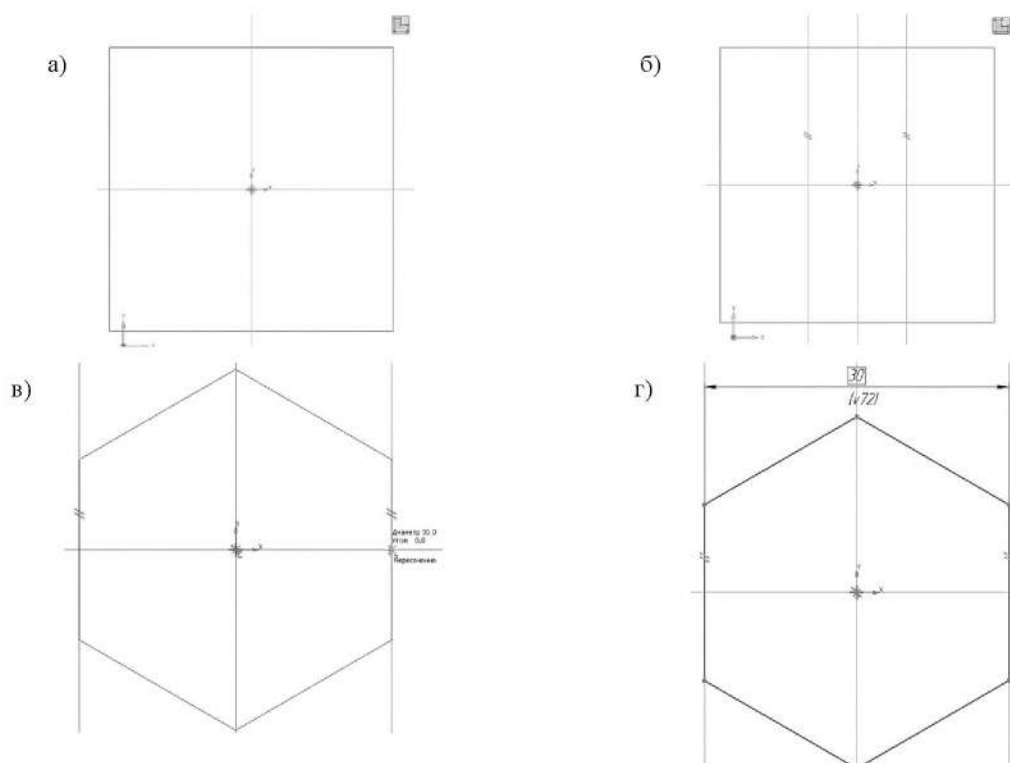


Рисунок 1.13. Построение шестигранника:

- а) Создание направления осей; б) Построение параллельных прямых; в) построение шестигранника; г) шестигранник

Выберете команду **Параллельная прямая** . В качестве прямой, относительно которой будут создаваться новые, укажите направление оси Y и отложите новые прямые на расстоянии 15 мм (рисунок 1.13, б). Данное расстояние, в будущем шестиграннике, соответствует размеру «под ключ» (ГОСТ 8560-78).

С помощью команды **Многоугольник**, начертите шестигранник так, чтобы точка начала координат эскиза оказалась внутри него, а боковые стороны проходили через построенные параллельные вспомогательные прямые (рисунок 1.13, в, г).

Закройте эскиз. Для этого нажмите кнопку **Эскиз** еще раз.

Нажмите кнопку **Операция выдавливания** на панели **Редактирование детали**. После вызова команды появляется панель свойств (рисунок 1.14), а в окне документа фантом трехмерного элемента – временное изображение, показывающее текущее состояние создаваемого объекта (рис. 25, а). На вкладке **Параметры** можно задавать следующие характеристики (все значения параметров при их вводе и редактировании немедленно отображаются на экране в виде фантома модели):

- направление выдавливания (рисунок 1.14, а);
- способ выдавливания (рисунок 1.14, б);
- глубину выдавливания (рисунок 1.14, в);
- направление уклона выдавливания (рисунок 1.14, г).

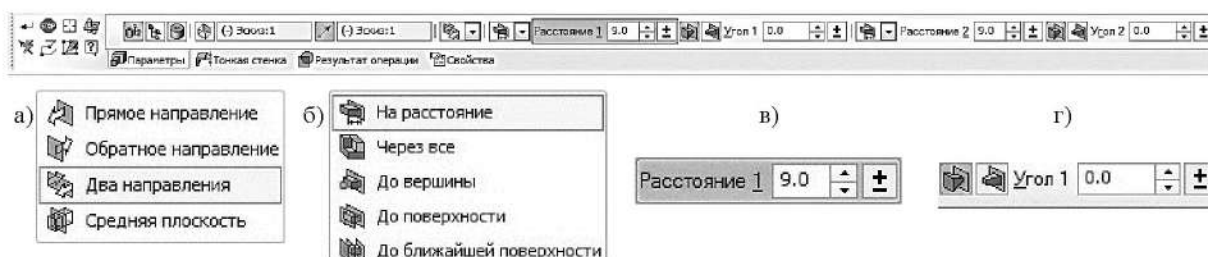


Рисунок 1.14. Панель свойств **Операции выдавливания**

На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- в окне **Направление** – **Два направления**;
- в окне **Способ** – **На расстояние**;
- в поле **Расстояние 1** – 9.0 мм;
- в поле **Угол 1** – 0.0 (данное значение будет установлено по умолчанию);
- в поле **Расстояние 2** – 9.0 мм;
- в поле **Угол 2** – 0.0.

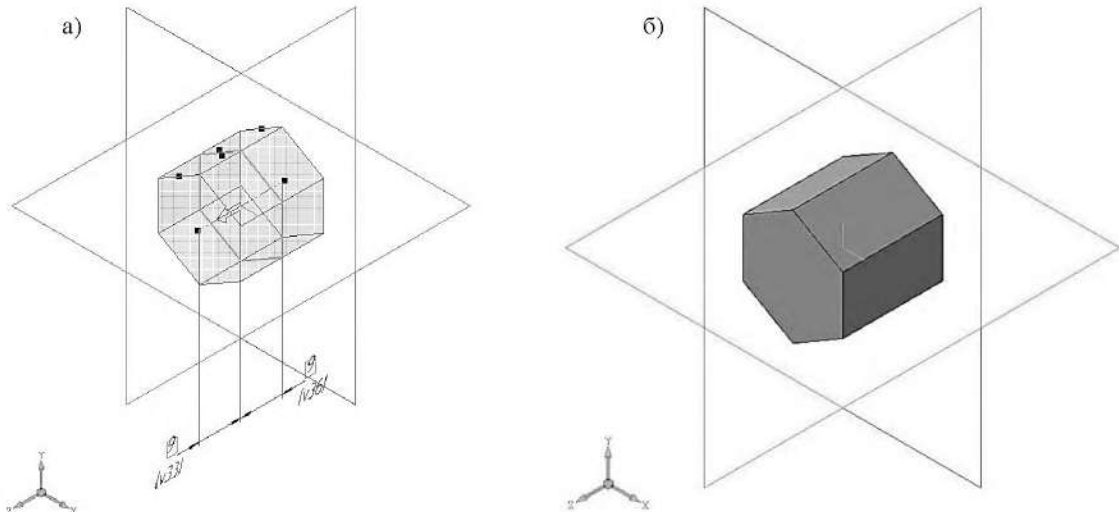



Рисунок 1.15. Операция выдавливания:








а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат **Операции выдавливания**


Для окончательного создания объекта нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит основание детали (рис. 25, б). В Дереве модели появится строка **Операция выдавливания:1**.

1.3. ДОБАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА К ОСНОВАНИЮ

При указании вершин, ребер, осей, граней и плоскостей в окне модели происходит динамический поиск объектов: при прохождении курсора над объектом этот объект подсвечивается, а курсор меняет свой внешний вид. Виды курсора представлены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Вид курсора при выборе объектов в окне модели	
Вид курсора	Выбор объекта
	Точка или вершина
	Ребро
	Грань или поверхность
	Начало координат
	Ось
	Плоскость
	Пространственная кривая или ребро

Укажите переднюю грань основания и нажмите кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние** (рисунок 1.16). Вычертите окружность, центр которой должен располагаться в начале координат, диаметром 22 мм (рисунок 1.17).

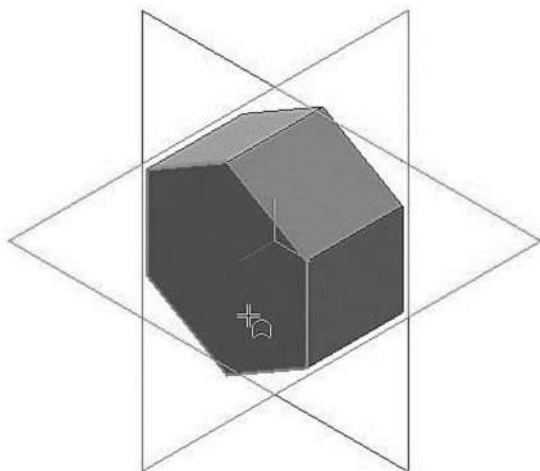


Рисунок 1.16. Выбор грани для построения в ней эскиза

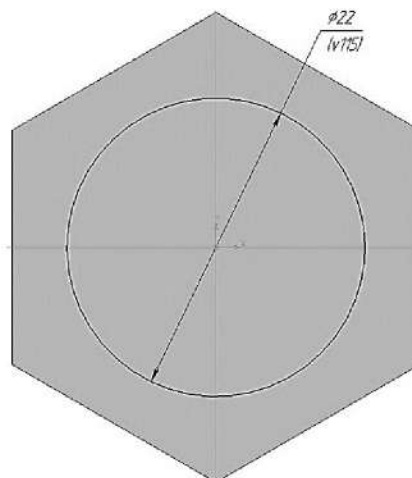



Рисунок 1.17. Построение эскиза

Создайте эскиз. Для этого нажмите кнопку **Эскиз**  еще раз.

Нажмите кнопку **Операция выдавливания**  на панели **Редактирование детали**. На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- в окне **Направление** – **Прямое направление**;
- в окне **Способ** – **На расстояние**;
- в поле **Расстояние 1** – 20.00 мм;
- в поле **Угол 1** – 0.0 (данное значение будет установлено по умолчанию).

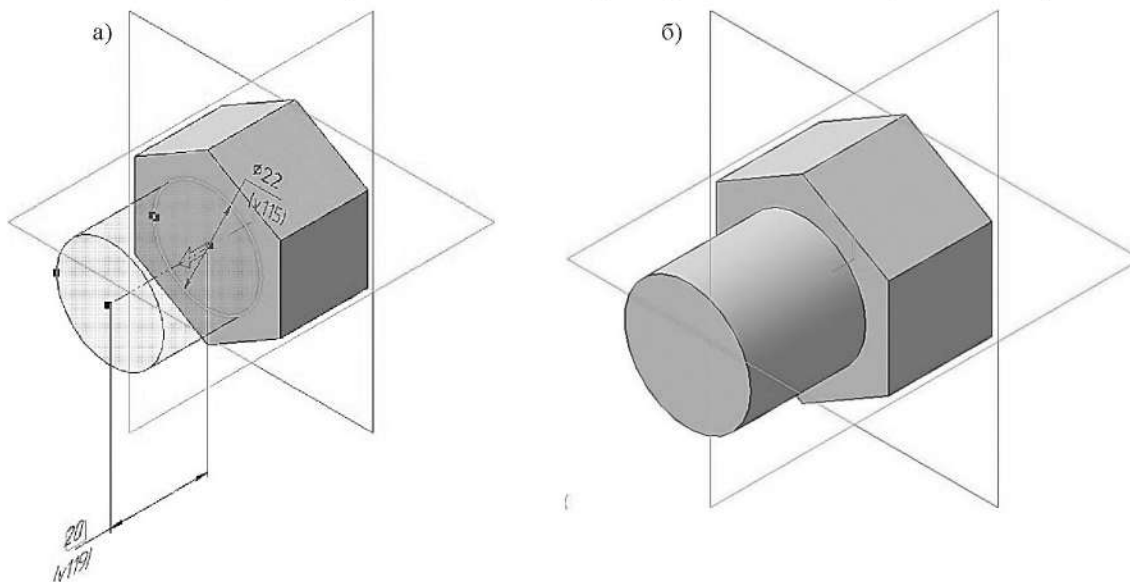



Рисунок 1.18. Операция выдавливания:

а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат **Операции выдавливания**

Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит цилиндрическую поверхность детали (рисунок 1.18, а, б). В Дереве модели появится строка **Операция выдавливания:2**.

1.4. РЕДАКТИРОВАНИЕ ЭСКИЗОВ И ОПЕРАЦИЙ

При необходимости внести изменения или исправить допущенные ошибки в уже созданный эскиз либо операцию в системе КОМПАС-3D предусмотрены такие команды как **Редактировать эскиз** и **Редактировать операцию**. После внесения новых значений параметров модель автоматически перестраивается. При этом не требуется заново задавать последовательность построения элементов и их параметры. Вся эта информация хранится в модели и не разрушается при редактировании отдельных ее частей.

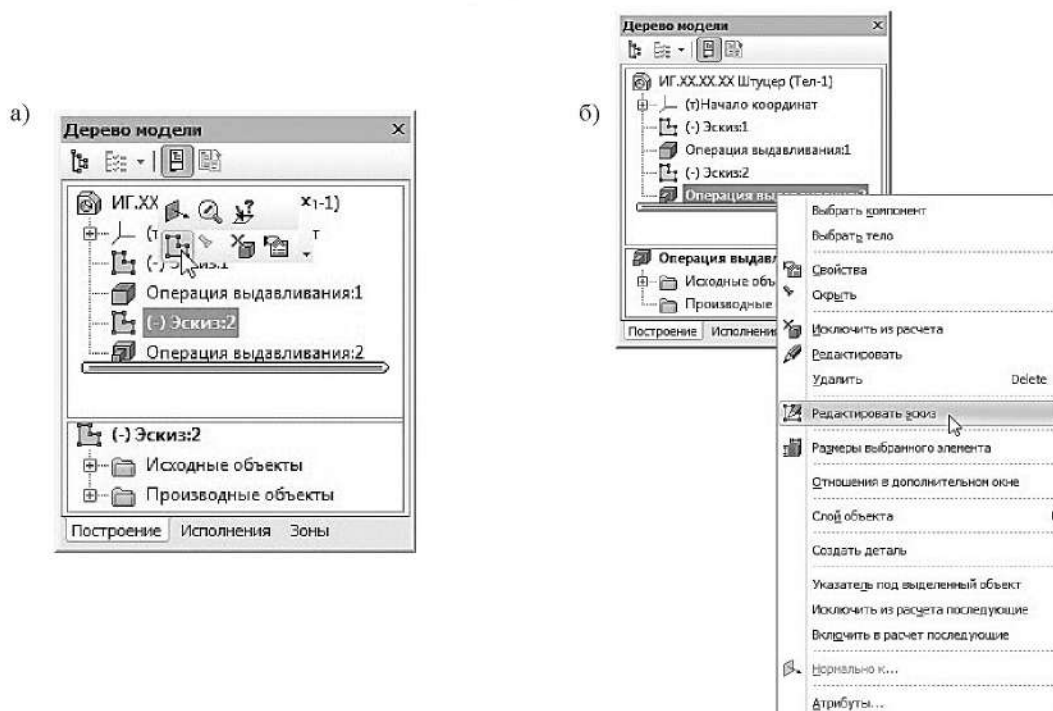



Рисунок 1.19. Способы редактирования эскиза:

а) из Контекстной панели; б) из контекстного меню операции, в которой задействован этот эскиз

Для редактирования эскиза необходимо в Дереве модели выбрать эскиз, который надо отредактировать. Лево́й кнопкой мыши выделите *Эскиз:2* и на появившейся Контекстной панели (рисунок 1.19, а) или на панели **Текущее состояние** нажмите кнопку **Эскиз**  – изображение станет доступным для редактирования. Второй способ редактирования эскиза: в Дереве модели выделите операцию, в которой задействован этот эскиз, и вызовите правой кнопкой мыши из контекстного меню команду **Редактировать эскиз** (рисунок 1.19, б).

Выполните двойной щелчок мышью на окружности и на появившейся панели свойств поменяйте диаметр окружности на 16 мм (рисунок 1.20). Выйдите из режима редактирования эскиза, нажав кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**. Формообразующий элемент и созданные на его основе элементы перестроятся в соответствии с новыми параметрами.

Для редактирования операции в Дереве модели укажите *Операцию выдавливания:2* и на появившейся Контекстной панели (рисунок 1.20, а) выберите команду **Редактировать объект**, также можно щелкнуть правой кнопкой по операции, которую необходимо отредактировать, и в появившемся контекстном меню, выбрать команду **Редактировать** (рисунок 1.20, б).

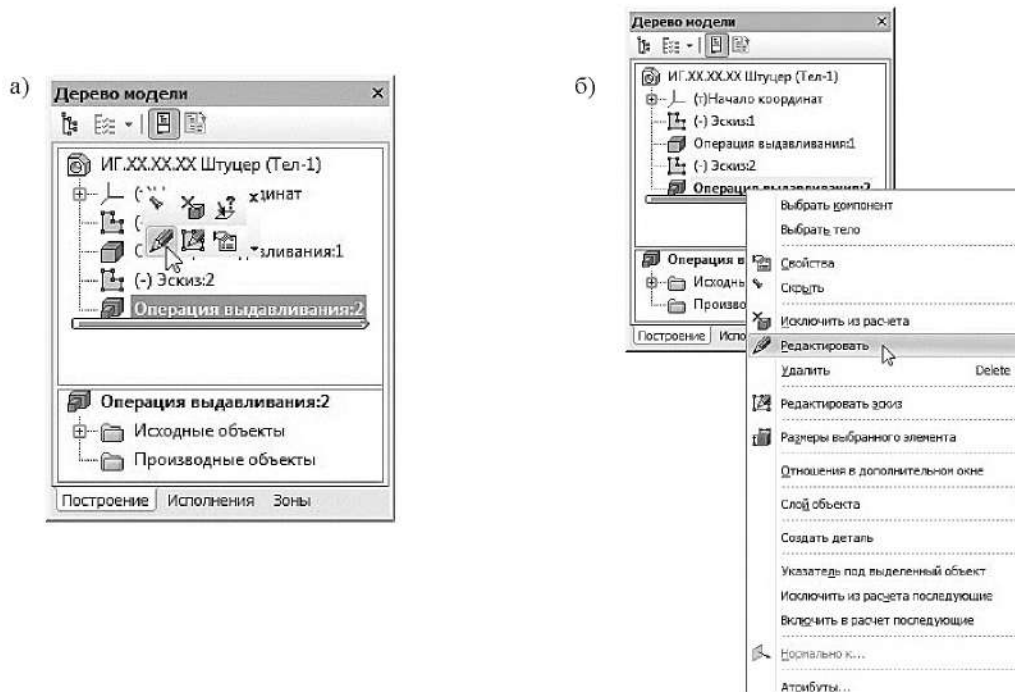




Рисунок 1.20. Способы редактирования эскиза:
а) из Контекстной панели; б) из контекстного меню

На появившейся панели свойств, в поле Расстояние 1 введите новое значение операции выдавливание, которое равно 16 мм. На клавиатуре нажмите клавишу $\langle Enter \rangle$ для фиксации значения – изображение фантома перестроится. После назначения всех изменений и внесение их в построение модели нажмите кнопку **Создать объект**  Панели специального управления. Модель будет перестроена в соответствии с новыми параметрами отредактированного объекта.

1.5. СОЗДАНИЕ ПРАВОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА ШТУЦЕРА

Укажите заднюю грань основания и нажмите кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние** (рисунок 1.21). Вычертите окружность, центр которой должен располагаться в начале координат, диаметром 22 мм (рисунок 1.22).

Создайте эскиз.

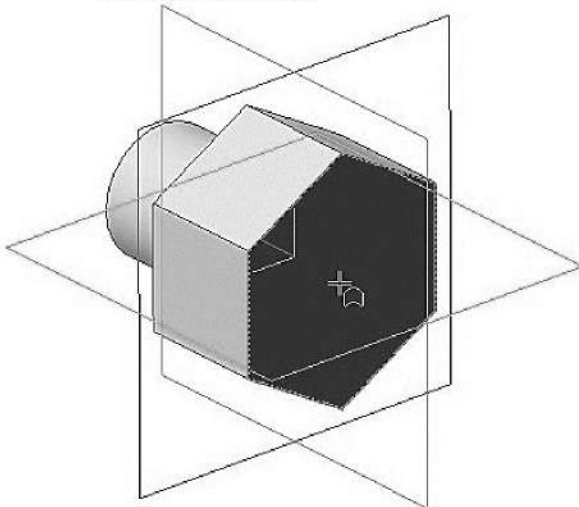


Рисунок 1.21. Выбор грани для построения в ней эскиза

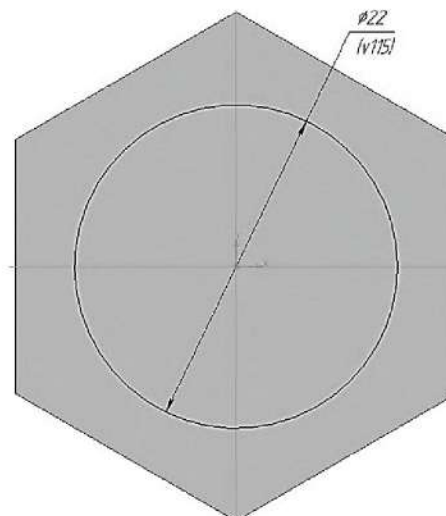


Рисунок 1.22. Построение эскиза

Нажмите кнопку **Операция выдавливания**  на панели **Редактирование детали**.

На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- в окне **Направление** – **Прямое направление**;
- в окне **Способ** – **На расстояние**;
- в поле **Расстояние 1** – 35.00 мм;
- в поле **Угол 1** – 0.0 (данное значение будет установлено по умолчанию).

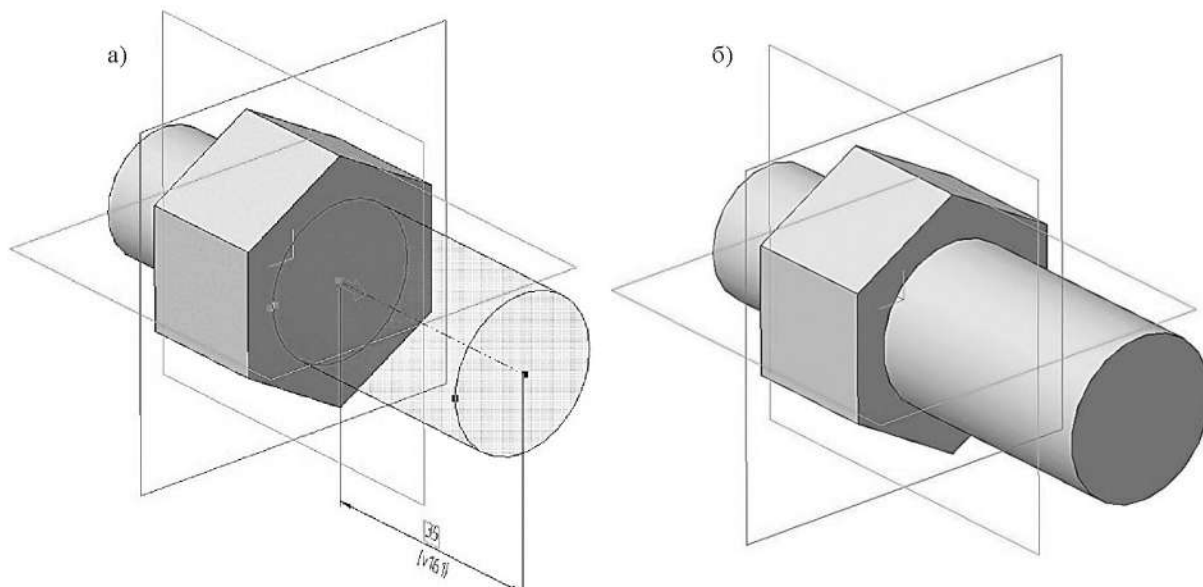




Рисунок 1.23. Операция выдавливания:
а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат **Операции выдавливания**

Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит цилиндрическую поверхность детали (рисунок 1.23, а, б). В Дереве модели появится строка **Операция выдавливания:3**.

1.6. СОЗДАНИЕ СКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ ШТУЦЕРА

Укажите переднюю поверхность штуцера (рисунок 1.24) и нажмите кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние**. Вычертите окружность, центр которой должен располагаться в начале координат, диаметром 9 мм (рисунок 1.25).

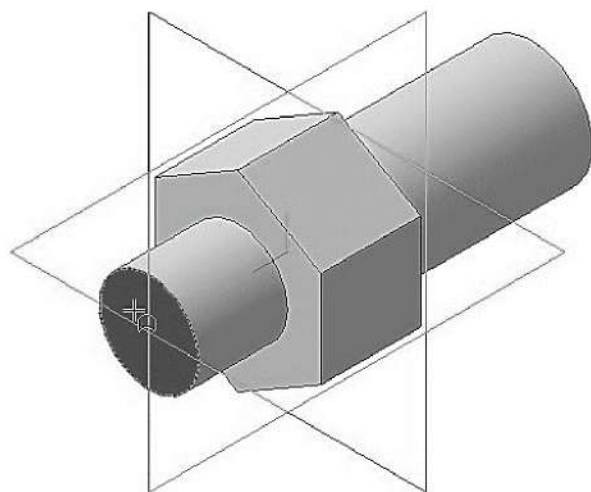


Рисунок 1.24. Выбор грани для построения в ней эскиза

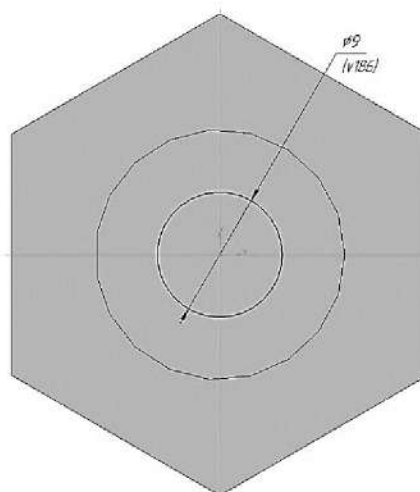


Рисунок 1.25. Построение эскиза

Создайте эскиз.

Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием**  на панели **Редактирование детали**.

На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- в окне **Направление** – **Прямое направление**;
- в окне **Способ** – **До поверхности**;

Выбрав способ – **До поверхности**, при вычитании объемного элемента в детали путем использования команды **Вырезать выдавливанием**, необходимо указать поверхность, до которой будет происходить вычитание элемента, сечение которого будет определено выбранным эскизом (рисунок 1.26, а). После выбора поверхности в окне, на панели свойств, **Грань 1** (рисунок 1.27) отобразится операция с помощью которой была создана указанная поверхность (*Грань. Операция выдавливания:3*). Также стоит отметить, что при построении элемента модели **Операцией выдавливание** (способ – **До поверхности**) в построение заложены те же принципы.

- в поле **Угол 1** – 0.0 (данное значение будет установлено по умолчанию).

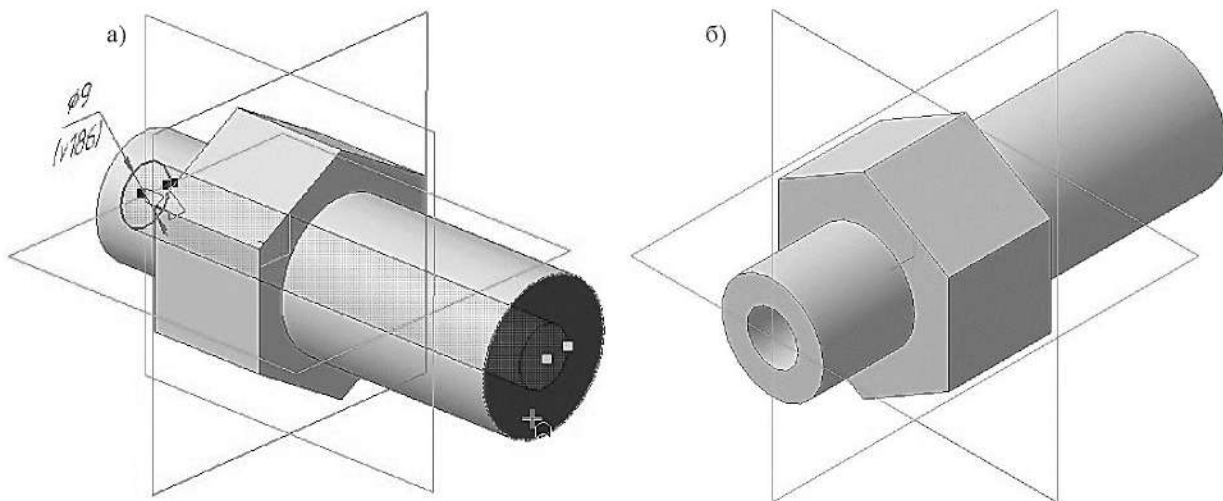


Рисунок 1.26. Операция вырезать выдавливанием:

а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат операции **Вырезать выдавливанием**

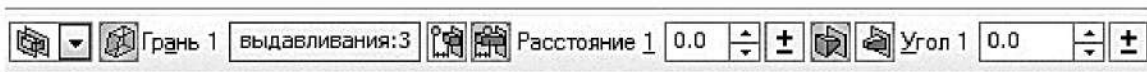




Рисунок 1.27. Фрагмент панели свойств операции **Вырезать выдавливанием**

Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит сквозное отверстие в детали (рисунок 1.26, а, б). В Дереве модели появится строка **Вырезать элемент выдавливания:1**.

1.7. СОЗДАНИЕ ФАСКИ НА ШЕСТИГРАННИКЕ

Укажите переднюю поверхность на шестиграннике (рисунок 1.28) и нажмите кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние**. Вычертите окружность, центр которой должен располагаться в начале координат, диаметром 27,7 мм (рисунок 1.29). Диаметр окружности соответствует значению d_w из ГОСТа на гайки шестигранные (ГОСТ 5915-70).

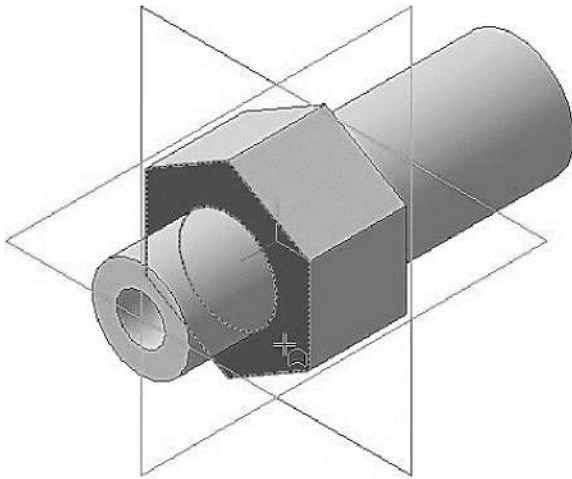


Рисунок 1.28. Выбор грани для построения в ней эскиза

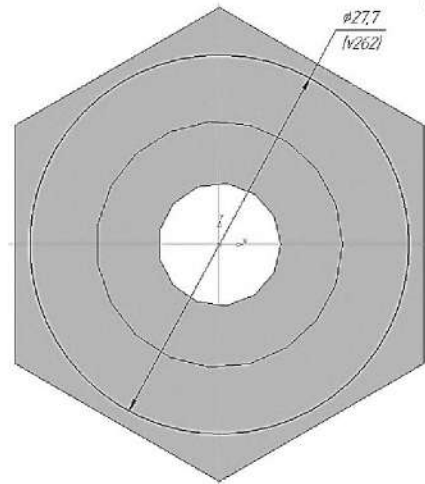



Рисунок 1.29. Построение эскиза

Создайте эскиз.

Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием**  на панели **Редактирование детали**.

На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- в окне **Направление** – **Прямое направление**;
- в окне **Способ** – **На расстояние**;
- в поле **Расстояние 1** – 10.00 мм;
- в поле **Угол 1** – 60°;
- на вкладке свойств тонкой стенки раскройте список **Тип построения тонкой стенки** и выберите параметр **Наружу** (рисунок 1.30);
- в поле **Толщина стенки 1** изменяйте значение, до того момента, пока фантом операции **Вырезать выдавливанием** не выйдет за ребра шестигранника, см. рисунок 1.31, а.

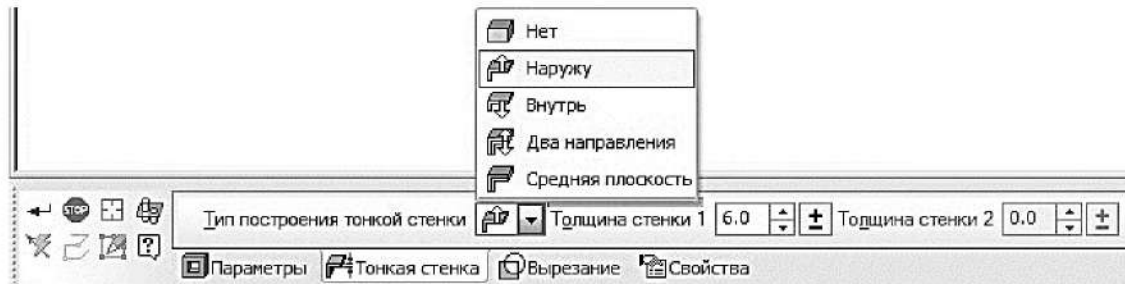



Рисунок 1.30. Панель свойств операции **Вырезать выдавливанием**

Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит фаску на шестиграннике штуцера (рисунок 1.31, б). В Дереве модели появится строка **Вырезать элемент выдавливания:2**.

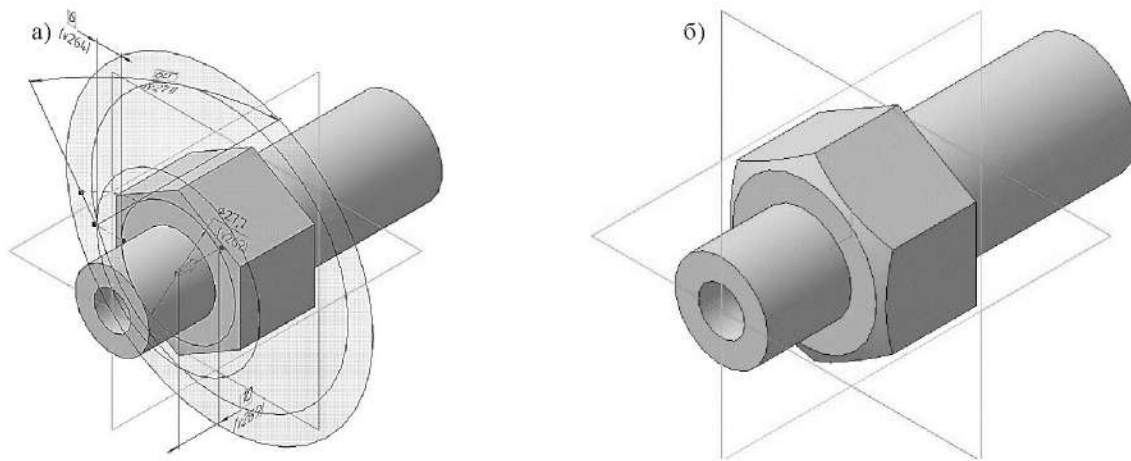


Рисунок 1.31. Построение фасок на шестиграннике:
 а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат операции **Вырезать выдавливанием**

1.8. СОЗДАНИЕ ЗЕРКАЛЬНОГО МАССИВА

Массив – это упорядоченный набор данных, используемый для хранения данных одного типа, идентифицируемых с помощью одного или нескольких индексов. В простейшем случае массив имеет постоянную длину и хранит единицы данных одного и того же типа.

В системе КОМПАС-3D массивы используются при построении одинаковых элементов деталей. Допустим, если у Вас есть несколько отверстий определённой глубины, то прорисовывать каждое из них по отдельности – очень трудоёмкая задача. Дабы упростить построение, рекомендуется использовать массивы.

Вкладка массивы находится на компактной панели (рисунок 1.32) и включает в себя следующие операции:

- **Массив по сетке** позволяет создать массив элементов, расположив их в узлах параллелограммной сетки;

- **Массив по концентрической сетке** позволяет создать массив элементов, расположив их в узлах концентрической сетки;

- **Массив вдоль кривой** позволяет создать массив элементов, расположив их вдоль заданной кривой;

- **Массив по точкам** позволяет создать массив объектов, позиции экземпляров которого заданы точечными объектами;

- **Массив по таблице** позволяет создать массив объектов, позиции экземпляров которого заданы точками. Позиции точек, в свою очередь, заданы координатами, которые хранятся в виде таблицы в ранее созданном файле;



Рисунок 1.32. Инструментальная панель вкладки массив

• **Зеркальный массив.** Данная команда позволяет получить копию выбранных элементов, симметричную им относительно указанного плоского объекта. Результат зеркального копирования операции, поверхности, кривой или точки – новый объект, зеркально симметричный копируемому объекту и того же типа, что и копируемый объект. Результат зеркального копирования тела – тело, обладающее плоскостью симметрии, или новое тело, зеркально симметричное имеющемуся;

• **Массив по образцу** позволяет создать массив объектов, расположив их так же, как расположены экземпляры другого, уже существующего массива-образца.

Перед вызовом команд требуется выделить исходные элементы для создания массива. Это можно сделать, выбрав соответствующие значки в дереве модели или грани элементов в окне детали. После вызова команд на экране появляется панель диалога ввода параметров сетки.

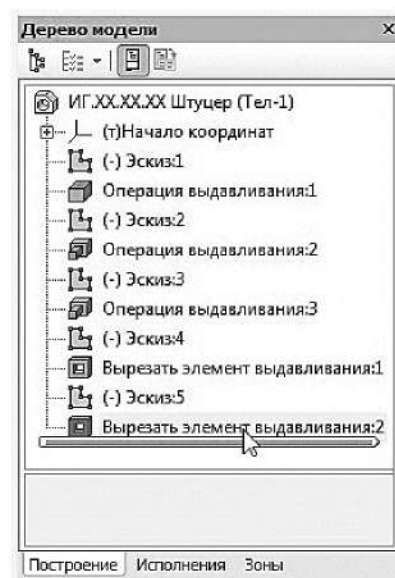


Рисунок 1.33. Дерево модели Штуцера

Выберите вкладку **Массивы** на панели переключений и нажмите кнопку **Зеркальный массив**.

В Дереве модели укажите операцию **Вырезать элемент выдавливания:2** с помощью которого была создана фаска шестигранника (рисунок 1.33).

На панели свойств операции **Зеркальный массив**, в раскрывающемся окне **Список объектов**, отобразятся все выбранные операции. Для выбора плоскости, относительно которой будут создаваться симметричные элементы, нажмите кнопку **Плоскость симметрии** и укажите, в окне модели, *Плоскость XY* после чего будет показан фантом зеркального массива (рисунок 1.34, а).

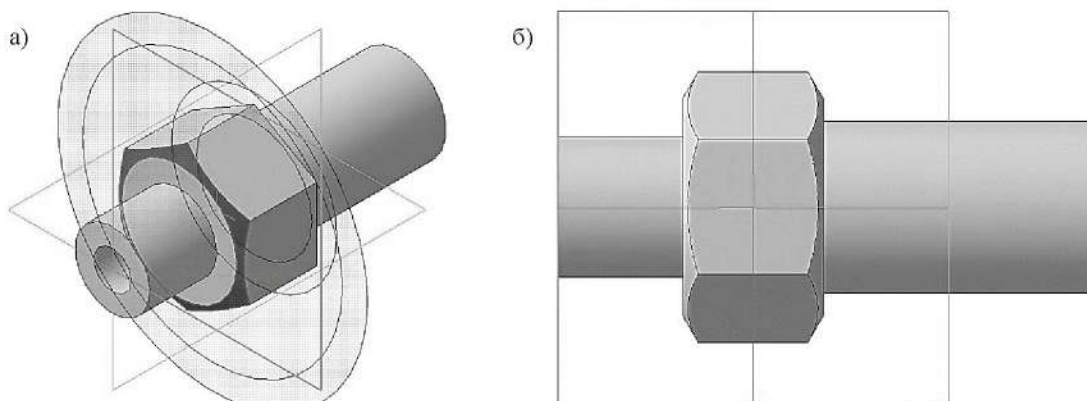


Рисунок 1.34. Операция «Зеркальный массив» фаски шестигранника:
а) фантом операции; б) конечный результат операции **Зеркальный массив**

Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления – система построит вторую фаску на шестиграннике штуцера (рисунок 1.34, б). В Дереве модели появится строка **Зеркальный массив:1**.

1.9. ДОБАВЛЕНИЕ СКРУГЛЕНИЙ И ФАСОК

Нажмите кнопку **Скругление** на панели **Редактирование детали**.

Укажите ребро между шестигранником и цилиндрической поверхностью, в задней части штуцера (рисунок 1.35).

При выполнении команды **Скругление** всегда старайтесь указывать как можно больше элементов, которые требуется скруглить одинаковым радиусом. В этом случае упрощается редактирование модели и расчеты будут выполняться быстрее.

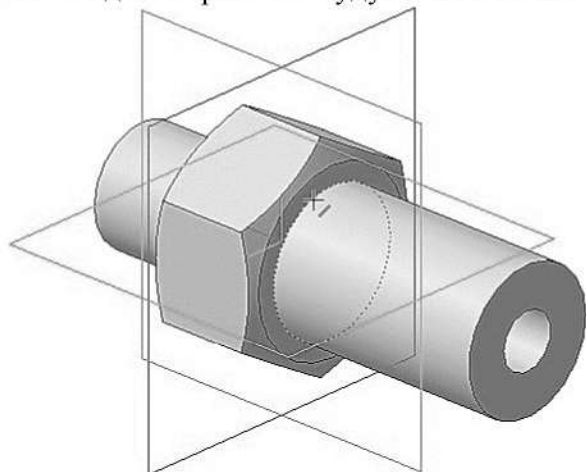




Рисунок 1.35. Выбор ребра для выполнения операции **Скругление**

На панели свойств необходимо установить следующие параметры скругления:

- тип скругления – **С постоянным радиусом** ;
- способ построения скругления – **Дугой окружности** ;
- в поле **Радиус** – 2.0 мм.

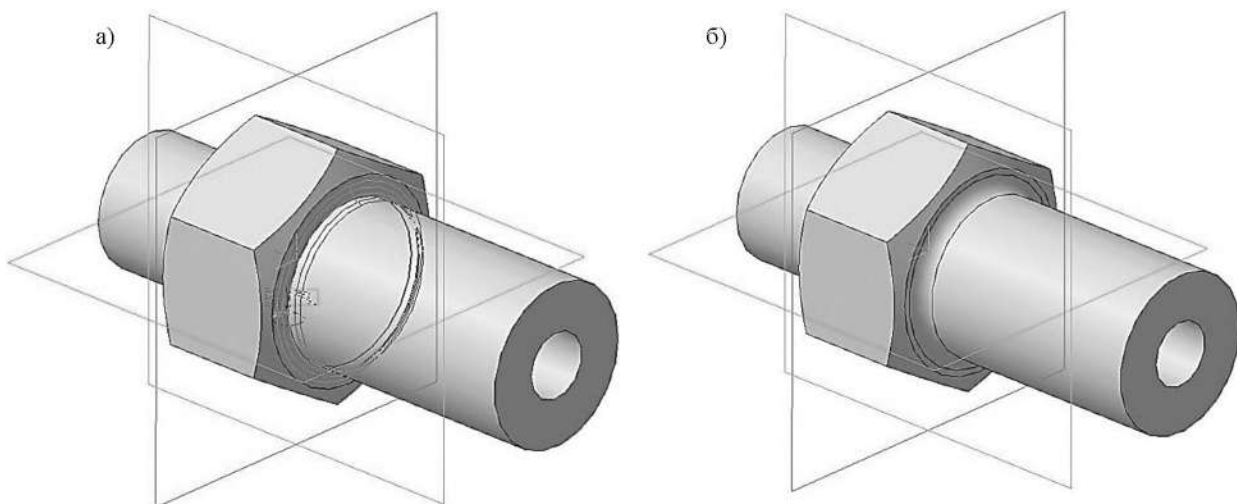


Рисунок 1.36. Операция **Скругление**:
а) фантом операции; б) конечный результат операции **Скругление**

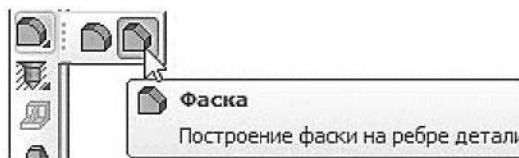



Рисунок 1.37. Выбор команды **Фаска**

Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит скругление (рисунок 1.36, а, б). В Дереве модели появится строка **Скругление:1**.


Для построения фасок зажмите кнопку **Скругление** на панели

Редактирование детали и в появившейся Расширенной панели команд нажмите кнопку **Фаска** (рисунок 1.37).

Укажите два ребра как показано на рисунок 1.38, а.

На панели свойств необходимо установить следующие параметры построения фаски:

- тип построения – **Построение по стороне и углу** ;
- в поле **Длина 1** – 2.0 мм;

- в поле **Угол** – 45.0 (данное значение будет установлено по умолчанию);
- направление построения – **Первое направление**  (данное значение будет установлено по умолчанию).

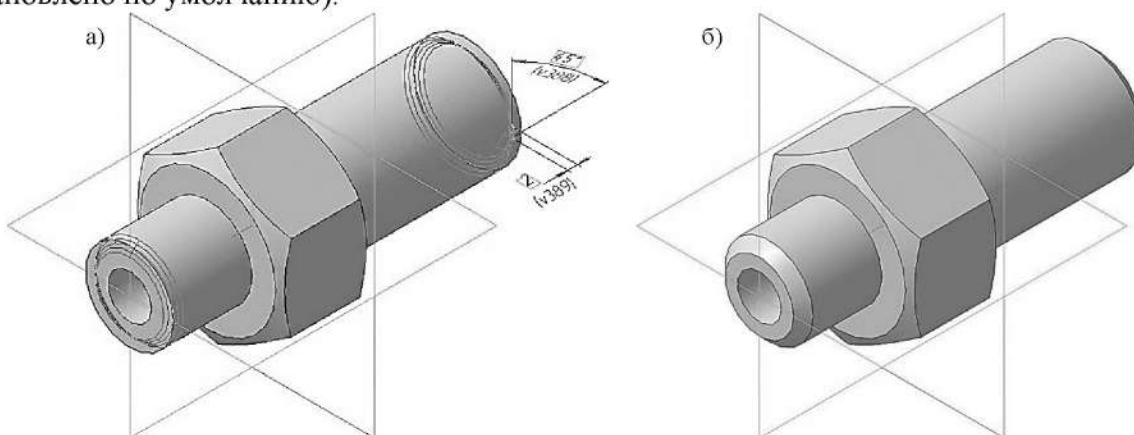






Рисунок 1.38. Операция Фаска:
а) фантом операции; б) конечный результат операции **Фаска**

Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит фаски на выбранных ребрах (рисунок 1.38, а, б). В Дереве модели появится строка **Фаска:1**.

Нажмите кнопку **Фаска**  на панели **Редактирование детали**.

Укажите два ребра как показано на рисунок 1.39, а.

На панели свойств необходимо установить следующие параметры построения фаски:

- тип построения – **Построение по стороне и углу** ;
- в поле **Длина** 1 – 2.0 мм;
- в поле **Угол** – 30.0.
- направление построения – **Первое направление**  (данное значение будет установлено по умолчанию).

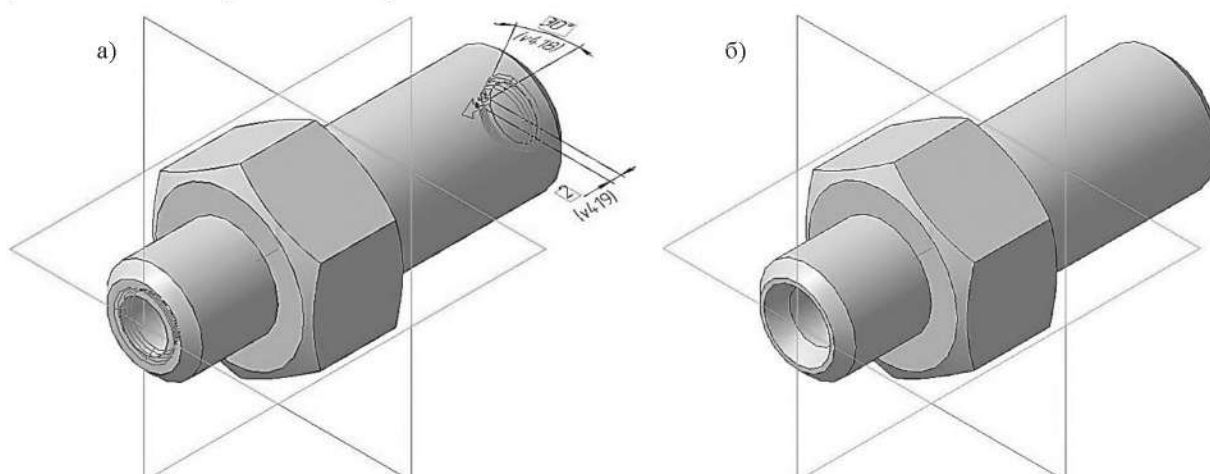




Рисунок 1.39. Операция Фаска:
а) фантом операции; б) конечный результат операции **Фаска**

Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит фаски на выбранных ребрах (рисунок 1.39, а, б). В Дереве модели появится строка **Фаска:2**.

1.10. СОЗДАНИЕ ПРОТОЧКИ

Укажите переднюю поверхность на шестиграннике (рисунок 1.40) и нажмите кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние**. Вычертите окружность, центр которой должен располагаться в начале координат, диаметром 14 мм (рисунок 1.41).

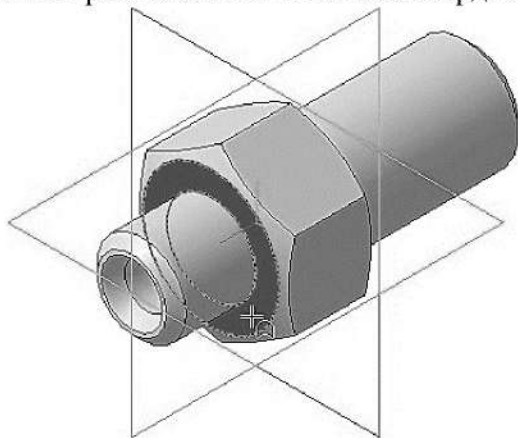


Рисунок 1.40. Выбор грани для построения в ней эскиза

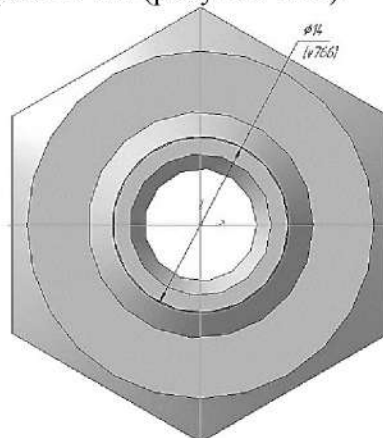


Рисунок 1.41. Построение эскиза

Создайте эскиз.

Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием**  на панели **Редактирование детали**.

На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- в окне **Направление** – **Обратное направление**;
- в окне **Способ** – **На расстояние**;
- в поле **Расстояние 1** – 3.0 мм;
- в поле **Угол 1** – 0.0;
- на вкладке свойств тонкой стенки раскройте список **Тип построения тонкой стенки** и выберите параметр **Наружу**;
- в поле **Толщина стенки 1** – 2.0 мм.

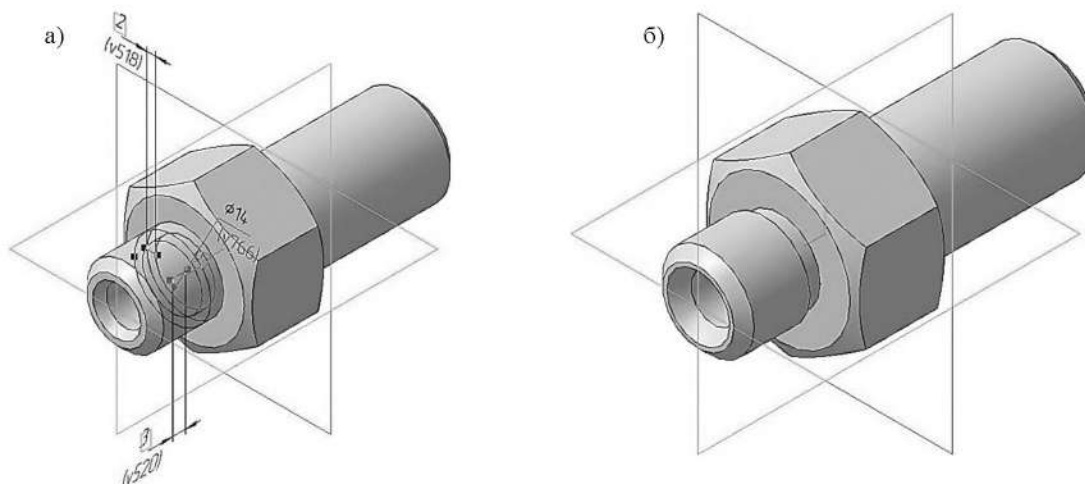



Рисунок 1.42. Операция вырезать выдавливанием:

а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат операции **Вырезать выдавливанием**

Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит проточку (рисунок 1.42, а, б). В Дереве модели появится строка **Вырезать элемент выдавливания:3**.

1.11 ДОБАВЛЕНИЕ УСЛОВНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЗЬБЫ

В системе КОМПАС-3D можно создавать условное изображение резьбы на цилиндрической или конической поверхности модели. После назначения резьбы на поверхность, она будет отображаться в виде каркасного цилиндра или конуса оранжевого цвета.

В дальнейшем, при создании плоских чертежей, ассоциативно связанных с моделью, резьба тоже будет отображаться условно, а именно: резьба на стержне – сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему на всю длину резьбы, включая фаску. На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьба отобразится в виде дуги, выполненной сплошной тонкой линией, приблизительно равной $\frac{3}{4}$ окружности и разомкнутой в любом месте. Граница резьбы на стержне и в отверстии обозначается основной линией (или штриховой, если резьба изображена как невидимая), которую проводится до линий наружного диаметра резьбы.


Для нанесения изображения резьбы активизируйте инструментальную панель **Элементы оформления**  и вызовите команду **Условное изображение резьбы** . Укажите базовый объект – поверхность на которой должна быть построена резьба (рис. 54, а). На выборочной поверхности появится фантом условного изображения резьбы. На панели свойств появятся элементы управления, позволяющие настраивать создаваемое изображение резьбы. При введении параметров фантом резьбы будет соответствующим образом перестроен. На вкладке **Параметры** в окне **Стандарт резьбы** выберите *Метрическая резьба с крупным шагом ГОСТ 8724-2002* (рисунок 1.43). Система автоматически определит номинальный диаметр резьбы (16 мм) и ее шаг (2 мм).



Рисунок 1.43. Панель свойств команды **Условное изображение резьбы**

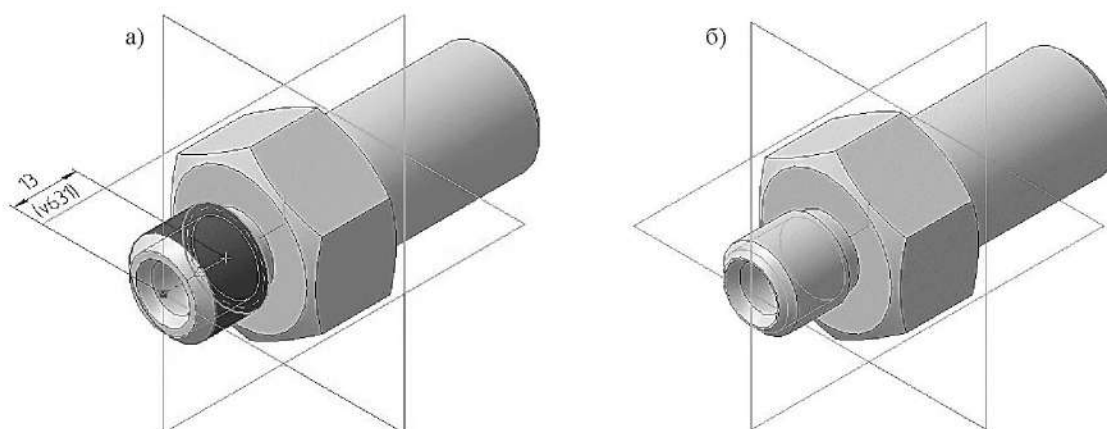




Рисунок 1.44. Операция **Условное изображение резьбы**:

а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат операции **Условное изображение резьбы**

Завершив настройку, нажмите кнопку **Создать объект**  для фиксации изображения. Система построит условное изображение резьбы (рисунок 1.44, б), а в Дереве модели появится строка **M16 – Условное изображение резьбы:1**.

Вызовите команду **Условное изображение резьбы**  еще раз и укажите базовый объект – поверхность на которой должна быть построена новая резьба (рисунок 1.45, а).

На вкладке **Параметры** в окне **Стандарт резьбы** выберите *Метрическая резьба с крупным шагом ГОСТ 8724-2002* (рисунок 1.43).

Нажмите кнопку **На заданную длину**  и в появившемся окне **Длина резьбы**, введите значение 25.0 мм.

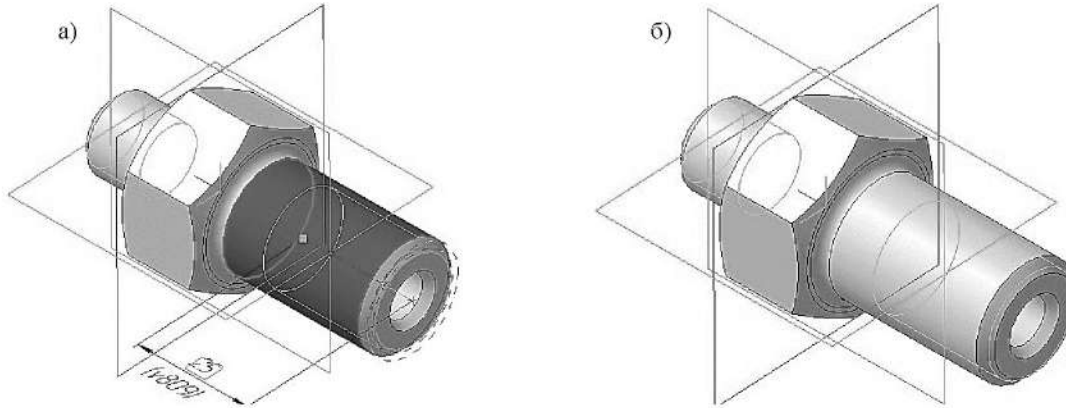




Рисунок 1.45. Операция Условное изображение резьбы: а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат операции **Условное изображение резьбы**

Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит условное изображение резьбы (рисунок 1.45, б). В Дереве модели появится строка **M22 – Условное изображение резьбы:2**.

2. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ МАХОВИКА

2.1. СОЗДАНИЕ ФАЙЛА ДЕТАЛИ

Создайте новый файл детали. **Файл** → **Создать** или нажмите кнопку **Создать**  на панели **Стандартная**.

На панели **Вид** нажмите кнопку списка, справа от кнопки **Ориентация**, и из представленного списка выберите вариант **Изометрия XYZ**.

Задайте обозначение, наименование, цвет и материал модели (рисунок 1.46 а, б):

- обозначение – ИГ.ХХ.ХХ.ХХ (см. раздел 1.1);
- наименование – Маховик;
- цвет – произвольный;
- материал – Сталь 15 ГОСТ 1050-2013.

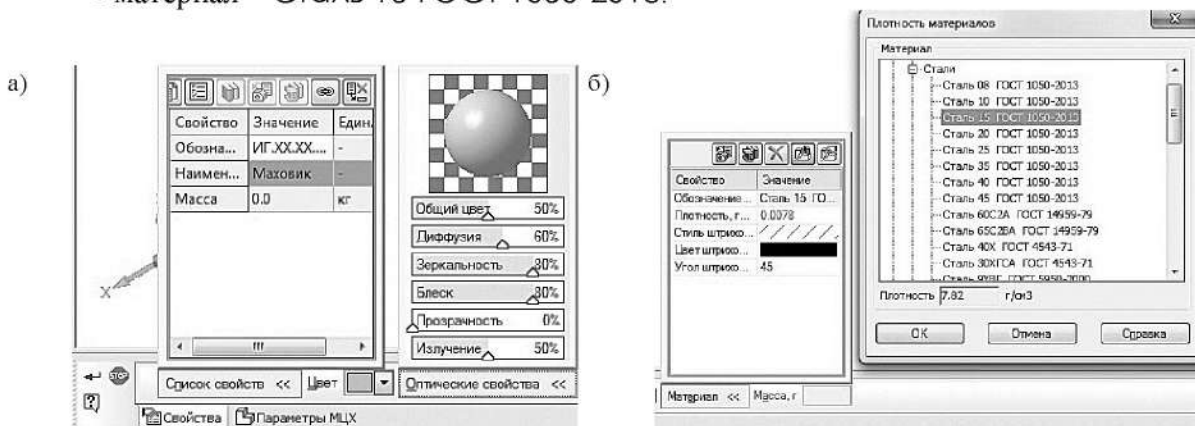


Рисунок 1.46. Свойства модели

Сохраните файл модели на жестком диске компьютера.

2.2. СОЗДАНИЕ ОСНОВАНИЯ ДЕТАЛИ

В детали Маховик в качестве основания будет принята цилиндрическая поверхность (см. рисунок 1.47). Ее эскиз будет размещен на профильной плоскости. Основание и внешнее кольцо маховика, являются телами вращения удобнее всего их будет создавать при помощи команды **Операция вращения**. К эскизам операции вращения предъявляются следующие дополнительные требования:

- в эскизе должна находиться одна ось вращения, изображенная в виде отрезка любой длины со стилем линии **Осевая**;
- В эскизе может быть один или несколько контуров;
- Если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- Если контуров несколько, все они должны быть замкнуты. Один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него, при этом внешний контур образует форму элемента вращения, а внутренние контуры – отверстия. Допускается один уровень вложенности контуров;
- Ни один из контуров не должен пересекать ось вращения.

В Дереве модели раскройте «ветвь» *Начало координат* щелчком на значке «+» слева от названия ветви и укажите *Плоскость ZY* (профильная плоскость). Нажмите кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**. Система перейдет в режим редактирования эскиза, Плоскость XY станет параллельной экрану.

Вычертите эскиз согласно рисунок 1.48.

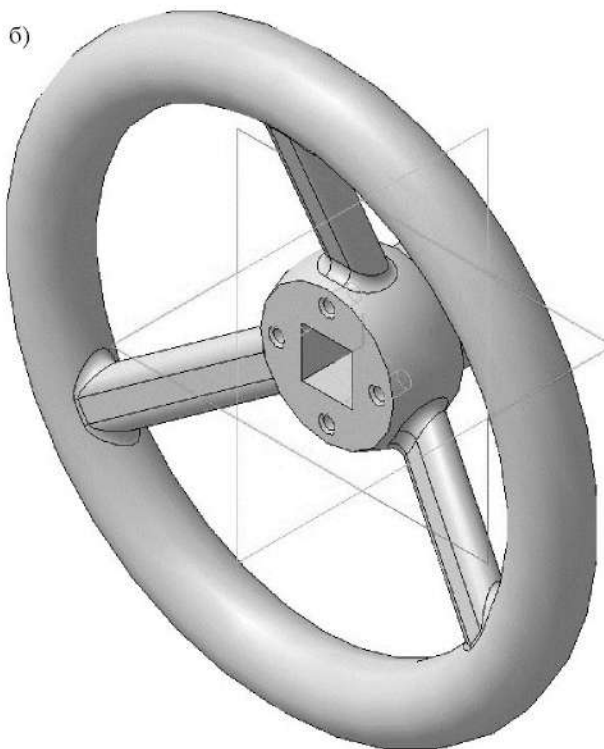
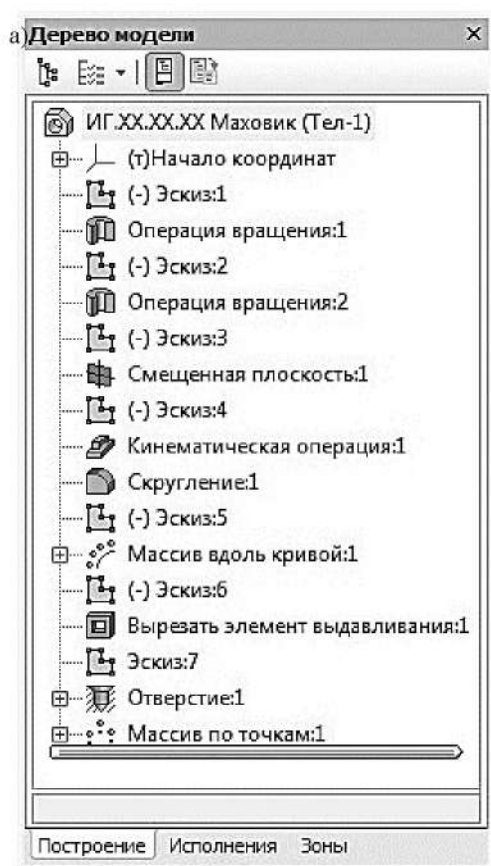





Рисунок 1.47. Маховик: а) Дерево модели; б) 3D модель

Закройте эскиз. Для этого нажмите кнопку **Эскиз**  еще раз.

Нажмите кнопку **Операция вращения**  на панели **Редактирование детали**. После вызова команды появляется панель свойств, а в окне документа фантом трехмерного элемента (рисунок 1.49, а).

Если контур в эскизе сечения не замкнут, в группе **Тип построения** возможны два варианта построения элемента вращения:

- тороид  – к контуру эскиза добавляется ~~слой~~ материал, в результате получается полая деталь – тонкостенная оболочка;

- сфероид  – эскиз является контуром поверхности вращения.

На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- Тип построения – **Сфероид** (данное значение будет установлено по умолчанию);
- в окне **Направление** – **Прямое** (данное значение будет установлено по умолчанию);

- в окне **Способ 1 – На угол** (данное значение будет установлено по умолчанию);

- в поле **Угол прямого направления** – 360.0 (данное значение будет установлено по умолчанию);

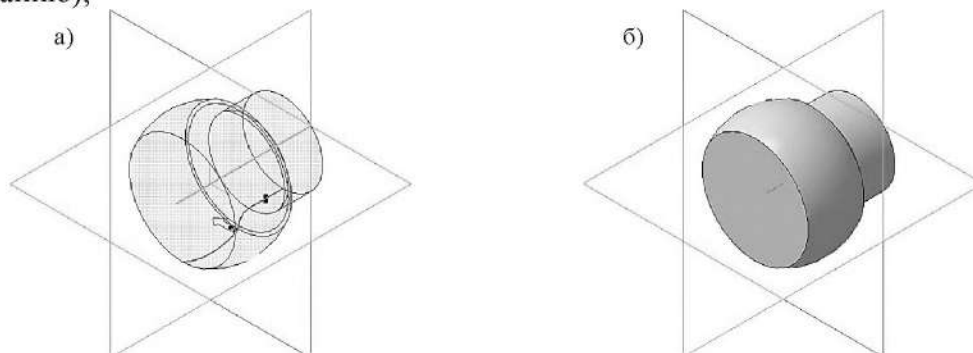




Рисунок 1.49. Операция вращение:

а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат **Операции вращения**

Для окончательного создания объекта нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит основание детали (рисунок 1.49, б). В Дереве модели появится строка **Операция вращения:1**.

2.3. СОЗДАНИЕ ВЕРХНЕГО КОЛЬЦА МАХОВИКА

В Дереве модели укажите *Плоскость ZY* (профильная плоскость). Нажмите кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние**. Система перейдет в режим редактирования эскиза, *Плоскость XY* станет параллельной экрану.

Вычертите эскиз согласно рисунок 1.50.

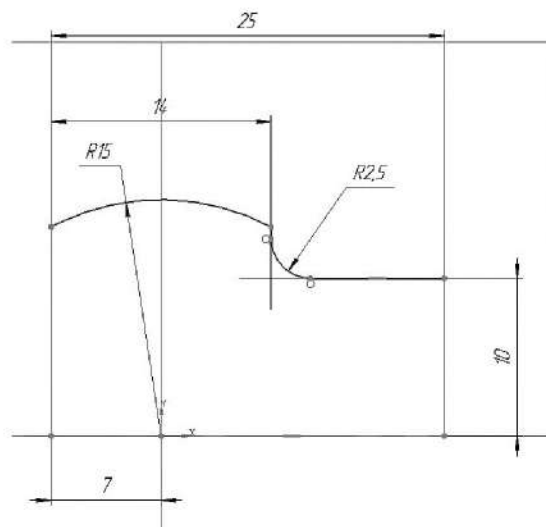


Рисунок 1.48. Эскиз основания

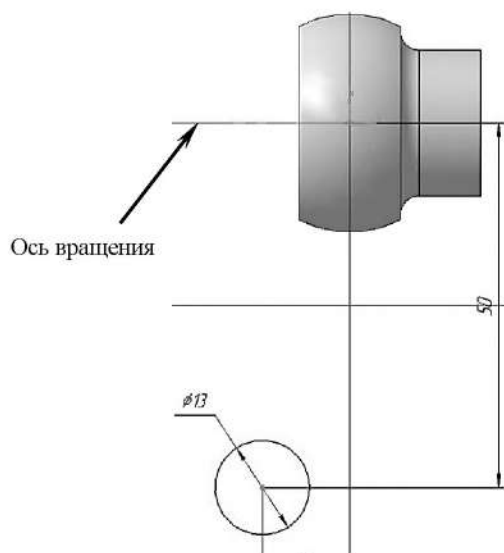


Рисунок 1.50. Эскиз верхнего кольца маховика

Нажмите кнопку **Операция вращения**  на панели **Редактирование детали**.

На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- Тип построения – **Сфероид** (данное значение будет установлено по умолчанию);
- в окне **Направление** – **Прямое** (данное значение будет установлено по умолчанию);
- в окне **Способ 1** – **На угол** (данное значение будет установлено по умолчанию);
- в поле **Угол прямого направления** – 360.0 (данное значение будет установлено по умолчанию);

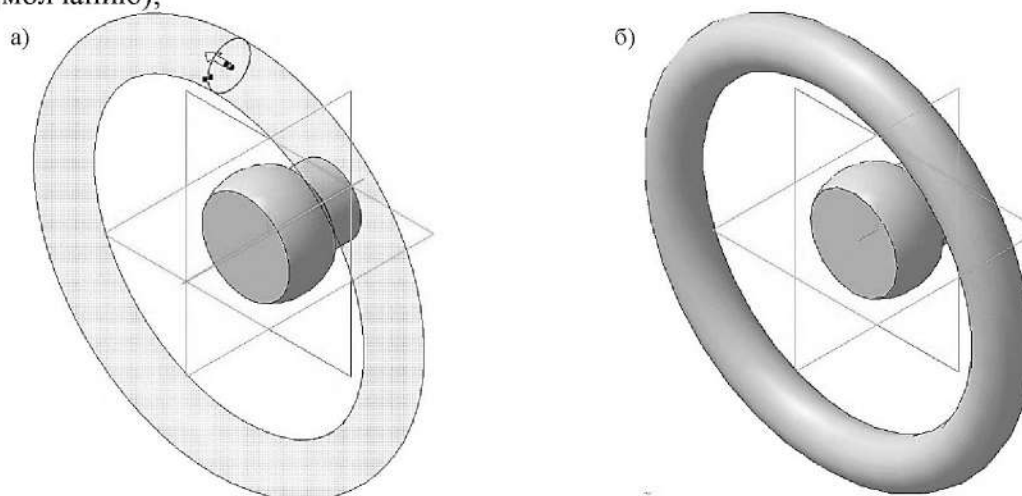



Рисунок 1.51. Операция вращение:

а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат **Операции вращения**

Для окончательного создания объекта нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит верхнее кольцо маховика (рисунок 1.51, а, б). В Дереве модели появится строка **Операция вращения:2**.

2.4. СОЗДАНИЕ СПИЦЫ МАХОВИКА

Спица маховика будет создаваться при помощи кинематической операции .

Кинематическая операция позволяет создать основание модели, форма которой образуется за счет перемещения плоской фигуры вдоль направляющей. Здесь используются как минимум два эскиза: в одном из них изображено сечение

кинематического элемента, в остальных – траектория движения сечения. Эскиз плоской фигуры называют эскизом-сечением, эскиз направляющей – эскизом-траекторией.

К эскизам кинематической операции предъявляются следующие дополнительные требования:

- В эскизе-сечении может быть только один контур;
- Контур может быть разомкнутым или замкнутым (если контур сечения не замкнут, то может быть построен тонкостенный элемент).

Эскиз-траектория может состоять из одного или нескольких эскизов. В качестве траектории может использоваться любая пространственная или плоская кривая, например, ребро, спираль, сплайн. Эскиз-траектория должен лежать в плоскости, не параллельной плоскости эскиза-сечения и не совпадающей с ней.

• Если траектория состоит из одного эскиза, должны выполняться следующие условия:



• В эскизе-траектории может быть только один разомкнутый или замкнутый контур;


- Если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения;
- Если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза-сечения.

Требования к траектории, состоящей из нескольких эскизов:

- В каждом эскизе-траектории может быть только один разомкнутый контур;
- Контур в эскизах должны соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного совпадает с конечной точкой другого);
- Если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения;
- Если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то ее начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.

Создадим эскиз-траекторию движения сечения спицы. Откройте **Эскиз:2** и скопируйте окружность, в качестве точки привязки выберите начало координат (см. рисунок 1.52, а). Закройте **Эскиз:2**.

В Дереве модели укажите *Плоскость ZY* (профильная плоскость). Нажмите кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние**. Вставьте, скопированный ранее, эскиз-сечение верхнего кольца маховика. Вычертите окружность диаметром 30 мм, центр которой находится в начале координат. Построенная окружность соответствует внешнему контуру, ранее созданному, основанию маховика. Проведите **Вспомогательные прямые**  как показано на рисунок 1.52, б. Прямая которая проходит от одной окружности к другой и будет являться траекторией движения сечения.

С помощью команды **Отрезок**  (стиль линии **Основная**) постройте траекторию движения, причем она должна заходить внутрь эскиза-сечения верхнего кольца маховика на 4-6 мм, с одной стороны и находиться на расстоянии 13 мм от начала координат, с другой стороны (рисунок 1.52, в, г). Далее удалите все лишнее оставив только траекторию движения эскиза (рисунок 1.52, г). Создайте эскиз.

а)

б)

в)

г)

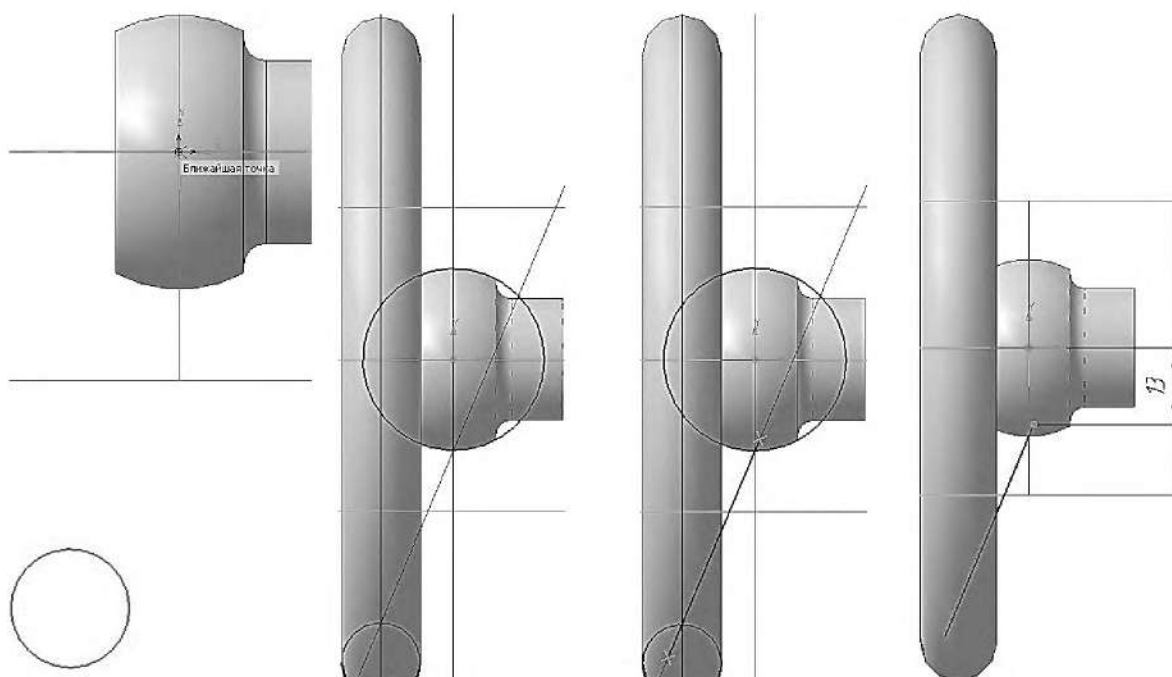


Рисунок 1.52. Создание эскиза траектории движения сечения спицы

Создадим эскиз-сечение спицы. Для того чтобы начало эскиза-траектории находилось в плоскости эскиза-сечения необходимо создать вспомогательную плоскость, в которой и будет создан эскиз сечения.

При моделировании детали часто возникает необходимость в размещении эскизов не в основных плоскостях проекций, а в некоторых вспомогательных плоскостях, расположенных в определенном положении относительно имеющихся плоскостей проекций или относительно конструктивных элементов модели. Для решения этой проблемы в системе КОМПАС-3D предусмотрены команды для построения вспомогательных плоскостей, которые находятся во вкладке **Вспомогательная геометрия** на **Панели переключения**. На панели расширенных команд построения вспомогательных плоскостей (рисунок 1.53) можно задать плоскости 13 видов:





- Команда **Смещенная плоскость**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, расположенных на заданном расстоянии от указанной плоскости или плоской грани детали. Если перед вызовом команды была выделена плоскость или грань, то она будет воспринята в качестве опорного объекта для новой плоскости;





Рисунок 1.53. Панель расширенных команд построения вспомогательных плоскостей

- Команда **Плоскость через три вершины**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, каждая из которых проходит через три указанные опорные точки. Опорными точками могут служить вершины, характерные точки графических объектов в эскизах (например, конец отрезка, центр окружности и т. п.) или начало координат;


- Команда **Плоскость под углом к другой плоскости**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через прямолинейный объект под заданным углом к существующему плоскому объекту. Опорным прямолинейным объектом для построения плоскости может служить ребро, отрезок в эскизе или вспомогательная ось. Опорным плоским объектом может служить вспомогательная плоскость или плоская грань;


• Команда **Плоскость через ребро и вершину**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, каждая из которых проходит через прямолинейный объект и точку;


• Команда **Плоскость через плоскую кривую**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные плоские кривые. В качестве кривой может использоваться: линия эскиза, сплайн или ломанная с тремя вершинами, дуга, другие плоские кривые: ребро, имеющее форму окружности, и т.п.;

• Команда **Плоскость через вершину параллельно другой плоскости**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные точки параллельно указанным конструктивным плоскостям или плоским граням;

• Команда **Плоскость через вершину перпендикулярно ребру**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные точки перпендикулярно указанным прямолинейным объектам;


• Команда **Нормальная плоскость**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, нормальных к цилиндрической или конической грани модели. Так как к любой цилиндрической или конической поверхности можно провести множество нормальных плоскостей (все они будут проходить через ось цилиндра или конуса), для определения одной из них требуется задать дополнительное условие. Укажите плоскость или плоскую грань, параллельно которой должна пройти новая плоскость;

• Команда **Касательная плоскость**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, касательных к цилиндрической или конической грани модели. Чтобы построить плоскость, касающуюся грани в определенном месте, требуется задать линию касания. Линия касания определяется пересечением грани и нормальной к ней плоскости. Поэтому перед вызовом команды **Касательная плоскость** в модели должна быть построена нормальная плоскость, пересекающая нужную коническую поверхность в месте касания; в качестве такой плоскости может выступать и плоская грань, нормальная к поверхности;

• Команда **Плоскость, касательная к грани в точке**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, касательных указанным граням в заданных точках. Чтобы построить плоскость, касающуюся грани в определенной точке необходимо указать грань, касательно к которой должна пройти новая плоскость. На выбранной грани появляются фантом ее теоретической поверхности в виде сетки изопараметрических кривых U и V и фантом создаваемой плоскости в виде прямоугольника. По умолчанию новая плоскость проходит через точку указания грани. Задать положение новой плоскости можно следующими способами:

1. задайте нужное положение точки, через которую будет проходить плоскость. Положение точки определяется смещением вдоль изопараметрических кривых U и V . Для задания смещения точки введите нужные значения в поля **Параметр U, %** и **Параметр V, %**;

2. свяжите точку, через которую будет проходить плоскость, с существующим точечным объектом. Для этого укажите нужный объект в Дереве построения или в окне модели.

• Команда **Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей,

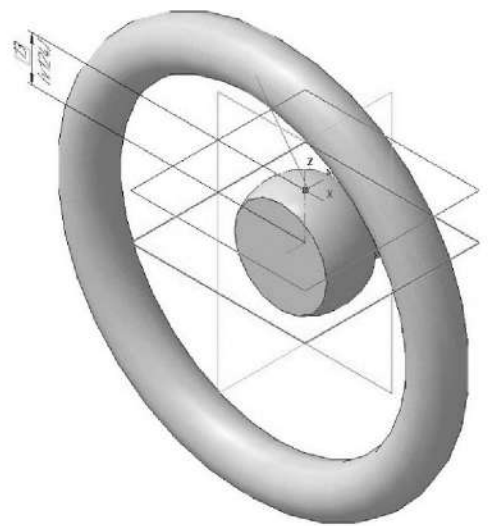




Рисунок 1.54. Фантом создаваемой плоскости



проходящих через указанные прямолинейные объекты параллельно или перпендикулярно другим прямолинейным объектам. Опорными прямолинейными объектами для построения плоскости могут служить ребра, вспомогательные оси или отрезки в эскизах;

- Команда **Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные прямолинейные объекты параллельно или перпендикулярно плоским объектам. Опорными прямолинейными объектами для построения плоскости могут служить ребра, вспомогательные оси или отрезки в эскизах. Опорными плоскими объектами могут служить вспомогательные плоскости или плоские грани модели;


- Команда **Средняя плоскость**  позволяет построить биссекторную плоскость двугранного угла.

Двугранный угол – часть пространства, ограниченная двумя полуплоскостями, границей каждой из которых служит их общая прямая. Эти полуплоскости называются гранями двугранного угла, а граница – ребром двугранного угла. Угол между линиями пересечения граней двугранного угла с плоскостью, перпендикулярной ребру двугранного угла, называется линейным углом двугранного угла.

Биссекторная плоскость двугранного угла – плоскость, проходящая через биссектрису линейного угла этого двугранного угла.

Для построения эскиза-сечения спицы нажмите кнопку **Смещенная плоскость**  на панели **Вспомогательная геометрия**. Укажите в Дереве модели *Плоскость ZX*, относительно нее будет создаваться смещенная плоскость. На экране модели появится фантом создаваемой плоскости (рисунок 1.54). В поле **Расстояние** на Панели свойств введите значение 13 мм и выберите **Прямое направление** смещения .

Нажмите кнопку **Создать объект**. В Дереве модели появится строка **Смещенная плоскость:1**. Нажмите кнопку **Прервать команду** для выхода из построения смещенных плоскостей.

В Дереве модели выберите **Смещенную плоскость:1**. Нажмите кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние**. Система перейдет в режим редактирования эскиза, **Смещенная плоскость:1** станет параллельной экрану.

Вычертите эскиз согласно рисунок 1.55.

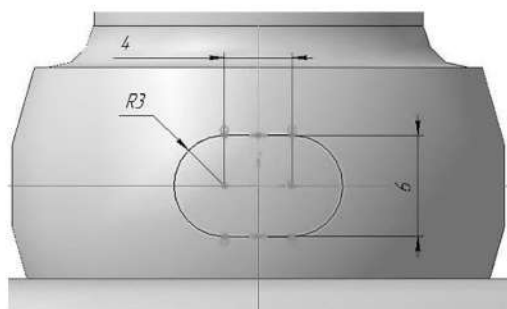




Рисунок 1.55. Эскиз сечения спицы маховика

Закройте эскиз. Для этого нажмите кнопку

Эскиз  еще раз. В Дереве модели появится строка **Эскиз:4**.

Нажмите кнопку **Кинематическая операция**  на панели управления. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно. Если эскиз выделен, то при вызове команды **Кинематическая операция**, он воспринимается как эскиз-сечение.

В нижней части окна появится панель свойств (рисунок 1.56). Если **Эскиз:4** был выделен перед вызовом команды, то он автоматически будет занесен в поле **Сечение** на вкладке **Параметры**. В противном случае, на запрос системы **Укажите эскиз для образующего сечения** выделите нужный эскиз в Дереве модели или щелкните указателем мыши непосредственно на сам эскиз в рабочем окне.

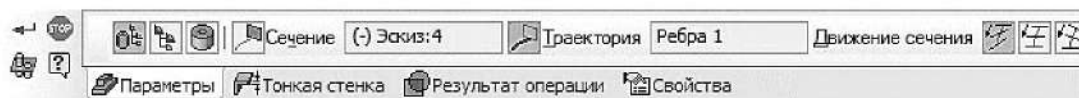


Рисунок 1.56. Панель свойств кинематической операции

Затем на запрос **Задайте траекторию...** в Дереве модели укажите **Эскиз:3**. Указать на эскиз-траекторию можно также и непосредственно в окне документа. После этого на панели свойств в окне **Траектория** появится не название эскиза (поскольку эскизов может быть несколько), а количество линий, из которых сложена эта траектория по типу **Ребра 1** (см. рисунок 1.56). Все значения параметров немедленно отображаются на экране в виде фантома модели (рисунок 1.57, а).

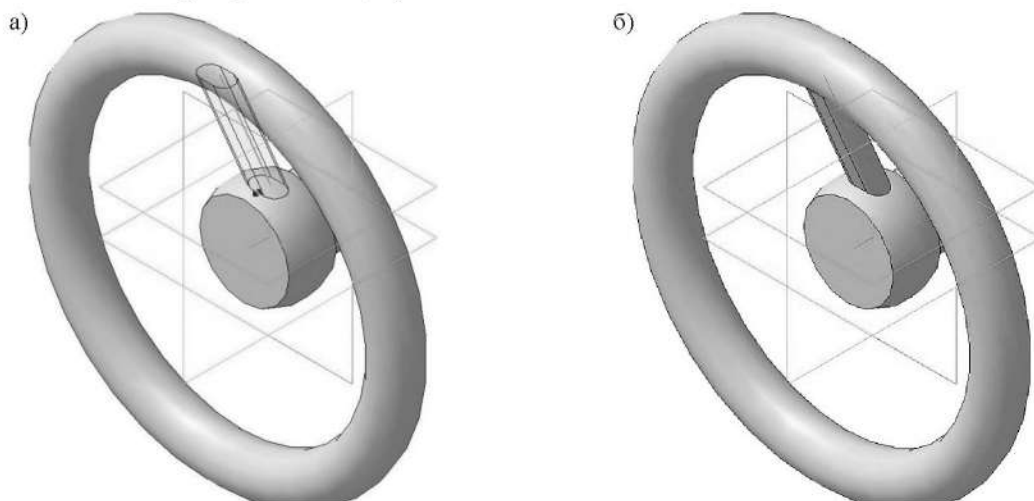





Рисунок 1.57. Кинематическая операция:

а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат **Кинематической операции**

Для окончательного создания объекта нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит спицу маховика (рисунок 1.57, б). В Дереве модели появится строка **Кинематическая операция:1**.



Для того чтобы эскиз-траектория (**Эскиз:3**) и **Смещенная плоскость:1** не отвлекали при дальнейшем построении в Дереве модели щелкните правой кнопкой по соответствующим объектам и в появившемся диалоговом окне выберите команду **Скрыть** .

2.5. ДОБАВЛЕНИЕ СКРУГЛЕНИЙ

Нажмите кнопку **Скругление**  на панели **Редактирование детали**.

Укажите ребра между спицей и основанием, спицей и верхнем кольцом маховика (рисунок 1.58, а).

На панели свойств необходимо установить следующие параметры скругления:

- тип скругления – **С постоянным радиусом** ;
- способ построения скругления – **Дугой окружности** ;
- в поле **Радиус** – 2.0 мм.

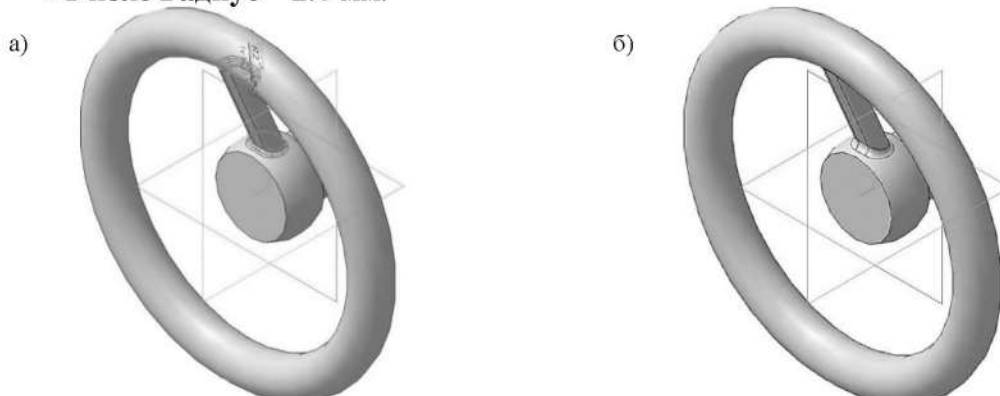




Рисунок 1.58. Операция **Скругление**:

а) фантом операции; б) конечный результат операции **Скругление**

Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит скругление (рисунок 1.58, б). В Дереве модели появится строка **Скругление:1**.

2.6. СОЗДАНИЕ МАССИВА ВДОЛЬ КРИВОЙ

Укажите переднюю грань основания детали (рисунок 1.59) и нажмите кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние**. Вычертите окружность, центр которой должен располагаться в начале координат, диаметром 26 мм (рисунок 1.60). Данная окружность будет являться кривой, вдоль которой будет строиться массив.

Создайте эскиз. В Дереве модели появится строка **Эскиз:5**.

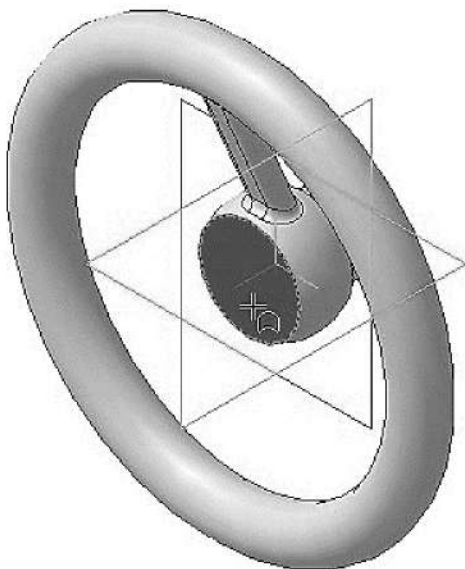


Рисунок 1.59. Выбор грани для построения в ней эскиза

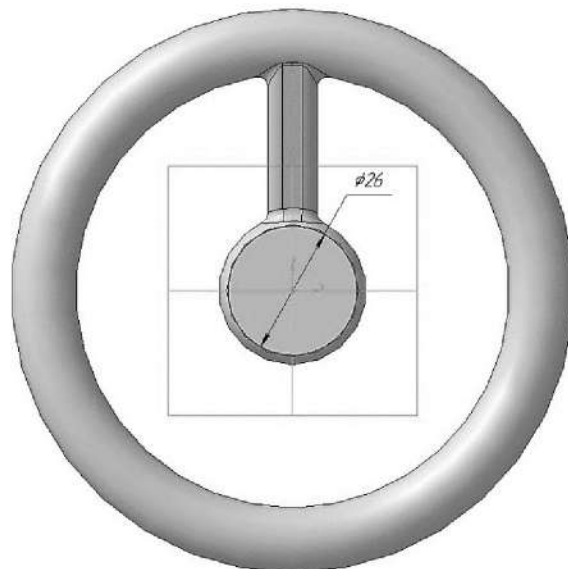





Рисунок 1.60. Построение эскиза

Выберите вкладку **Массивы**  на панели переключений и нажмите кнопку **Массив вдоль кривой** .

В Дереве модели укажите операции, которые участвовали в создании спицы маховика, в нашем случае это **Кинематическая операция:1** и **Скругление:1**.

На панели свойств, во вкладке **Параметры** (рисунок 1.61), нажмите на кнопку **Кривая**  и после этого выберите в Дереве модели кривую, вдоль которой будет строиться массив (**Эскиз:5**). После этого на панели свойств в окне **Кривая** появится не название эскиза (поскольку эскизов может быть или траектория может состоять из нескольких объектов), а количество линий, из которых сложена эта траектория по типу **Ребра 1** (см. рисунок 1.61).

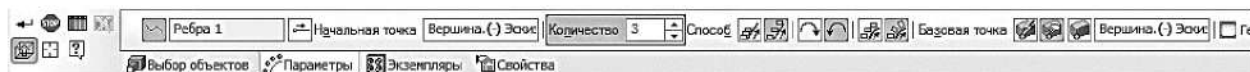


Рисунок 1.61. Панель свойств операции массив вдоль кривой

Далее на панели свойств необходимо установить следующие параметры построения массива:

- в окне **Количество** – 3;
- **Способ построения** – **Вдоль всей направляющей** .

- **Обратное направление**  (данное значение будет установлено по умолчанию);
- **Доворачивать до нормали**  (данное значение будет установлено по умолчанию).

При внесении изменений, на панели свойств, все значения параметров немедленно отображаются на экране в виде фантома модели (рисунок 1.62, а).

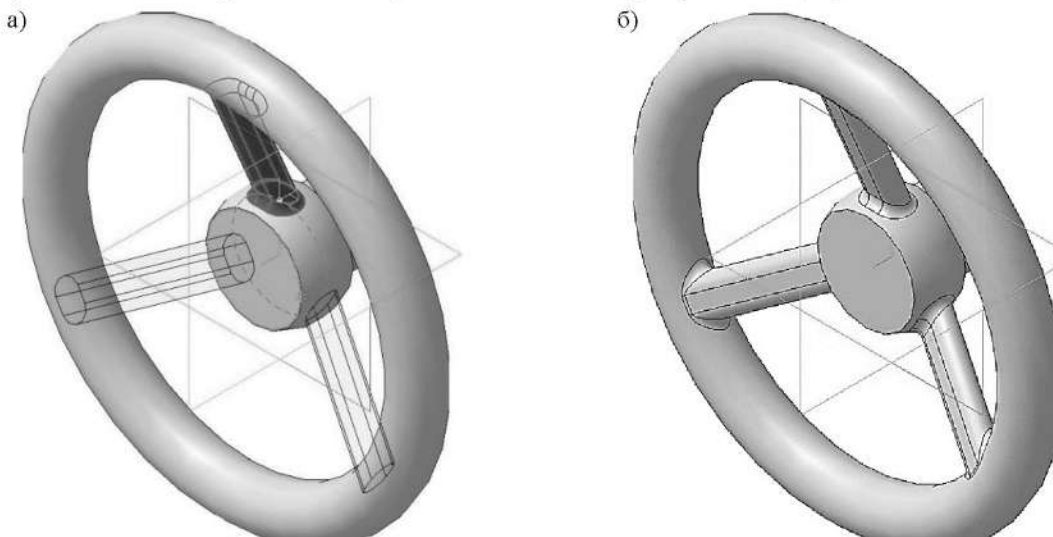





Рисунок 1.62. Операция Массив вдоль кривой:
а) фантом операции; б) конечный результат операции **Массив вдоль кривой**

Для окончательного создания объекта нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит массив (рисунок 1.62, б). В Дереве модели появится строка **Массив вдоль кривой:1**.

Для того чтобы эскиз кривой, вдоль которой строился массив (**Эскиз:5**) не отвлекали при дальнейшем построении в Дереве модели щелкните правой кнопкой по нему и в появившемся диалоговом окне выберите команду **Скрыть** .

2.7. ДОБАВЛЕНИЕ СКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ

Укажите переднюю грань основания детали (рисунок 1.63) и нажмите кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние**. Вычертите квадрат 10×10 мм, центр которого должен располагаться в начале координат, (рисунок 1.64).

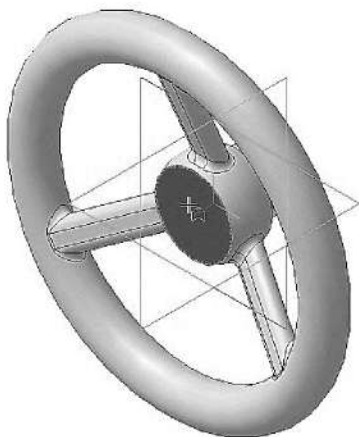


Рисунок 1.63. Выбор грани для построения в ней эскиза

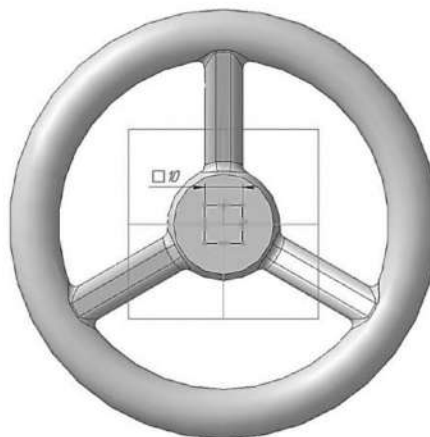


Рисунок 1.64. Построение эскиза

Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием**  на панели **Редактирование детали**.

На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- в окне **Направление** – **Прямое направление**;
- в окне **Способ** – **Через все**;
- в поле Угол 1 – 0.0 (данное значение будет установлено по умолчанию).

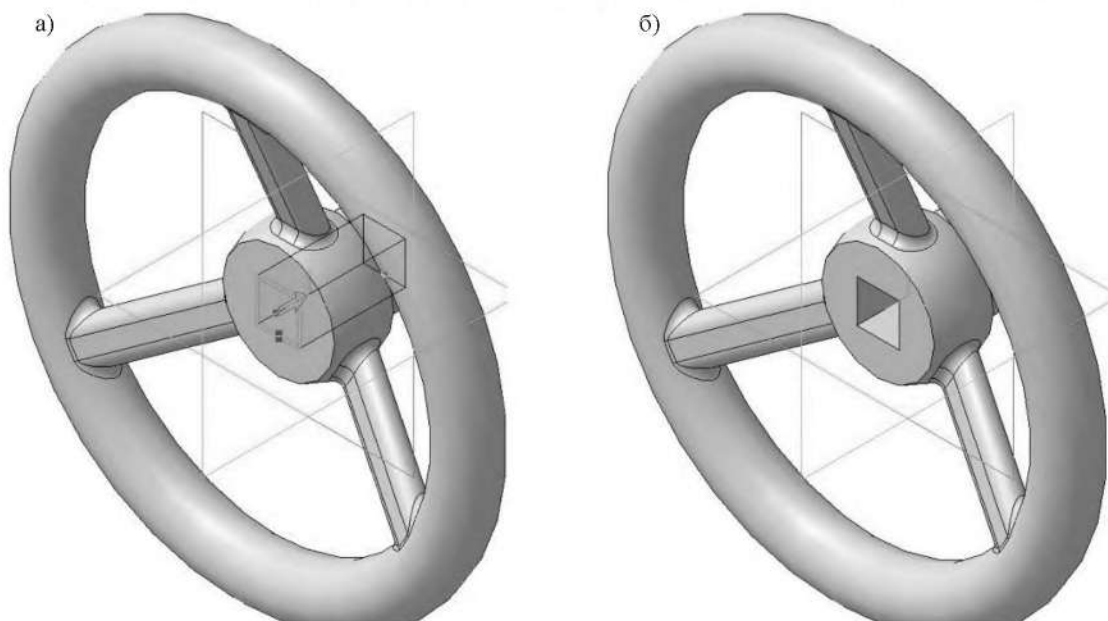



Рисунок 1.65. Операция вырезать выдавливанием:

а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат операции **Вырезать выдавливанием**

Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит сквозное отверстие в детали (рисунок 1.65 а, б). В Дереве модели появится строка **Вырезать элемент выдавливания:1**.

2.8. ДОБАВЛЕНИЕ ГЛУХОГО ОТВЕРСТИЯ

В маховике нужно построить глухое резьбовое отверстие. С помощью команды **Вырезать выдавливанием** можно построить простые цилиндрические отверстия. Специальные команды позволяют создавать отверстия более сложной формы. Далее показано, как это можно сделать с помощью базовых функций системы.

Укажите переднюю грань основания детали (рисунок 1.63) и нажмите кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**. Вычертите окружность, центр которой должен располагаться в начале координат, диаметром 20 мм (рисунок 1.66). Построенная окружность будет являться расстоянием, на котором будут располагаться центра проектируемых отверстий.

На построенной окружности поставьте точки согласно рисунок 1.66. В дальнейшем через данную точку будет проходить центр проектируемого отверстия. После нанесения точки, построенную ранее, окружность можно удалить.

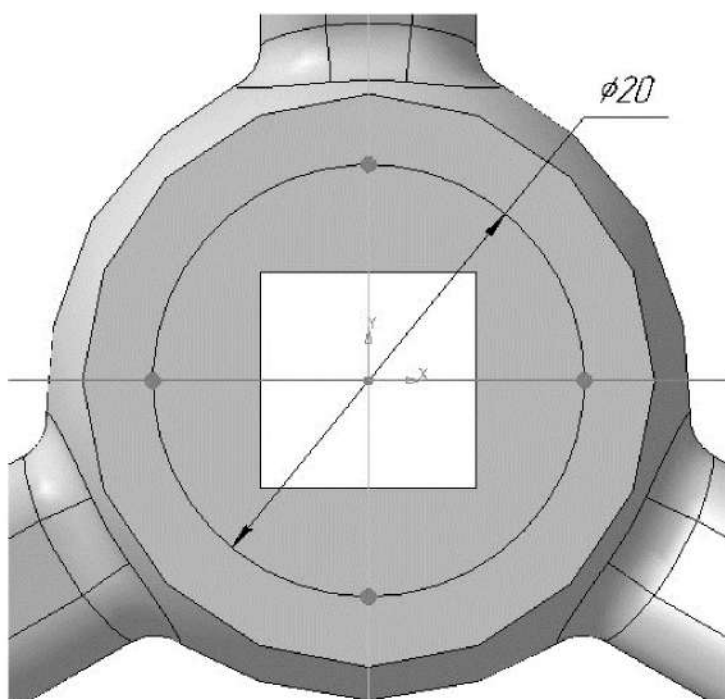


Рисунок 1.66. Построение Эскиза:6

Создайте эскиз. В Дереве модели появится строка **Эскиз:7**.

Нажмите кнопку **Отверстие с зенковкой** на панели **Редактирование детали**.

В нижней части окна появится панель свойств (рисунок 1.67). На Панели свойств появляются элементы управления общие для всех типов отверстий и характерные для выбранного типа отверстия.

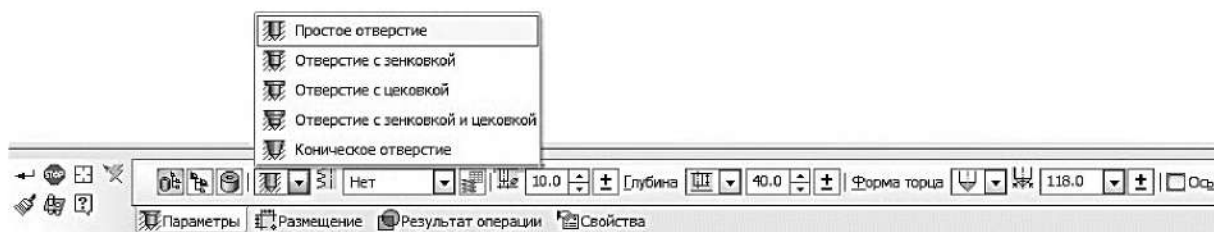


Рисунок 1.67. Панель свойств построения простого отверстия

В окне **Тип отверстия** можно выбрать форму профиля создаваемого отверстия (рисунок 1.67):










- Простое отверстие
- Отверстие с зенковкой
- Отверстие с цековкой
- Отверстие с зенковкой и цековкой
- Коническое отверстие

В процессе построения можно выбрать другой тип отверстия из списка **Тип отверстия** на Панели свойств или из контекстного меню.

Чтобы построить отверстие с зенковкой и резьбой, выполните следующие действия:

- Укажите переднюю грань основания детали (рисунок 1.64) для построения отверстия. Фантом отверстия с текущими параметрами появится в окне документа (рисунок 1.68). Центр отверстия по умолчанию располагается в точке начала координат эскиза, в котором создается отверстие. Чтобы разместить отверстие в другом месте, укажите верхнюю точку в **Эскизе:7**;

- В окне **Тип отверстия** выберите отверстие с зенковкой;

- В окне **Выберите стандарт резьбы**  укажите *Метрическая резьба с крупным шагом ГОСТ 8724-2002*;
- В окне **Номинальный диаметр резьбы**  – 3.0;
- В окне **Шаг резьбы**  – 0.50 (данное значение будет установлено по умолчанию т.к. данное значение шага является единственным для выбранного номинального диаметра);
- Нажмите кнопку **На заданную длину**  и в появившемся окне **Длина резьбы**, введите значение 5.40 мм;
- В окне **Глубина отверстия** выберите **На расстояние** ;
- В окне **Глубина отверстия** – 7.0. Глубина отверстия рассчитывается как сумма длины резьбы и недореза. Недорез для выбранного номинального диаметра соответствует 2,5 мм (см. ГОСТ 10549-80);
- В окне **Способ построения зенковки** – **По глубине и углу (h, α)**;
- В окне **Глубина зенковки**  – 0.5. Выбранное значение соответствует глубине фаски для метрической резьбы номинальным диаметром 3 мм (см. ГОСТ 10549-80);
- В окне **Угол конуса зенковки**  – 90.0 (данное значение будет установлено по умолчанию);
- В окне **Форма торца** – **Конический торец** ;
- В окне **Угол конуса торца**  – 120.0.

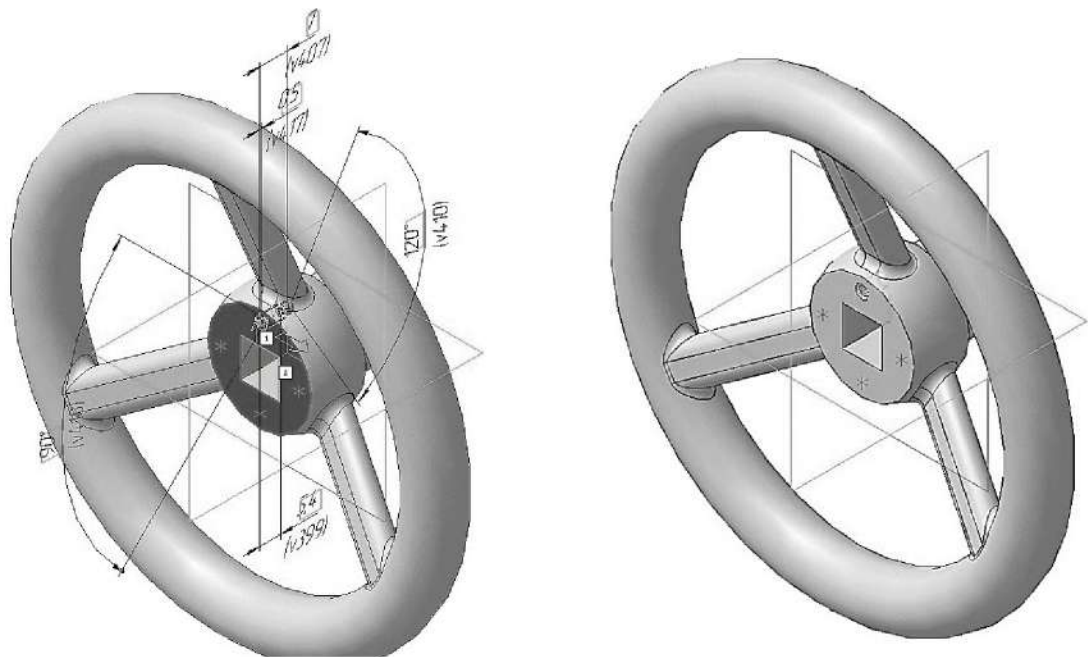






Рисунок 1.68. Построение отверстия с зенковкой и резьбой:
а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат операции

Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит глухое отверстие в детали (рисунок 1.68 а, б). В Дереве модели появится строка **Отверстие:1**.

2.9. СОЗДАНИЕ МАССИВА ПО ТОЧКАМ

Выберите вкладку **Массивы**  на панели переключений и нажмите кнопку **Массив по точкам** .

В Дереве модели укажите отверстие с зенковкой и резьбой (**Отверстие:1**).

На панели свойств, во вкладке **Параметры** (рисунок 1.69), нажмите на кнопку **Точки**  и после этого выберете, в Дереве модели, точки по которым будет строиться

массив. В нашем случае это **Эскиз:7**. При внесении изменений, на панели свойств, все значения параметров немедленно отображаются на экране в виде фантома модели (рисунок 1.70, а).



Рисунок 1.69. Панель свойств операции массив по точкам

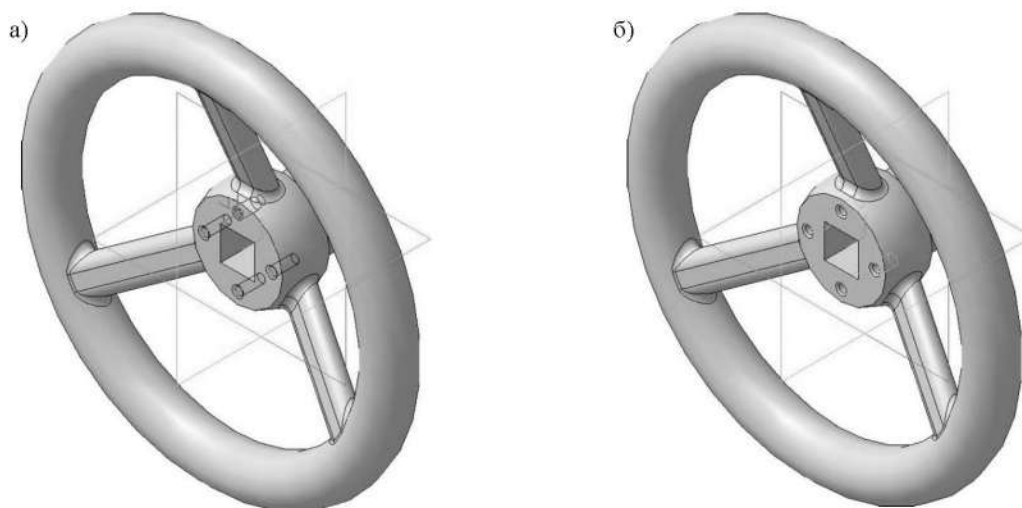




Рисунок 1.70. Операция Массив по точкам:
а) фантом операции; б) конечный результат операции **Массив по точкам**

Для окончательного создания объекта нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления – система построит массив (рисунок 1.70, б). В Дереве модели появиться строка **Массив по точкам:1**.

Для того чтобы эскиз точек по которым строился массив (**Эскиз:7**) не отвлекали при дальнейшем построении в Дереве модели щелкните правой кнопкой по нему и в появившемся диалоговом окне выберите команду **Скрыть** .


Практика 2. Создание ассоциативных чертежей

1. СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНОГО ЧЕРТЕЖА ШТУЦЕРА

Создав трехмерную модель, можно построить ее двумерный рабочий чертеж, при этом сами изображения будут ассоциативно связаны с исходной 3D-моделью. Это означает, что при изменении формы или размеров 3D-модели изменяется изображение на всех связанных с ней изображениях. Для создания ассоциативных видов, разрезов и других изображений используются команды на вкладке **Виды** (рисунок 2.1).

Создание чертежа по трехмерной модели требует определенных навыков, особенно при построении разрезов и сечений. Следует иметь в виду, что при выполнении ассоциативных чертежей система не ставит осевые и центровые линии. Эти линии пользователь должен дорисовать вручную. Кроме того, для окончательного оформления чертежа в ассоциативный чертеж требуется добавить размеры и их предельные отклонения, технические требования, шероховатость, завершить заполнение основной надписи.

Чертежу, содержащему ассоциативные виды трехмерной модели, автоматически присваиваются атрибуты (обозначение, название и материал), установленные в свойствах модели.

Для создания нового чертежа вызовите команду **Файл – Создать** или нажмите кнопку **Создать**  на панели **Стандартная**. Укажите тип создаваемого документа **Чертеж** и нажмите кнопку **ОК**. На экране появится окно нового чертежа. По умолчанию система создаст лист формата А4 вертикальной ориентации, необходимо установить формат А3 горизонтальной ориентации. Сохраните файл и присвойте документу имя.

Нажмите кнопку **Стандартный виды**  на инструментальной панели **Виды**.

Если у вас уже была открыты документы с трехмерными моделями, то после вызова команды на экране появится диалоговое окно выбора активных файлов (рисунок 2.2).

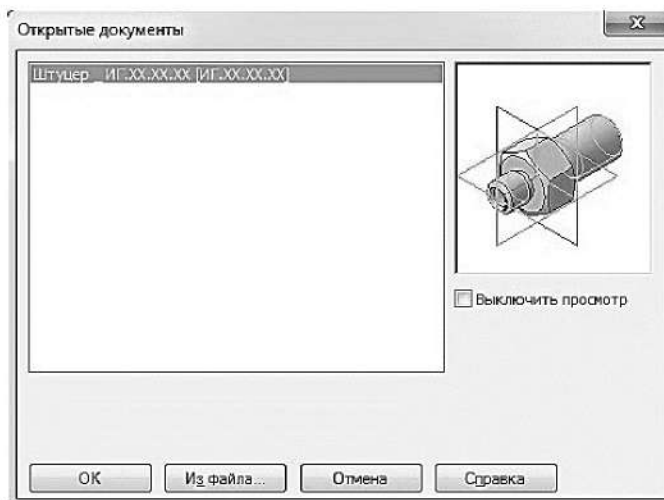


Рисунок 2.2. Диалоговое окно выбора модели

На панели свойств следует установить следующие параметры видов (рисунок 2.3):

- в окне **Ориентация главного вида** – #Справа;

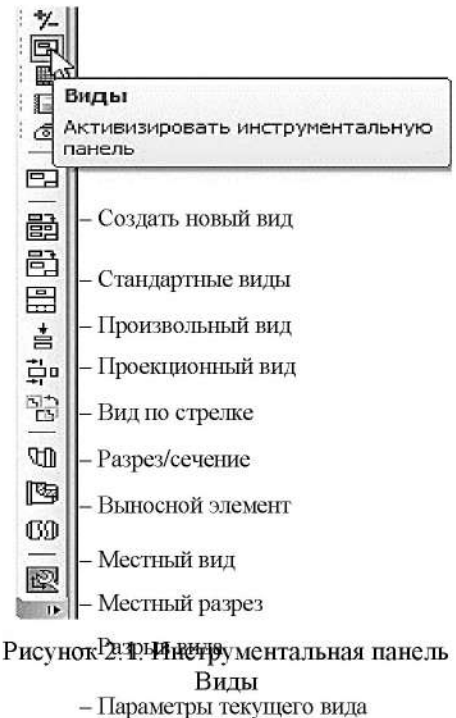


Рисунок 2.1. Инструментальная панель **Виды**

- **Схема видов** – в появившемся диалоговом окне откажитесь от создания вида снизу (щелкните левой кнопкой мыши по виду, от которого надо отказаться (рисунок 2.4));
 - В окне **Масштаб** – 2:1.
- Оставшиеся значения, на вкладке **Параметры** оставьте по умолчанию.



Рисунок 2.3. Панель свойств команды Стандартные виды

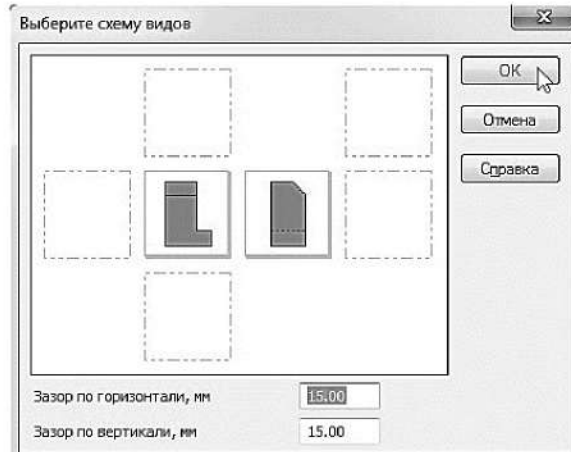


Рисунок 2.4. Диалоговое окно выбора схемы видов

На Панели свойств откройте вкладку **Линии** и включите кнопку **Показывать** в группе **Линии переходов** (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5. Отображение линий переходов

Укажите курсором положение видов на чертеже. После этого в текущий чертеж будут вставлены выбранные виды – каждое из выбранных изображений система разместит в отдельном виде, имеющем соответствующий номер и название. В основную надпись чертежа передадутся сведения из исходной модели: обозначение, наименование, масса и материал. Кроме того, система автоматически проставит значение масштаба (рисунок 2.6).

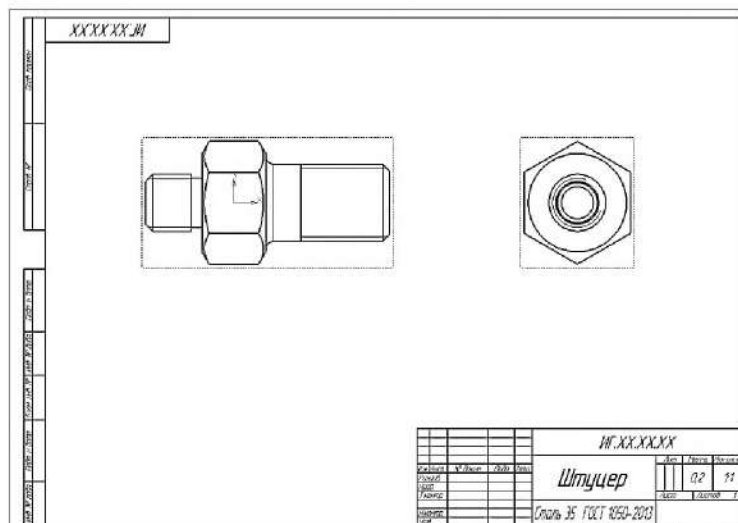


Рисунок 2.6. Ассоциативный чертеж штуцера

Чертеж модели, полученный с помощью команды Стандартные виды, нуждается в некоторой доработке, а именно в добавлении осевых линий, обозначений центров, нанесении разрезов. Кроме того, он не содержит объектов оформления: размеров, технических требований и др.

1.1. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ВИДОВ. СОЗДАНИЕ ФРОНТАЛЬНОГО РАЗРЕЗА

Установите курсор на пунктирную рамку вида Слева. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская кнопку, «перетащите» вид вправо на свободное место. Так как виды находятся в проекционной связи, этот вид можно перемещать только в горизонтальном направлении. Щелчком мыши в любом свободном месте чертежа отмените выделение вида.

При дальнейшей работе над чертежом, состоящим из нескольких видов, нужно постоянно следить за тем, чтобы их оформление проводилось в текущем виде, так чтобы все вновь создаваемые объекты располагались только в текущем виде и логически принадлежали именно ему. Если объекты, логически относящиеся к определенному виду, расположить в другом виде, это может привести к грубым ошибкам в чертеже и искажению его структуры. Только один вид чертежа может быть текущим в данный момент.

Визуально текущий вид легко отличается от фонового или погашенного тем, что объекты текущего вида отрисовываются на экране реальными стилями линий. Чтобы вид сделать текущим, необходимо выполнить двойной щелчок, левой кнопки мыши, по пунктирной рамке необходимого вида.

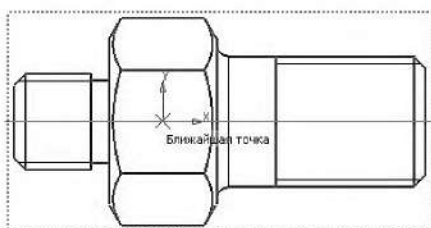


Рисунок 2.7. Построение вспомогательной горизонтальной прямой

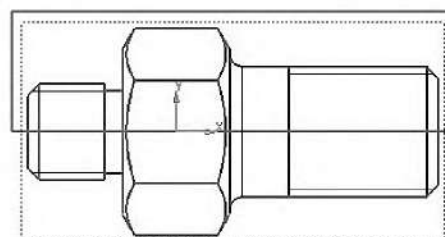


Рисунок 2.8. Положение прямоугольника на главном виде для построения фронтального разреза при помощи команды Местный разрез

Построение главного вида в соединении с фронтальным разрезом легче всего выполнить при помощи команды **Местный Разрез**.

Сделайте главный вид активным. Нажмите кнопку **Горизонтальная прямая** на Расширенной панели команд построения вспомогательных прямых. С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите центральную точку детали (рисунок 2.7). Вычертите прямоугольник, со стилем линии **Основная**, на будущем месте фронтального разреза. Линия, ограничивающая местный разрез, обязательно должна быть замкнутой.

Нажмите кнопку **Местный разрез** на инструментальной панели **Виды**. Укажите построенный прямоугольник. На виде слева укажите положение секущей плоскости местного разреза (рисунок 2.9). На Главном виде чертежа будет построен фронтальный разрез (рисунок 2.10).

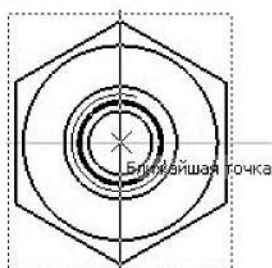


Рисунок 2.9. Указание следа секущей плоскости

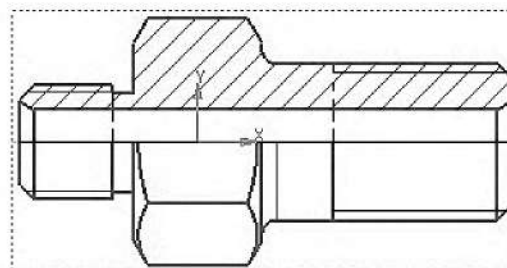


Рисунок 2.10. Главный вид штуцера в соединении с

1.2. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

После построения главного вида в соединении с фронтальным разрезом необходимо оформить чертеж в ручном режиме: нанести осевые и центровые линии, проставить размеры, внести технические требования и завершить заполнение основной надписи (рисунок 2.11).

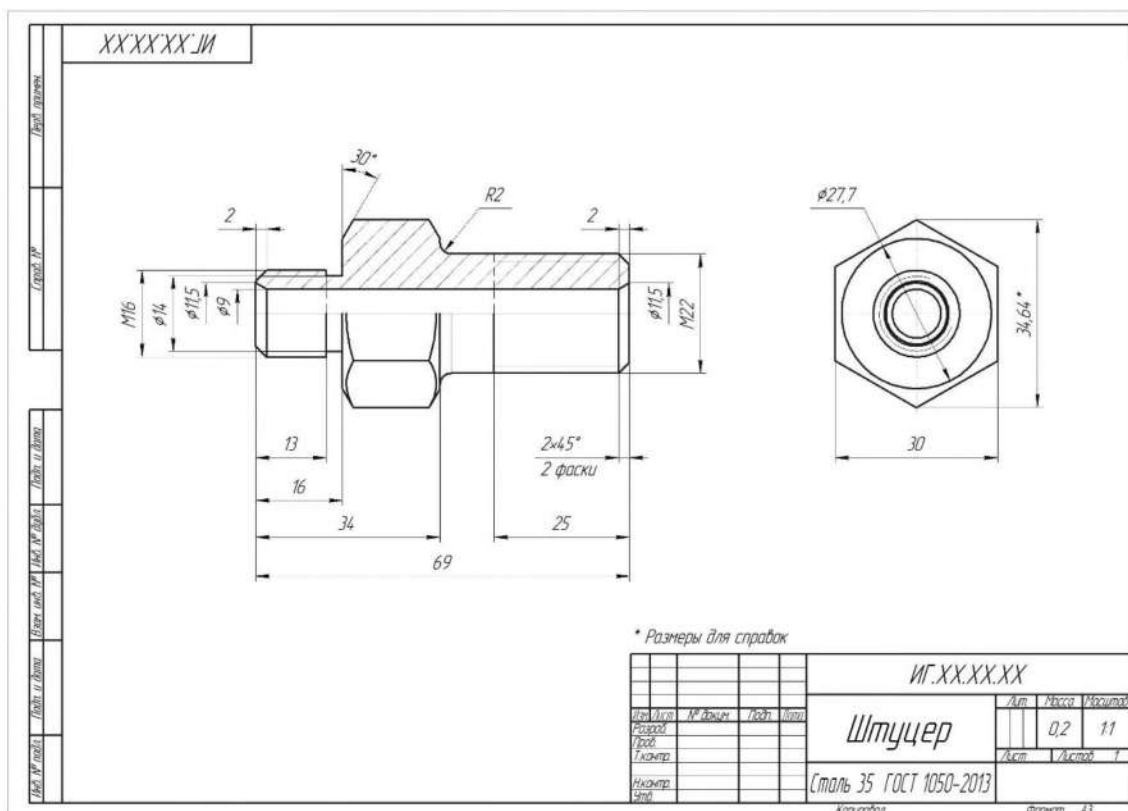



Рисунок 2.11. Рабочий чертеж Штуцера

Из главного меню вызовите команду **Вставка** → **Технические требования** → **Ввод** (рисунок 2.12).

В режиме текстового редактора введите текст технических требований: * Размеры для справок.

Для выхода из режима ввода технических требований нажмите кнопку **Закрывать** на закладке окна. Ответьте **Да** на запрос системы относительно сохранения изменений технических требований в чертеж – система вернется в режим работы с чертежом. При необходимости вызовите команду **Вставка** → **Технические требования** → **Размещение**, задайте размеры страницы технических требований и ее положение на чертеже. Для выхода из режима размещения технических требований нажмите кнопку **Прервать команду**  на Панели специального управления.

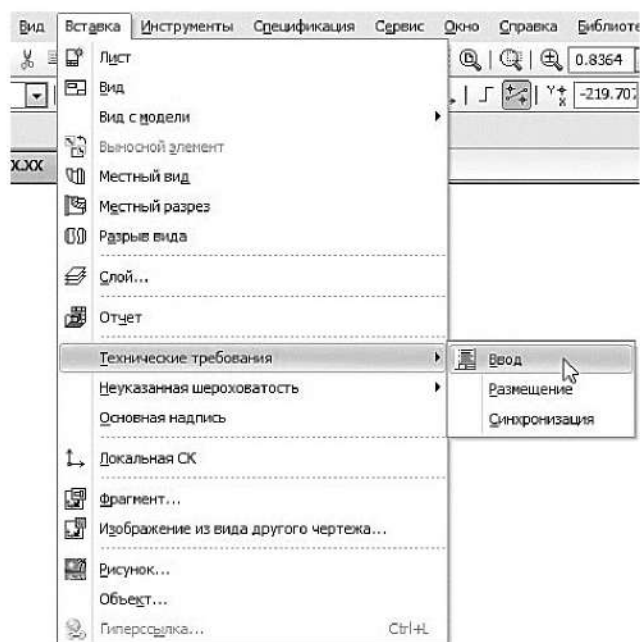



Рисунок 2.12. Ввод технических требований

2. СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНОГО ЧЕРТЕЖА МАХОВИКА

Создав трехмерную модель, можно построить ее двумерный рабочий чертеж, при этом сами изображения будут ассоциативно связаны с исходной 3D-моделью. Это означает, что при изменении формы или размеров 3D-модели изменяется изображение на всех связанных с ней изображениях. Для создания ассоциативных видов, разрезов и других изображений используются команды на вкладке **Виды** (рисунок 2.13).

Создание плоского чертежа по трехмерной модели требует определенных навыков, особенно при построении разрезов и сечений. Следует иметь в виду, что при выполнении ассоциативных чертежей система не ставит осевые и центровые линии. Эти линии пользователь должен достроить вручную. Кроме того, для окончательного оформления чертежа в ассоциативный чертеж требуется добавить размеры и их предельные отклонения, технические требования, шероховатость, завершить заполнение основной надписи.

Для создания нового чертежа вызовите команду **Файл – Создать** или нажмите кнопку **Создать**  на панели **Стандартная**. Укажите тип создаваемого документа **Чертеж** и нажмите кнопку **ОК**. На экране появится окно нового чертежа. По умолчанию система создаст лист формата А4 вертикальной ориентации, необходимо установить формат А3 горизонтальной ориентации. Сохраните файл и присвойте документу имя.

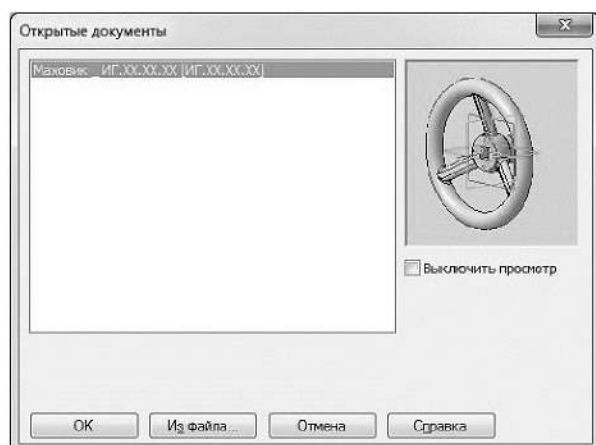


Рисунок 2.14. Диалоговое окно выбора модели

после нажатия кнопки **Стандартные виды**, если перед этим ни один документ с трехмерной моделью не был открыт. В окне чертежа появятся фантом изображений в виде габаритных прямоугольников видов.

На панели свойств следует установить следующие параметры видов (рисунок 2.15):

Создайте новый документ типа Чертеж и установите формат А3 горизонтальной ориентации.

На панели свойств установите следующие параметры видов (рис. 48):

- в окне **Ориентация главного вида** – #Справа;

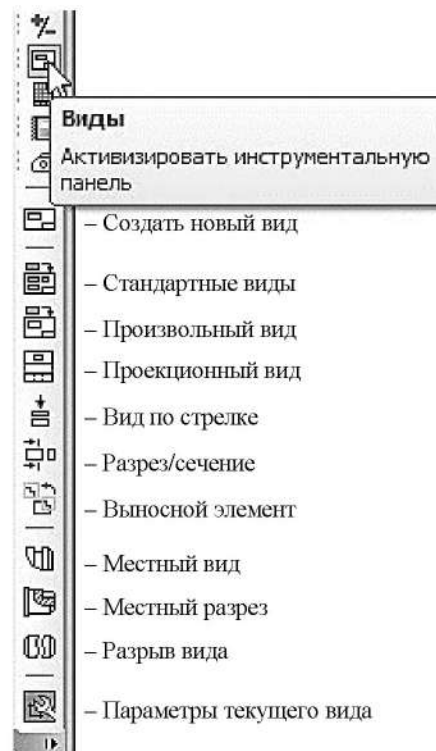



Рисунок 2.13. Инструментальная панель Виды

Нажмите кнопку **Стандартные виды**  на инструментальной панели **Виды**.

Если у вас уже была открыты документы с трехмерными моделями, то после вызова команды на экране появится диалоговое окно выбора активных файлов (рисунок 2.14).

Если в предложенном списке нет модели для построения ассоциативного чертежа, то следует нажать кнопку **Из файла**. Появится обычный диалог, в котором следует выбрать нужный файл с исходной 3D-моделью и нажать кнопку **Открыть**. Это диалоговое окно может появиться сразу

Чертеж модели, полученный с помощью команды Стандартные виды, нуждается в некоторой доработке, а именно в добавлении осевых линий, обозначений центров, нанесении разрезов. Кроме того, он не содержит объектов оформления: размеров, технических требований и др.

2.1. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ВИДОВ. СОЗДАНИЕ ФРОНТАЛЬНОГО РАЗРЕЗА


Установите курсор на пунктирную рамку вида Слева. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская кнопку, «перетащите» вид вправо на свободное место. Так как виды находятся в проекционной связи, этот вид можно перемещать только в горизонтальном направлении. Щелчком мыши в любом свободном месте чертежа отмените выделение вида.

При дальнейшей работе над чертежом, состоящим из нескольких видов, нужно постоянно следить за тем, чтобы их оформление проводилось в текущем виде, так чтобы все вновь создаваемые объекты располагались только в текущем виде и логически принадлежали именно ему. Если объекты, логически относящиеся к определенному виду, расположить в другом виде, это может привести к грубым ошибкам в чертеже и искажению его структуры. Только один вид чертежа может быть текущим в данный момент.

Визуально текущий вид легко отличается от фонового или погашенного тем, что объекты текущего вида отрисовываются на экране реальными стилями линий. Чтобы вид сделать текущим, необходимо выполнить двойной щелчок, левой кнопки мыши, по пунктирной рамке необходимого вида.

Построение главного фронтального разреза на месте главного вида легче всего выполнить при помощи команды **Местный Разрез**.

Вычертите прямоугольник, со стилем линии **Основная**, на будущем месте фронтального разреза (заклучите главный вид в прямоугольник (рисунок 2.19). Линия, ограничивающая местный разрез, обязательно должна быть замкнутой.

Нажмите кнопку **Местный разрез**  на инструментальной панели **Виды**. Укажите построенный прямоугольник. На виде слева укажите положение секущей плоскости местного разреза (рисунок 2.20). На Главном виде чертежа будет построен фронтальный разрез (рисунок 2.21).

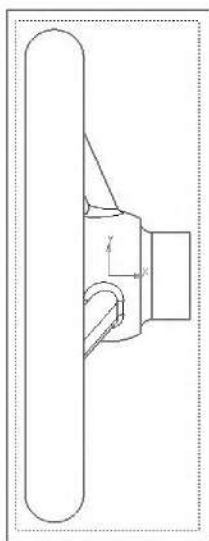


Рисунок 2.19. Ограничение вида слева прямоугольником для построения фронтального разреза при помощи команды Местный разрез

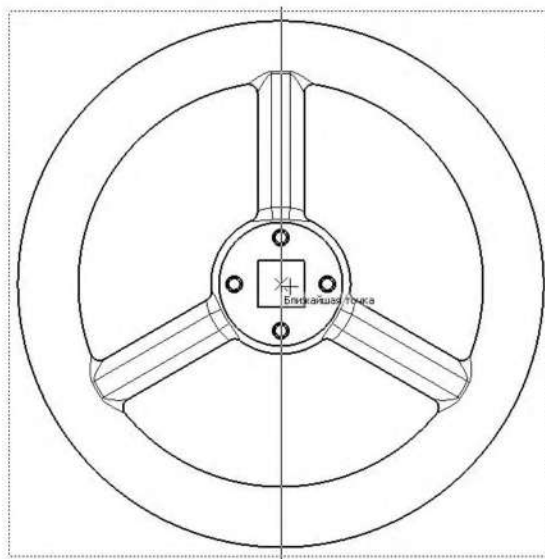


Рисунок 2.20. Указание следа секущей плоскости для построения фронтального разреза

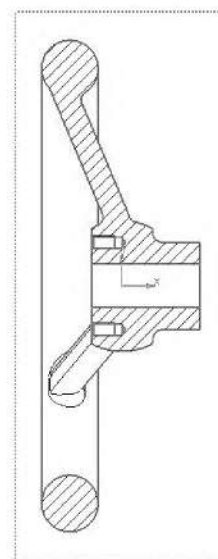





Рисунок 2.21. Фронтальный разрез маховика


2.2. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

После построения фронтального разреза необходимо оформить чертеж в ручном режиме: нанести осевые и центровые линии, построить вынесенное сечение спицы маховика, проставить размеры, внести технические требования и завершить заполнение основной надписи.

Выполните изображение вынесенного сечения спицы маховика. Для этого проконтролируйте, чтобы главный вид был текущим. При помощи команды **Перпендикулярная прямая**  на странице **Геометрия** проведите вспомогательную прямую перпендикулярно кромке спицы в том месте, где планируется вынесенное сечение. Затем на панели переключения нажмите кнопку **Обозначения**  и, привязавшись к вспомогательной прямой, командой **Линия разреза**  задайте след секущей плоскости (рисунок 2.22).

Сразу после установки следа секущей плоскости автоматически запускается команда создания нового вида, обозначение которого будет ассоциативно связано с созданной линией разреза/сечения. На экране появится фантом габаритного прямоугольника разреза или сечения, который располагается в проекционной связи со своим опорным видом, что ограничивает возможность его перемещения. На панели свойств можно настроить элементы строящегося изображения.

На панели свойств установите следующие параметры сечения:

- на вкладке **Параметры** отключите ограничения в расположении сечения, нажав кнопку **Проекционная связь** ;

- нажмите кнопку **Сечение**  модели для формирования изображения, которое находится только в секущей плоскости.

Щелкните в любом месте окна документа (как можно ближе к месту разреза), и система отрисует сечение А-А (рисунок 2.23). Удалите вспомогательную прямую.

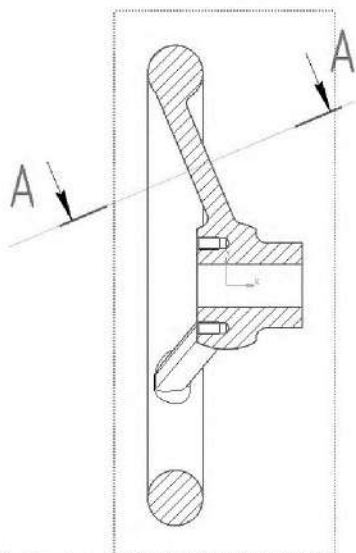


Рисунок 2.22. задание секущей плоскости А-А вынесенного сечения

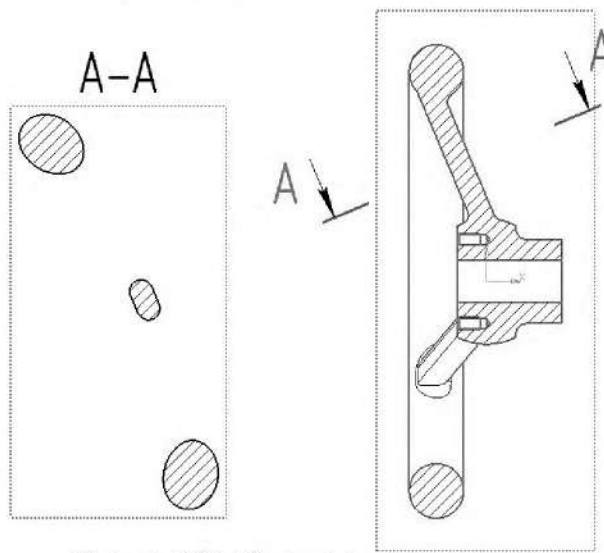



Рисунок 2.23. Сечение спицы маховика

Создайте выносной элемент отверстия. Для этого проконтролируйте, чтобы главный вид был текущим. Нажмите кнопку **Выносной**  элемент на инструментальной панели **Обозначения**. Постройте обозначение выносного элемента. Для этого укажите центральную точку 1 контура выносного элемента, затем точку 2 на контуре и точку 3 начала полки. После этого система перейдет в режим автоматического построения выносного вида.

На Панели свойств раскройте список поля **Масштаб** и укажите масштаб увеличения 4:1 (рисунок 2.24).



Рисунок 2.24. Панель свойств команды Выносной элемент

Откройте вкладку **Надпись вида**. Включите опцию **Масштаб** для автоматического формирования текстовой ссылки на масштаб вида в его заголовке (рисунок 2.25).

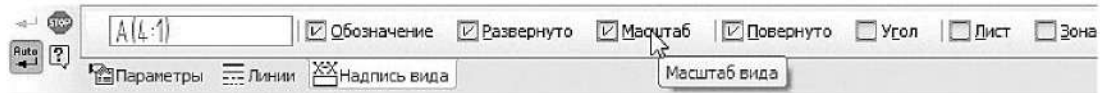


Рисунок 2.25. Включение опции Масштаб

Щелкните в любом месте окна документа, и система автоматически отрисует выносной элемент (рисунок 2.26).

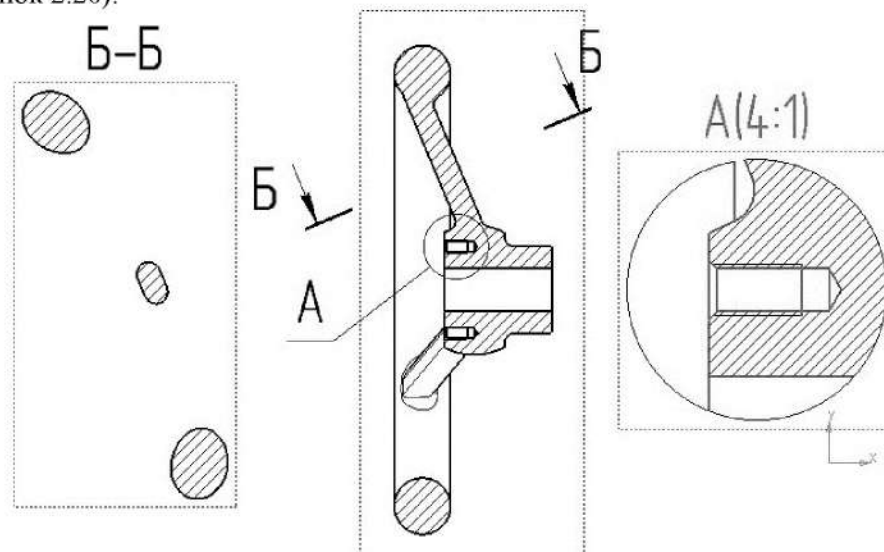


Рисунок 2.26. Выносной элемент

Обратите внимание на то, как изменился заголовок сечения и его буквенное обозначение на Главном виде. Это результат работы режима автоматической сортировки.

Автосортировка буквенных обозначений позволяет автоматически упорядочивать буквы, используемые в следующих обозначениях: стрелки взгляда, выносные элементы, линии разреза/сечения, базы. Для настройки автосортировки выполните команду **Сервис** → **Параметры**. На вкладке **Текущий чертёж** окна **Параметры** откройте «ветви» **Обозначения для машиностроения** → **Автосортировка**.

Построенный чертёж имеет некоторые отступления от требований ЕСКД, устранить которые в существующих изображениях невозможно – они находятся в ассоциативной связи с моделью и недоступны для редактирования. Несмотря на некоторое несоответствие ЕСКД, основным преимуществом созданного чертежа является то, что он ассоциативно связан с исходной 3D-моделью, и при модернизации модели автоматически изменятся изображения на всех связанных с ней видах.

Отметим следующие нарушения стандарта при создании чертежа:

- в соответствии с ГОСТом 2.305-2008 тонкие стенки типа ребер жесткости, спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес и другие показываются незаштрихованными в том случае, если секущая плоскость проходит вдоль оси или длинной стороны такого элемента;

- вынесенное сечение имеет лишние элементы.

Для соответствия чертежа требованиям ЕСКД необходимо разрушить ассоциативную связь и отредактировать чертёж «вручную». При этом виды из ассоциативных превратятся в обычные виды чертежа КОМПАСа, состоящие из набора

геометрических примитивов – отрезков прямых, окружностей, дуг и др. Эти элементы в разрушенных видах могут быть отредактированы любым способом – удалены, сдвинуты, масштабированы. При разрушении видов уничтожаются и ранее установленные системой проекционные связи между изображениями ассоциативного чертежа.

Рекомендуется ассоциативные виды разрушить по окончании работы над ними, когда связь с моделью уже не существенна. Перед разрушением ассоциативного чертежа целесообразно сохранить его под другим именем. Тогда у вас будет два документа, содержащих рабочий чертеж одной и той же детали. В первом связи с исходной 3D-моделью останутся ненарушенными, а во втором – связи разрушены и чертеж отредактирован в полном соответствии с ЕСКД. Это позволит в будущем при модернизации модели опять воспользоваться ассоциативным чертежом. Его можно будет снова сохранить под другим именем, разрушить и привести к нормам стандарта.

Для разрушения главного вида сделайте его активным. Щелкните правой кнопкой мыши по главному виду и в появившемся диалоговом окне (рисунок 2.27) выберите команду **Разрушить вид**. Также можно разрушить вид с помощью Контекстной панели (рисунок 2.28).

Разрушите вынесенное сечение спицы маховика и удалите лишние элементы (рисунок 2.29)

Полученный таким образом чертеж необходимо оформить в ручном режиме: нанести осевые и центровые линии, проставить размеры – и завершить заполнение основной надписи (рисунок 2.29).

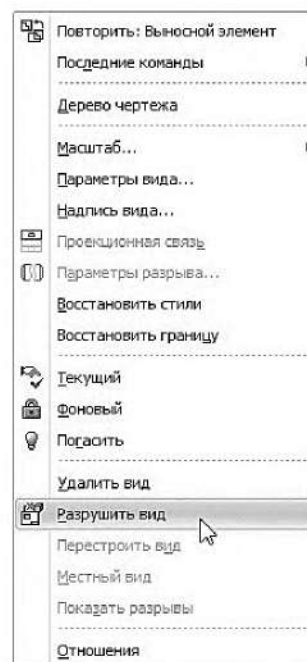


Рисунок 2.27. Разрушение вида

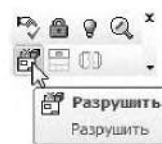


Рисунок 2.28. Разрушение вида через Контекстную панель

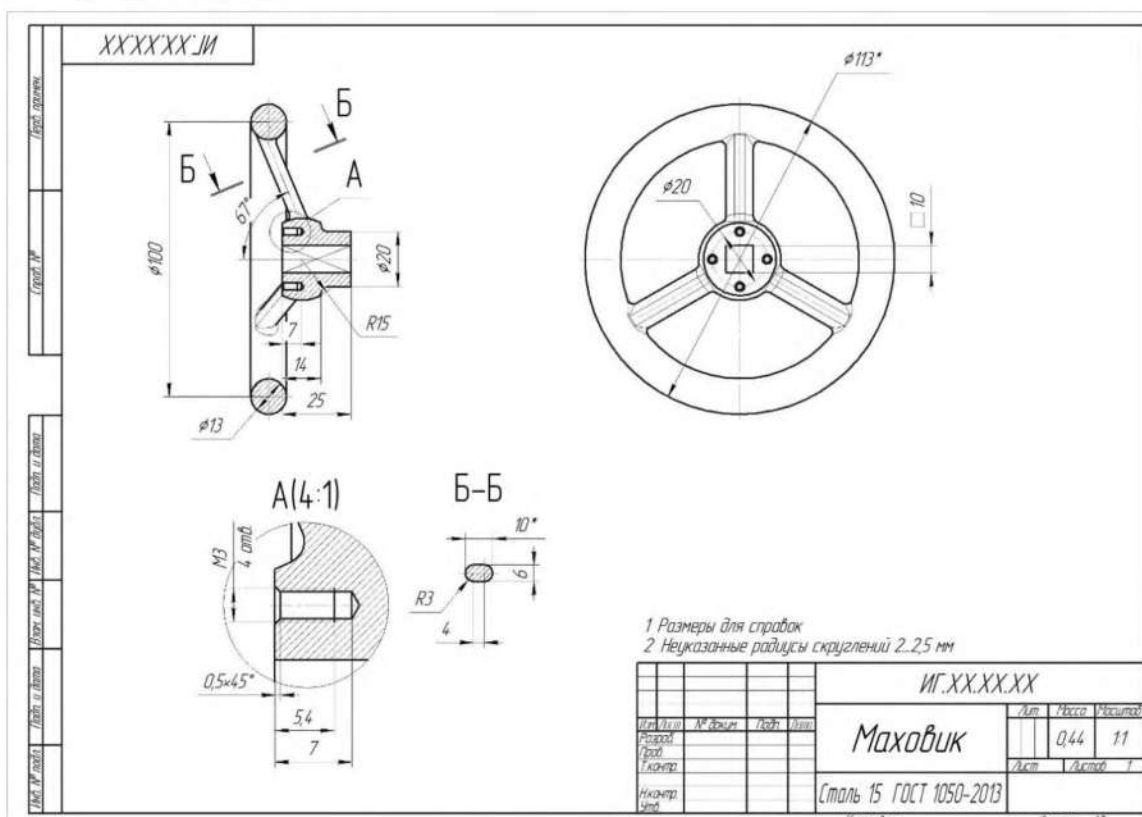


Рисунок 2.29. Рабочий чертеж Маховика

Практика 3. Создание сборочных моделей сложных объектов

Сборка в Компас-3D – трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий, а также информацию о взаимном положении этих компонентов и зависимостях между параметрами их элементов.

В процессе создания сборок задается состав сборки, вносятся в нее новые компоненты или удаляются существующие. Модели компонентов сохраняются непосредственно на диске компьютера, а в файле сборки хранятся ссылки на эти компоненты. Пользователь может указать взаимное положение компонентов сборки, задав параметрические связи между их гранями, ребрами и вершинами. Эти параметрические связи называются сопряжениями.

В сборке можно выполнить формообразующие операции, имитирующие обработку изделия в сборе (например, создать отверстие, проходящее через все компоненты сборки и отсечь часть сборки плоскостью).

Существует три основных подхода в создании сборок:

1. Проектирование «снизу-вверх».
2. Проектирование «сверху-вниз».
3. Смешанный тип проектирования.

Проектирование «снизу-вверх». При этом подходе проектирования каждый компонент сборки создается отдельно. Затем все созданные компоненты загружаются в сборку и им накладываются соответствующие связи (сопряжения). Данный вид сборки целесообразно применять при небольшом количестве компонентов. Практически во всех сборках, формы и размеры сопрягаемых деталей связаны между собой и поэтому при проектировании каждой детали требуется точно определить и запомнить размеры и формы компонентов, их расположение и т.д.

Проектирование «сверху-вниз». Проектирование отдельных компонентов происходит непосредственно в файле сборки. При этом первый компонент моделируется в обычном порядке, а при моделировании последующих компонентов используются существующие. Например, эскиз основания новой детали создается на грани существующей и точно повторяет ее контур. При этом автоматически возникают ассоциативные связи, позволяющие изменяться одному компоненту в зависимости от изменений в другом компоненте. Такой способ проектирования удобен в связи с тем, что не требуется запоминать размеры и топологию взаимосвязанных деталей, также ускоряется процесс проектирования ввиду отсутствия постоянного переключения между рабочими окнами.

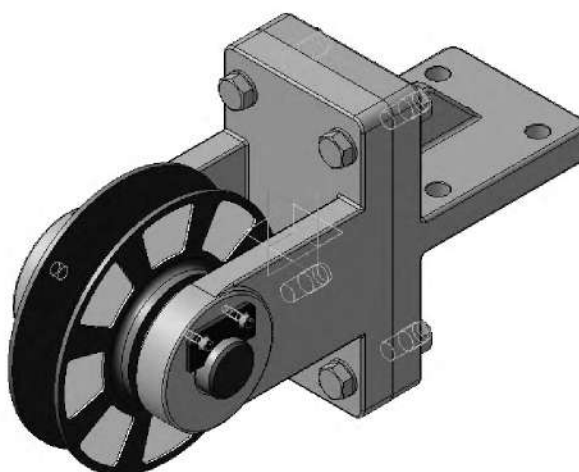


Рисунок 3.1. Блок направляющий

Смешанный подход проектирования. Данный подход проектирования наиболее распространен в практике и сочетает в себе приемы проектирования «снизу-вверх» и «сверху-вниз». При таком проектировании часть деталей добавляется в сборку в виде отдельных компонентов, на них накладываются соответствующие связи, а часть элементов разрабатывается уже на месте с учетом расположения отдельно разработанных компонентов.

При создании данной сборки используются тип «Снизу-вверх» с размещением компонентов и «Сверху-вниз» в контексте сборки.

Изделие «**Блок направляющий**» (рисунок 3.1) состоит из одной сборочной единицы «Ролик», четырех деталей и нескольких стандартных изделий.

1. СОЗДАНИЕ СБОРОЧНОЕ ЕДИНИЦЫ «РОЛИК»

Сборочная единица состоит из двух деталей: «Ролик» и «Втулка». Сборка создается подходом «Снизу-вверх» с размещением компонентов (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2. Ролик

Самостоятельно создайте детали «Ролик» и «Втулка». Обязательно при создании детали укажите свойства модели: наименование детали, обозначение и материал из которого будет изготовлена деталь.

1.1 ВВОД СВОЙСТВ МОДЕЛИ

1.1.1 Для входа в режим определения свойств детали нажмите правой кнопкой мыши в любом пустом месте окна модели. Из контекстного меню выполните команду **Свойства модели** (рисунок 3.3).

1.1.2 На Панели свойств выберите поле **Обозначение** и введите туда обозначение документа по ГОСТ 2.201-80 (например, **КГ.01.01.01**) (рисунок 3.4).

1.1.3 В поле **Наименование** введите название детали (например, «Ролик») (рисунок 3.4).

1.1.4 Раскройте список **Цвет** и выберите цвет детали (рисунок 3.4).

1.1.5 Выбор материала.

1.1.6 Для определения материала, из которого изготовлена деталь, откройте вкладку **Параметры МЦХ**.

1.1.7 На панели **Материал** нажмите кнопку **Выбрать материал из справочника**



1.1.8 Из появившегося меню вызовите команду **Выбрать материал....** (рисунок 3.5).

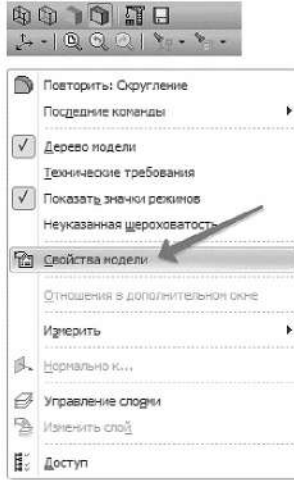
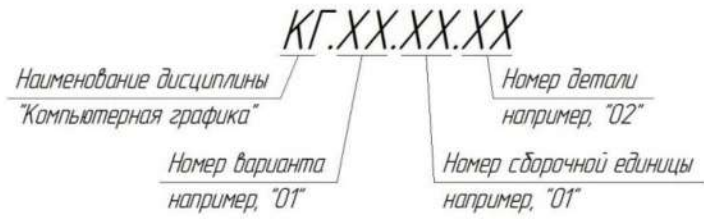


Рисунок 3.3. Окно «Свойства модели»

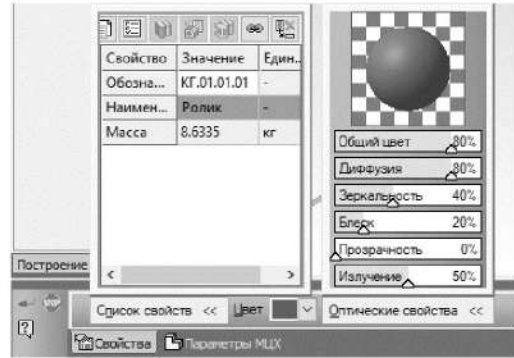


Рисунок 3.4. Свойства модели

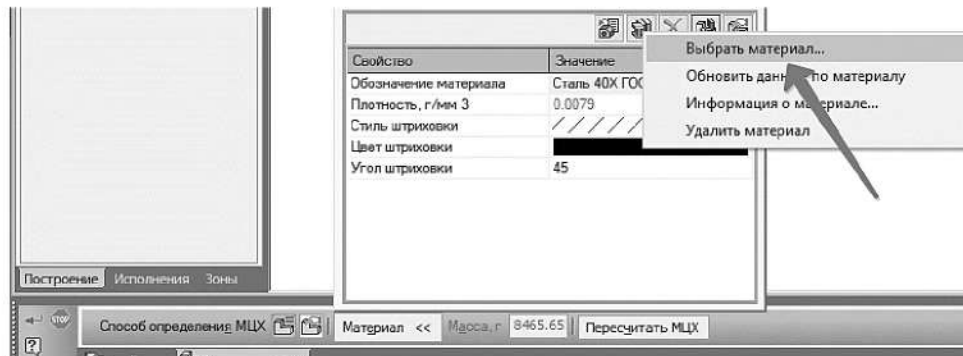


Рисунок 3.5. Выбор материала

1.1.9 В окне **Выбор объекта** нажмите кнопку **Добавить объект из справочника** (рисунок 1.6).

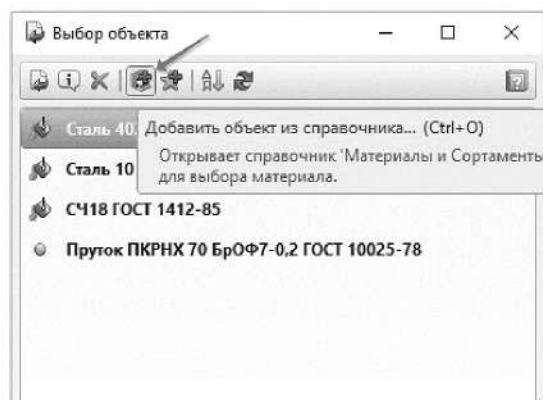


Рисунок 3.6. Выбор материала

На экране откроется окно Библиотека **Материалы и Сортаменты** (рисунок 3.7).

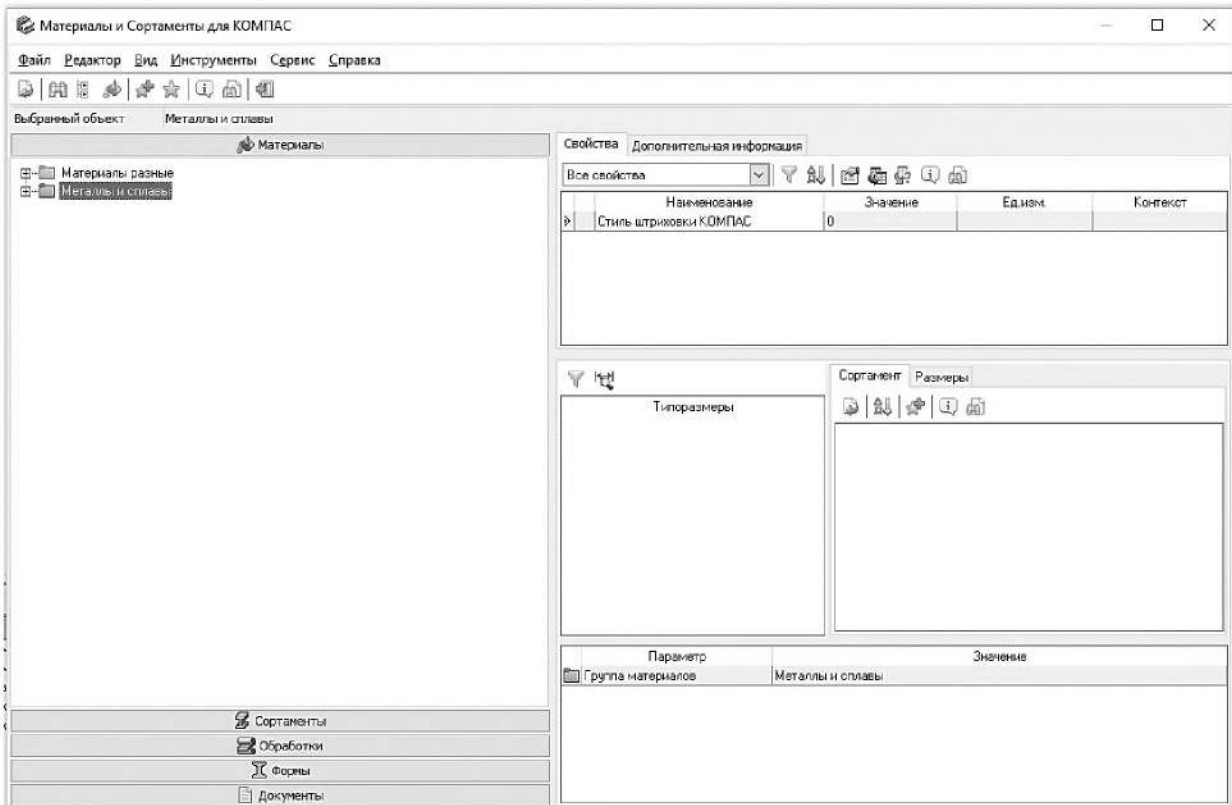


Рисунок 3.7. Выбор материала

1.1.10 На **Панели выбора** (в левой части окна) последовательно откройте «ветви» **Металлы и сплавы – Металлы черные – Стали – Стали легированные** (рисунок 3.8).

1.1.11 Далее найдите нужную сталь (например, Сталь 40X ГОСТ 4543-71) и укажите ее правой кнопкой мыши и в появившемся меню выбрать «**Выбрать**» (рисунок 3.9).

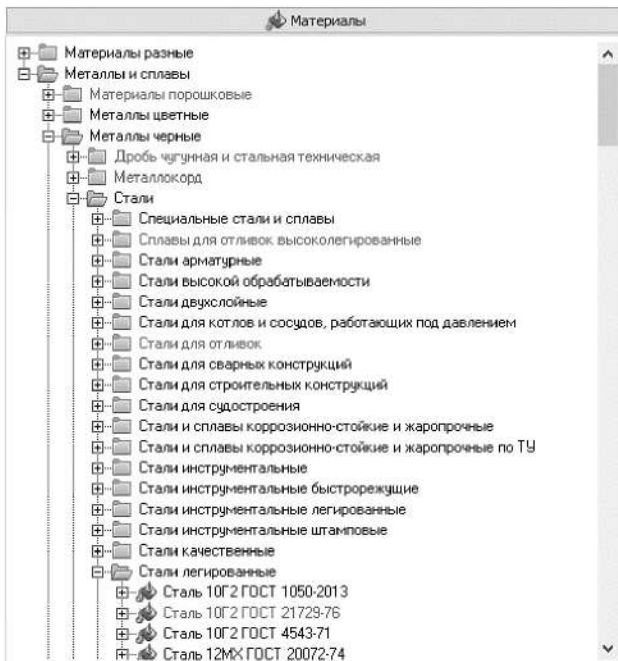


Рисунок 3.8. Выбор материала

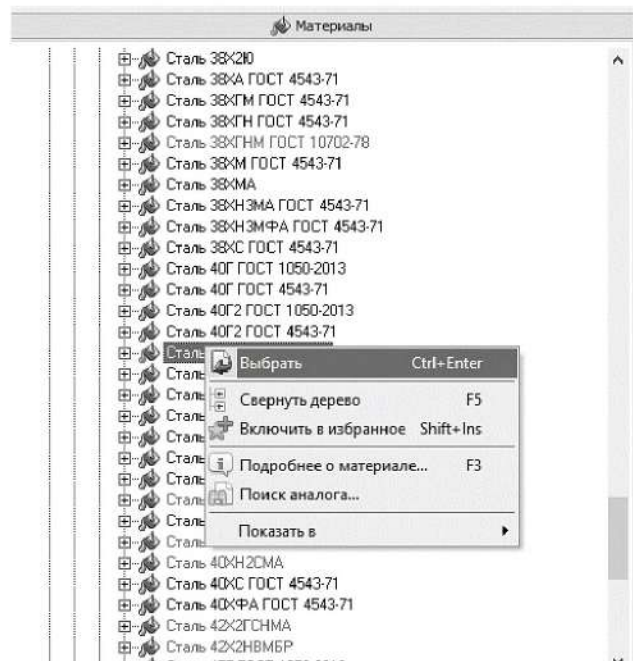


Рисунок 3.9. Выбор материала

Окно **Библиотека Материалы и Сортаменты** закроется, обозначение выбранного сортамента будет скопировано на панель **Материал** Панели свойств (рисунок 3.10).

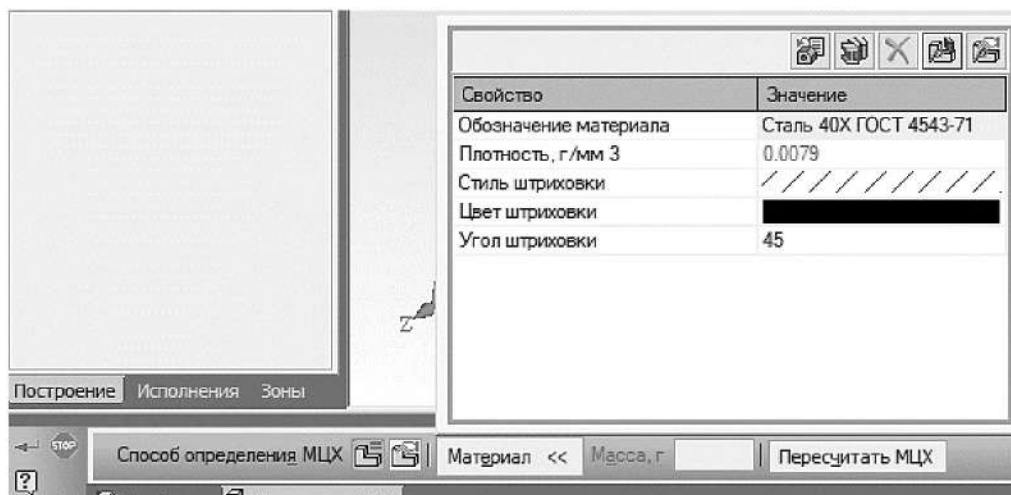



Рисунок 3.10. Свойства детали

1.1.12 Для выхода из режима определения свойств детали нажмите кнопку **Создать объект** .

Аналогичные действия произвести со всеми деталями сборки. Материал, наименование и обозначение детали выбрать в соответствии с чертежами Приложения.

1.2 СОЗДАНИЕ ФАЙЛА СБОРКИ

1.2.1 Нажмите кнопку **Создать**  на панели **Стандартная**.

1.2.2 Укажите тип создаваемого документа – **Сборка** и нажмите кнопку **ОК** (рисунок 3.11). На экране появится окно новой сборки.

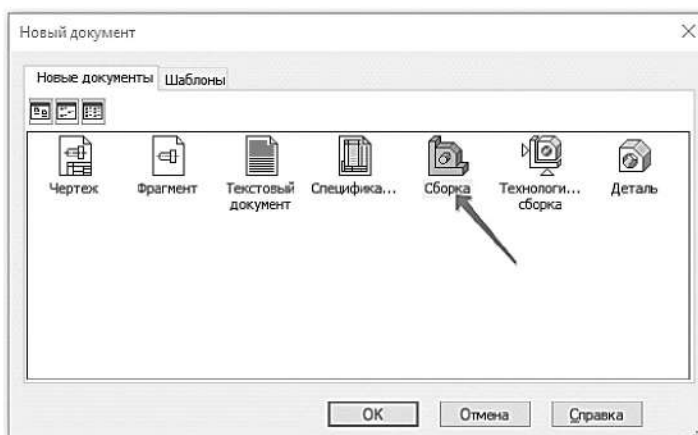


Рисунок 3.11. Создание файла сборки

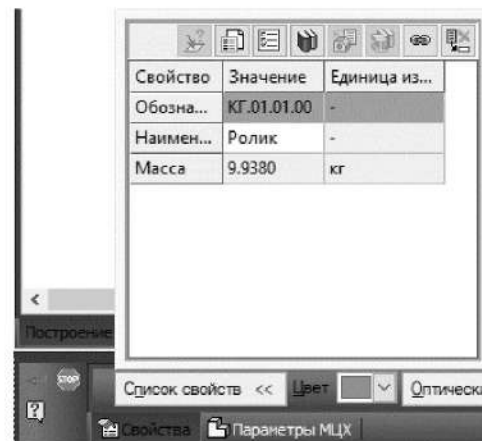




Рисунок 3.12. Свойства модели

1.2.3 Войдите в режим определения свойств сборки. Для этого нажмите правой кнопкой мыши в пустом месте окна модели и вызовите из контекстного меню команду **Свойства модели**.



1.2.4 Введите обозначение сборки (например «КГ.01.01.00») и ее наименование (например, «Ролик»).

1.2.5 Для выхода из режима определения свойств сборки нажмите кнопку **Создать объект**  (рисунок 3.12).

1.2.6 Установите для модели стандартную ориентацию **Изометрия XYZ**.

1.2.7 Сохраните сборку на диске .

1.3 ДОБАВЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ФАЙЛОВ


1.3.1 Чтобы добавить в сборку компонент, уже имеющийся на диске в виде файла, нажмите кнопку **Добавить из файла**  на панели **Редактирование сборки** .

1.3.2 В диалоге открытия файлов, укажите деталь «Ролик» и нажмите кнопку **Открыть**.

Примечание: Обычно в качестве первого выбирают тот компонент сборки, к которому удобнее добавлять все прочие компоненты. Часто процесс создания сборки повторяет реальные сборочные операции. Здесь в «Ролик» необходимо вставить «Втулку».

На экране появится фантом указанного компонента, который можно перемещать в окне сборки.

1.3.3 Укажите точку начала координат сборки. Курсор должен находиться в режиме указания начала координат (рисунок 3.13).

1.3.4 Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления.

Примечание: Первый компонент автоматически фиксируется в сборке в том положении, в котором он был вставлен. Признаком фиксации элемента служат символы (ф) слева от имени компонента в **Дереве модели**. Зафиксированный компонент не может быть перемещен или повернут в системе координат сборки. Фиксацию компонентов можно отключать и включать с помощью команд из контекстного меню (рисунок 3.14).



Рисунок 3.13. Добавление компонента «Ролик»

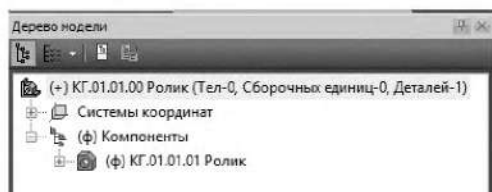


Рисунок 3.14. Дерево модели

Хотя бы один из компонентов сборки обязательно должен быть зафиксирован. Это позволит правильно определить положение всех остальных компонентов.


1.3.5 Добавьте в сборку деталь «Втулка» . Поместите ее рядом с Роликом. В этот момент достаточно указать ее произвольное положение (рисунок 3.15).





Рисунок 3.15. Добавление компонента «Втулка»

1.4. СОПРЯЖЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ


После предварительного размещения компонента можно приступить к заданию его точного положения в сборке. Это достигается за счет формирования сопряжений между компонентами.

Сопряжение – параметрическая связь между гранями, ребрами, вершинами, плоскостями или осями разных компонентов сборки. Для того чтобы определить положение детали Втулка, нужно задать два сопряжения.

1.4.1 Нажмите кнопку **Соосность**  на инструментальной панели **Сопряжения** .

1.4.2 Укажите цилиндрические поверхности или оси на «Ролике» и «Втулке» (рисунок 3.16).

Положение детали «Ролик» фиксировано в пространстве сборки. Деталь «Втулка» развернется так, что указанные поверхности станут соосны (рисунок 3.17).

1.4.3 Нажмите кнопку **Совпадение объектов**  и укажите кольцевые грани на «Ролике» и «Втулке» (рисунок 3.18).

После этого деталь «Втулка» займет точное положение в сборке (рисунок 3.19).



Рисунок 3.16. Добавление сопряжения «Соосность»



Рисунок 3.17. Соосность «Втулки» и «Ролика»



Рисунок 3.18. Добавление сопряжения «Совпадение объектов»



Рисунок 3.19. Совпадение объектов «Втулка» и «Ролик»

1.4.4 Нажмите кнопку **Прервать команду** .

1.4.5 Нажмите кнопку **Сохранить**  на панели **Стандартная**.

Примечание: Все сопряжения сохраняются в Дереве модели на «ветви» Сопряжения. При необходимости их можно отредактировать, исключить из расчета или удалить.

2. СОЗДАНИЕ СБОРКИ ИЗДЕЛИЯ

Создание сборки происходит подходом «Снизу-вверх» с размещением компонентов. Сборка состоит из деталей, созданных отдельно по чертежам, указанным в Приложении, а также ранее созданной сборочной единице «Ролик» (рисунок 3.20).

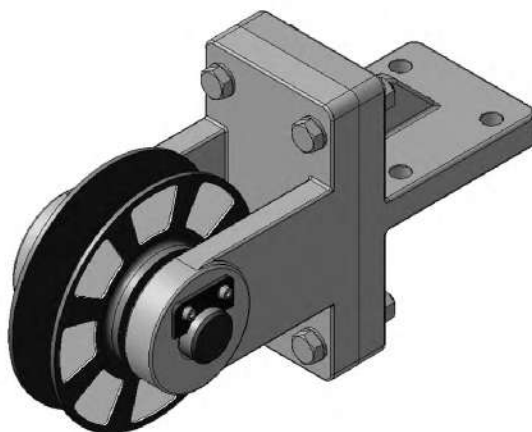


Рисунок 3.20. Сборочная модель «Блок направляющий»

2.1 СОЗДАНИЕ ФАЙЛА СБОРКИ. ДОБАВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ «ВИЛКА»

2.1.1 Создайте новый файл сборки .

2.1.2 Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.

2.1.3 В режиме определения свойств сборки задайте ее обозначение (например, **КГ.01.00.00**) и наименование (например, «**Блок направляющий**»).

2.1.4 Сохраните сборку на диске, указав имя (например, «**Блок направляющий_КГ.01.00.00**»).

2.2 ДОБАВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ «ВИЛКА»

2.2.1 Нажмите кнопку **Добавить из файла** .

2.2.2 В диалоге открытые документы (при необходимости открыть документы путем нажатия на кнопку Из файла и указав путь нахождения файла) укажите деталь КГ.01.00.01. «**Вилка**» и нажмите кнопку **ОК** (рисунок 3.21).

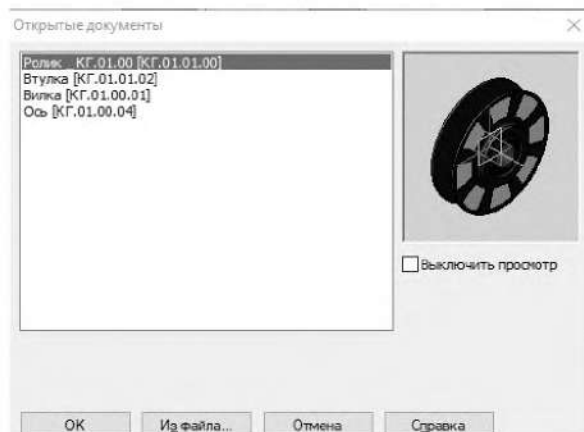


Рисунок 3.21. Добавление детали «Вилка»

2.2.3 Укажите точку начала координат сборки .

2.2.4 Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления (рис. 22).

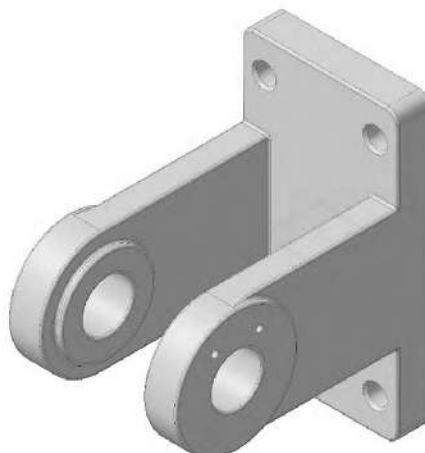




Рис. 22. Деталь «Вилка»

2.3 РАЗМЕЩЕНИЕ ПО СОПРЯЖЕНИЯМ. ДОБАВЛЕНИЕ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ «РОЛИК»

2.3.1 Нажмите кнопку **Добавить из файла** .

2.3.2 В диалоге **Открытые документы** укажите сборочную единицу **КГ.01.01.00 «Ролик»** и нажмите кнопку ОК.

2.3.3 На Панели свойств нажмите кнопку **По сопряжениям**  (рисунок 3.23).

2.3.4 В группе **Выбор сопряжения** на Панели свойств нажмите кнопку **Соосность**  (рисунок 3.24).

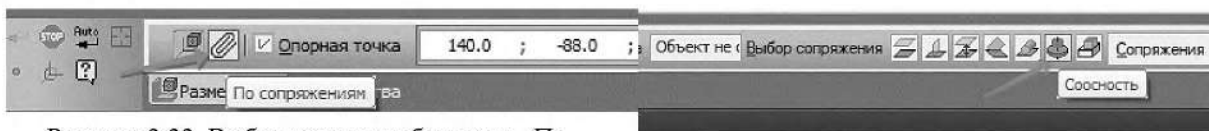


Рисунок 3.23. Выбор режима добавления «По сопряжениям»

Рисунок 3.24. Добавление сопряжений «Соосность»

2.3.5 В **Дополнительном окне** укажите цилиндрическую поверхность Втулки (рисунок 3.25).



Рисунок 3.25. Указание элемента соосности в сборочной единице «Ролик»

2.3.6 В Окне модели укажите цилиндрическую поверхность Вилки (рисунок 3.26).

Ролик нужно расположить точно между проушинами *Вилки*. Для этого нужно совместить их системные плоскости.

2.3.7 В группе **Выбор сопряжения** на Панели свойств нажмите кнопку **Совпадение объектов** .

2.3.8 В Дереве модели сборки *Блок направляющий* укажите **Плоскость ZY** (рисунок 3.27).

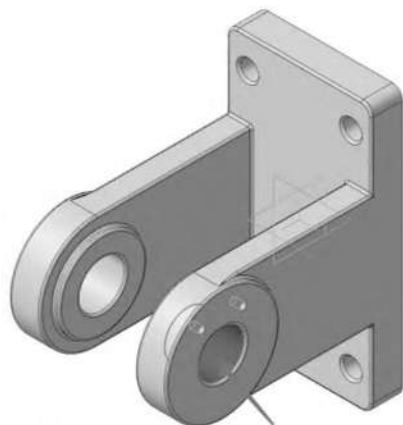


Рисунок 3.26. Указание элемента соосности в детали «Вилка»

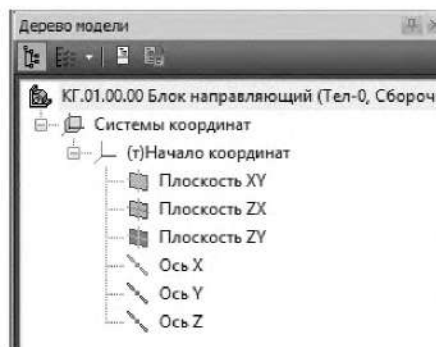


Рисунок 3.27. Выбор плоскости сопряжения «Блока направляющего»

2.3.9 Такую же плоскость укажите в Дереве модели сборочной единицы *Ролик* в Дополнительном окне (рисунок 3.28).

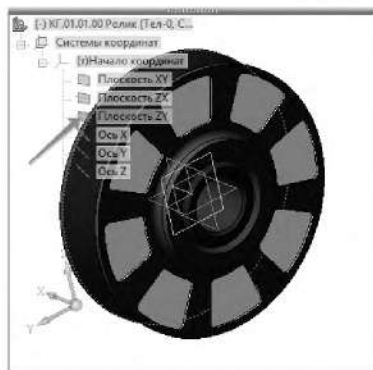


Рисунок 3.28. Выбор плоскости сопряжения «Ролика»

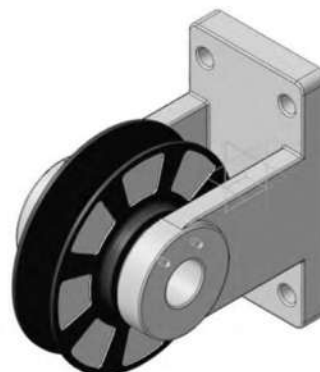





Рисунок 3.29. Деталь «Втулка» и сборочная единица «Ролик» в сборе

2.3.10 Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления. Сборочная единица *Ролик* займет правильное положение в сборке (рисунок 3.29).

2.4 ДОБАВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ «ОСЬ»

2.4.1 Добавьте в сборку деталь КГ.01.00.04. *Ось* .

2.4.2 На Панели свойств нажмите кнопку **По сопряжениям** .

2.4.3 В группе **Выбор сопряжения** на Панели свойств нажмите кнопку **Соосность** .

2.4.4 Укажите цилиндрическую поверхность *Вилки* (рисунок 3.30).

2.4.5 В Дополнительном окне укажите цилиндрическую поверхность *Оси* (рисунок 3.31).

Деталь *Ось* будет расположена вдоль оси отверстия в проушине *Вилки* (рисунок 3.32).

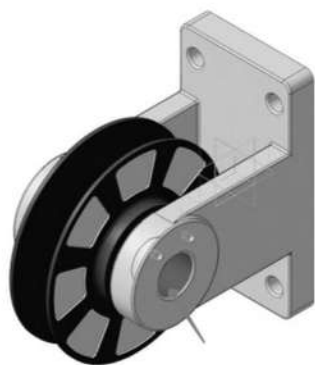


Рисунок 3.30. Выбор элемента сопряжения детали «Вилка»

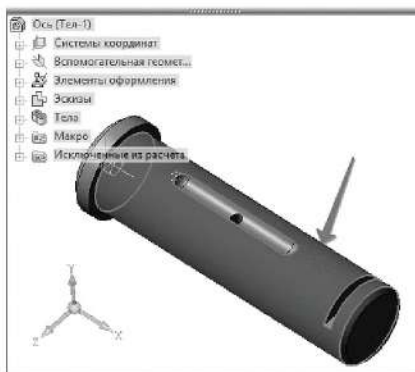


Рисунок 3.31. Выбор элемента сопряжения детали «Ось»

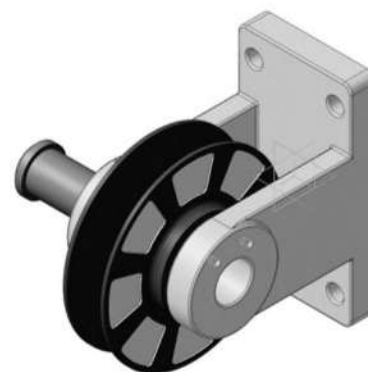


Рисунок 3.32. Соосность деталей «Вилка» и «Ось»

2.4.6 Нажмите кнопку **Совпадение объектов** .

2.4.7 Увеличьте деталь *Ось* и укажите плоскую кольцевую грань (рисунок 3.33).

2.4.8 Поверните сборку и укажите грань на *Вилке*, в которую при сборке должна упереться *Ось* (рисунок 3.34).

Деталь *Ось* будет вставлена в проушины *Вилки* (рисунок 3.35).

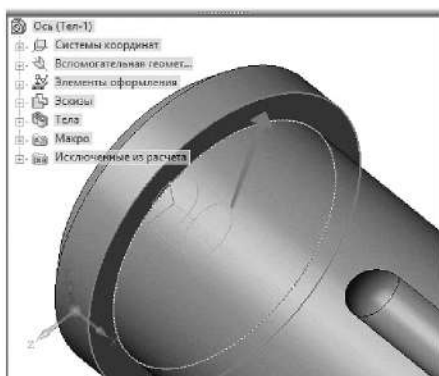


Рисунок 3.33. Выбор грани совпадения элемента детали «Ось»

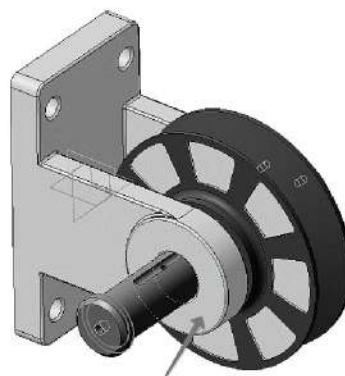


Рисунок 3.34. Выбор элемента совпадения детали «Вилка»

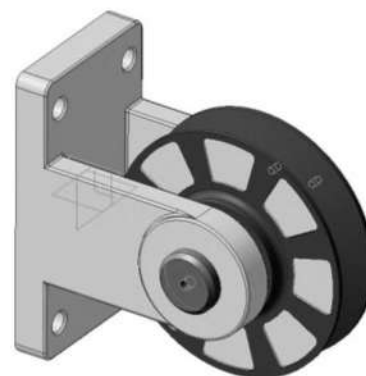



Рисунок 3.35. Совпадение детали «Ось» и «Вилка»

2.4.9 Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.

2.4.10 Нажмите кнопку **Параллельность** . Укажите грань на дне паза (рисунок 3.36).

2.4.11 Укажите грань на проушине (рисунок 3.37).

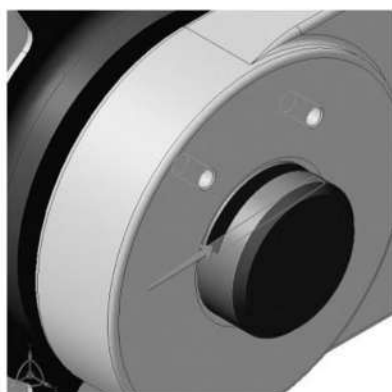


Рисунок 3.36. Выбор грани детали «Ось» для сопряжения «Параллельность»

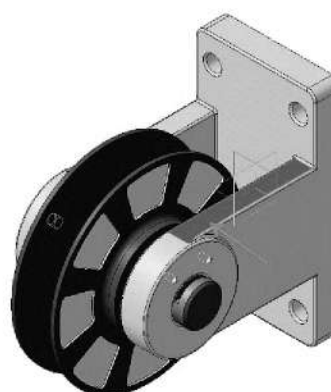






Рисунок 3.37. Выбор элемента детали «Вилка» для сопряжения «Параллельность»

2.4.12 Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления.

2.5 ДОБАВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ «ПЛАНКА»

2.5.1 Добавьте в сборку деталь КГ.01.00.03. *Планка* .

2.5.2 На Панели свойств нажмите кнопку **По сопряжениям** .

2.5.3 Наложите сопряжение **Соосность**  между левой парой цилиндрических поверхностей на *Вилке* и на *Планке* (рисунок 3.38).

2.5.4 Наложите сопряжение **Соосность**  между правой парой граней (рисунок 3.39).

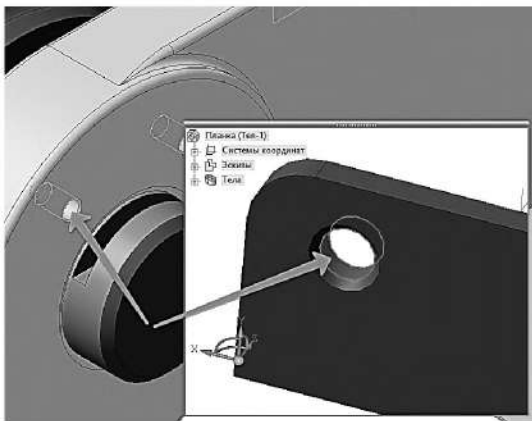


Рисунок 3.38. Выбор элементов деталей «Вилка» и «Планка» для сопряжения «соосность»

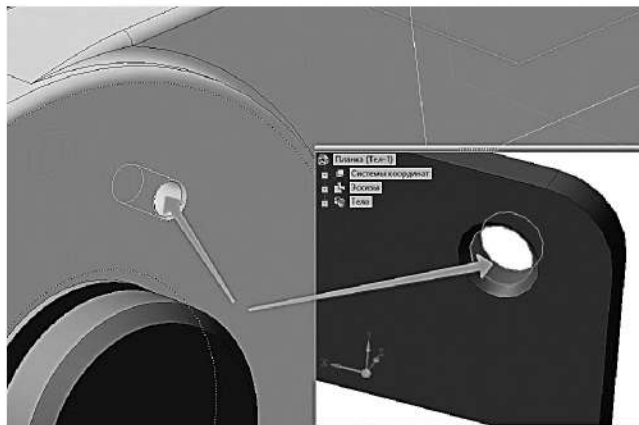


Рисунок 3.39. Выбор элементов деталей «Вилка» и «Планка» для сопряжения «соосность»

2.5.5 Нажмите кнопку **Совпадение объектов** .

2.5.6 Разверните сборку и укажите обратную грань *Планки*.

2.5.7 Установите ориентацию **Изометрия XYZ** и укажите грань на *Вилке* (рисунок 3.40).

После этого *Планка* будет прижата к *Вилке* и займет правильное положение в сборке (рисунок 3.41).

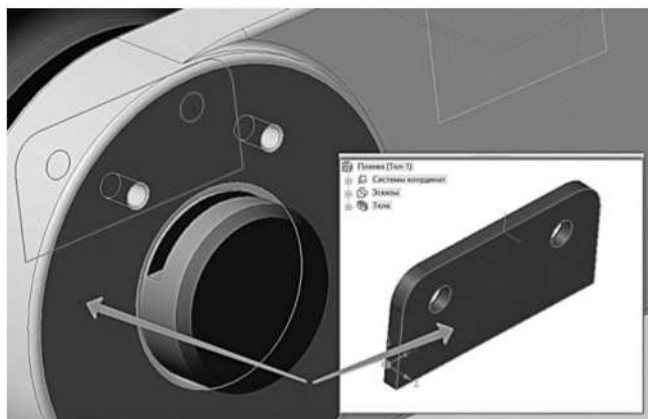


Рисунок 3.40. Выбор элементов деталей «Вилка» и «Планка» для сопряжения «совпадение»



Рисунок 3.41. Сопряжение «Планки» и «Вилки»

2.5.8 Если деталь займет неправильную ориентацию, в списке **Сопряжения компонента** на Панели свойств укажите сопряжение **Совпадение** и нажмите кнопку **Редактировать** (рисунок 3.42).

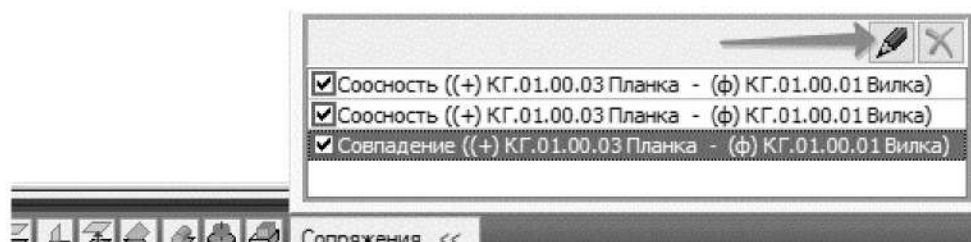


Рисунок 3.42. Редактирование сопряжений

2.5.9 Нажмите кнопку Обратная ориентация (рисунок 3.43).

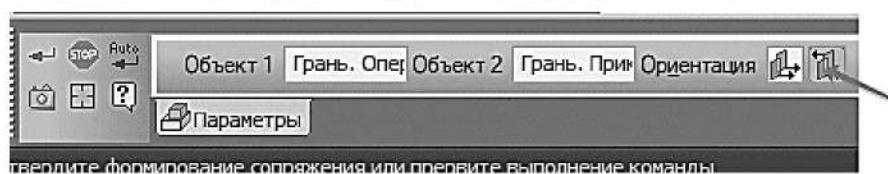



Рисунок 3.43. Редактирование элементов сопряжений

2.5.10 Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления.

3. СОЗДАНИЕ КОМПОНЕНТА В КОНТЕКСТЕ СБОРКИ

На этом этапе создания сборки на примере детали *Кронштейн* будет создана модель методом «Сверху-вниз» в контексте сборки (рисунок 3.44). Деталь создать с учетом индивидуального варианта.

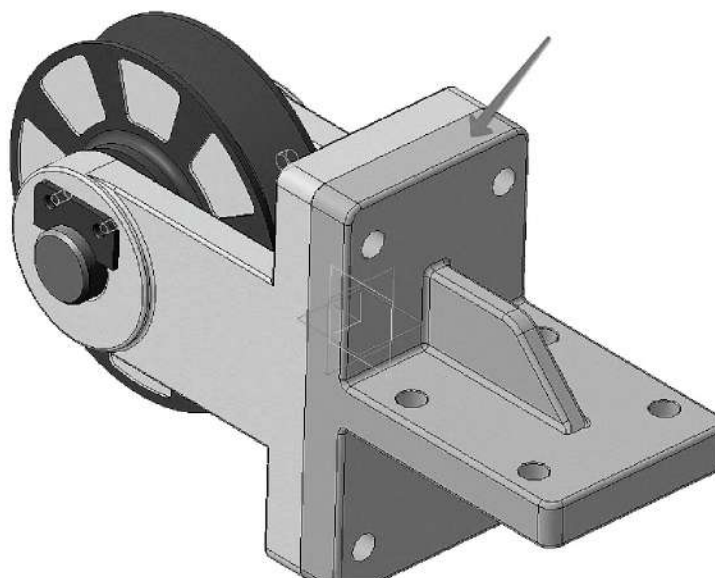


Рисунок 3.44. Деталь «Кронштейн» сборочной модели «Блок направляющий»

3.1 ВЫДАВЛИВАНИЕ БЕЗ ЭСКИЗА

3.1.1 Разверните сборку и укажите обратную грань детали *Вилка* (рисунок 3.45).

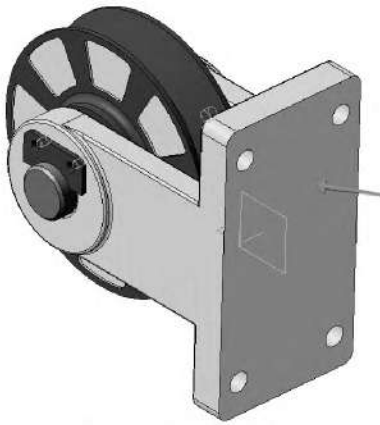


Рисунок 3.45. Выбор поверхности эскиза

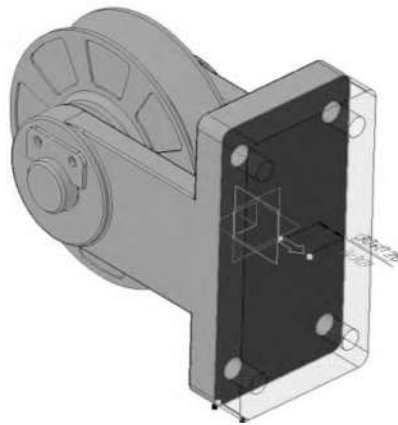


Рисунок 3.46. Операция «Выдавливание»

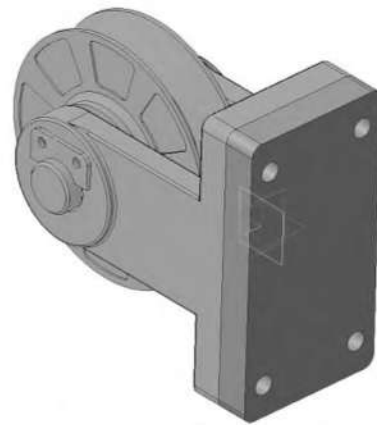


Рисунок 3.47. Результат операции «Выдавливание»

3.1.2 Нажмите кнопку **Создать деталь**  на панели **Редактирование сборки** .

3.1.3 Сохраните новую деталь на диске, указав имя (например, «Кронштейн_КГ.01.00.02»).

3.1.4 Нажмите на индикатор **Эскиз**  и отключите режим.

3.1.5 Вновь укажите грань детали *Вилка*.

3.1.6 Нажмите кнопку **Операция выдавливания**  на панели **Редактирование детали**.


3.1.7 На Панели свойств раскройте список **Направление** и укажите **Прямое направление**.

3.1.8 В поле **Расстояние 1** на Панели свойств введите значение 30 (рисунок 3.46).

3.1.9 Нажмите кнопку **Создать объект**  – будет создано основание новой детали (рисунок 3.47).

3.2 ДОБАВЛЕНИЕ ОПОРНОЙ ПЛОЩАДКИ

В средней части основания нужно создать опорную площадку.

3.2.1 Укажите грань и создайте на ней новый эскиз  (рисунок 3.48).

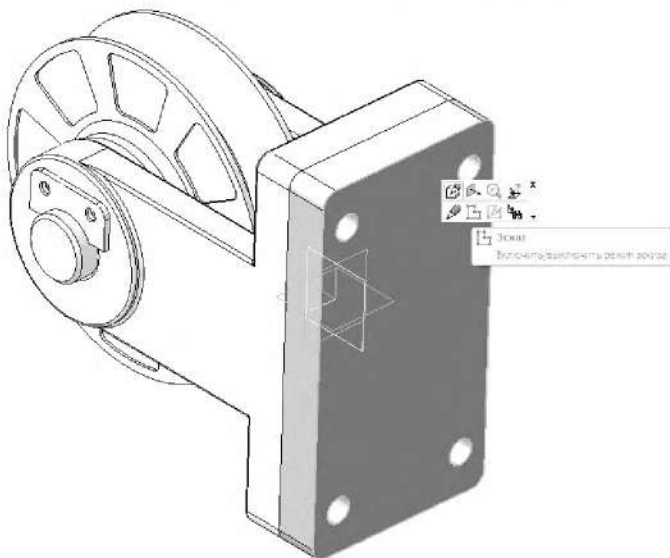


Рисунок 3.48. Выбор поверхности эскиза

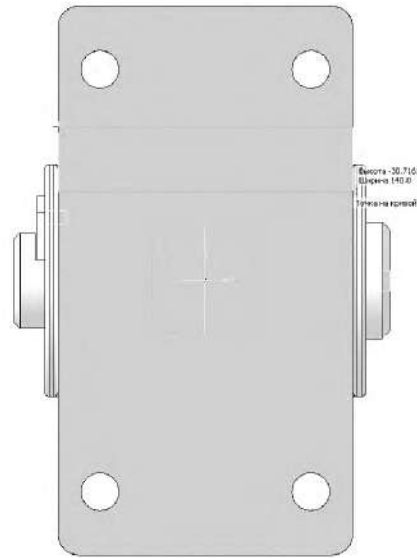


Рисунок 3.49. Построение прямоугольника

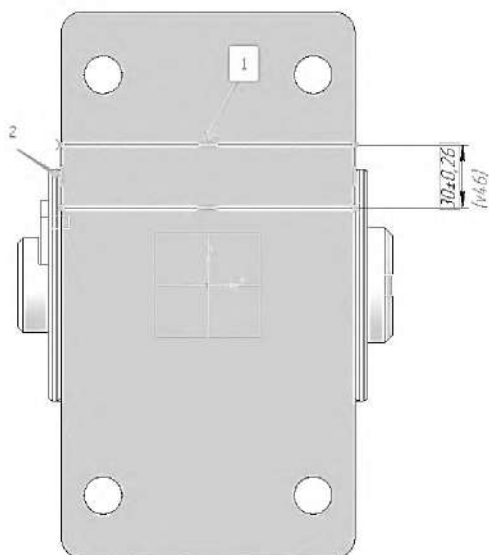


Рисунок 3.50. Построение прямоугольника

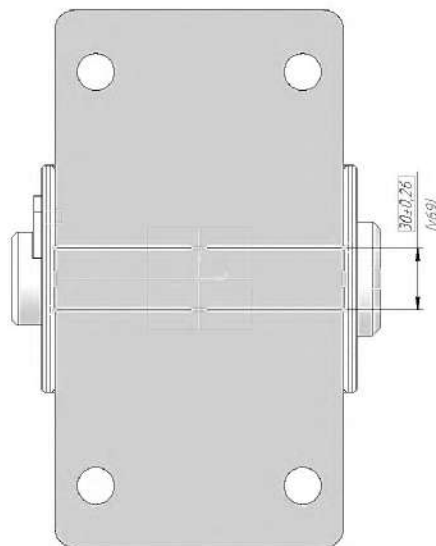




Рисунок 3.51. Построение прямоугольника


3.2.2 Постройте прямоугольник . Положение его вершин укажите на вертикальных ребрах основания с помощью привязки **Точка на кривой** (рисунок 3.49).

3.2.3 Проставьте вертикальный размер , определяющий высоту прямоугольника и присвойте ему значение 30 мм.

3.2.4 Нажмите кнопку **Выровнять точки по горизонтали**  на Расширенной панели команд параметризации точек инструментальной панели **Параметризация** .

3.2.5 Укажите среднюю точку на отрезке и точку начала координат эскиза (рисунок 3.50).

3.2.6 Прямоугольник переместится в середину основания (рисунок 3.51).

3.2.7 Выдавите эскиз  в прямом направлении на расстояние l (в соответствии с вариантом) (рисунок 3.52).

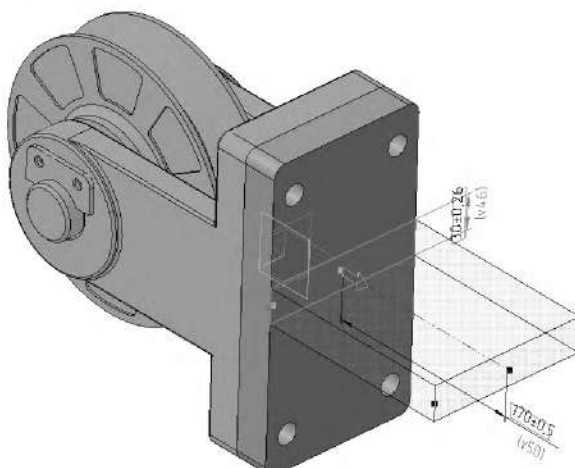



Рисунок 3.52. Операция «Выдавливание» опорной площадки

3.3 СОЗДАНИЕ РЕБРА ЖЕСТКОСТИ

3.3.1 В Дереве модели раскройте «ветви» Компоненты – Деталь – Системы координат и укажите Плоскость ZY (рисунок 3.53).

3.3.2 Нажмите кнопку **Эскиз** .

3.3.3 Нажмите кнопку **Непрерывный ввод объектов**  на панели **Геометрия** .

3.3.4 Постройте два отрезка так, как это показано на рисунок 3.54. Для этого укажите «на глаз» три точки, через которые проходят отрезки (рисунок 3.54).



Рисунок 3.53. Дерево модели «Кронштейн»

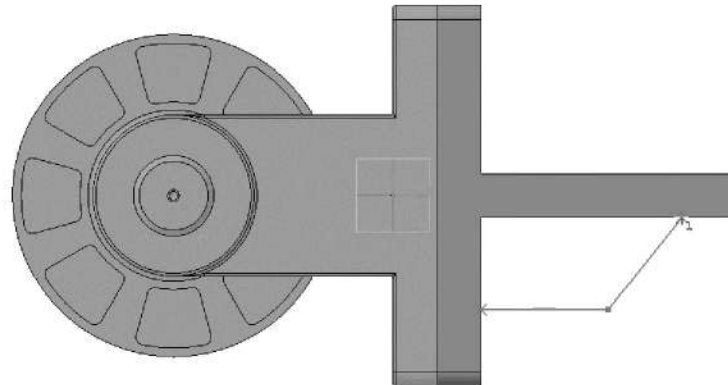


Рисунок 3.54. Эскиз ребра жесткости

3.3.5 Для окончательного определения эскиза проставьте три линейных размера (рисунок 3.55).

3.3.6 Закройте эскиз — модель должна выглядеть так, как показано на рисунок 3.56.

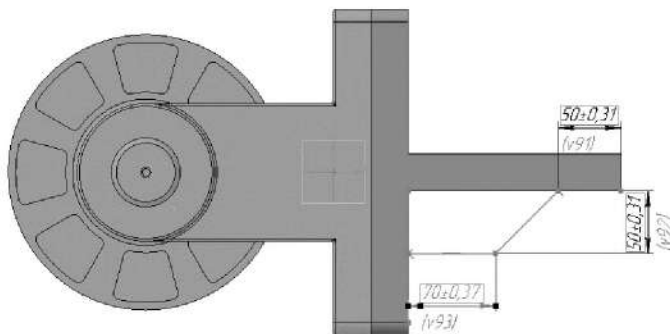


Рисунок 3.55. Проставление размеров ребра жесткости

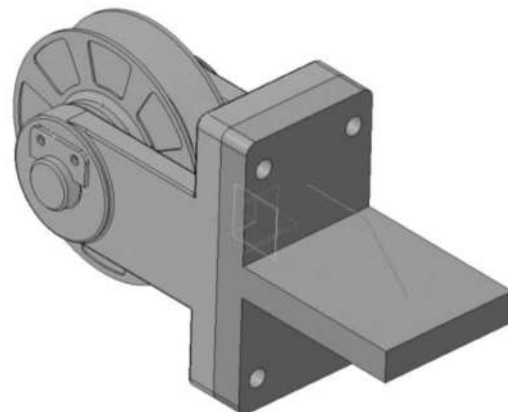


Рисунок 3.56. Эскиз модели ребра жесткости

3.3.7 Нажмите кнопку **Ребро жесткости**  на панели **Редактирование детали** 

3.3.8 Откройте вкладку **Толщина** на Панели свойств.

3.3.9 В поле **Толщина стенки** введите значение s (в соответствии с вариантом) (рисунок 3.57).

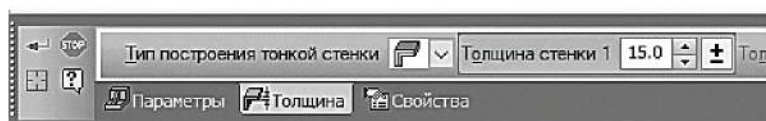


Рисунок 3.57. Свойства ребра жесткости

3.3.10 Нажмите кнопку Создать объект  (рисунок 3.58).

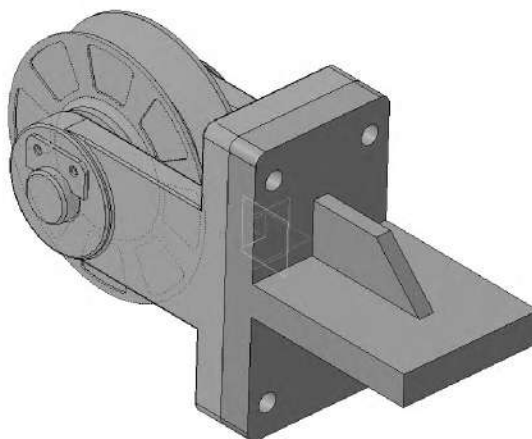



Рисунок 3.58. Результат построения ребра жесткости

4. РЕДАКТИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТА НА МЕСТЕ

4.1 Отключите кнопку **Редактировать на месте**  на панели **Текущее состояние**.

4.2 Ответьте «Да» на запрос системы относительно сохранения изменений в детали (рисунок 3.59). Система вернется в режим редактирования сборки. Все компоненты восстановят свой цвет – они вновь доступны для редактирования.

4.3 Проследите за тем, чтобы элемент Деталь в Дереве модели был текущим.

4.4 Нажмите кнопку **Редактировать на месте**  – система вернется в режим редактирования.

4.5 На ребре жесткости постройте скругление  радиусом 20 мм (рисунок 3.60).

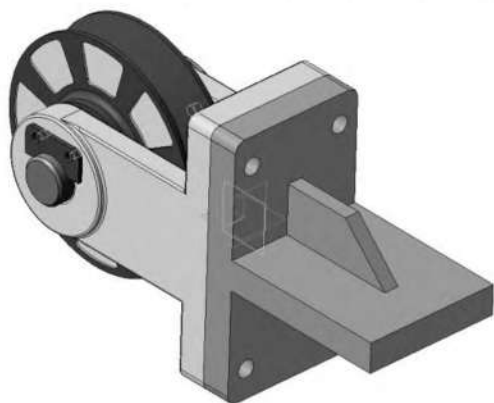


Рисунок 3.59. Результат моделирования детали «Кронштейн» в окне модели сборки

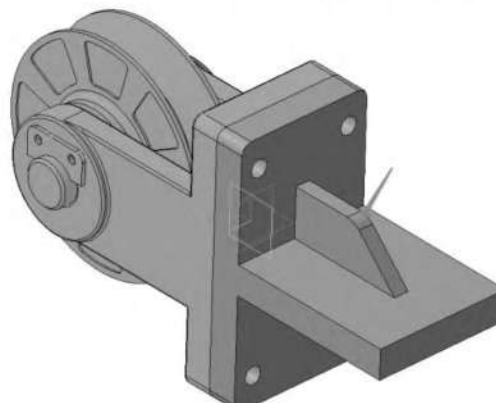


Рисунок 3.60. Построение скруглений на детали «Кронштейн»

4.6 Отключите кнопку **Редактировать на месте** .

4.7 Ответьте «Да» на запросы системы относительно сохранения изменений в детали.

5. РЕДАКТИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТА В ОКНЕ

После того как основные элементы детали определены в контексте сборки, дальнейшую работу над ней можно продолжить в отдельном окне.

5.1 Укажите компонент *Деталь* в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Редактировать в окне** (рисунок 3.61).

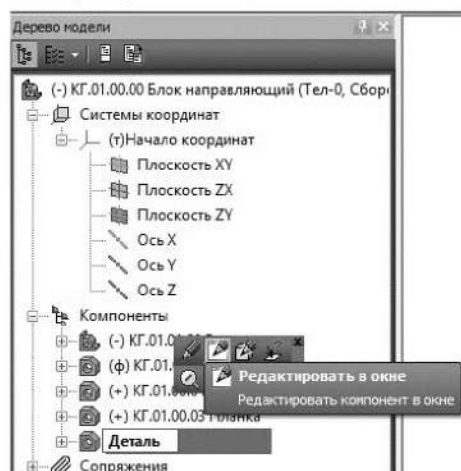


Рисунок 3.61. Дерево модели

Деталь *Кронштейн* будет открыта в отдельном окне.

5.2 Установите ориентацию *Изометрия XYZ*.

6. ПОСТРОЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ. БИБЛИОТЕКА СТАНДАРТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

В опорной площадке нужно построить четыре сквозных отверстия. Для этой цели можно использовать либо команду **Вырезать выдавливанием** , либо команды построения отверстий, например, команду **Отверстие с зенковкой** . Более высокий уровень сервиса можно получить при использовании Библиотеки Стандартные Изделия.

6.1 Вызовите команду **Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент**. На экране откроется окно Библиотеки Стандартные Изделия.

6.2 Нажмите кнопку **Конструктивные элементы** (рисунок 3.62).

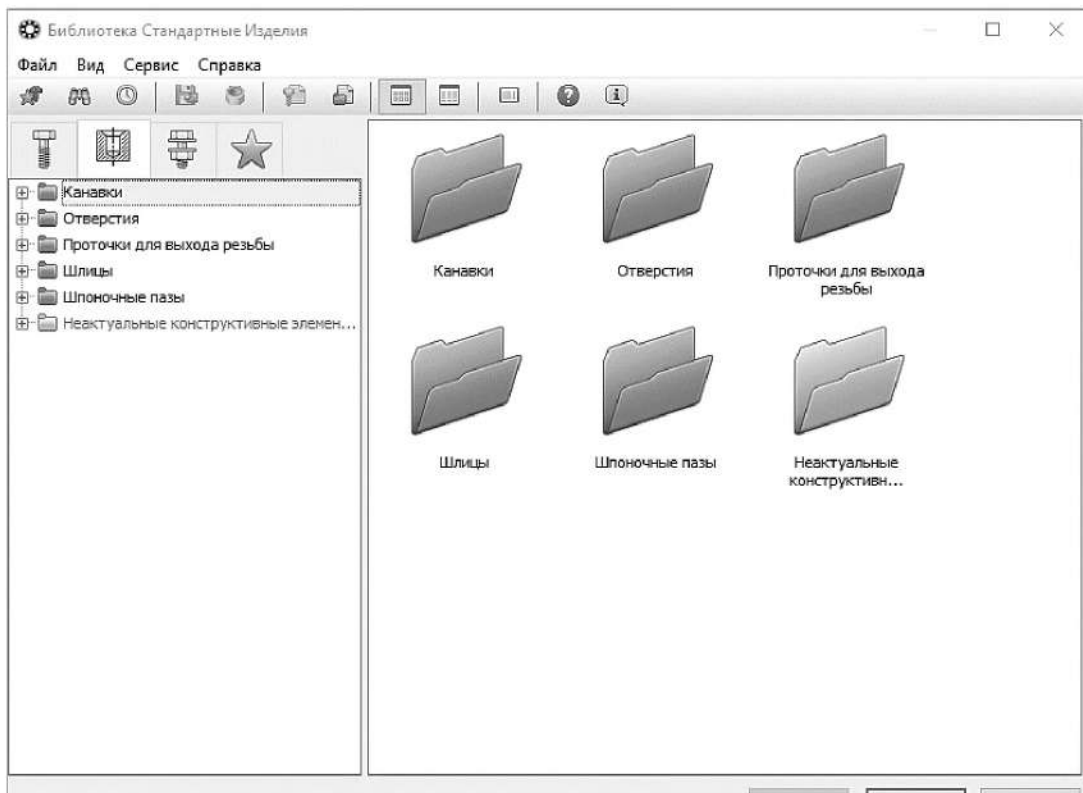


Рисунок 3.62. Окно библиотеки

6.1 В Дереве библиотеки, расположенном в Области навигации, раскройте «ветви» Отверстия – Отверстия цилиндрические – Отверстия сквозные под крепежные детали ГОСТ 11284-75.

6.2 Выполните двойное нажатие левой кнопки мыши на элементе Отверстия сквозные под крепежные детали с зенковкой – система перейдет в режим позиционирования отверстия (рисунок 3.63).

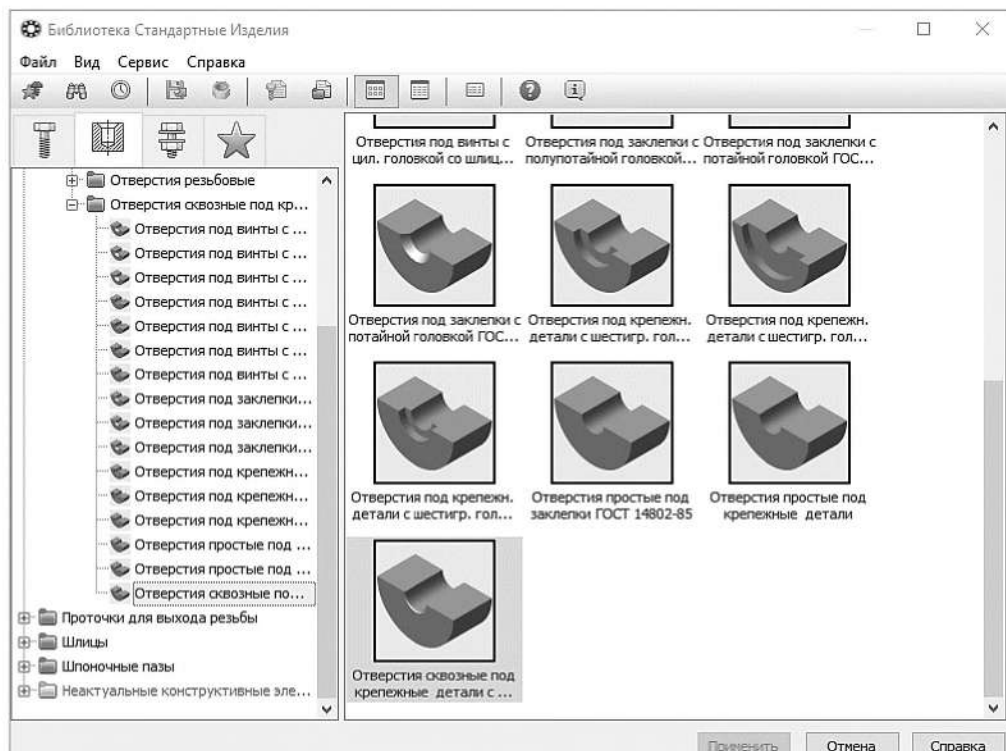


Рисунок 3.63. Окно библиотеки

6.3 В окне модели укажите грань опорной площадки (рисунок 3.64).

6.4 Поверните модель и укажите обратную грань опорной площадки (рисунок 3.65).

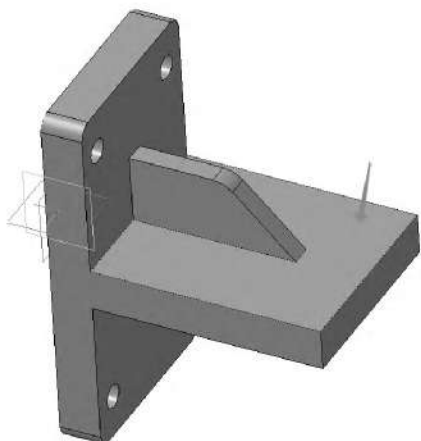


Рисунок 3.64. Выбор начальной поверхности

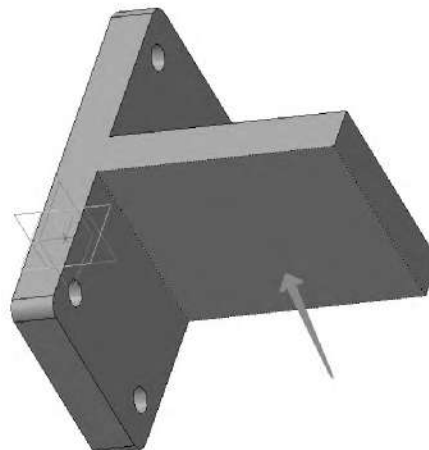


Рисунок 3.65. Выбор конечной поверхности

6.5 Определите способ позиционирования отверстия. Для этого на Панели свойств нажмите кнопку **От двух ребер** (рисунок 3.66).



Рисунок 3.66. Указание способа позиционирования отверстия

6.1 Поверните модель и аккуратно укажите длинное ребро на опорной площадке. Курсор должен находиться в режиме выбора ребер (рисунок 3.67).

6.2 В поле **Координата X** введите значение 35 мм (рисунок 3.68).

6.3 Укажите короткое ребро на опорной площадке (рисунок 3.69).

6.4 В поле **Координата Y** введите значение 20 мм (рисунок 3.70).

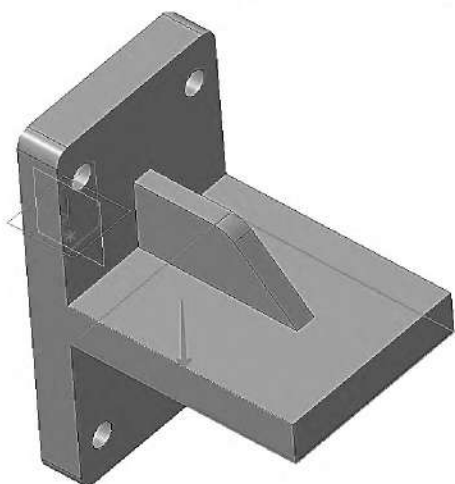


Рисунок 3.67. Выбор первой грани

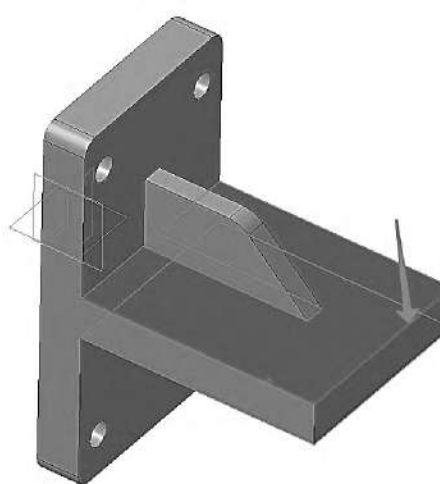


Рисунок 3.69. Выбор второй грани

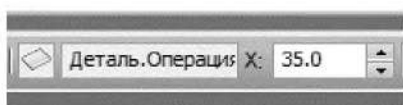


Рисунок 3.68. Простановка расстояния от первой грани

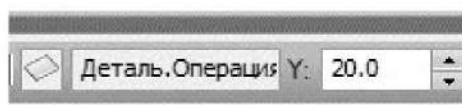


Рисунок 3.70. Простановка расстояния от второй грани

6.5 Позиционирование отверстия закончено – нажмите кнопку **Создать объект**



6.6 Выполните двойной щелчок мышью в поле **Конструкция и размеры** (рисунок 3.71).

6.7 В окне Выбор типоразмера и параметров откройте список Диаметр стержня крепежной детали и укажите b (рисунок 3.72).

6.8 Система предложит три варианта отверстий разного диаметра. Укажите нужное значение J (в соответствии с вариантом) и нажмите кнопку ОК (рисунок 3.73).

6.9 В окне Библиотеки Стандартные Изделия нажмите кнопку **Применить** (рисунок 3.74).

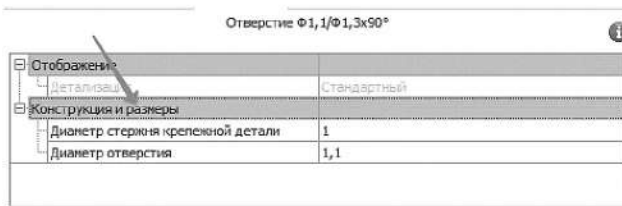


Рисунок 3.71. Конструкция и размеры отверстия

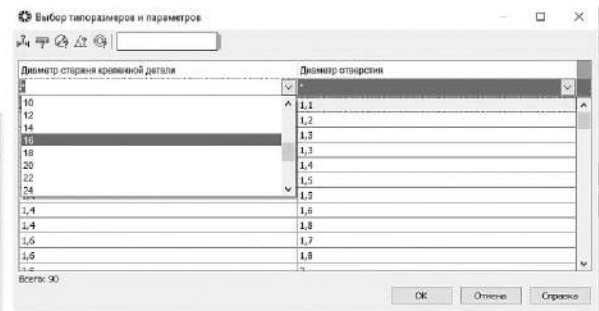


Рисунок 3.72. Выбор типоразмера отверстия

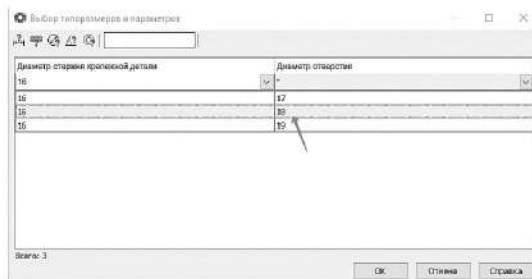


Рисунок 3.73. Выбор типоразмера

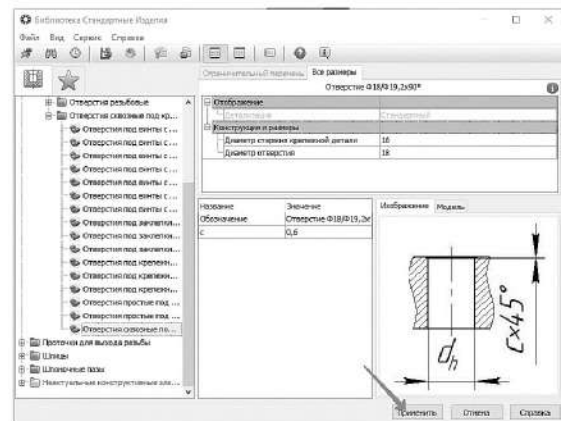


Рисунок 3.74. Выбор отверстия

В модели будет построено отверстие, а в Дереве модели появится новый элемент (рисунок 3.75).

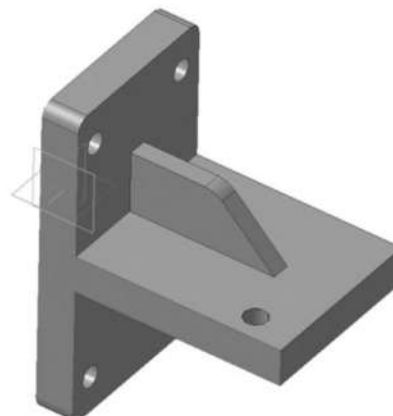


Рисунок 3.75. Результат применения библиотеки конструктивных элементов

6.3 Нажмите кнопку **Прервать команду**  на Панели специального управления.

6.4 Щелчком на кнопке **Отмена** закройте окно Библиотеки Стандартные Изделия.

7. КОПИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПО СЕТКЕ

Остальные отверстия можно построить как массив элементов с помощью операции копирования по сетке.

7.1 Нажмите кнопку **Массив по сетке**  на инструментальной панели **Массивы**



7.2 Укажите отверстие в Дереве модели (рисунок 3.76).

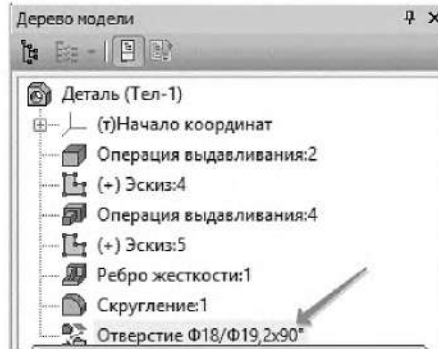


Рисунок 3.76. Выбор отверстия

7.1 Откройте вкладку **Параметры** на Панели свойств – система перейдет в режим определения параметров массива (рисунок 3.77).

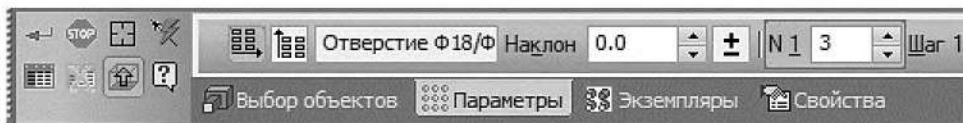


Рисунок 3.77. Параметры массива элементов

7.2 В модели укажите прямолинейное ребро, которое будет являться первой осью массива (рисунок 3.78).

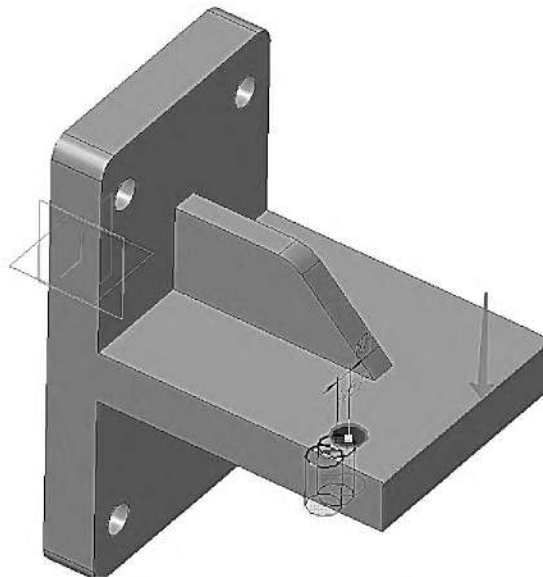


Рис. 78. Выбор первой оси массива

7.3 В поле **N1** (количество копий по первой оси) введите значение 2.

7.4 поле **Шаг 1** (значение шага по первой оси) введите значение 100.

7.5 На Панели свойств включите кнопку **Обратное направление**  (рисунок 3.79).

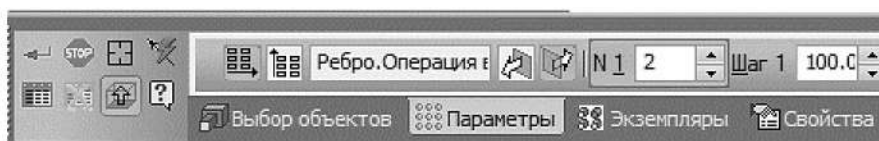


Рисунок 3.79. Свойства построения массива

7.3 На Панели свойств включите кнопку **Вторая ось**  (рисунок 3.80).

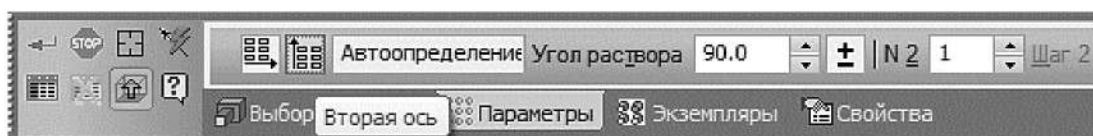



Рисунок 3.80. Включение команды «Вторая ось массива»

7.4 В модели укажите прямолинейное ребро, которое будет являться второй осью массива (рисунок 3.81).

7.5 В поле **N2** (количество копий по второй оси) введите значение 2.

7.6 В поле **Шаг 2** (значение шага по второй оси) введите значение 100.

7.7 Включите кнопку **Обратное направление** . Фантом массива перестроится (рисунок 3.82).

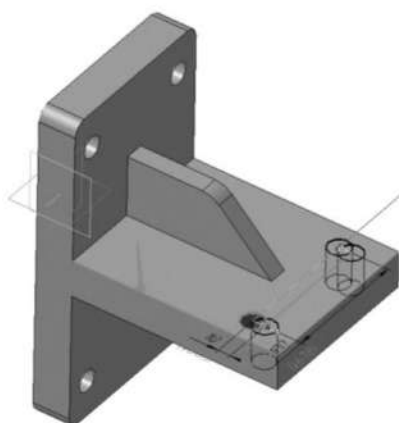


Рисунок 3.81. Выбор второй оси массива

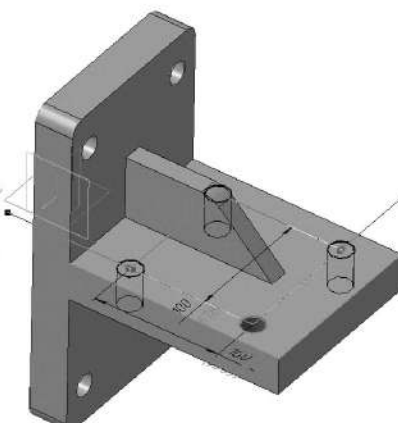


Рисунок 3.82. Фантом массива

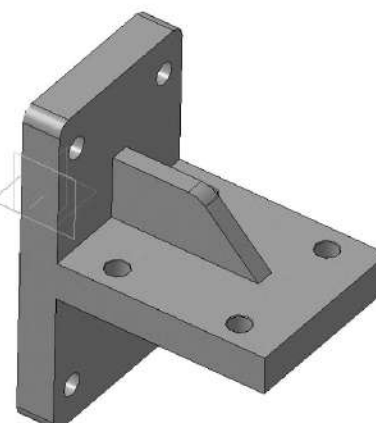




Рисунок 3.83. Результат операции «Массив»

7.8 Нажмите кнопку **Создать объект**  – будет построен массив отверстий (рисунок 3.83).

8. ЗАВЕРШЕНИЕ ДЕТАЛИ «КРОНШТЕЙН»

8.1 На опорной площадке постройте два **скругления**  радиусом 10 мм (рисунок 3.84).

8.2 **Скруглите**  все острые кромки радиусом 3 мм. Кромки, расположенные на обратной стороне, скруглять не нужно (рисунок 3.85).

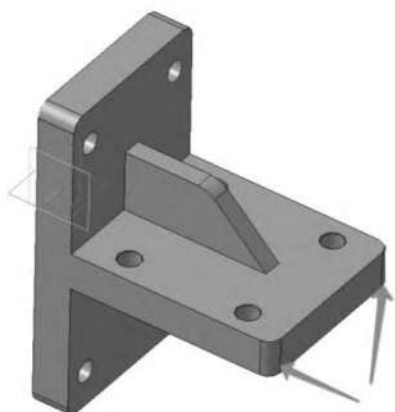


Рис. 84. Скругление граней

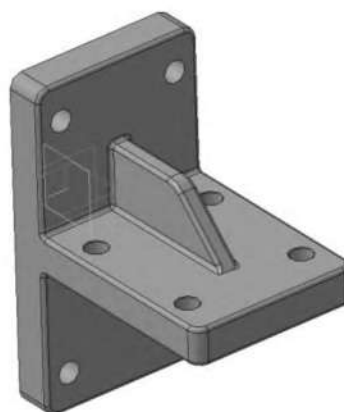




Рис. 85. Скругление кромок


9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ДЕТАЛИ


9.1 Войдите в режим определения свойств детали. Введите ее обозначение, наименование и измените цвет (например, **КГ.01.00.02**; наименование «**Кронштейн**»; цвет детали на *Сливовый*).

9.2 Назначьте для детали материал – серый чугун СЧ18 ГОСТ 1412-85.

9.3 Нажмите кнопку **Создать объект** .

9.4 Нажмите кнопку **Перестроить**  на панели **Вид**.

9.5 Нажмите кнопку **Сохранить**  на панели **Стандартная**.

9.6 Закройте окно модели  (рисунок 3.86).

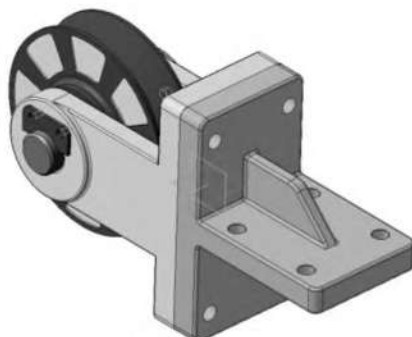


Рисунок 3.86. Результат создания отверстий и скруглений в детали «Кронштейн»

10. ДОБАВЛЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

На этом этапе проектирования сборки будет выполнено добавление стандартных изделий из Библиотеки Стандартные изделия (рисунок 3.87).

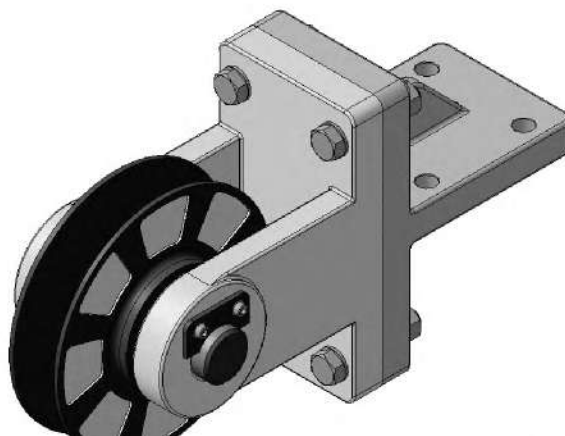


Рисунок 3.87. Сборочная модель с применением стандартных деталей

10.1 ДОБАВЛЕНИЕ СТОПОРНЫХ ШАЙБ

10.1.1 Планку необходимо прикрепить к *Вилке* винтами и шайбами. Установите ориентацию **Изометрия XYZ** и увеличьте место установки *Планки* (рисунок 3.88).



Рисунок 3.88. Отверстие резьбовое под Винты

10.1.2 Вызовите команду **Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент**. На экране откроется окно **Библиотека Стандартные Изделия** (рисунок 3.89).

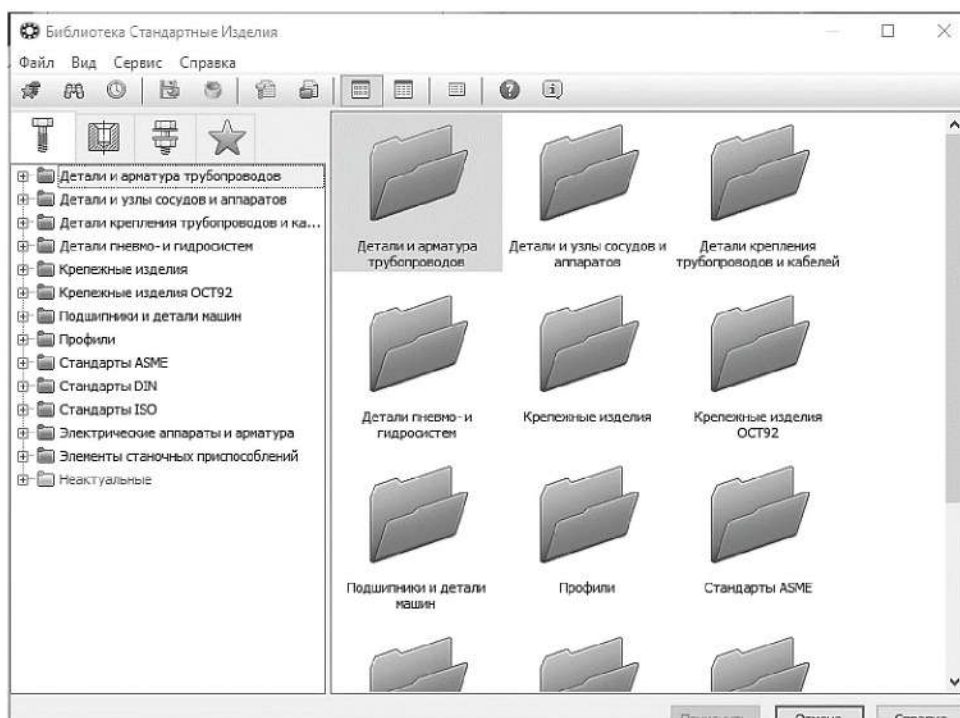


Рисунок 3.89. Добавление стандартных изделий

10.1.3 Откройте вкладку **Стандартные изделия** в верхней части окна.

10.1.4 В Дереве окна раскройте «ветвь» **Крепежные изделия** нажав на значек «+» слева от названия ветви.

10.1.5 Затем раскройте «ветви» *Шайбы – Шайбы стопорные*.

10.1.6 Выполните двойное нажатие левой кнопки мыши на элементе *Вырубная стопорная шайба ГОСТ 10462-81 (исп. 2)* (рисунок 3.90).

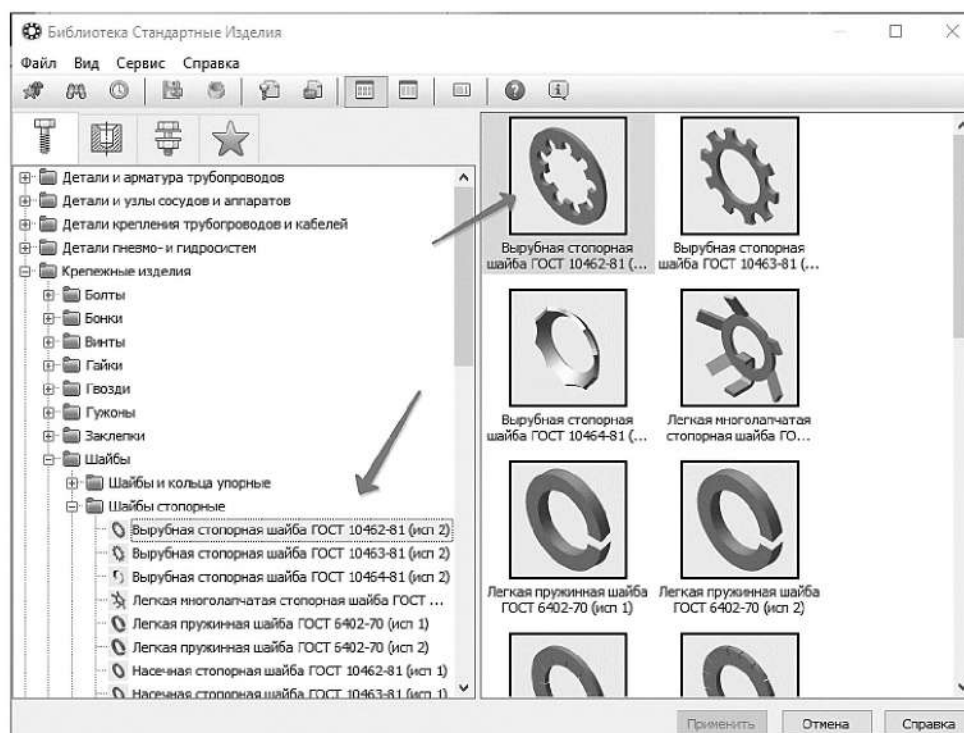


Рисунок 3.90. Выбор типа Шайбы

10.1.7 В Области свойств выполните двойное нажатие левой кнопки мыши в поле **Диаметр крепежной детали** (рисунок 3.91).

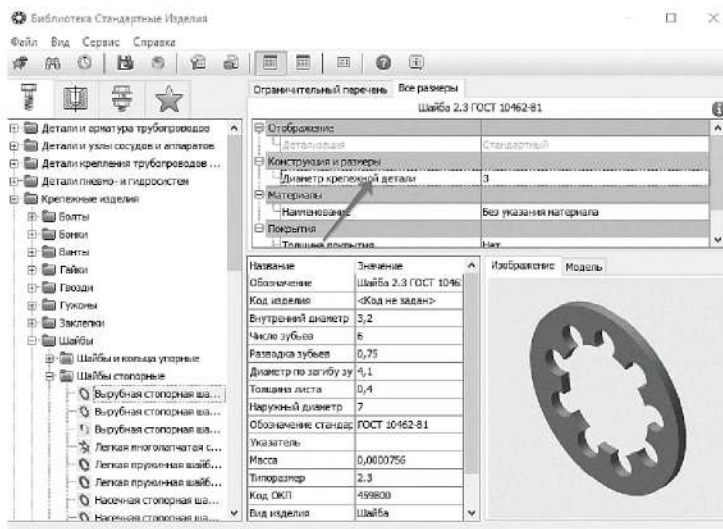


Рисунок 3.91. Выбор размера Шайбы

10.1.8 В списке **Выбор типоразмеров и параметров** выполните двойное нажатие левой кнопки мыши на значении диаметра крепежной детали 6 мм (рисунок 3.92). Кроме размеров можно определять другие параметры изделия: материал шайбы, материал и толщину покрытия.

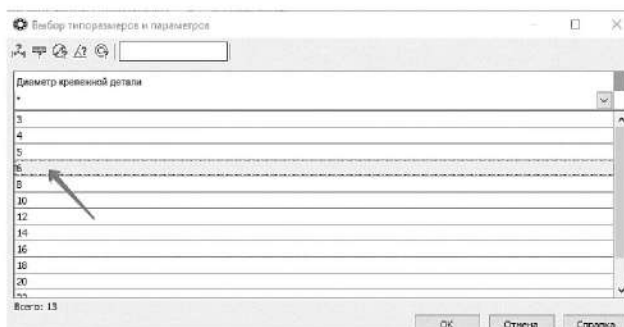


Рисунок 3.92. Окно размеров Шайбы

10.1.9 В Области свойств выполните двойное нажатие левой кнопки мыши в поле **Наименование «ветви» Материалы** (рисунок 3.93).

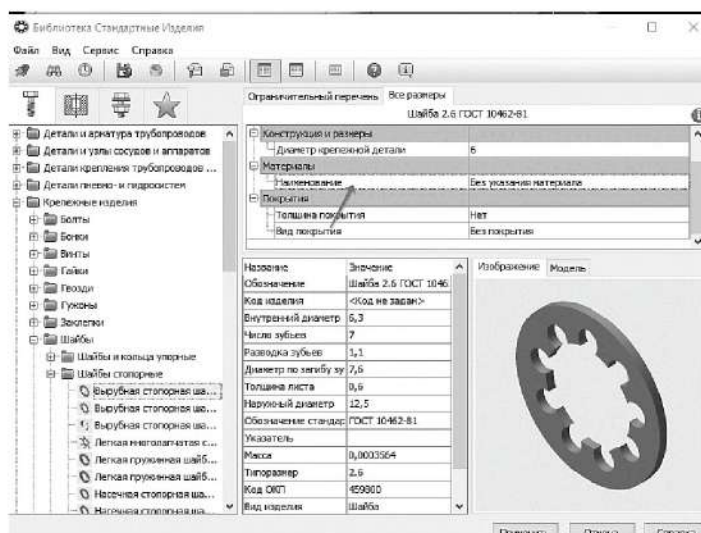


Рисунок 3.93. Выбор материала Шайбы

10.1.10 Укажите материал и нажмите **ОК** (рисунок 3.94).

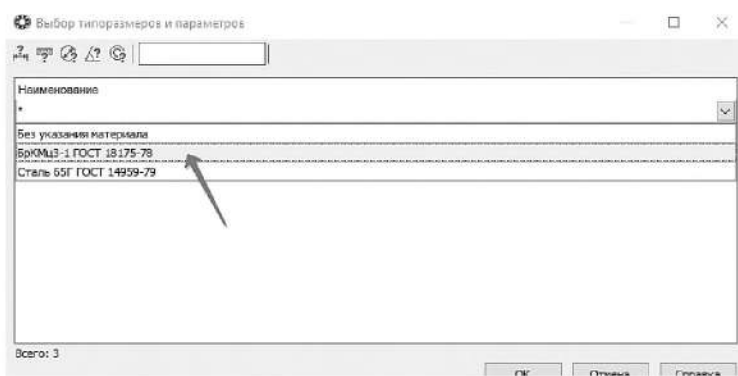


Рисунок 3.94. Выбор материала «Шайбы»

10.1.11 В окне **Библиотеки Стандартные Изделия** нажмите кнопку **Применить** (рисунок 3.95).

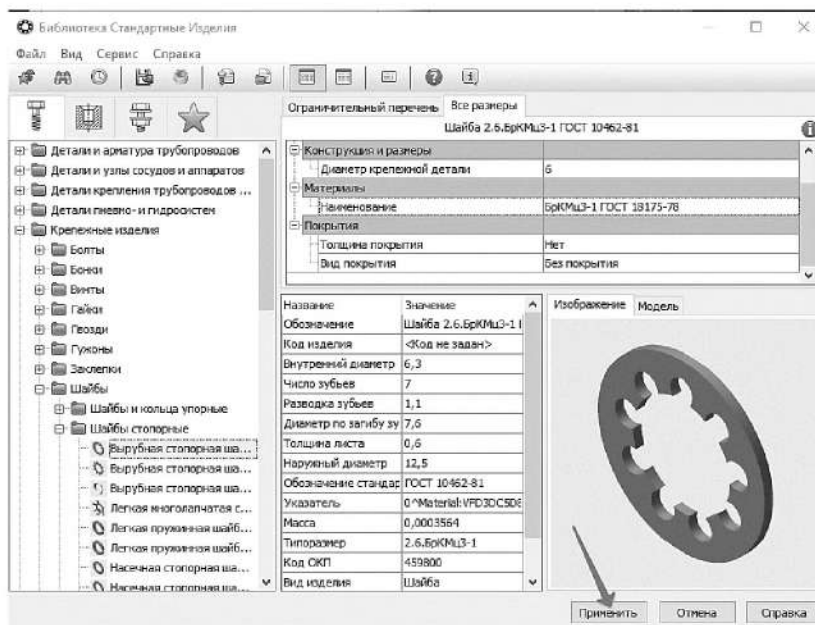


Рисунок 3.95. Сохранение параметров шайбы и добавление в сборку

10.1.12 Укажите плоскую грань *Планки* (1, рисунок 3.96) и цилиндрическую грань отверстия (2, рисунок 3.96).

10.1.13 Нажмите кнопку **Создать объект** .

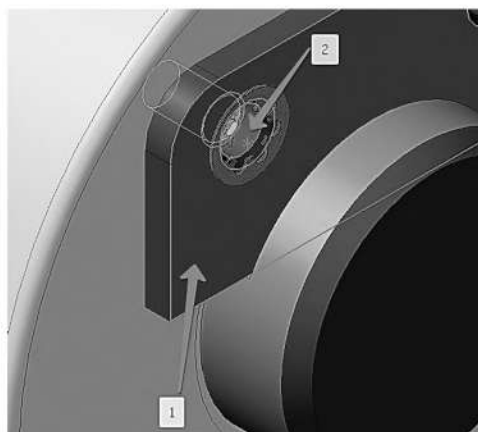


Рисунок 3.96. Добавление Шайбы

10.1.14 Вместе со стандартным изделием в сборку передается и его объект спецификации для автоматического формирования раздела Стандартные изделия. В окне **Объект спецификации** нажмите кнопку **ОК** (рисунок 3.97).

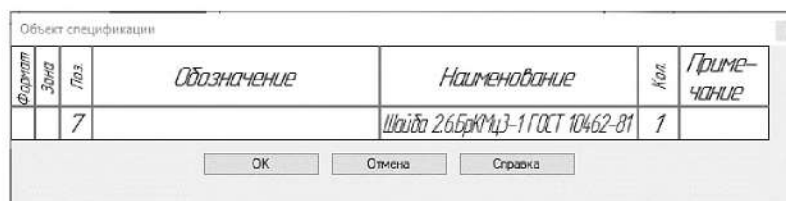


Рисунок 3.97. Окно спецификации

После этого шайба будет добавлена в сборку (рисунок 3.98).

10.1.15 Для размещения второй шайбы укажите те же грани во втором отверстии Планки (рисунок 3.99).



Рисунок 3.98. Результат добавления шайбы

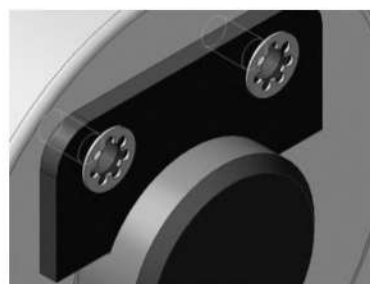


Рисунок 3.99. Результат добавления второй шайбы

10.1.16 Подтвердите создание объекта спецификации нажатием кнопки **ОК** и нажмите кнопку **Прервать команду**.

10.2 ДОБАВЛЕНИЕ ВИНТОВ

10.2.1 В Дереве Библиотеки Стандартные Изделия закройте «ветвь» **Шайбы**.

10.2.2 Раскройте «ветви» **Винты** — **Винты нормальные**.

10.2.3 Выполните двойное нажатие левой кнопки мыши на элементе **Винт ГОСТ 11738-84** (рисунок 3.100).

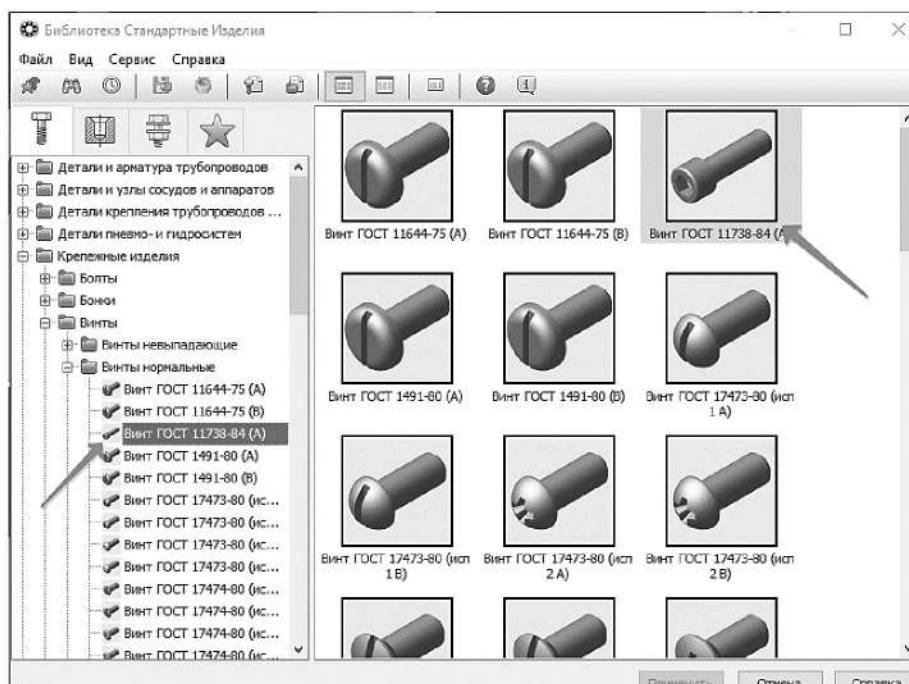


Рисунок 3.100. Добавление Винта

10.2.4 В Области свойств выполните двойное нажатие левой кнопки мыши на поле **Конструкция и размеры** (рисунок 3.101).

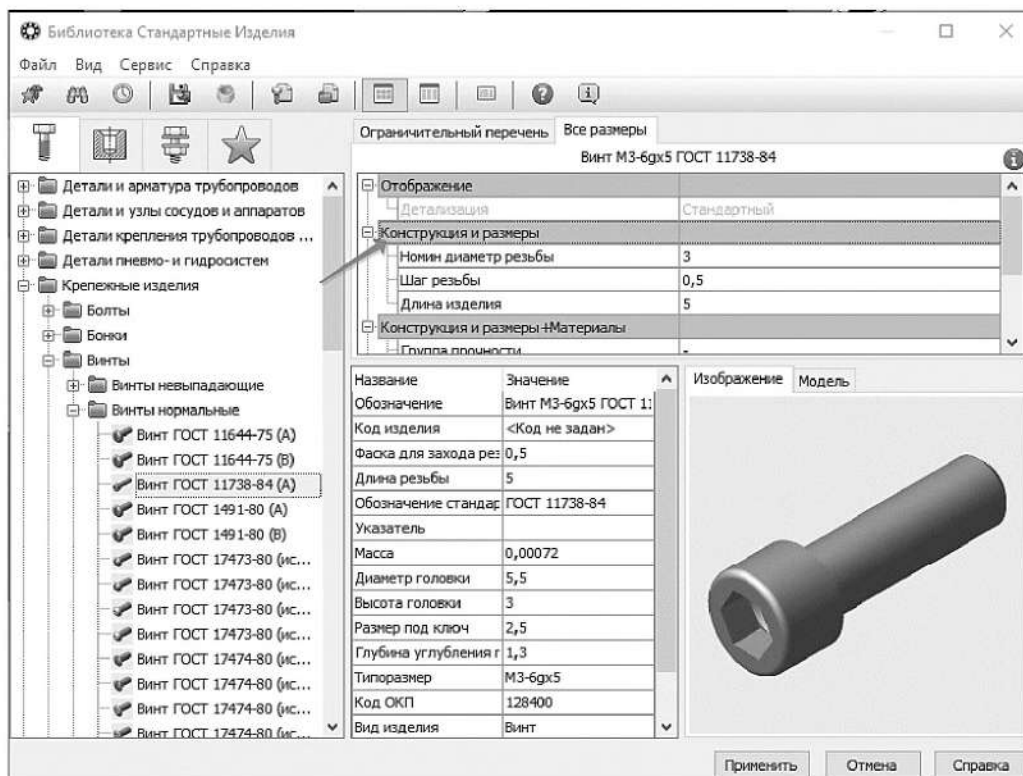


Рисунок 3.101. Выбор конструкции и размера Винта

В окне **Выбор типоразмеров** и параметров будет отображен список винтов, изготавливаемых по данному стандарту.

10.2.5 Для быстрого подбора нужного винта раскройте список **Номинальный диаметр резьбы** и укажите значение d (в соответствии с индивидуальным вариантом) (рисунок 3.102).

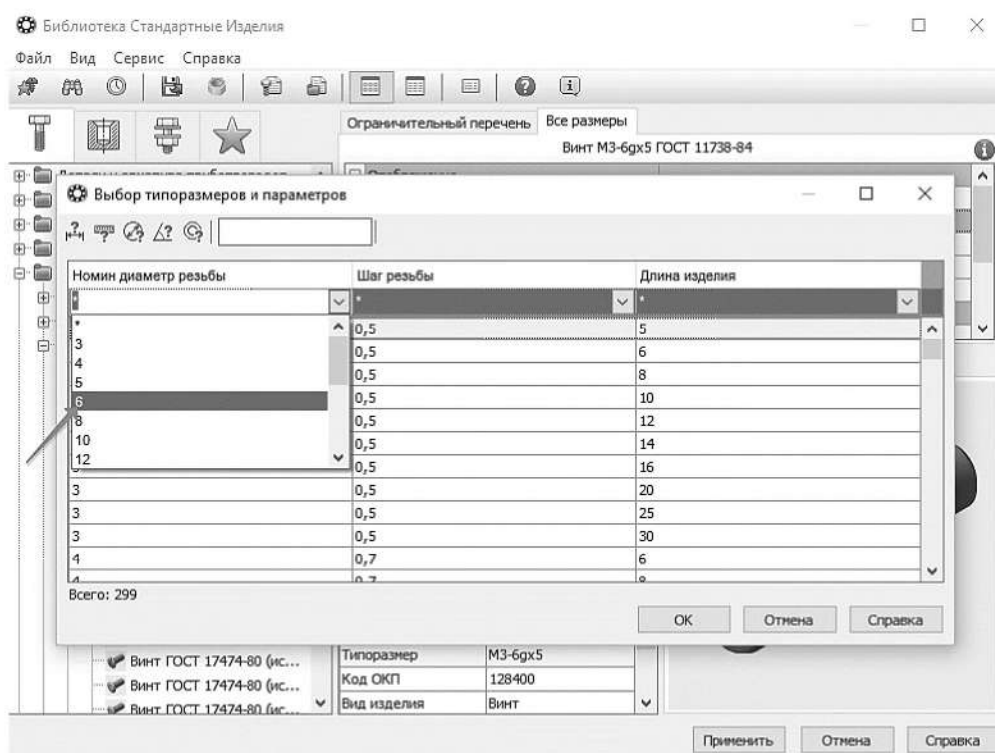


Рисунок 3.102. Выбор диаметра Винта

10.2.6 Затем раскройте список Длина изделия и укажите значение 20 мм (рисунок 3.103).

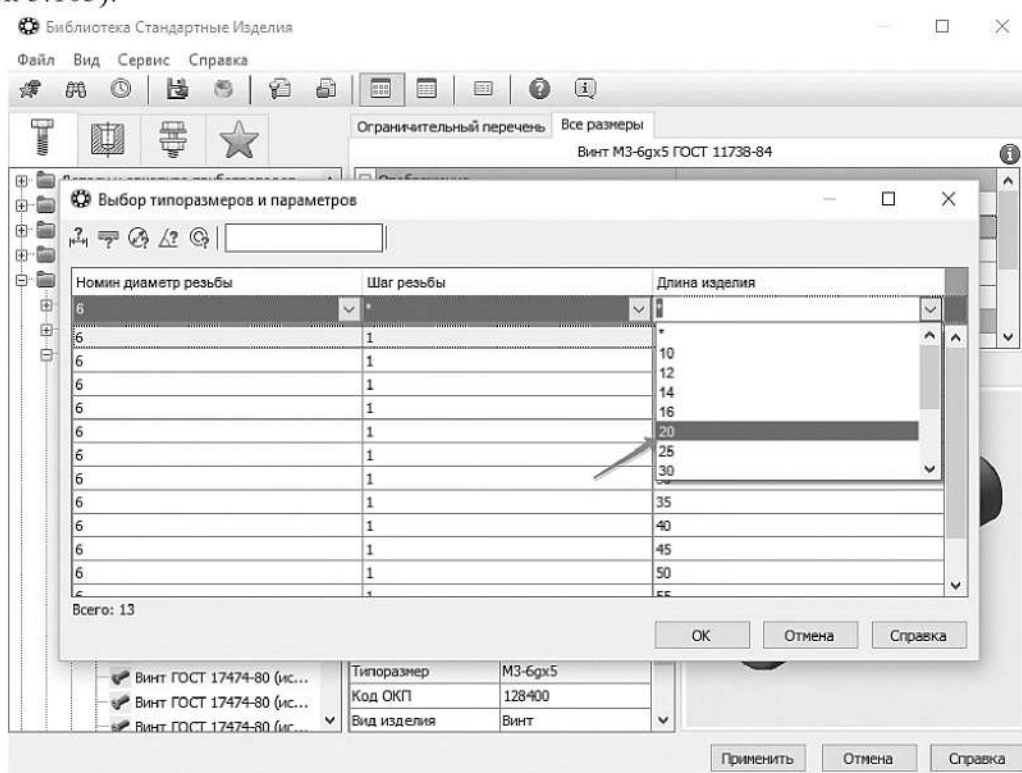


Рисунок 3.103. Выбор длины Винта

10.2.7 В списке останется единственная строка, отвечающая заданным условиям. Выполните двойное нажатие левой кнопки мыши на нее (рисунок 3.104).

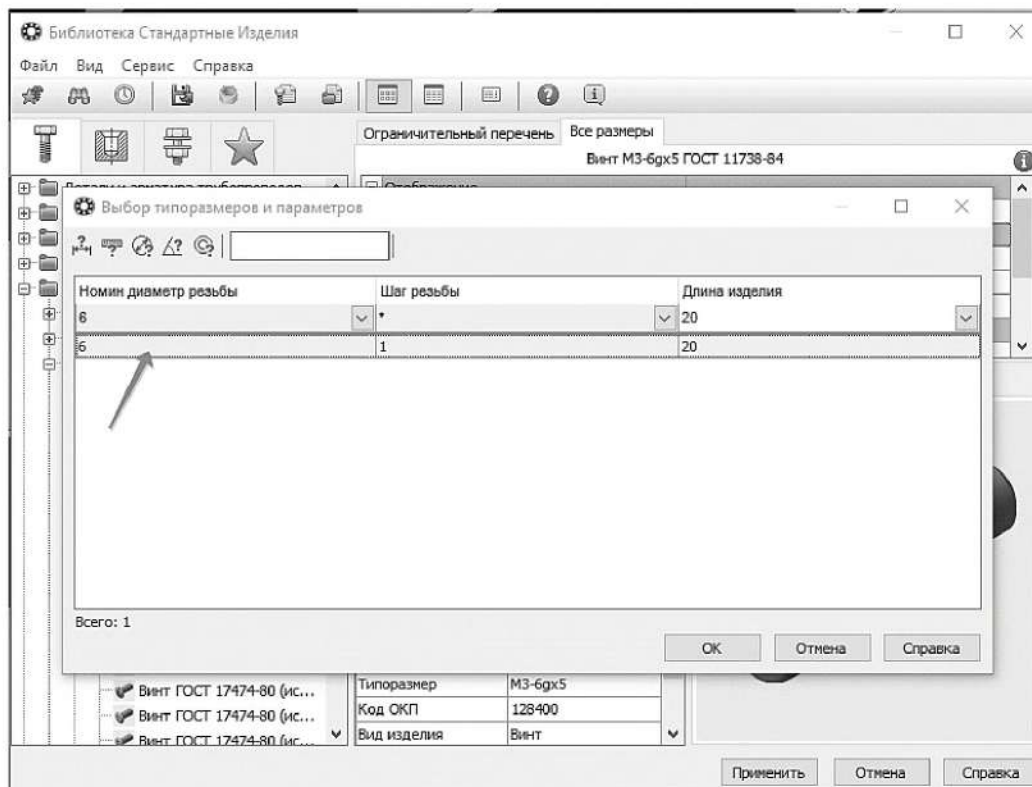


Рисунок 3.104. Добавление Винта

10.2.8 В окне **Библиотеки Стандартные Изделия** нажмите кнопку **Применить**.

10.2.9 Для автоматического наложения сопряжений укажите плоскую грань *Шайбы* (1, рисунок 3.105) и цилиндрическую грань отверстия в *Планке* (2, рисунок 3.105).

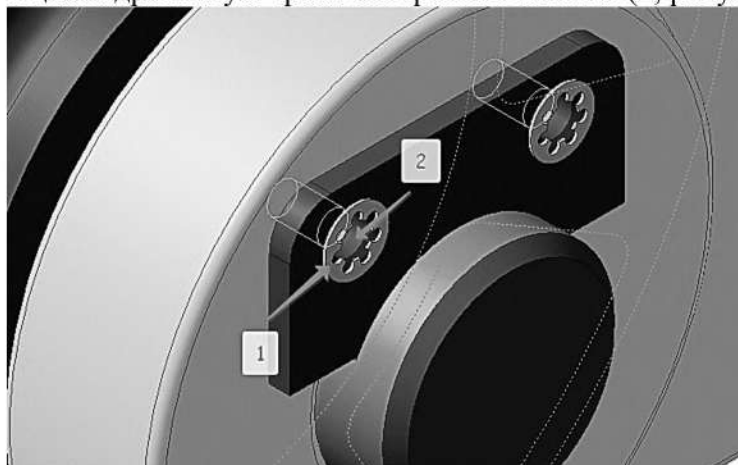


Рисунок 3.105. Выбор поверхностей сопряжения Винта

Посмотрите на фантом винта. Если его ориентация неверна (тело винта направлено наружу), можно задать ее вручную с помощью кнопок группы **Направление** на Панели свойств.

10.2.10 Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления.

10.2.11 Подтвердите создание объекта спецификации нажатием кнопки **OK** (рисунок 3.106).



Рисунок 3.106. Окно спецификации

После этого винт будет установлен в отверстие (рисунок 3.107).

10.2.12 Установите винт во второе отверстие (рисунок 3.108).

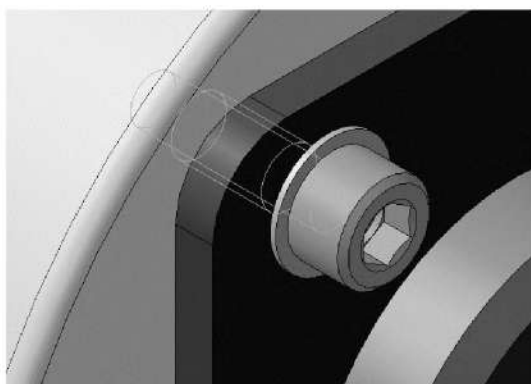


Рисунок 3.107. Результат добавления винта



Рисунок 3.108. Результат добавления второго Винта

10.2.13 Подтвердите создание объекта спецификации нажатием кнопки **OK** и нажмите кнопку **Прервать команду** .

10.2.14 Закройте окно **Библиотеки Стандартные Изделия** нажатием кнопки **Отмена**.

10.3 ДОБАВЛЕНИЕ НАБОРА ЭЛЕМЕНТОВ

10.3.1 Увеличьте правый верхний угол сборки (рисунок 3.109).

10.3.2 Нажмите правой кнопкой мыши в пустом месте окна модели и выполните из контекстного меню команду **Повторить: Вставить элемент** (рисунок 3.110).

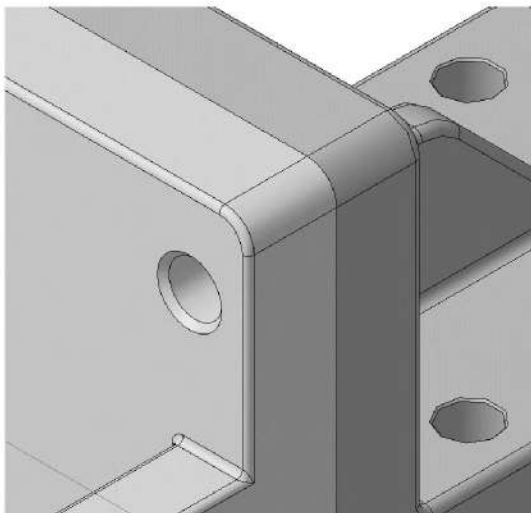


Рисунок 3.109. Отверстие для добавления набора элементов

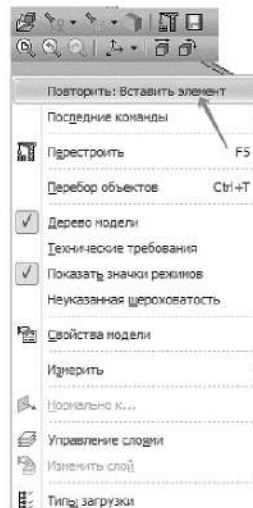


Рисунок 3.110. Повтор операции «Вставить элемент»

10.3.3 Над *Областью навигации* окна **Библиотеки Стандартные Изделия** откройте вкладку **Крепежные соединения**.

10.3.4 В Дереве библиотеки раскройте «ветвь» **Болтовое соединение**.

10.3.5 Выполните двойной щелчок мышью на элементе *Болтовое соединение* (рисунок 3.111).

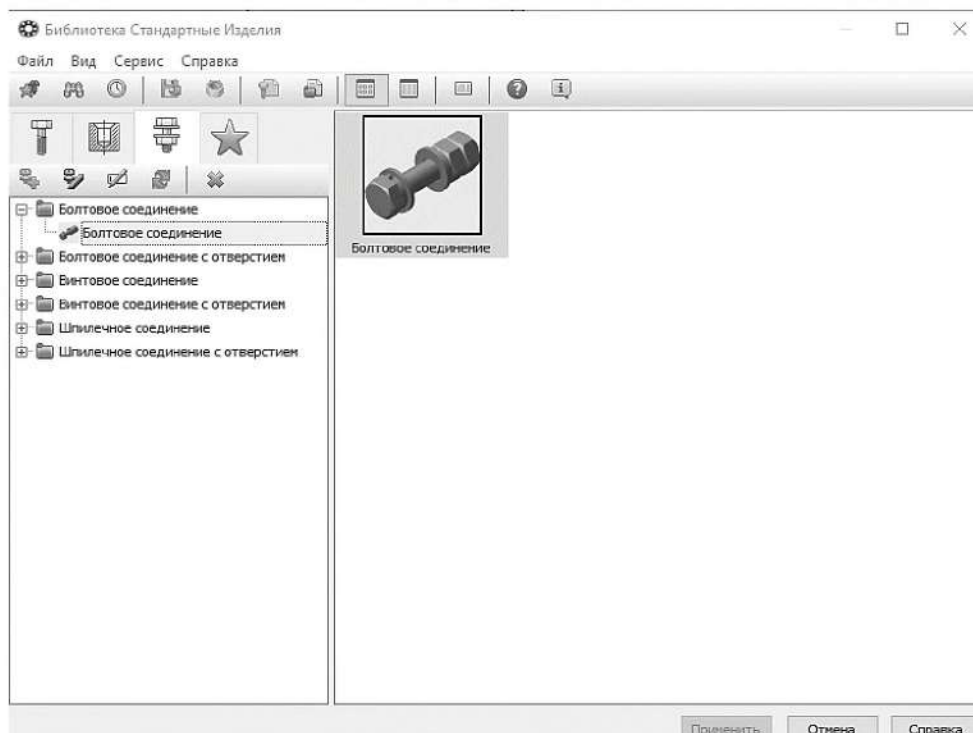


Рисунок 3.111. Добавление болтового соединения

10.3.6 Нажмите кнопку **Показать модель** над окном предварительного просмотра.

10.3.7 В Дереве состава соединения, на «ветви» Изделия над скрепляемыми деталями, сделайте текущей строку Легкая пружинная шайба ГОСТ 6402-70 (исп. 1) и нажмите кнопку Удалить на панели инструментов – указанный элемент будет удален из состава соединения. Таким же образом удалите остальные элементы, помеченные на рисунок 3.112 стрелками.

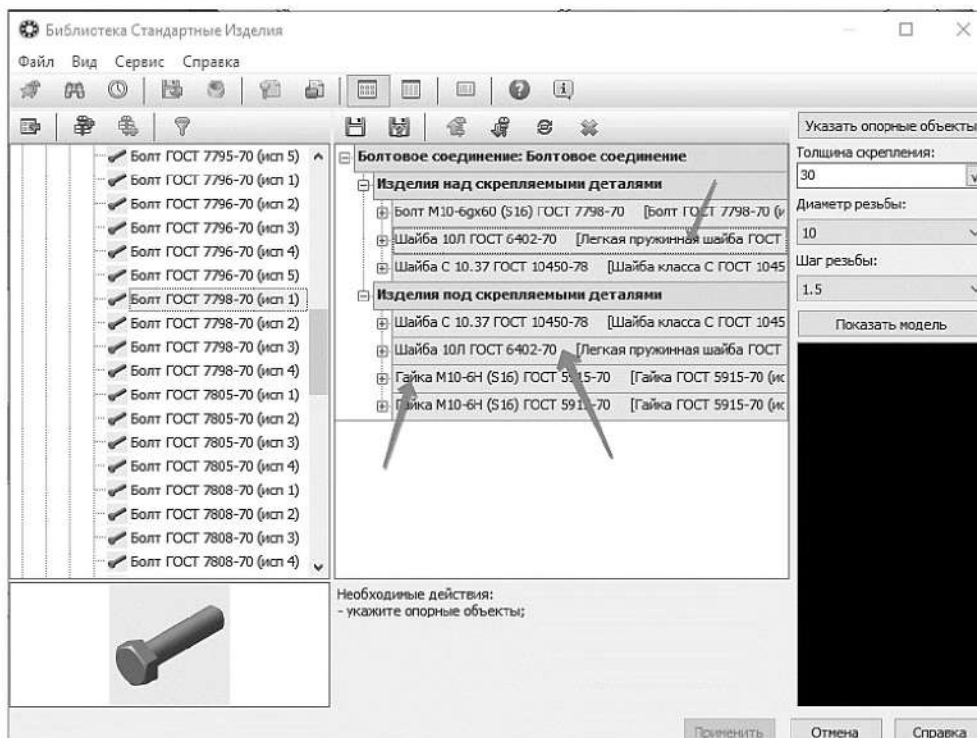


Рисунок 3.112. Выбор набора компонентов

10.3.8 Нажмите кнопку **Указать опорные объекты** – система перейдет в режим позиционирования соединения и определения его параметров.

10.3.9 В окне модели укажите цилиндрическую грани всех отверстий в *Вилке*. Это необходимо для определения диаметра болта (рисунок 3.113).

10.3.10 Для определения длины болта укажите плоскую грань *Вилки* (рисунок 3.114).

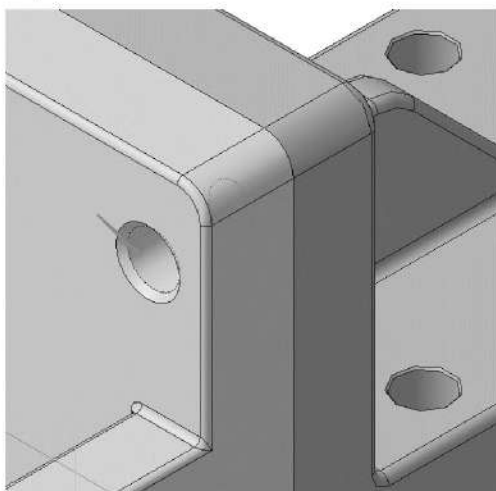


Рисунок 3.113. Выбор поверхности сопряжения

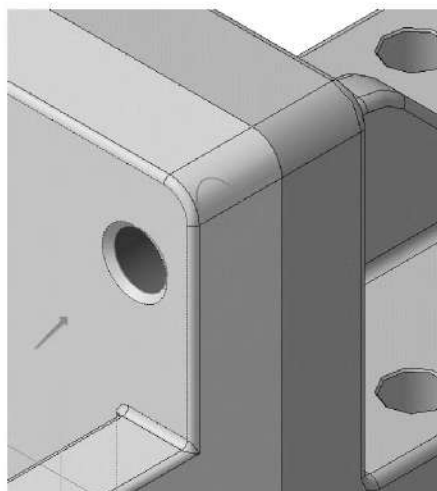



Рисунок 3.114. Выбор первой поверхности для определения длины болта

Затем разверните сборку обратной стороной и укажите плоскую грань *Кронштейна*

10.3.11 Позиционирование соединения закончено – нажмите кнопку **Создать объект** . После этого будут определены параметры болтового соединения для указанных опорных объектов.

10.3.12 Нажмите кнопку **Применить** в нижней части окна. Болтовое соединение будет добавлено в модель (рисунок 3.116).

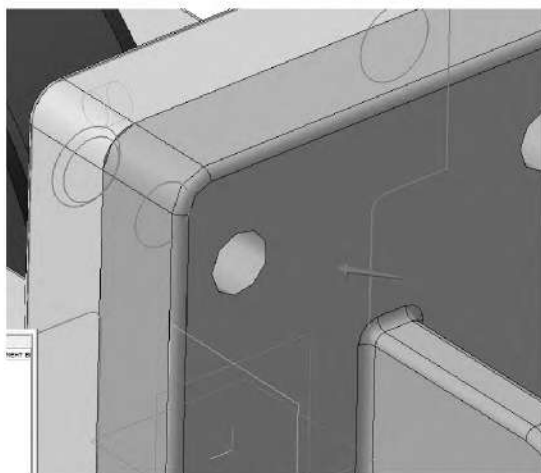


Рисунок 3.115. Выбор второй поверхности для определения длины болта

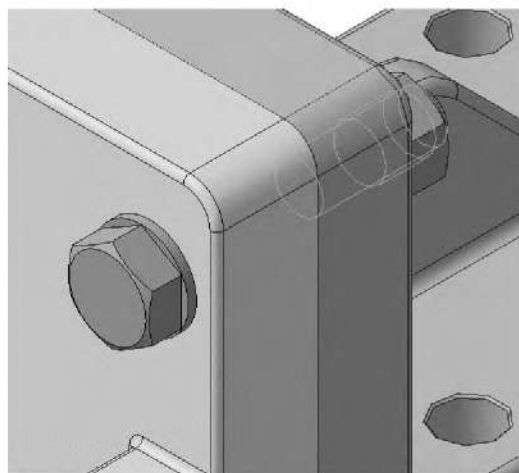


Рисунок 3.116. Результат добавления болтового соединения

10.3.13 Нажмите на кнопку **Отмена** закройте окно **Библиотеки Стандартные Изделия** (рисунок 3.117).

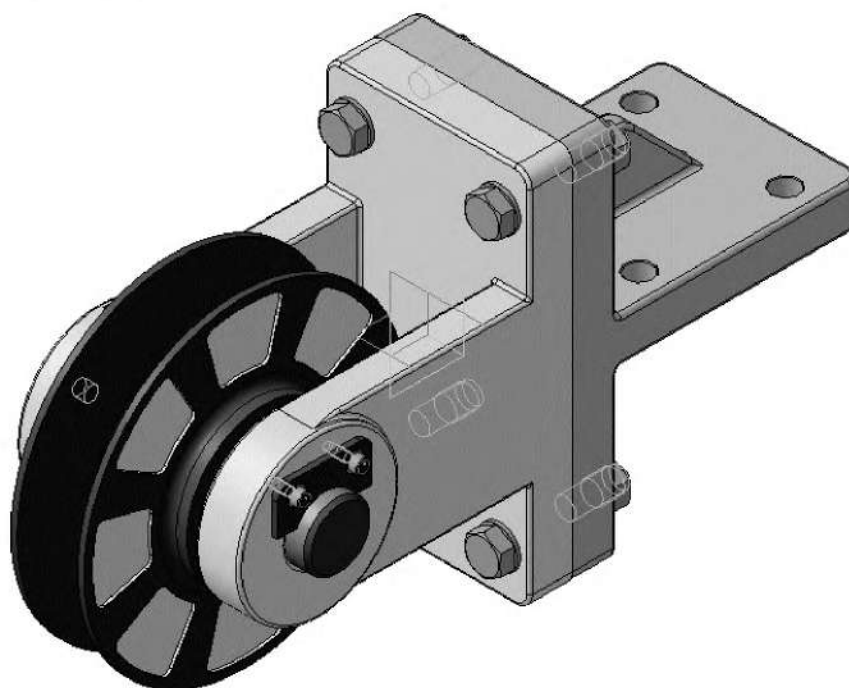




Рисунок 3.117. Результат добавления крепежных элементов

10.3.14 Установите ориентацию **Справа**.

10.3.15 Нажмите кнопку **Параллельность**  на инструментальной панели **Сопряжения** .

10.3.16 Укажите грань Вилки (1, рисунок 3.118).

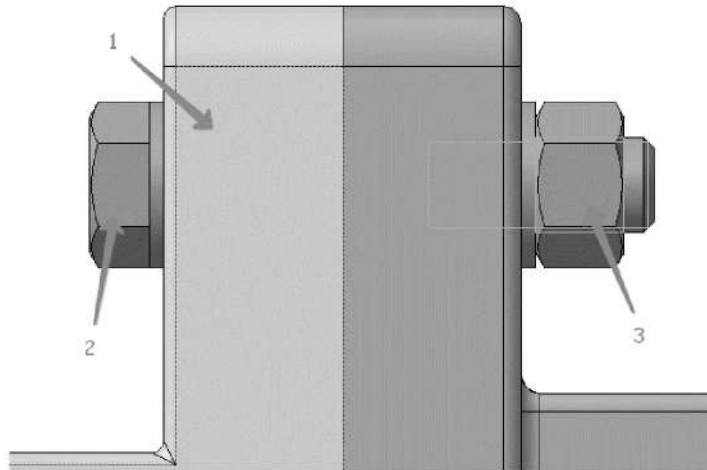


Рисунок 3.118. Задание параллельности граней крепежных элементов

10.3.17 Нажмите кнопку **Запомнить состояние**  на Панели специального управления.

10.3.18 Укажите плоские грани Болта и Гайки (2, 3 рисунок 3.118).

10.3.19 Нажмите кнопку **Прервать команду** .

10.4 ДОБАВЛЕНИЕ МАСЛЕНКИ

10.4.1 Разверните модель и увеличьте место установки *Масленки*.

10.4.2 Вновь вызовите на экран окно **Библиотеки Стандартные Изделия**.

10.4.3 Раскройте «ветви» *Подшипники и детали машин* и *Масленки*.

10.4.4 Укажите элемент *Пресс-масленка ГОСТ 19853-74 тип 1, номер 3-4* и нажмите кнопку **Применить** (рисунок 3.119).

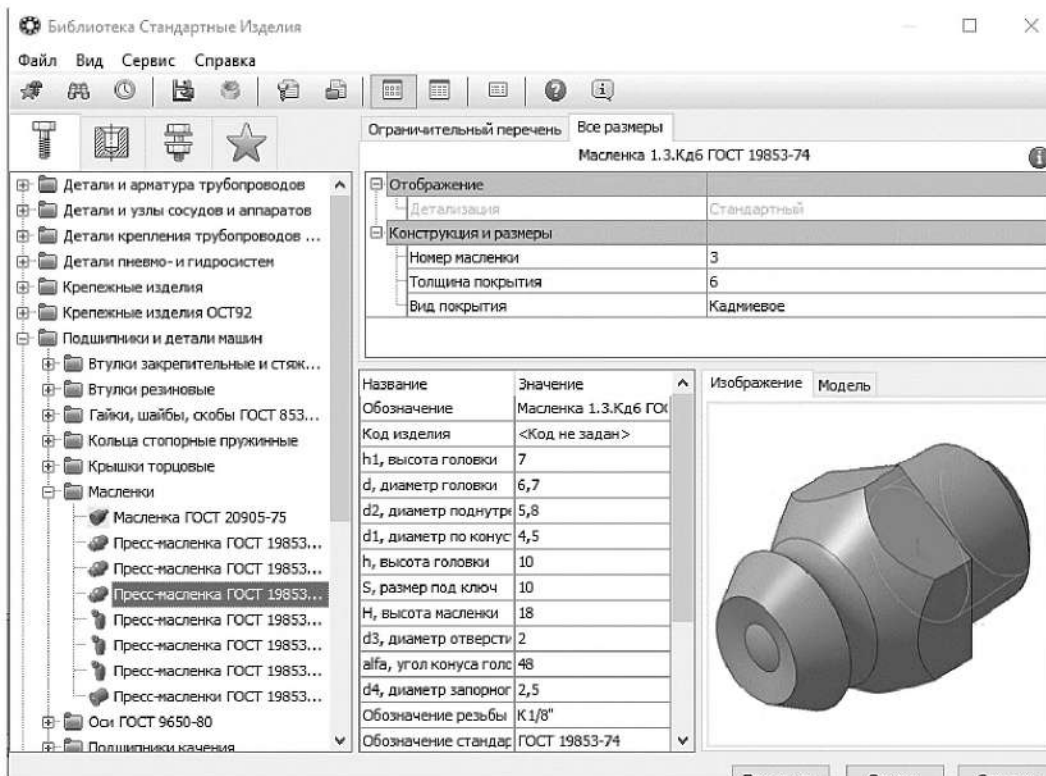


Рисунок 3.119. Добавление Масленки

10.4.5 Укажите плоскую грань детали *Ось* (рисунок 3.120).

10.4.6 Укажите коническую грань отверстия (рисунок 3.121).

10.4.7 Нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления.

10.4.8 Подтвердите создание объекта спецификации нажатием кнопки **ОК** (рисунок 3.122).

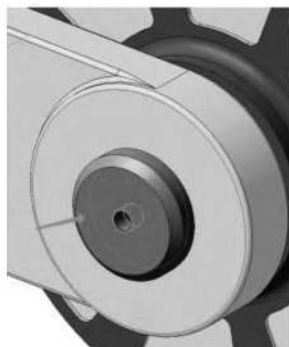


Рисунок 3.120. Выбор сопрягаемой поверхности детали «Ось»

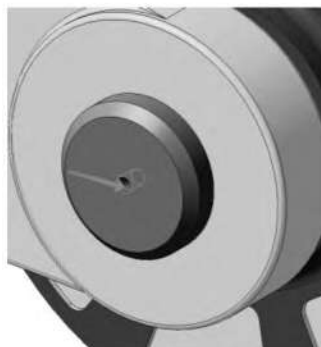


Рисунок 3.121. Выбор сопрягаемой поверхности детали «Ось»

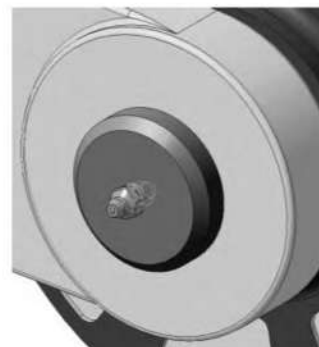


Рисунок 3.122. Результат добавления Масленки

10.4.9 Нажмите кнопку **Прервать команду** .


10.4.10 Щелчком на кнопке **Отмена** закройте окно **Библиотеки Стандартные Изделия**.



Практика 4. Сборочные чертежи и конструкторская документация

1. СОЗДАНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

1.1 СОЗДАНИЕ ВИДОВ

Чертеж сборочной единицы *Ролик* должен содержать единственный вид – его разрез. Сразу создать такой вид нельзя. Вначале придется создать два вида: **Главный вид** и **вид Слева**. Отказаться от создания Главного вида невозможно, а **вид Слева** потребуется для размещения в нем линии разреза, по которой будет автоматически построен разрез. После построения разреза **вид Слева** можно скрыть.

1.1.1 Нажмите кнопку **Создать**  на панели **Стандартная**, укажите тип создаваемого документа **Чертеж** и нажмите кнопку **ОК**.

1.1.2 Нажмите кнопку **Стандартные виды**  на инструментальной панели **Виды** .

1.1.3 Если окно сборочной единицы КГ.01.01.00. Ролик открыто, просто нажмите кнопку **ОК** (рисунок 4.1). Если окно сборочной единицы было закрыто, нажмите кнопку **Из файла** и укажите ее положение на диске.

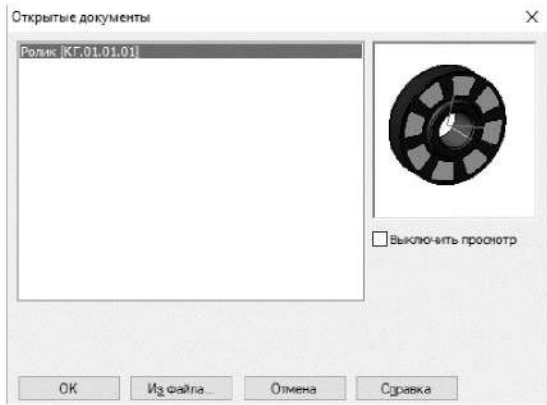


Рисунок 4.1. Выбор Сборочной единицы «Ролик»

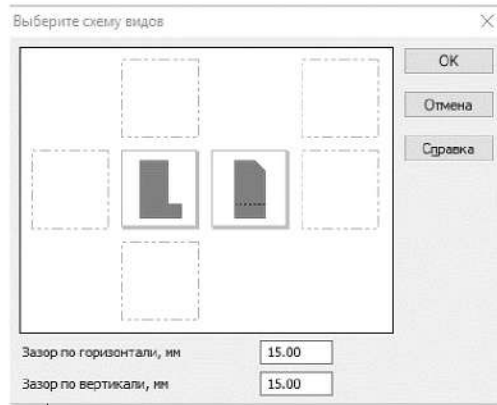



Рисунок 4.2. Выбор видов


1.1.4 Нажмите кнопку **Схема**  на Панели свойств. Откажитесь от создания вида **Сверху** и нажмите кнопку **OK** (рисунок 4.2).


1.1.5 Раскройте список **Масштаб** и укажите масштаб уменьшения 1:2 (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3. Выбор масштаба

1.1.6 Укажите положение видов на чертеже (рисунок 4.4).

1.1.7 Сохраните чертеж  на диске указав имя (например, Ролик_КГ.01.01.00 СБ).

1.1.8 Дальнейшую работу над чертежом нужно выполнять в параметрическом режиме. Настройте в чертеже параметрический режим. Включите кнопку **Параметрический режим**  на панели **Текущее состояние**.

1.1.9 Выполните команду **Сервис – Параметры**. На экране откроется окно **Параметры** с активной вкладкой **Текущий чертеж**.

1.1.10 Укажите «ветвь» Параметризация, отключите опцию **Фиксировать размеры** и нажмите **OK** (рисунок 4.5).

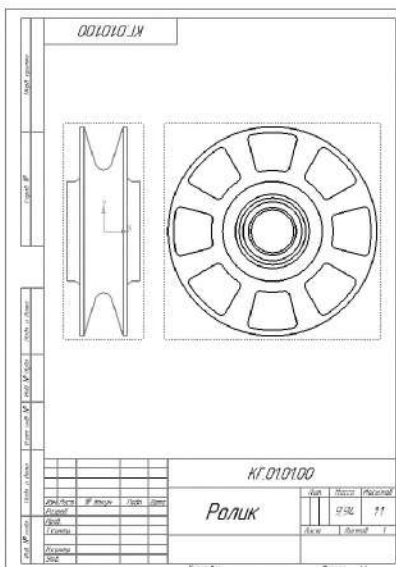


Рисунок 4.4. Изображение сборочной единицы «Ролик»

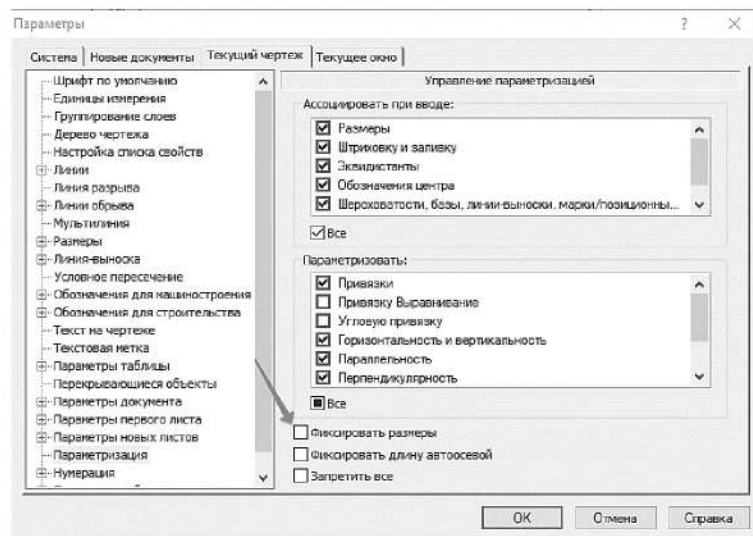


Рисунок 4.5. Отключение фиксации размеров

1.2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПРАВОЧНИКА КОДОВ И НАИМЕНОВАНИЙ

1.2.1 Войдите в режим заполнения основной надписи чертежа.

1.2.2 Нажмите правую кнопку мыши в любом месте штампа.

1.2.3 Вызовите из контекстного меню команду **Вставить код и наименование** (рисунок 4.6).

1.2.4 В справочнике **Коды и наименования** укажите **Сборочный чертеж** и нажмите **ОК** (рисунок 4.7).

1.2.5 В основную надпись чертежа будут добавлены наименование и код документа (рисунок 4.8).

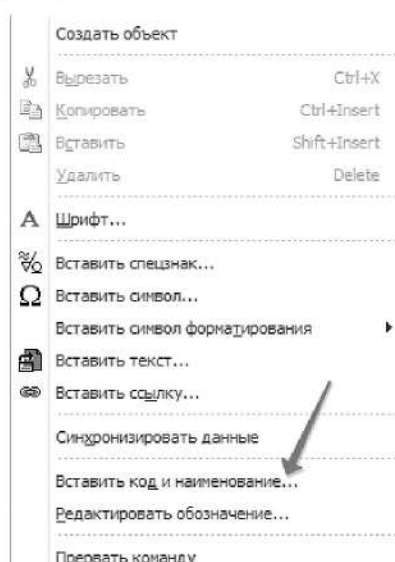


Рисунок 4.6. Добавление кода и наименования

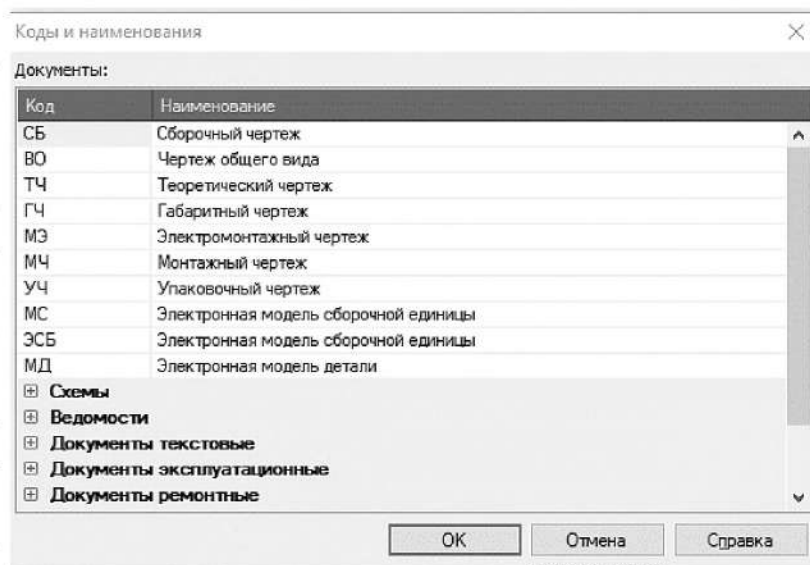


Рисунок 4.7. Добавление кода и наименования

				<i>КГ.01.01.00 СБ</i>			
				<i>Ролик</i>			
				<i>Сборочный чертеж</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
						9,94	1:2
<i>Разраб.</i>					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	1
<i>Проб.</i>							
<i>Т.контр.</i>							
<i>Н.контр.</i>							
<i>Утв.</i>							


Рисунок 4.8. Основная надпись после добавления кода и наименования

1.3 ПОСТРОЕНИЕ РАЗРЕЗА

1.3.1 Нажмите левой кнопкой мыши по пунктирной рамке **Главного вида** – вид будет выделен цветом (рисунок 4.9).

1.3.2 Нажмите клавишу <Delete> на клавиатуре и подтвердите удаление вида (рисунок 4.10).

1.3.3 Откройте список Управление видами на панели **Текущее состояние** и сделайте текущим вид номер 2 – **вид Слева** (рисунок 4.11).

1.3.4 Линия разреза должна пройти точно через центр детали. Предварительно можно построить вспомогательную прямую и использовать ее в качестве объекта привязки при построении линии разреза. Нажмите кнопку **Вертикальная прямая**  на

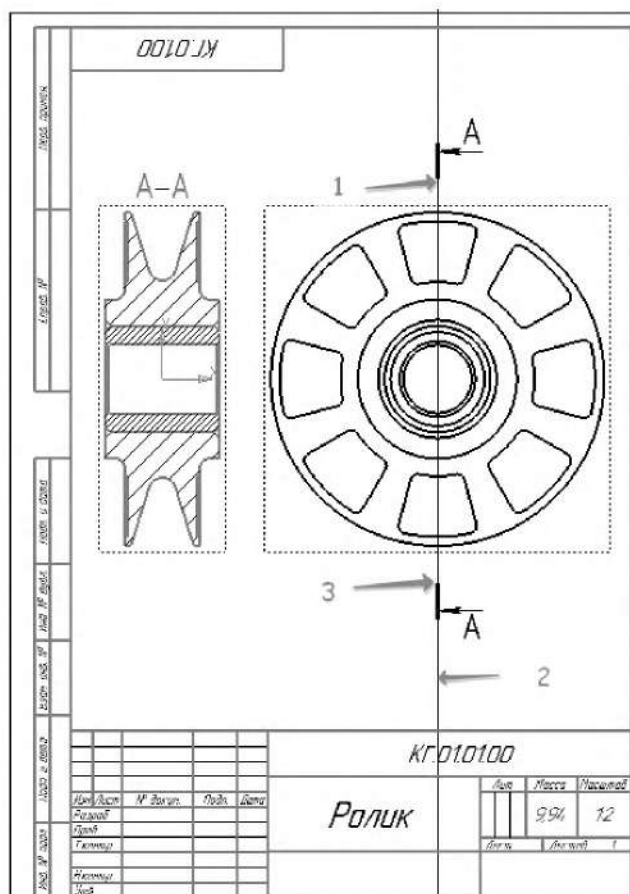


Рисунок 4.12. Выбор плоскости разреза

1.4 ПОГАШЕНИЕ ВИДА

После создания разреза все остальные изображения чертежа становятся лишними. Заголовок разреза *A-A* и вспомогательную прямую можно удалить.

1.4.1 Нажмите и удерживайте нажатой клавишу <Shift> на клавиатуре.

1.4.2 Укажите заголовок сечения *A-A* и вспомогательную прямую – они будут выделены цветом.

1.4.3 Отпустите клавишу <Shift>.

1.4.4 Нажмите клавишу <Delete>. Выделенные объекты будут удалены с чертежа (рисунок 4.13).

1.4.5 Нажмите левой кнопкой мыши по пунктирной рамке **вида Слева** – вид будет выделен цветом.

1.4.6 Нажмите кнопку **Погасить вид**  на Контекстной панели – вид исчезнет с чертежа (рисунок 4.14).

1.4.7 На месте погашенного вида останется его габаритная рамка, которая не выводится на печать. При желании можно погасить и ее. Вызовите команду **Сервис – Параметры – Система – Графический редактор – Виды**.

1.4.8 В правой части окна Параметры включите кнопку Рамки выключенных видов и отключите опцию **Показывать**.

1.4.9 Нажмите кнопку ОК (рисунок 4.15).

1.4.10 Установите курсор на пунктирную рамку вида, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, попробуйте передвигать вид. Он может перемещаться только в горизонтальном направлении. Для облегчения компоновки чертежа проекционную связь можно отключить. Проследите за тем, чтобы вид был выделен цветом. Если это не так, щелкните мышью на пунктирной рамке вида.

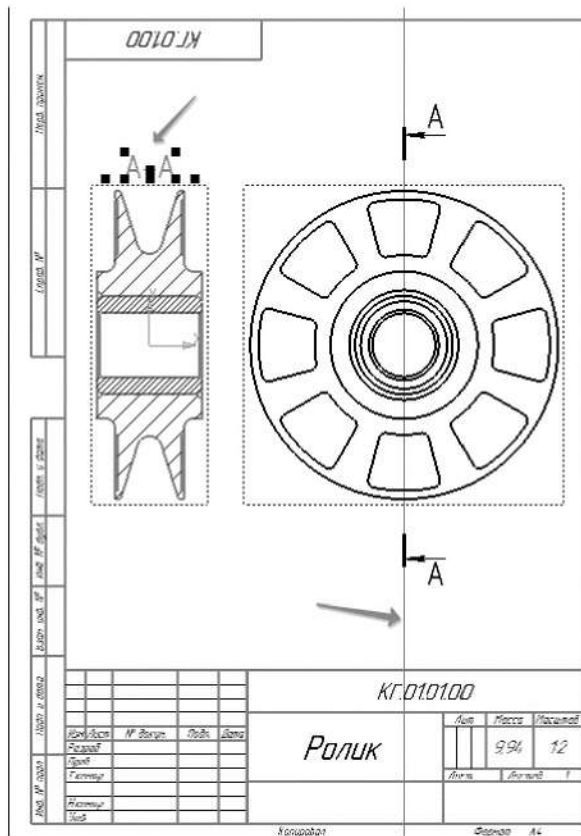


Рисунок 4.13. Удаление надписи и вспомогательной линии

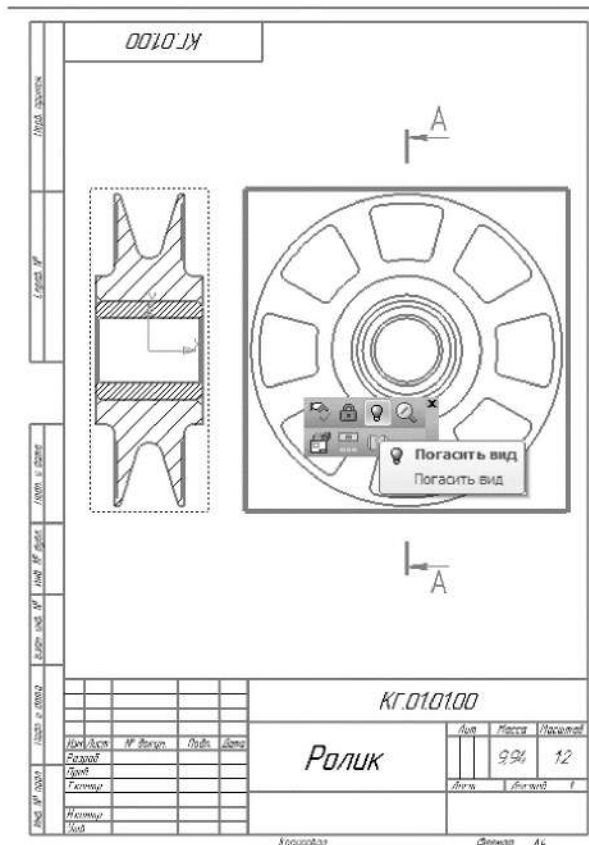


Рисунок 4.14. Погашение вида

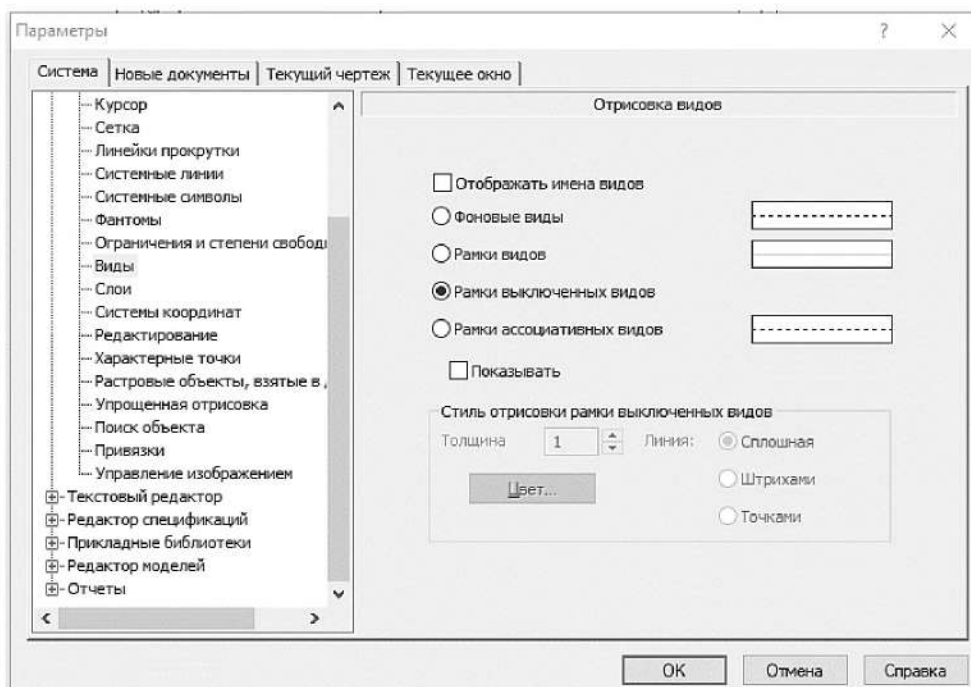



Рисунок 4.15. Отключение изображения рамки

1.4.11 Нажмите кнопку Проекционная связь  на Контекстной панели. После этого вид можно будет перемещать в любом направлении (рисунок 4.16).

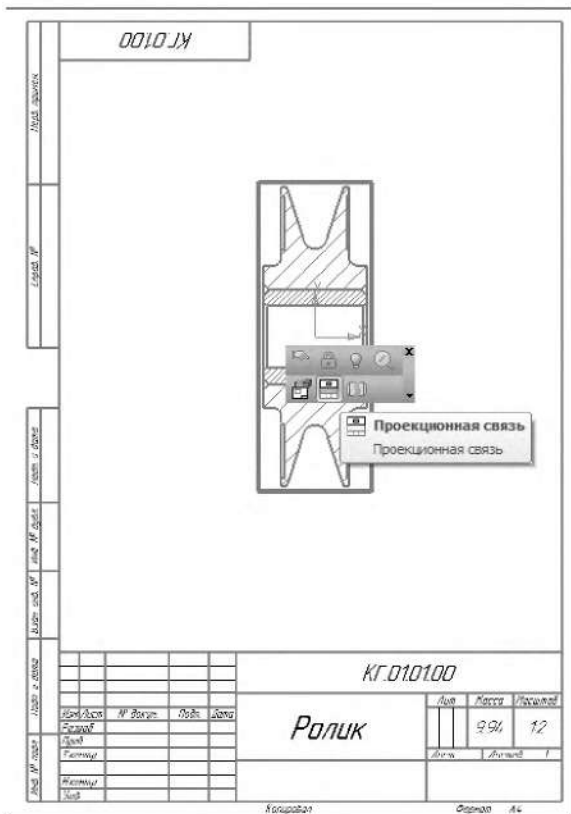


Рисунок 4.16. Отключение проекционной связи

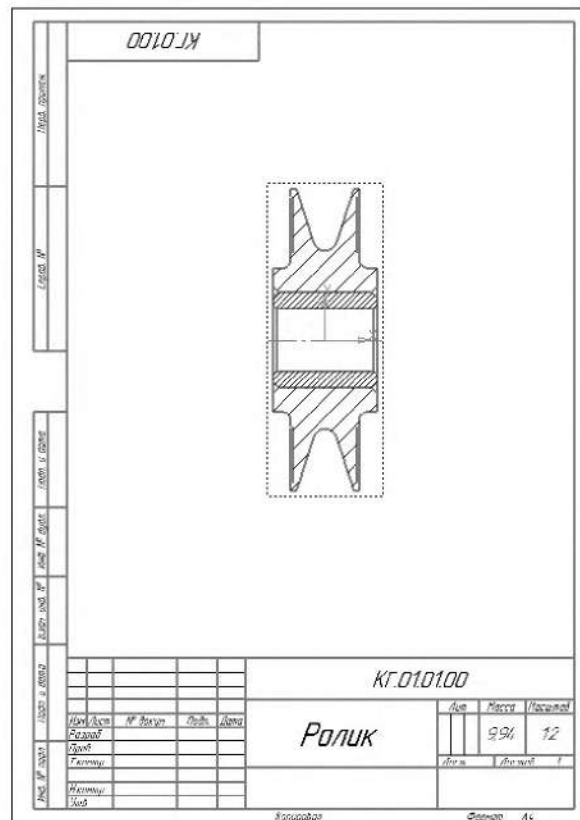







Рисунок 4.17. Добавление осевой линии

1.4.12 С помощью команды **Осевая линия по двум точкам**  на инструментальной панели **Обозначения**  постройте на разрезе осевую линию. Точки, через которые должна пройти осевая линия, укажите с помощью привязки **Ближайшая точка** (1, 2, рисунок 4.17).


1.5 ПРОСТАНОВКА ПОЗИЦИОННЫХ ЛИНИЙ-ВЫНОСОК

1.5.1 Нажмите кнопку **Обозначение позиций**  на инструментальной панели **Обозначения** .

1.5.2 Проставьте позиционную линию-выноску к детали Втулка (рисунок 4.18). Построение начинается с указания точки, на которую указывает выноска. Затем нужно указать точку начала полки. Очередной номер позиции присваивается автоматически.


Построение объекта заканчивается щелчком на кнопке **Создать объект** .



1.5.3 Проставьте позиционную линию-выноску к детали Ролик (рисунок 4.18).

1.5.4 Нажмите кнопку **Прервать команду** .

1.5.5 Очередность простановки линий-выносок на сборочном чертеже не имеет значения. Номера позиций будут автоматически изменены после создания спецификации, о чем говорится ниже.

1.5.6 Выделите обе линии-выноски. Удерживайте нажатой клавишу <Shift> на клавиатуре. Затем нажимайте левой кнопкой мыши по линиям-выноскам. После того как все нужные объекты будут выделены, клавишу <Shift> следует отпустить.

1.5.7 Нажмите кнопку **Выровнять позиции по вертикали**  на Расширенной панели команд простановки позиционных линий-выносок. Укажите точку, по которой требуется выровнять выноски, например, точку начала полки любой из линий-выносок. Щелчком в любом свободном месте чертежа отмените выделение объектов.

1.5.8 Проставьте необходимые размеры (рисунок 4.19) используя кнопку **Авторазмер**  на инструментальной панели **Размеры** .

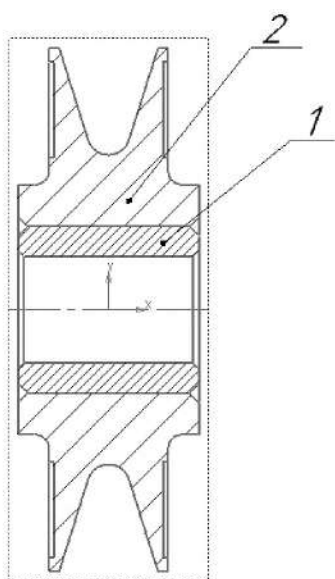


Рисунок 4.18. Простановка позиционных линий-выносок

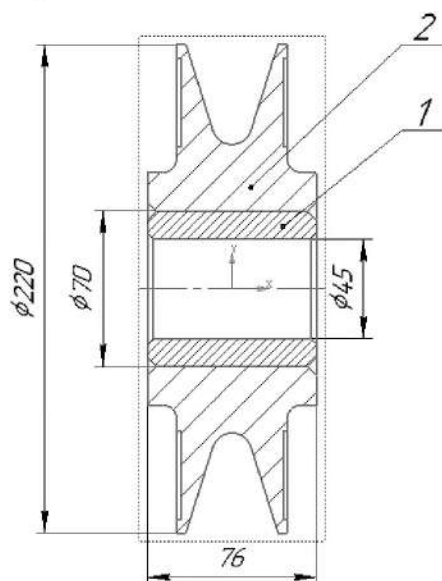


Рисунок 4.19. Простановка размеров

1.6 ЗАПОЛНЕНИЕ ГРАФЫ МАСШТАБ

1.6.1 Нажмите в графе масштаб правой кнопкой мыши и выберите из контекстного меню команду **Вставить ссылку** (рисунок 4.20).

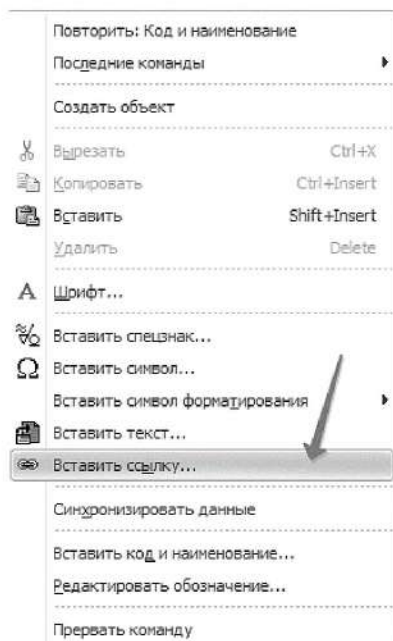


Рисунок 4.20. Добавление ссылки в графе Масштаб

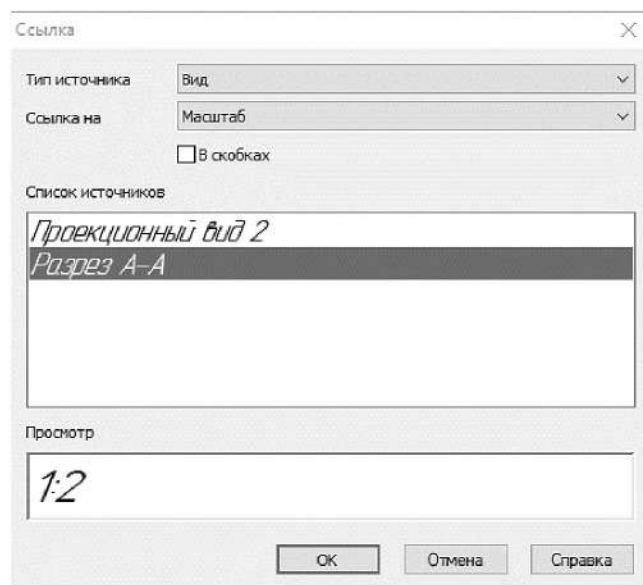


Рисунок 4.21. Выбор источника ссылки

1.6.2 В диалоговом окне **Ссылка** укажите строку **Разрез А-А** и нажмите кнопку **ОК** (рисунок 4.21).

1.6.3 В графу будет вставлен текст 1:2. Это ссылка на масштаб вида **Разрез А-А**. Признаком того, что текст представляет собой ссылку, является синий цвет символов.

1.6.4 Заполните остальные ячейки основной надписи (рисунок 4.22).

				<i>КГ.01.01.00 СБ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Лист</i>	<i>Масса</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов</i>					<i>9,94</i>
<i>Проб.</i>	<i>Петров</i>					<i>1:2</i>
<i>Т.контр.</i>					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
						<i>1</i>
<i>Н.контр.</i>					<i>Горный университет</i>	
					<i>каф. НГ и Г</i>	

Рисунок 4.22. Основная надпись

- 1.6.5 Нажмите кнопку **Создать объект** .
- 1.6.6 Нажмите кнопку **Перестроить**  на панели **Вид**.
- 1.6.7 Нажмите кнопку **Сохранить**  на панели **Стандартная**.
- 1.6.8 Закройте окно документа .

2. СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ИЗДЕЛИЯ

На этом этапе создания конструкторской документации необходимо создать чертеж изделия (рисунок 4.23).

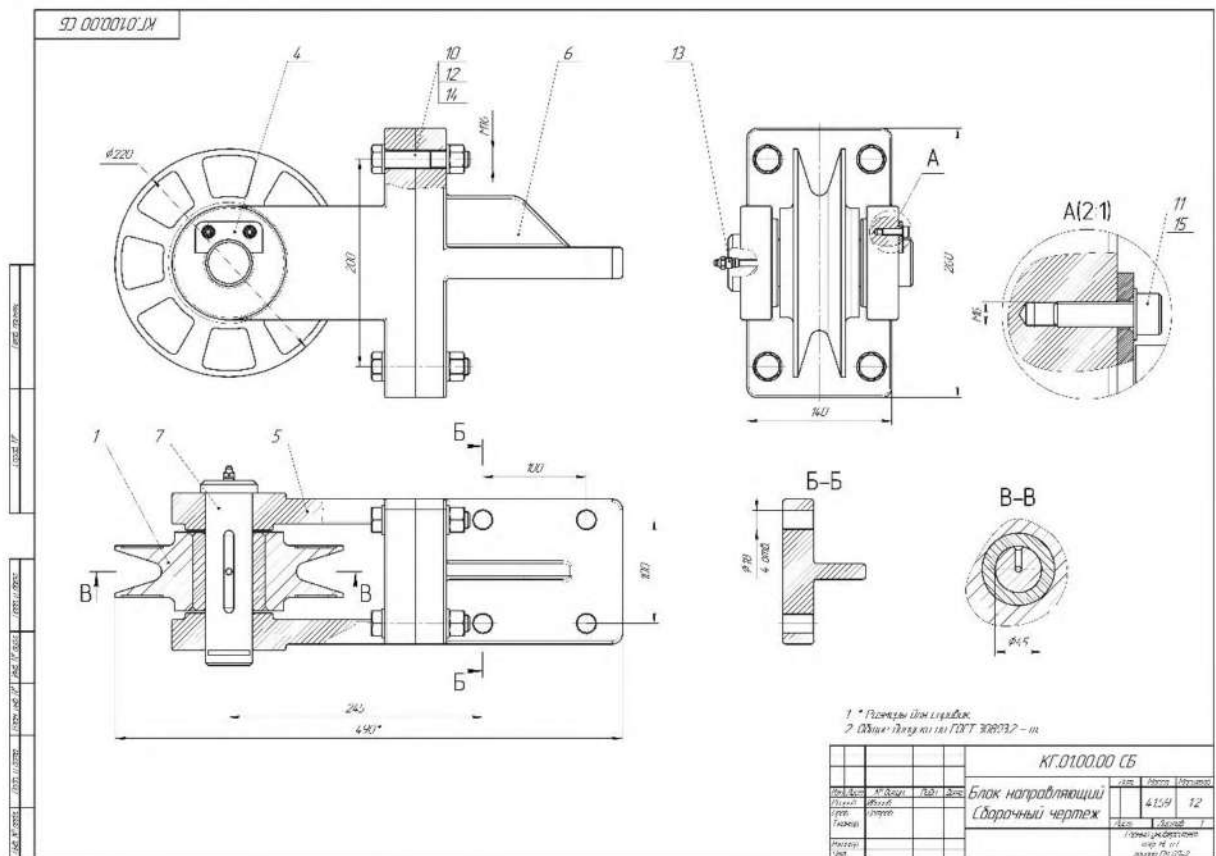


Рисунок 4.23. Сборочный чертеж изделия «Блок направляющий»

2.1 СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА

- 2.1.1 Создайте новый чертеж формата A2 горизонтальной ориентации.
- 2.1.2 Настройте в чертеже параметрический режим.

2.1.3 Нажмите кнопку **Стандартные виды**  на инструментальной панели **Виды**



2.1.4 Если сборка *Блок направляющего* открыта, просто нажмите **ОК** (рисунок 4.24). В противном случае нажмите кнопку **Из файла** и укажите положение сборки на диске.

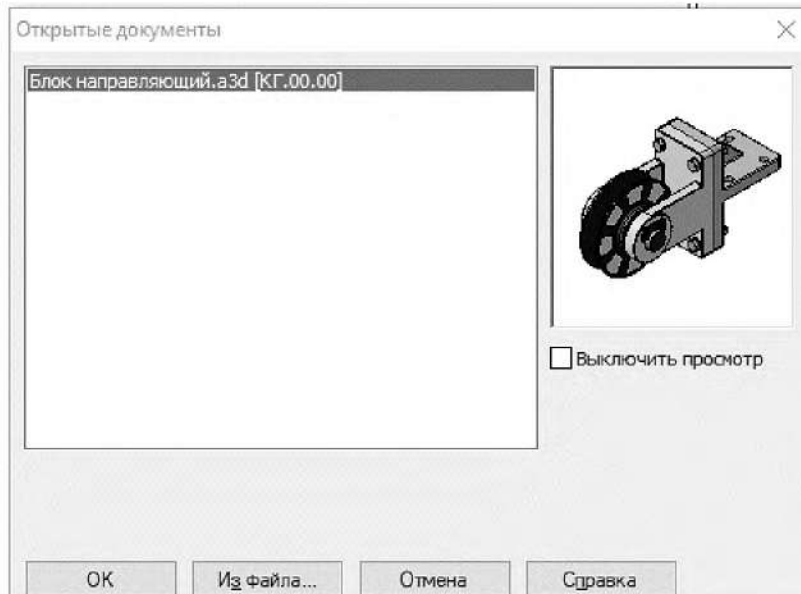


Рисунок 4.24. Выбор сборочной модели

2.1.5 Создайте на чертеже три основных вида, приняв за **Главный вид** чертежа ориентацию модели **Справа**. Установите масштаб видов *1:2*. Включите отрисовку линий перехода поверхностей (рисунок 4.25).

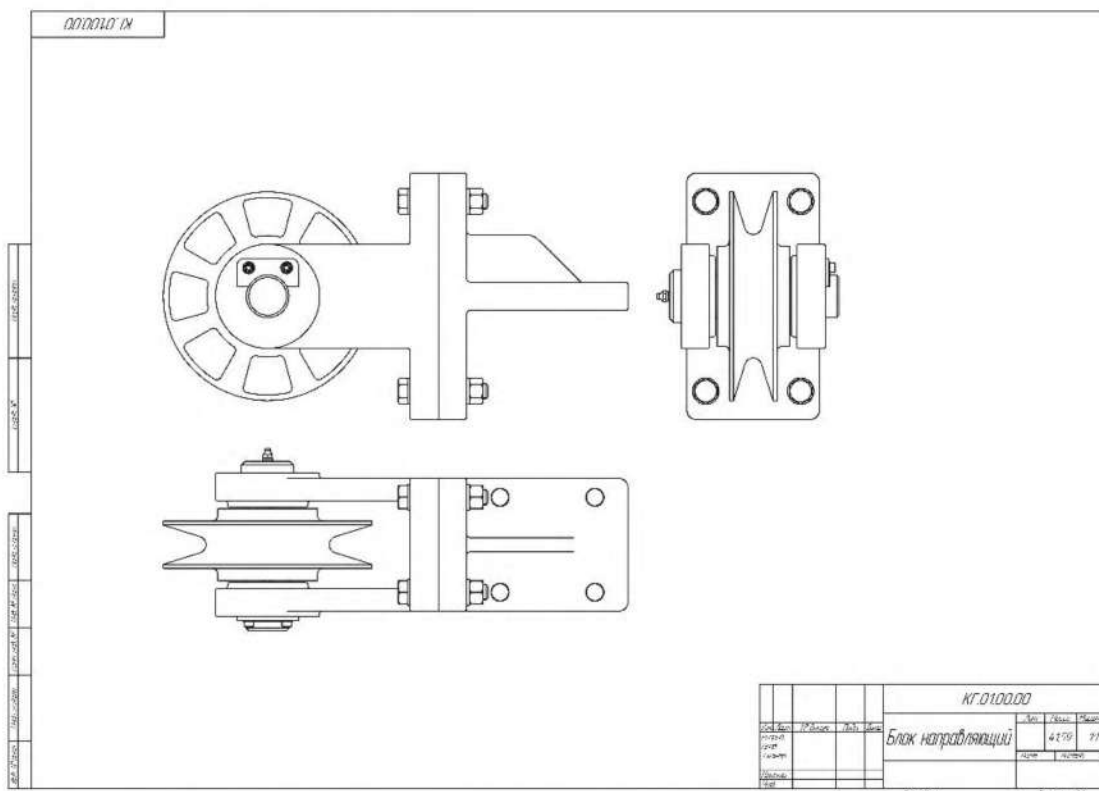



Рисунок 4.25. Расположение видов изделия «Блок направляющий»

2.1.6 Сохраните  чертеж указав имя (например, *Блок направляющий_KГ.01.00.00* СБ).

2.2 ВЫПОЛНЕНИЕ МЕСТНОГО РАЗРЕЗА БОЛТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ

2.2.1 Постройте замкнутую кривую таким образом, чтобы крепежные детали оказались внутри (рисунок 4.26).

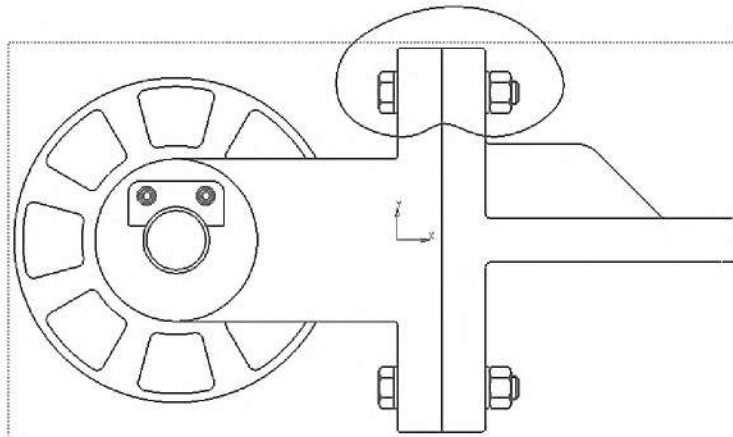



Рисунок 4.26. Построение местного разреза

2.2.2 Постройте местный разрез . Положение секущей плоскости укажите на **виде Сверху** (рисунок 4.27).

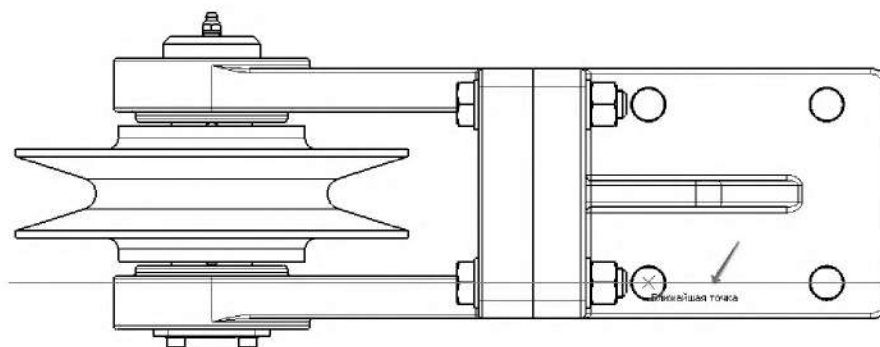


Рисунок 4.27. Выбор плоскости местного разреза

Сразу после создания разреза или сечения все компоненты (в том числе элементы крепежа), попавшие в секущую плоскость, изображаются разрезанными (рисунок 4.28).

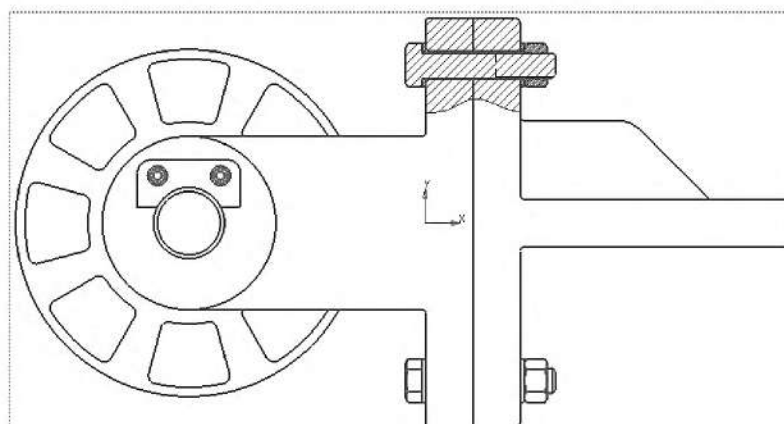


Рисунок 4.28. Местный разрез элементов модели

2.2.3 Вызовите команду **Вид – Дерево чертежа**.

2.2.4 В Дереве чертежа раскройте «ветви», показанные на рисунке.

2.2.5 Отыщите в Дереве чертежа болт, попавший в местный разрез. Для этого (с помощью курсора мыши или клавиш управления курсором) перемещайтесь вниз по ветви *Блок направляющий*, пока нужный компонент не будет подсвечен на чертеже. Укажите *Болт*.

2.2.6 Нажмите и удерживайте нажатой клавишу <Shift> на клавиатуре.

2.2.7 Укажите компонент *Гайка* набора крепежных элементов, попавших в местный разрез – система выделит первый указанный компонент, последний и расположенный между ними компонент *Шайба*.

2.2.8 Отпустите клавишу <Shift>.

2.2.9 Щелкните правой кнопкой мыши на любом из выделенных компонентов и вызовите из контекстного меню команду **Не разрезать** (рисунок 4.29).

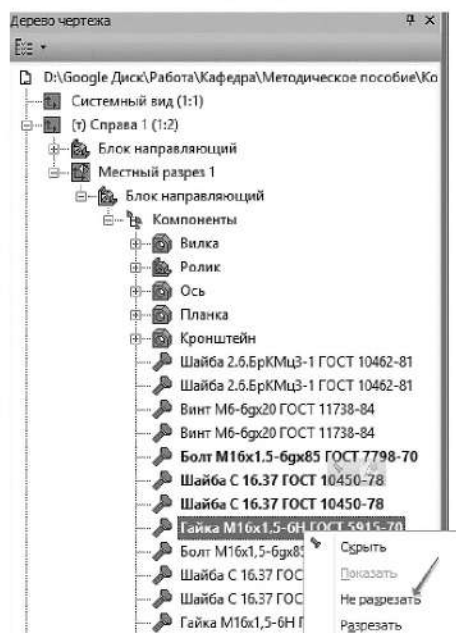


Рисунок 4.29. Применение команды Не разрезать для стандартных изделий

2.2.10 Нажмите клавишу <F5> на клавиатуре или кнопку **Перестроить**  на панели Вид.

2.2.11 Проставьте размеры, обозначение центра, осевые линии и введите позиционные линии-выноски. Очередность построения выносок не имеет значения (рисунок 4.30).

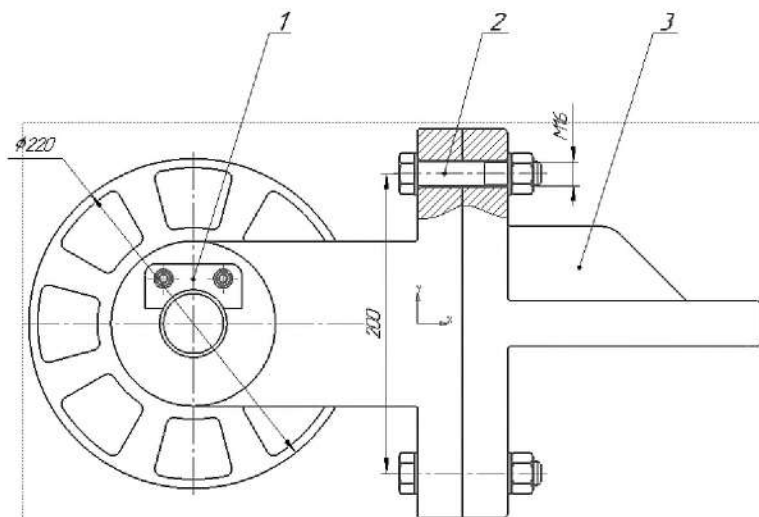




Рисунок 4.30. Проставка размер и позиционных линий-выносок

2.3 ОФОРМЛЕНИЕ ВИДА СВЕРХУ

2.3.1 Сделайте текущим вид **Сверху**.

2.3.2 Постройте осевую линию .

2.3.3 Постройте замкнутую кривую на виде сверху *Ролика*. Кривая будет использована в качестве контура местного разреза (рисунок 4.31).

2.3.4 Создайте местный разрез , указав в качестве контура кривую. Положение секущей плоскости укажите на **Главном виде** (центральная точка Ролика) (рисунок 4.32).

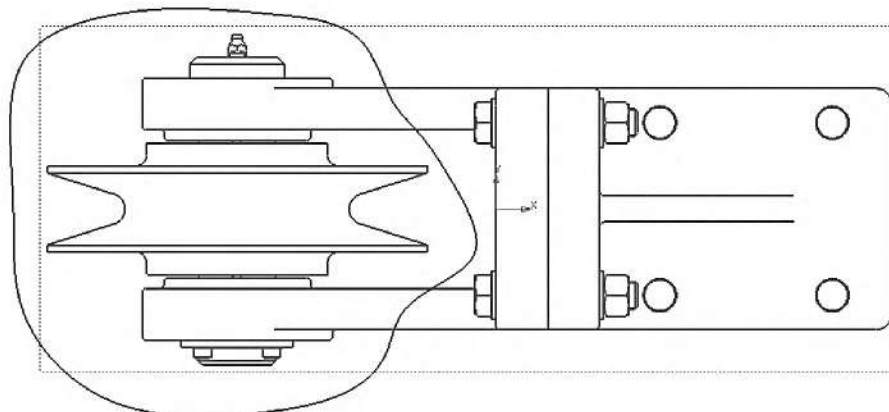


Рисунок 4.31. Построение контура местного разреза

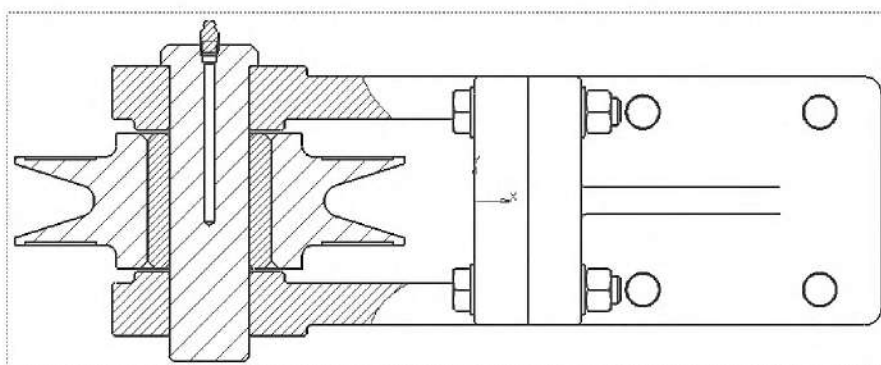


Рисунок 4.32. Местный разрез элементов модели

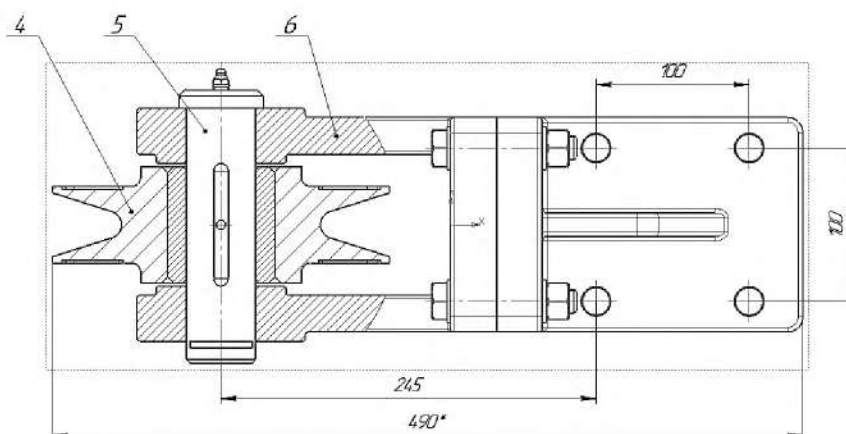



Рисунок 4.33. Простановка размеров и позиционных линий-выносок

2.3.5 В Дереве чертежа разверните «ветви» Проекционный вид 2 (1:2) – Местный разрез 1 – Блок направляющий – Компоненты.

2.3.6 Исключите из разреза компоненты *Ось*, *Планка* и *Масленка*.

2.3.7 Нажмите клавишу <F5> на клавиатуре или кнопку **Перестроить**  на панели **Вид**. Изображение в чертеже будет перестроено.

2.3.8 Проставьте на виде осевые линии, обозначения центров, размеры и позиционные линии-выноски.

2.3.9 Выровняйте позиционные линии-выноски по горизонтали  (рисунок 4.33).

2.4 СОЗДАНИЕ РАЗРЕЗА

2.4.1 Постройте линию разреза *A-A*. Система перейдет в режим построения разреза (рисунок 4.34).

2.4.2 Разместите разрез *A-A* справа от **вида Сверху**.

2.4.3 Проставьте на виде осевые линии и размер (рисунок 4.35).

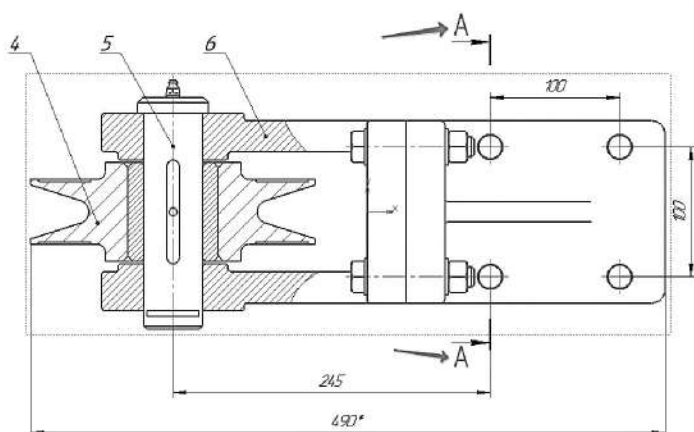


Рисунок 4.34. Построение разреза *A-A*

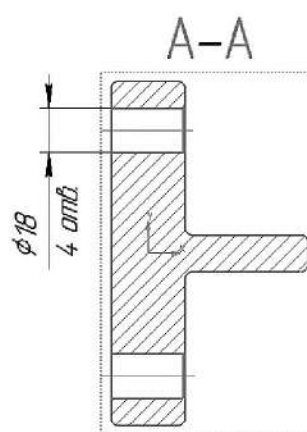


Рисунок 4.35. Проставка размеров и осевых линий на разрезе *A-A*

2.5 СОЗДАНИЕ МЕСТНОГО ВИДА

2.5.1 Сделайте текущим **вид Сверху**.

2.5.2 Постройте линию разреза *Б-Б*. Система перейдет в режим построения разреза (рисунок 4.36).

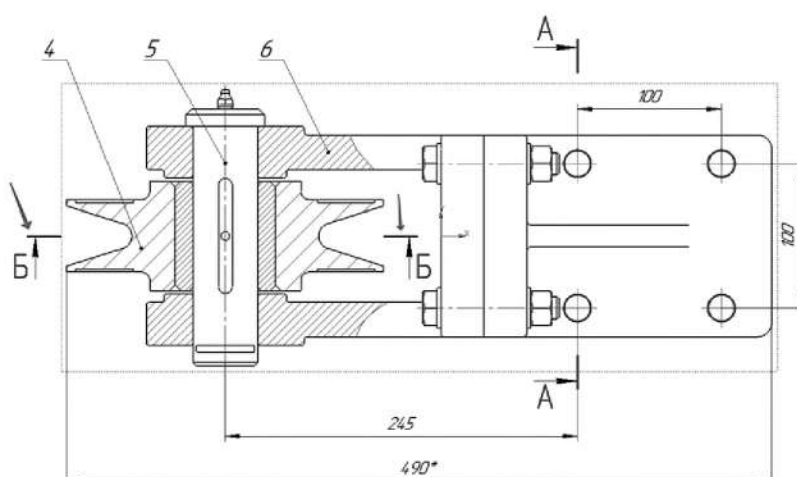



Рисунок 4.36. Построение разреза *Б-Б*

2.5.3 Временно укажите положение вида в окне документа ниже рамки чертежа.

2.5.4 Нажмите кнопку **Слайн по точкам**  на панели **Геометрия** .

2.5.5 Постройте плавную кривую линию, указав примерное положение точек 1–2–3– ... –10, через которые она проходит (рисунок 4.37).

2.5.6 Для автоматического замыкания кривой нажмите кнопку **Замкнутый объект**  на Панели свойств.

2.5.7 Нажмите кнопку **Создать объект**  (рисунок 4.38).

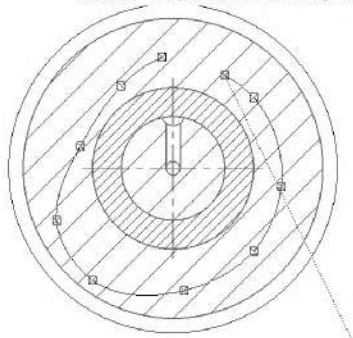


Рисунок 4.37. Построение сплайна по точкам

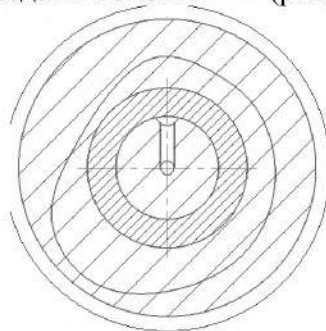


Рисунок 4.38. Результат построения сплайна

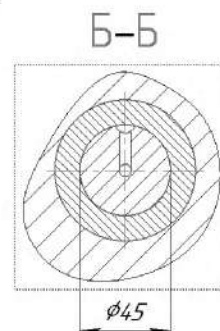


Рисунок 4.39. Простановка размеров и надписей

2.5.8 Нажмите кнопку **Местный вид**  на панели **Виды** .

2.5.9 Укажите мишенью замкнутую кривую – будет построен местный вид.

2.5.10 Для свободного перемещения вида отключите режим **Проекционная связь**.

2.5.11 Перетащите заголовок вида *Б-Б* ближе к пунктирной рамке.

2.5.12 Перетащите вид на свободное место справа над штампом чертежа.

2.5.13 Проставьте размер и значок обозначения центра (рисунок 4.39).

2.6 ОФОРМЛЕНИЕ ВИДА СЛЕВА. СОЗДАНИЕ ВЫНОСНОГО ЭЛЕМЕНТА

2.6.1 Сделайте текущим **вид Слева**.



2.6.2 Проставьте размеры и осевые линии.

2.6.3 Сделайте местный разрез в левой проушине (рисунок 4.40).

2.6.4 Исключите из разреза компонент Масленка и проставьте для него обозначение позиции.

2.6.5 Сделайте местный разрез в правой проушине (рисунок 4.40).

2.6.6 Исключите из разреза шайбу и винт.

2.6.7 Нажмите кнопку **Выносной элемент**  на инструментальной панели **Обозначения** .

2.6.8 Укажите центральную точку контура выносного элемента, затем точку на контуре и точку начала полки (рисунок 4.40).

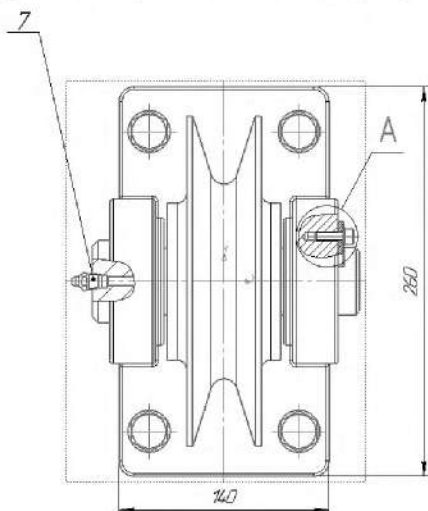


Рисунок 4.40. Построение местного вида А

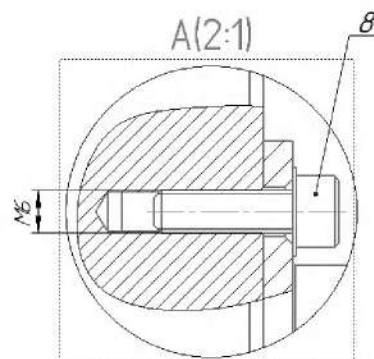



Рисунок 4.41. Местный вид А

2.6.9 На Панели свойств раскройте список **Масштаб** и укажите масштаб *2:1*.


2.6.10 Откройте вкладку **Надпись вида** и включите опцию **Масштаб** для автоматического формирования текстовой ссылки на масштаб вида в его заголовке.


2.6.11 Укажите положение вида на чертеже.

2.6.12 Проставьте позиционную линию-выноску для элементов винтового соединения .

2.6.13 Выровняйте позиционные линии-выноски по горизонтали  (рисунок 4.41).

2.6.14 Самостоятельно закончите оформление чертежа. При заполнении штампа введите код и наименование документа с помощью Справочника кодов и наименований.

2.6.15 Нажмите кнопку **Перестроить**  на панели **Вид**.

2.6.16 Нажмите кнопку **Сохранить**  на панели **Стандартная**.

2.6.17 Закройте окно документа .

3. СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИЙ

На этом этапе создания конструкторской документации будут рассмотрены основные приемы создания спецификаций в системе Компас-3D. Спецификации создаются на основе документов, изготовленных в предыдущих работах.

3.1 СОЗДАНИЕ ФАЙЛОВ СПЕЦИФИКАЦИЙ

3.1.1 Откройте сборку *Блок направляющий_KГ.01.00.00*, если она не открыта.


3.1.2 Откройте меню **Спецификация** и вызовите команду **Создать спецификацию по сборке** (рисунок 4.42).

3.1.3 Будет создана спецификация на изделие (рисунок 4.43).

3.1.4 Спецификации открываются в нормальном режиме. Для просмотра воспользуйтесь более наглядным режимом разметки страниц. Нормальный режим – основной режим работы со спецификацией. На экране отображается только ее стандартная таблица. Основная надпись документа-спецификации в нормальном режиме не видна и недоступна для редактирования. В этом режиме выполняются все основные операции: ввод и редактирование данных (объектов спецификации), к объектам подключаются позиционные линии-выноски и документы, производится сортировка, простановка позиций и т.д.

3.1.5 В режиме разметки страниц спецификации показываются так, как они будут выводиться на печать. Видны и доступны для редактирования таблицы основной надписи документа-спецификации. объекты спецификации, напротив, недоступны для редактирования.

3.1.6 Нажмите кнопку **Разметка страниц**  на панели **Режимы**.

3.1.7 Нажмите кнопку **Масштаб по высоте листа** на панели **Вид**  (рисунок 4.44).

3.1.8 Сохраните спецификацию в папке проекта, указав имя (например, *Блок направляющий_KГ.01.00.00*). Соответствующий тип файла будет выбран автоматически (рисунок 4.45).

3.1.9 Закройте окна всех документов с сохранением данных .

3.1.10 Откройте сборку *Ролик_KГ.01.01.00*

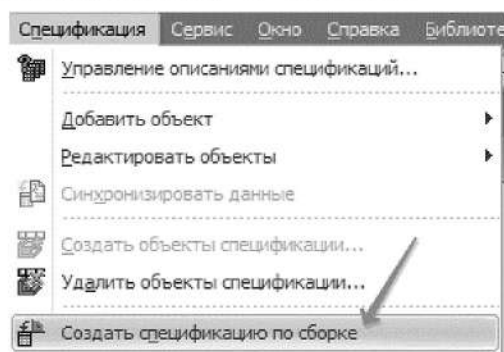


Рисунок 4.42. Выбор команды создания спецификации

3.1.11 Создайте спецификацию на сборку (рисунок 4.46).

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Сборочные единицы</i>				
1	KG.01.01.00	Ролик	1	
<i>Детали</i>				
4	KG.01.01.003	Пластина	1	
5	KG.01.01.001	Вилка	1	
6	KG.01.01.002	Кронштейн	1	
7	KG.01.01.004	Паль	1	
<i>Стандартные изделия</i>				
12		Болт М16х15-6hGB ГОСТ 7798-70	4	
11		Вилка М6-6hх20 ГОСТ 11739-84	2	
12		Гайка М16х15-6h ГОСТ 5935-70	4	
13		Пластина 1.3.826 ГОСТ 18853-74	1	
14		Шайба С 16.37 ГОСТ 18450-78	1	
15		Шайба 2663М13-170Т 1062-81	2	

Рисунок 4.43. Автоматически сгенерированная спецификация

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Сборочные единицы</i>				
1	KG.01.01.00 05	Ролик		
<i>Детали</i>				
4	KG.01.01.003	Пластина		
5	KG.01.01.001	Вилка		
6	KG.01.01.002	Кронштейн		
7	KG.01.01.004	Паль		
<i>Стандартные изделия</i>				
12		Болт М16х15-6hGB ГОСТ 7798-70	4	
11		Вилка М6-6hх20 ГОСТ 11739-84	2	
12		Гайка М16х15-6h ГОСТ 5935-70	4	
13		Пластина 1.3.826 ГОСТ 18853-74	1	
14		Шайба С 16.37 ГОСТ 18450-78	1	
15		Шайба 2663М13-170Т 1062-81	2	

Рисунок 4.44. Вид спецификации в режиме разметки страниц

3.1.12 Сохраните спецификацию в папке проекта указав имя (например, Ролик_KG.01.01.00) (рисунок 4.47).

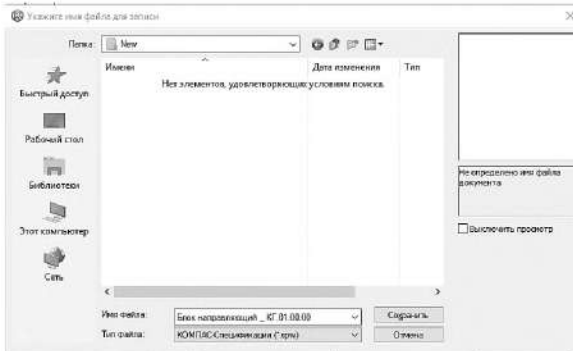


Рисунок 4.45. Сохранение файла спецификации

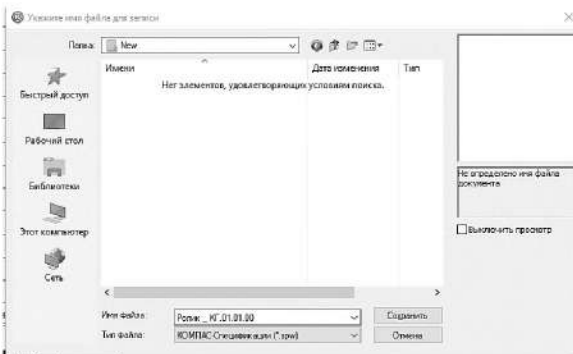


Рисунок 4.47. Сохранение спецификации

Код	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Детали</i>				
1	KG.01.01.01	Ролик	1	
2	KG.01.01.02	Вилка	1	

Рисунок 4.46. Создание спецификации сборочной единицы «Ролик»


3.1.13 Созданные спецификации нуждаются в доработке. Спецификации нужно подключить к сборочным чертежам. Объекты спецификаций нужно подключить к позиционным линиям-выноскам на сборочных чертежах. Объекты спецификаций нужно подключить к рабочим чертежам. В спецификациях необходимо создать раздел Документация. Следует оформить основную надпись.



Далее эти операции подробно рассмотрены на примере спецификации сборочной единицы *Ролик*. Окна прочих документов удобнее закрыть.


3.2 ПОДКЛЮЧЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

3.2.1 Закройте сборку *Ролик_КГ.01.01.00*. Открытым должно остаться окно спецификации *Ролик_КГ.01.01.00*.

3.2.2 Система автоматически сформировала связи между 3D-сборкой, спецификацией и сборочным чертежом. Связь между спецификацией и чертежом нужно сформировать вручную.

3.2.3 Вернитесь в нормальный режим работы со спецификацией. Для этого нажмите кнопку **Нормальный режим**  на панели **Режимы**.

3.2.4 Нажмите кнопку **Управление сборкой**  на инструментальной панели **Спецификация** .

3.2.5 В окне **Управление сборкой** нажмите кнопку **Подключить документ**  (рисунок 4.48).

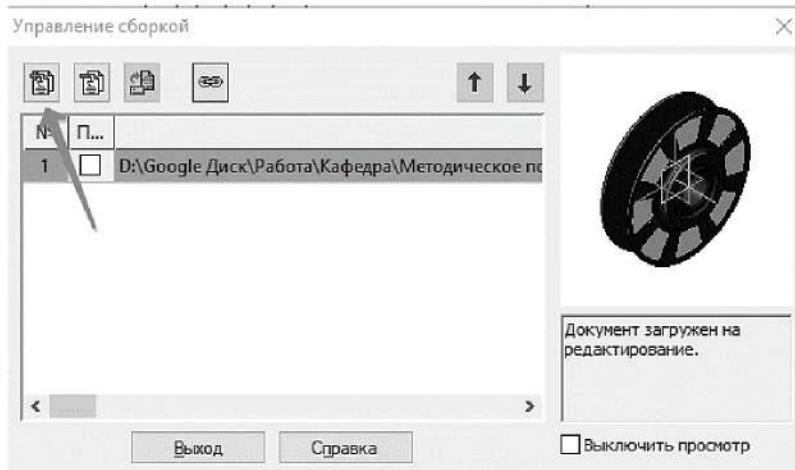


Рисунок 4.48. Подключение документа к спецификации

3.2.6 В диалоге открытия файлов укажите файл сборочного чертежа *Ролик_КГ.01.01.00 СБ* и нажмите кнопку **Открыть** (рисунок 4.49).

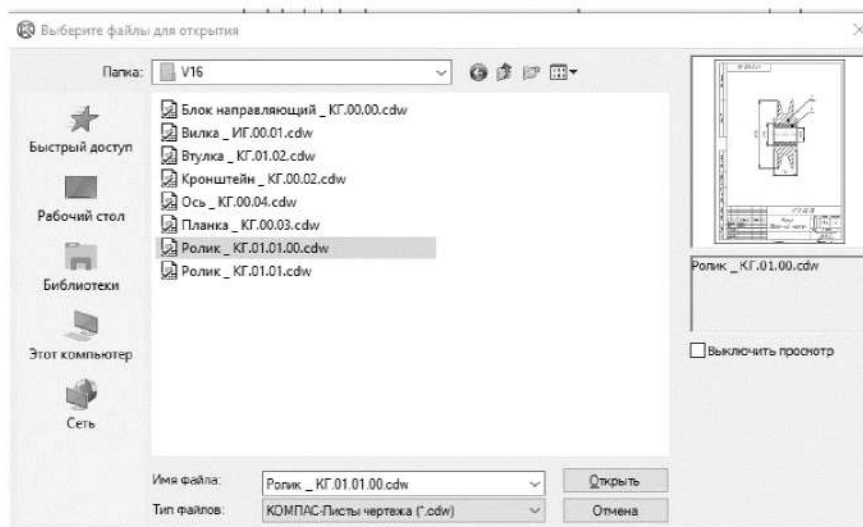


Рисунок 4.49. Добавление файла для подключения

3.2.7 Подключенный документ отобразится в списке окна **Управление сборкой**. Нажмите кнопку **Выход** (рисунок 4.50).

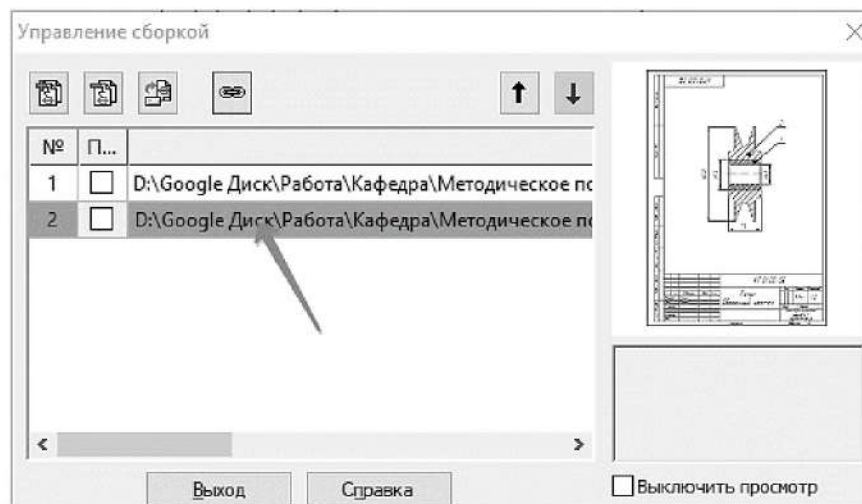


Рисунок 4.50. Результат добавления файла

3.3 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПОЗИЦИОННЫХ ЛИНИЙ-ВЫНОСОК

3.3.1 Откройте  сборочный чертеж Ролик_КГ.01.01.00 СБ (рисунок 4.51).

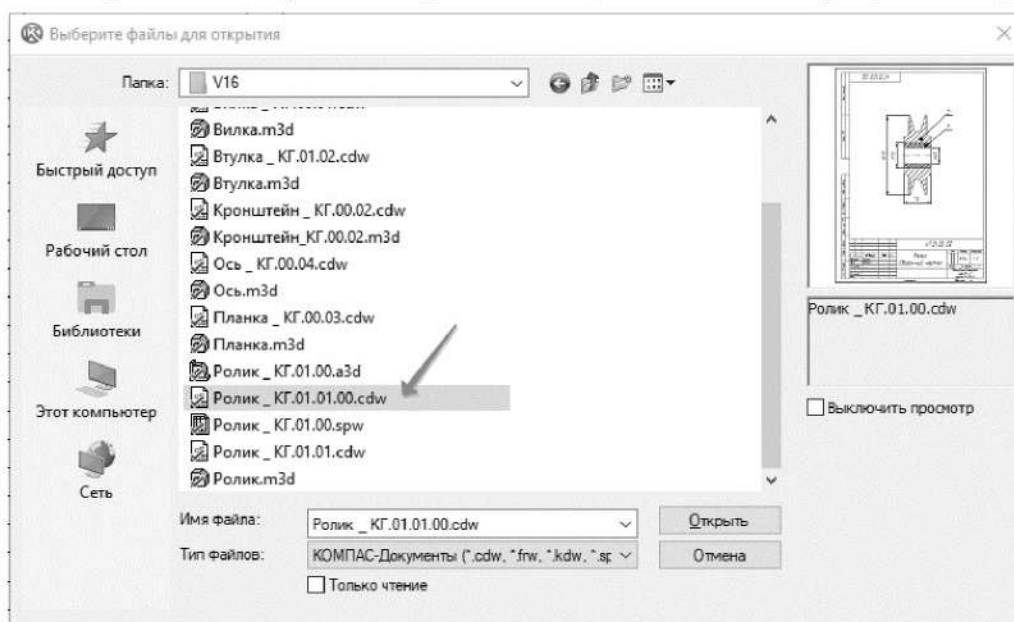



Рисунок 4.51. Открытие сборочного чертежа «Ролик»

3.3.2 Вызовите команду **Окно – Мозаика вертикально**.



3.3.3 Сделайте текущим окно спецификации. Для этого нажмите левой кнопкой мыши на его заголовке.

3.3.4 Нажмите кнопку **Масштаб по высоте листа**  на панели **Вид**.

3.3.5 Сделайте текущим окно сборочного чертежа.

3.3.6 Нажмите кнопку **Показать все**  на панели **Вид** (рисунок 4.52).

3.3.7 Сделайте текущим окно спецификации.

3.3.8 Нажмите кнопку **Расставить позиции**  на панели **Спецификация** . Это позволит упорядочить номера позиций в случае, если их порядок нарушился в результате автоматической сортировки объектов.

3.3.9 Щелчком мыши выделите на чертеже выноску номер 2, указывающую на деталь *Ролик*.

3.3.10 В окне спецификации сделайте текущей строку объекта *Ролик* (рисунок 4.53).

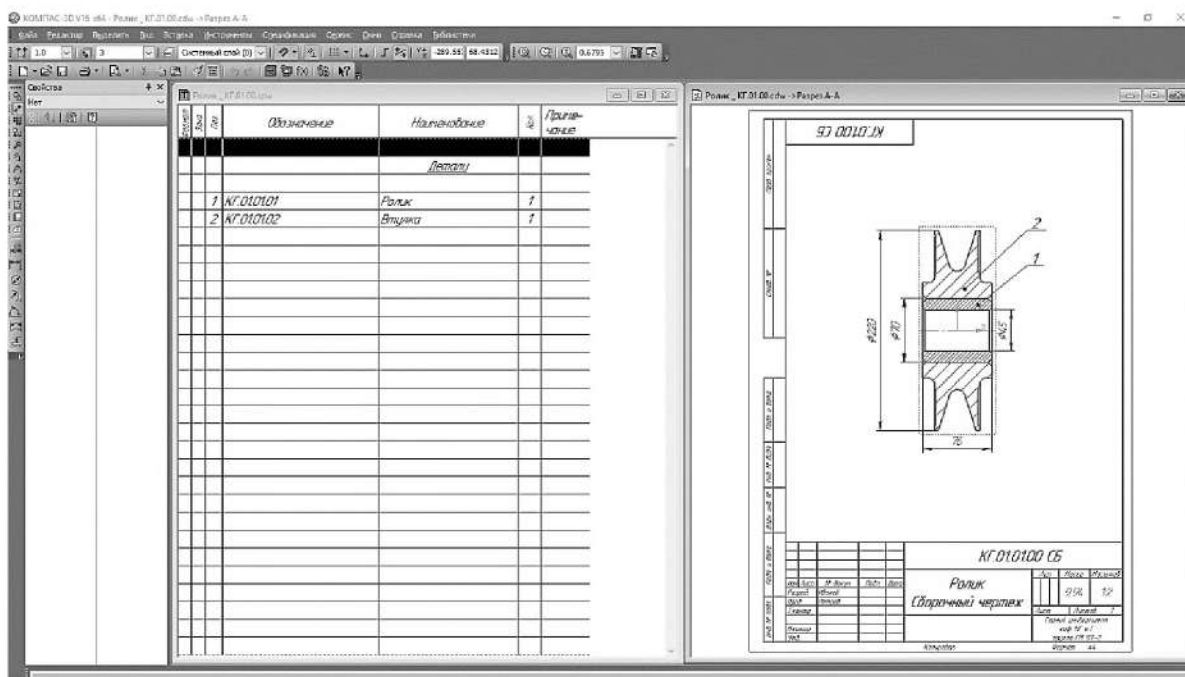


Рисунок 4.52. Вид окон в режиме Мозаика вертикально

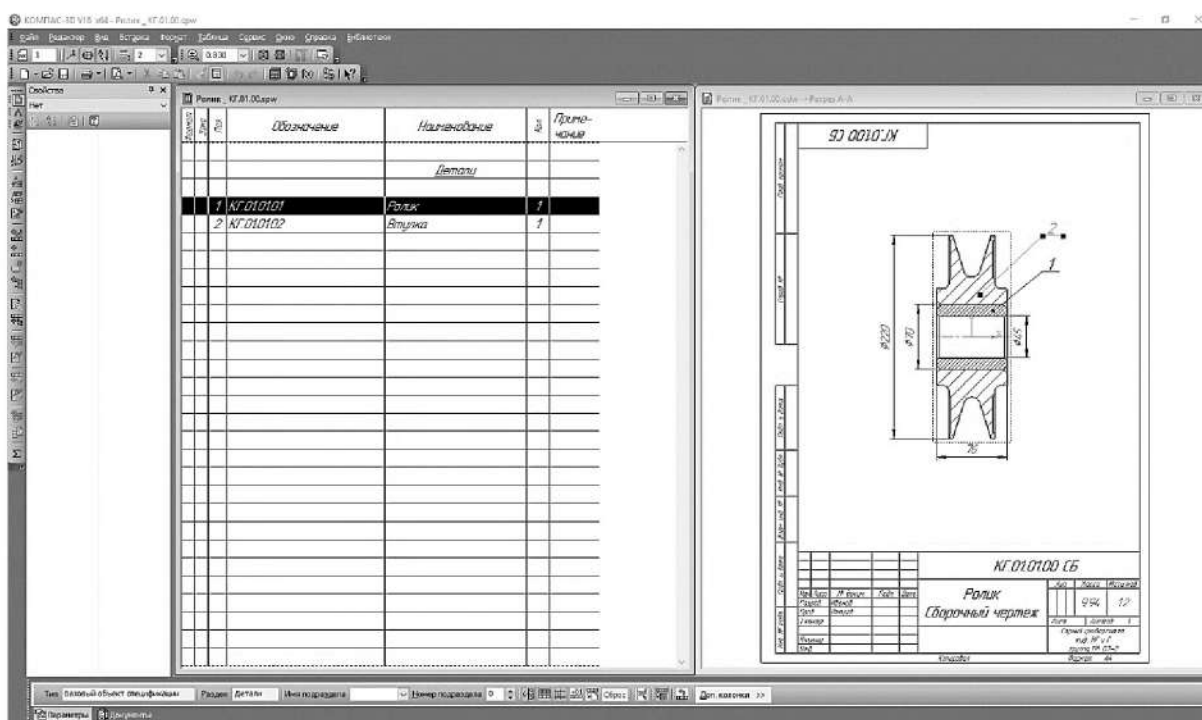


Рисунок 4.53. Выбор строки спецификации

3.3.11 Нажмите кнопку **Редактировать состав объекта**  на инструментальной панели **Спецификация**.

3.3.12 Подтвердите выбор сборочного чертежа (рисунок 4.54).

3.3.13 В окне диалога редактирования состава объекта нажмите кнопку **Добавить** (рисунок 4.55).

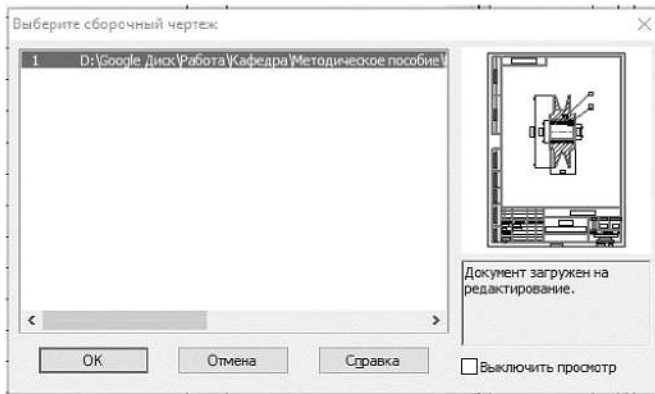


Рисунок 4.54. Выбор сборочного чертежа

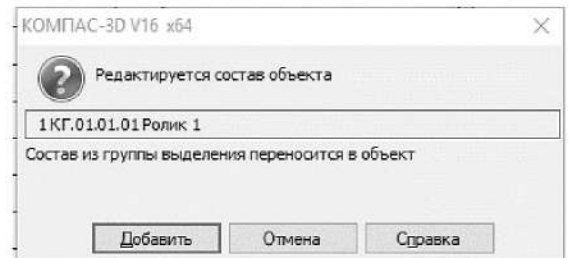


Рисунок 4.55. Окно диалога редактирования

3.3.14 На чертеже номер позиционной линии-выноски, указывающей на деталь *Ролик*, изменится с 2 на 1.

3.3.15 Таким же образом подключите позиционную линию-выноску, указывающую на чертеже на деталь *Втулка*, к объекту *Втулка* в окне спецификации. На чертеже номер позиционной линии-выноски, указывающей на деталь *Втулка*, изменится с 1 на 2 (рисунок 4.56).

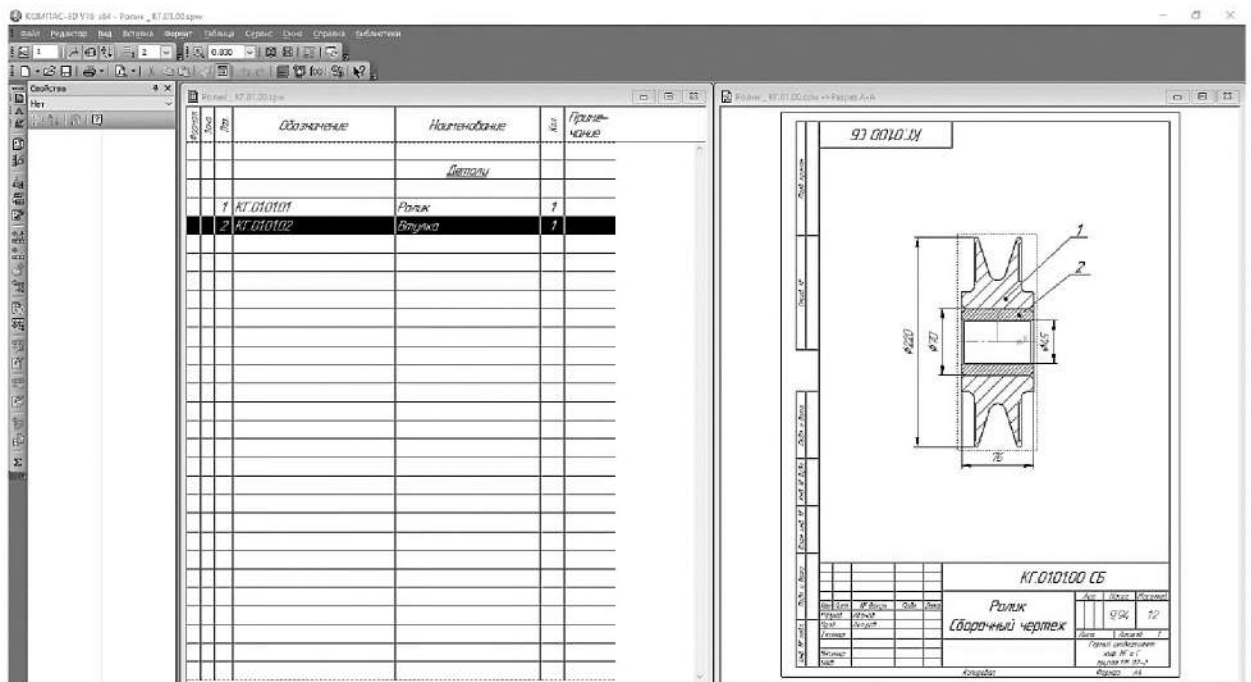




Рисунок 4.56. Изменение номера позиции детали «Втулка»

3.4 ПРОСМОТР СОСТАВА СПЕЦИФИКАЦИИ

3.4.1 Нажмите левой кнопкой мыши по объекту *Ролик* в окне спецификации. Объект станет текущим и будет выделен цветом.

3.4.2 Нажмите кнопку **Показать состав объекта**  на инструментальной панели **Спецификация** . На чертеже будет подсвечена деталь *Ролик* (рисунок 4.57).

3.4.3 Просмотрите состав объекта *Втулка*. Для этого сделайте его текущим в окне спецификации (рисунок 4.58).

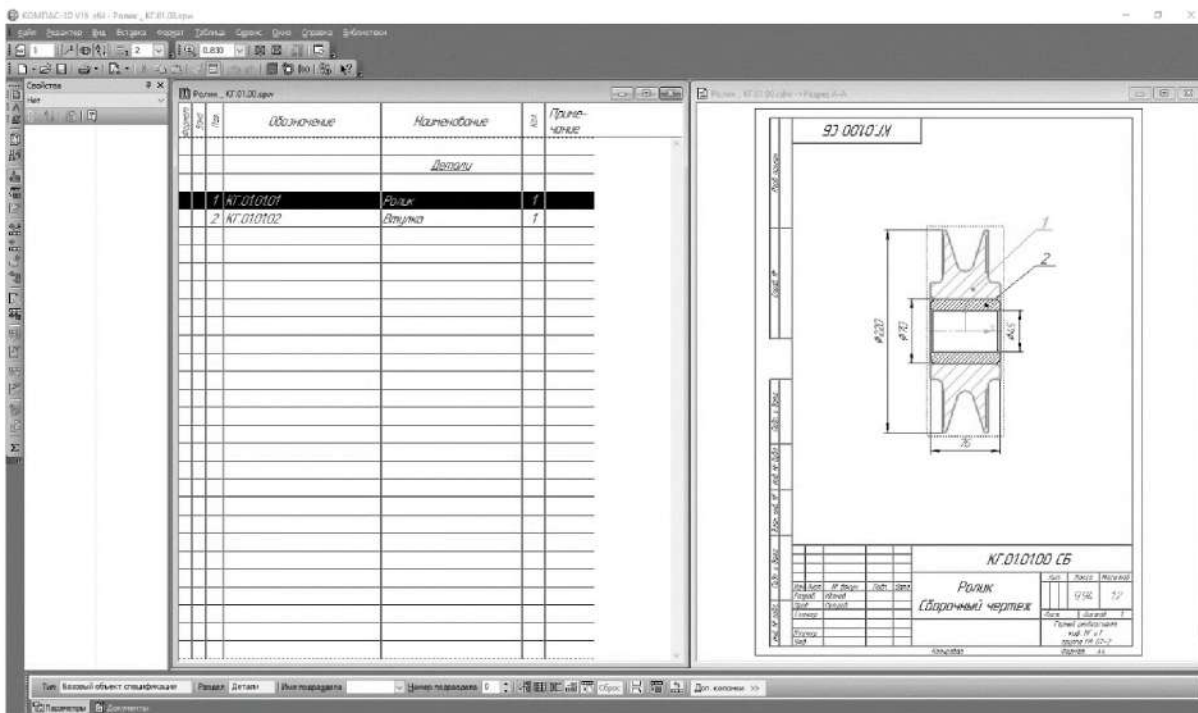


Рисунок 4.57. Просмотр состава спецификации

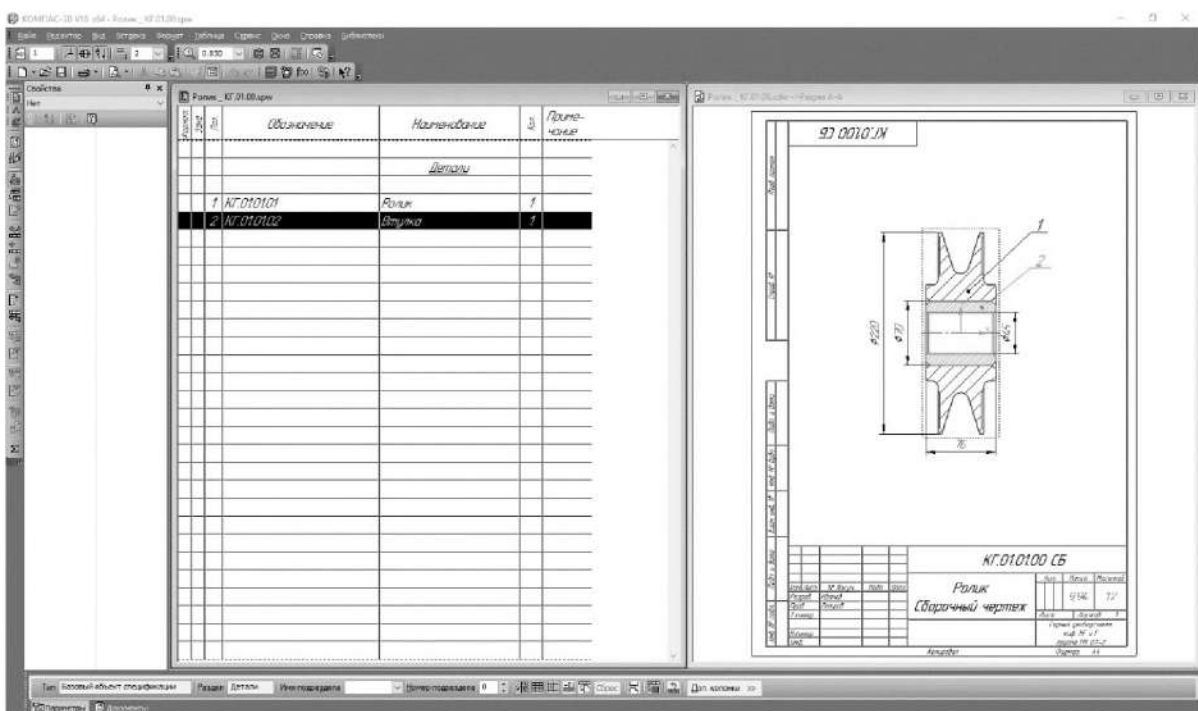


Рисунок 4.58. Просмотр состава детали «Втулка»

3.4.4 Отключите режим просмотра состава объектов спецификации




3.5 ПОДКЛЮЧЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

3.5.1 В спецификации сделайте текущим объект Ролик (рисунок 4.59).

Формат	Вид	Плз.	Обозначение	Наименование	Аол.	Примечание
				<i>Детали</i>		
			1 КГ.01.01.01	Ролик	1	
			2 КГ.01.01.02	Втулка	1	

Рисунок 4.59. Выбор объекта спецификации «Ролик»

3.5.2 Откройте вкладку **Документы** на Панели свойств.

3.5.3 На инструментальной панели окна подключенных документов нажмите кнопку **Добавить документ**  (рисунок 4.60).

3.5.4 В диалоге открытия файлов, в папке Блок направляющий, укажите чертеж *Ролик_КГ.01.01.01* и нажмите кнопку **Открыть** (рисунок 4.61).

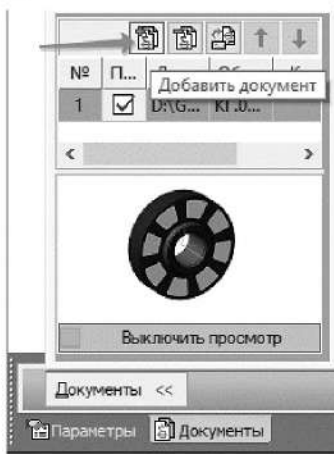


Рисунок 4.60. Добавление документа

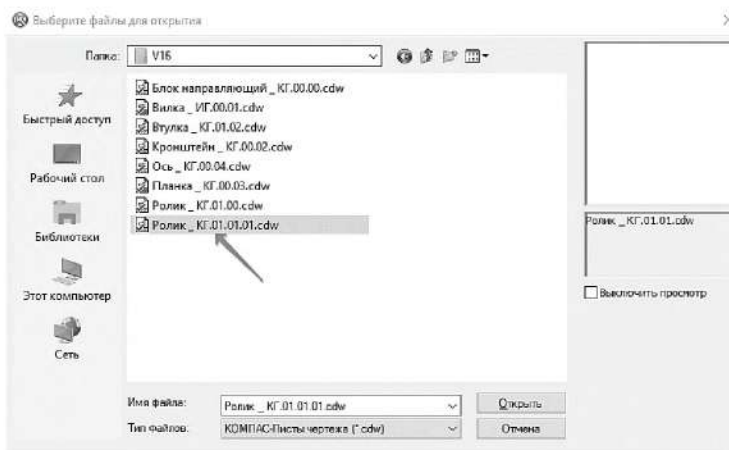


Рисунок 4.61. Выбор документа

3.5.5 Включите опцию **Передавать изменения в документ**. Установка этого режима позволит автоматически передавать в штамп рабочего чертежа наименование и обозначение документа, если они будут изменены в спецификации (рисунок 4.62). В списке подключенных документов чертеж должен стоять на первом месте.

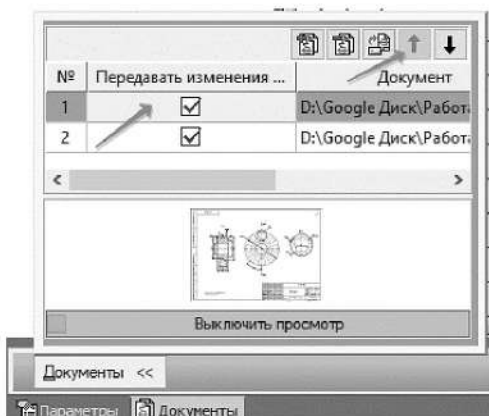


Рисунок 4.62. Установка чертежа на первое место



Рисунок 4.63. Подключение к объекту втулка ее чертежа

3.5.6 Убедитесь, что текущей является строка рабочего чертежа.

3.5.7 Нажмите кнопку **Переместить вверх** на Панели управления окна  (рисунок 4.62).

3.5.8 Нажмите кнопку «Да» в ответ на запрос системы относительно копирования данных из основной надписи чертежа.

3.5.9 Подключите к объекту *Втулка* его чертеж, как это было показано выше. Переместите чертеж на первое место в списке (рисунок 4.63).

3.6 СОЗДАНИЕ РАЗДЕЛА ДОКУМЕНТАЦИЯ

3.6.1 Сделайте текущим окно спецификации.

3.6.2 Вызовите команду **Вставка – Раздел** (рисунок 4.64).

3.6.3 В списке разделов укажите Документация и нажмите кнопку **Создать** (рисунок 4.65).

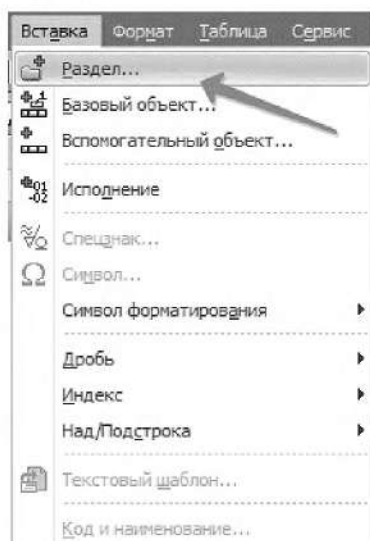


Рисунок 4.64. Добавление раздела в спецификацию

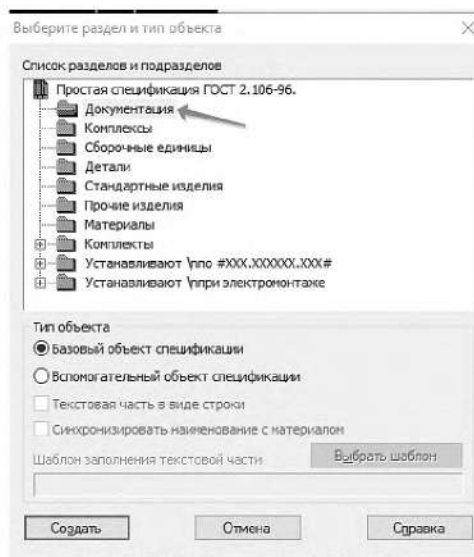


Рисунок 4.65. Выбор раздела

3.6.4 Откройте вкладку **Документы** на **Панели свойств**. Нажмите кнопку **Добавить документ** .

3.6.5 В диалоге открытия файлов укажите чертеж *Ролик_КГ.01.01.00* и нажмите кнопку **Открыть**.

3.6.6 В ответ на запрос системы относительно копирования данных из штампа чертежа нажмите кнопку «Да» (рисунок 4.66).

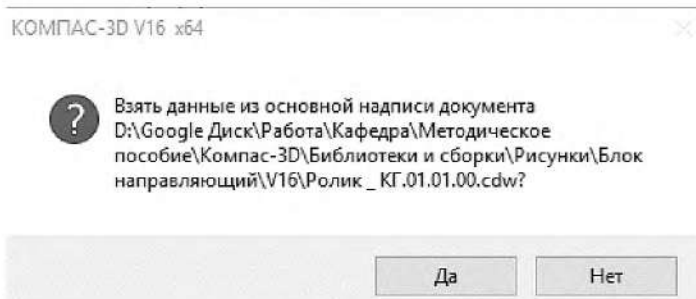



Рисунок 4.66. Окно подтверждения

3.6.7 После того как строка нового объекта будет заполнена данными из основной надписи сборочного чертежа, нажмите кнопку **Создать объект**  на Панели специального управления.

3.6.8 Можно сократить количество резервных строк в каждом из разделов (по умолчанию две строки). Для этого раскройте список Количество резервных строк на панели Текущее состояние и укажите нужное значение, например, 0. Отказаться от пустой строки в конце раздела невозможно – ее наличие оговорено стандартом (рисунок 4.67).

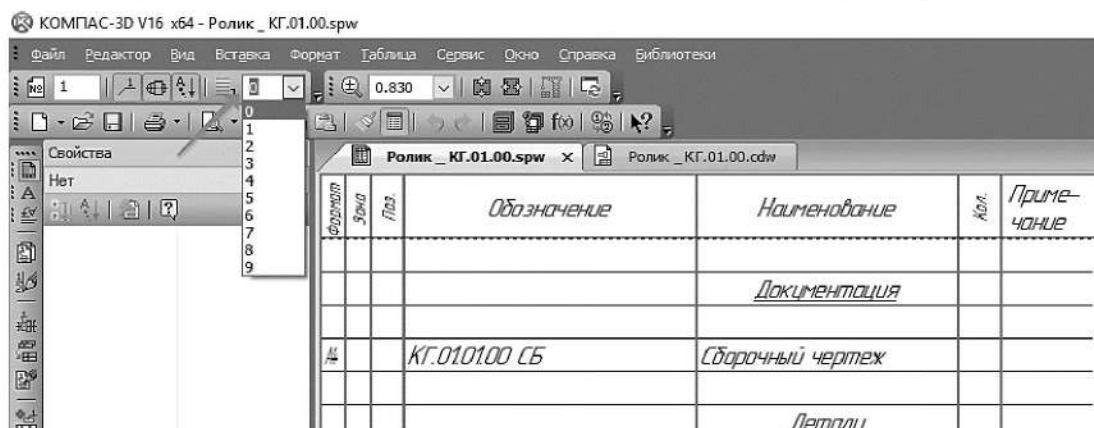


Рисунок 4.67. Установка количества резервных строк

3.7 ОФОРМЛЕНИЕ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ

3.7.1 Для того чтобы увидеть основную надпись спецификации, нажмите кнопку **Разметка страниц** на панели **Режимы**.

3.7.2 Для того чтобы сделать штамп доступным для редактирования, нажмите 2 раза левой кнопкой мыши в любой его части.

3.7.3 Заполните остальные ячейки.

3.7.4 Завершите редактирование основной надписи с сохранением данных. Для этого нажмите кнопку **Создать объект** (рисунок 4.68).



Рисунок 4.68. Заполнение основной надписи

3.7.5 Вернитесь в нормальный режим работы со спецификацией. Для этого нажмите кнопку **Нормальный режим** на панели **Режимы**.

3.7.6 Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная** .

3.7.7 Закройте окна всех документов .


3.8 ЗАВЕРШЕНИЕ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКТА ДОКУМЕНТОВ

Вы можете самостоятельно закончить оформление сборочного чертежа и спецификации на изделие Блок направляющий. Необходимые для этого действия и их последовательность были описаны выше. Ниже даны дополнительные рекомендации.

3.8.1 После создания спецификации и подключения ее к сборочному чертежу нажмите кнопку **Расставить позиции** на панели **Спецификация** . Это позволит упорядочить номера позиций после того, как их по рядок нарушился в результате сортировки объектов.

3.8.2 К объекту спецификации *Ролл_КТ.01.01.00* (в разделе Сборочные единицы) вначале подключите его спецификацию, затем сборочный чертеж.

3.8.3 Линии-выноски, указывающие на группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, подключите ко всем элементам группы. При этом система будет автоматически формировать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций.

3.8.4 После подключения линий-выносок ко всем объектам спецификации нажмите кнопку **Синхронизировать данные с документами сборки**  на панели **Спецификация**.

3.8.5 Закройте окна всех документов с сохранением данных.

Контрольные вопросы.

1. Основные виды привязок в системах САПР.
2. Схема создания твердотельной модели.
3. Способы формирования объемных базовых тел.
4. Дерево модели, её назначение.
5. Эскиз, определение и назначение. Создание эскизов.
6. Создание тел. Операция «Выдавливание».
7. Создание тел. Операция «Вращение».
8. Создание тел. Операция «Кинематическая».
9. Создание тел. Операция «По сечениям».
10. Способы создания геометрического массива элементов на детали.
11. Способы задания сопряжений при создании сборочной единицы.
12. Создание сборочной единицы при проектировании «сверху-вниз» и «снизу-вверх».
13. Способы сопряжения деталей в сборочной модели.
14. Сопряжение деталей методом совмещения и методом касания.
15. Способы создания резьбовых отверстий в моделях.

Модуль 2.
Горнотехническая документация
Лекция 1. Паспорта горных, буровзрывных работ и крепления
выработок

1. ПОНЯТИЕ О ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ ПРИ ПОДЗЕМНЫХ
ГОРНЫХ РАБОТАХ

В угольной промышленности главным предметом труда являются угольные пласты, а главной потребительной стоимостью – товарный уголь.

Предмет труда – всё то, что подвергается обработке, на что направлен труд человека: он дан природой (угольные пласты, горный массив и др.) или же является продуктом труда – уголь, горная масса, металл, хлопок и т.д.

С помощью *средств труда* люди воздействуют на предмет труда. К средствам труда относятся машины и оборудование, инструменты и приспособления, средства перемещения грузов и т.д. (например, механизированный очистной комплекс, конвейер, отбойный молоток и т.д.).

Потребительная стоимость – полезность вещи (продукта труда, действия), ее способность удовлетворять какую-либо человеческую потребность.

Предмет и средства труда определяют основные процессы в технологии разработки угля, имеющие определенное технологическое и организационное содержание, направленное на создание конкретных материальных благ (потребительную стоимость) (рисунок 1.1).

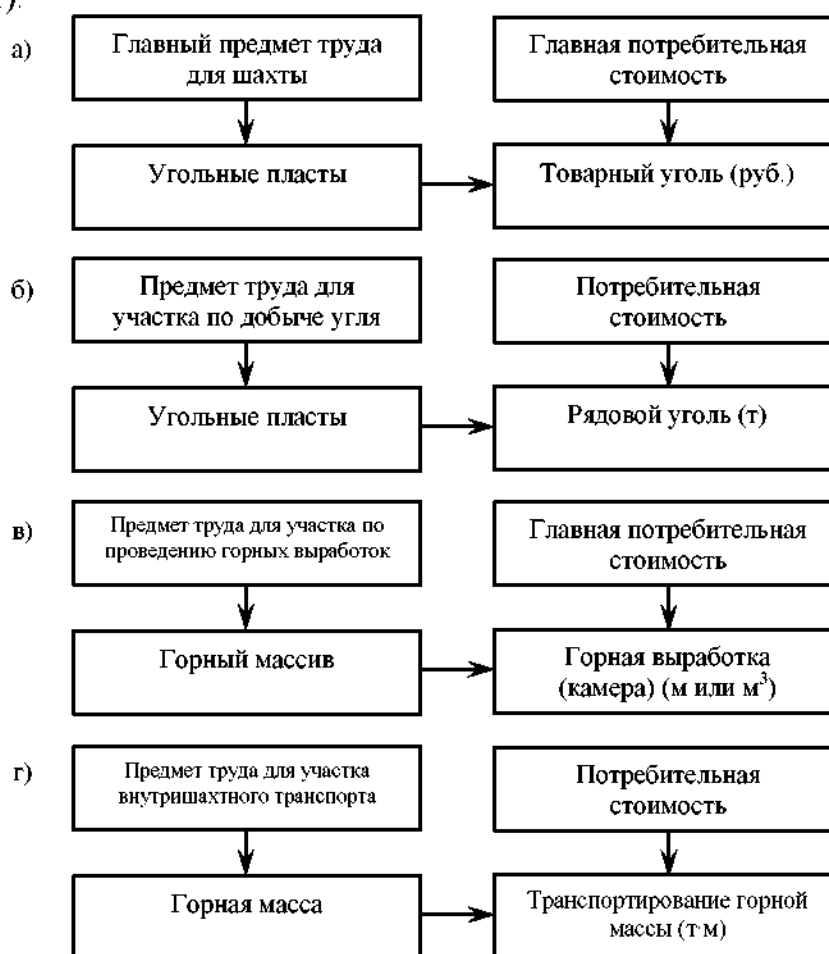


Рисунок 1.1. Предмет труда и потребительная стоимость для угольной шахты и некоторых ее структурных систем: а – для угольной шахты; б – для участка по добыче угля; в – для участка по проведению горных выработок; г – для участка внутришахтного транспорта

Основными процессами в технологии разработки угля считаются: добыча угля (очистная выемка), транспортирование и подъем добытого угля, его обогащение и отгрузка потребителю, которые включают в себя производственные процессы. Под *производственным* процессом понимают совокупность последовательных действий, направленных на достижение определенного результата и имеющих определенное технологическое и организационное содержание. Все производственные процессы, входящие в добычу угля, выполняются в определенном порядке, согласованном во времени и пространстве. Среди них выделяются основные и вспомогательные производственные процессы, набор которых зависит в основном от предмета труда, применяемых средств механизации и горно-геологических условий. Вспомогательные процессы сопутствуют основным и обеспечивают их выполнение. На основные производственные процессы в среднем приходится до 70 – 30 % общих затрат на очистную выемку.

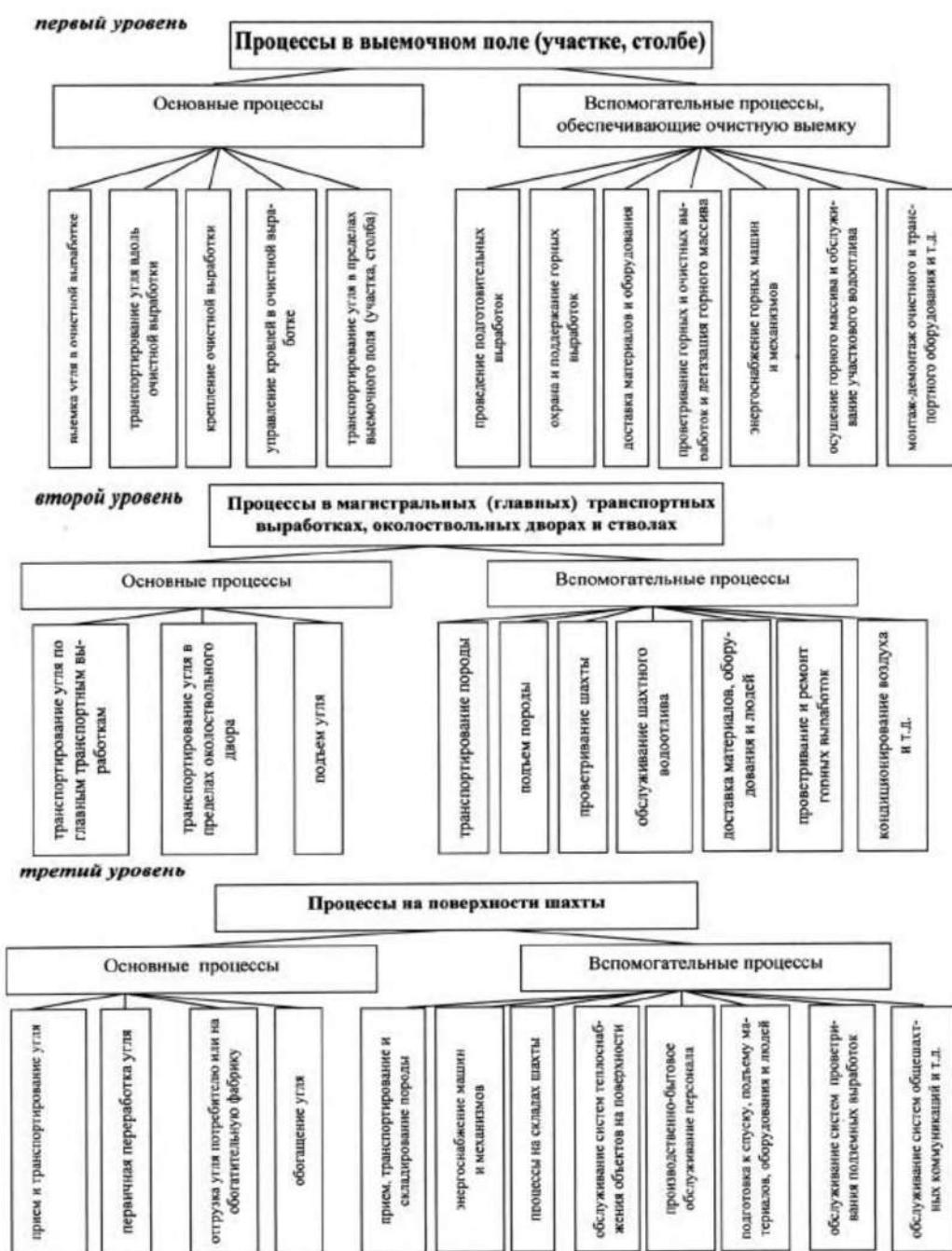


Рисунок 1.2. Блок-схема производственных процессов по месту их выполнения в шахте (по Ю.А. Жежелевскому и Ю.Н. Кузнецову)

Рабочий процесс – четко очерченная и отличающаяся по своей организационной структуре и технологическому содержанию часть работы (например, возведение призабойной крепи). Рабочие процессы, в свою очередь, делятся на операции.

Операция – совокупность рабочих действий (приемов), характеризующаяся однородностью технологического содержания, единством и неизменностью исполнителей, рабочего места, оборудования и рабочих приспособлений. Операции делятся на основные, вспомогательные и подготовительно-заключительные.

Основные операции вносят изменения в форму, положение или состояние объекта работы (предмета труда). Они определяют содержание и конечную цель процесса. Например, разрушение пласта, погрузка угля на призабойный конвейер и т.д.

Вспомогательные операции сопутствуют основным, но не вносят изменений в форму, положение или состояние предмета труда (замена зубков на исполнительном органе комбайна, зачистка лавы и др.).

Подготовительно-заключительные операции связаны с подготовкой и уборкой рабочего места и оборудования в начале и конце смены или с завершением работы в течение смены (прием и сдача смены, осмотр и приведение в безопасное состояние рабочего места и др.).

Разработка угля включает в себя отдельные стадии процессов, которые группируются по назначению и месту их выполнения.

По этому признаку можно выделить три уровня производственных процессов в технологии разработки угля (рисунок 1.2):

- первый уровень – процессы в выемочном поле (участке, столбе). Основными процессами на этом уровне являются работы, выполняемые в длинной очистной выработке, и транспортирование угля в пределах выемочного поля (участка, столба). Вспомогательными процессами являются проведение и поддержание выработок, а также их проветривание и осушение горного массива и т.д.;

- второй уровень – процессы в магистральных (главных) транспортных выработках, околоствольных дворах и стволах. Здесь основными являются процессы транспортирования угля по наклонным и горизонтальным выработкам и в околоствольном дворе, а также подъем его на поверхность. Вспомогательными процессами являются обслуживание шахтного водоотлива, проветривание горных выработок и ремонт выработок и т.д.;

- третий уровень – процессы на поверхности шахты. На этом уровне основными процессами являются прием и транспортирование угля, первичная переработка его, обогащение, отгрузка угля потребителю; вспомогательными — транспортирование и складирование породы и т.д.

Технологические схемы производственных процессов могут претерпевать изменения при изменении горно-геологических условий и средств механизации.

2. ПАСПОРТ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫРАБОТОК

Разработка паспортов выемочных участков и паспортов проведения (ремонта) и крепления подземных выработок производится в строгом соответствии с требованиями «*Инструкции по составлению паспорта выемочного участка, паспорта проведения (ремонта) и крепления подземных выработок*». Пояснительная записка должна отражать правила выполнения наиболее сложных операций и приемов в производственных процессах, меры по охране труда и предотвращению аварий, правила поведения рабочих и специалистов в таких ситуациях и во время аварии.

Для каждой подготовительной выработки должен составляться отдельный паспорт проведения и крепления. Паспорт разрабатывается главным технологом шахты и начальником проходческого участка, утверждаться главным инженером (директором)

шахты. Паспорта подлежат утверждению директорами структурных подразделений и главными инженерами только после согласования с управлением технического обеспечения и дирекциями предприятия.

Паспорт разрабатывается на основании данных горно-геологического прогноза и в случае непредвиденного изменения горно-геологических или производственных условий начальник участка совместно с главным технологом шахты должен внести изменения в паспорт и в суточный срок утвердить их в установленном порядке. Паспорт находится у начальника участка, главного технолога шахты и начальника участка ВТБ. Основной лист графической части вывешивается в нарядной участка, исполнителя работ, и в 20м от забоя проводимой выработки. Начальникам специализированных участков (служб) выдаются (под роспись) копии разделов паспорта, относящиеся к выполняемым ими работам.

Начальники специализированных участков (ВТБ, ПРТБ), служб (АГК, прогноза), при необходимости внесения изменений в паспорт должны предварительно согласовать их с начальником подготовительного участка. Начальник участка обязан ознакомить рабочих (исполнителей работ) и инженерно – технический надзор участка с паспортом или дополнением к паспорту под роспись, в суточный срок с момента его получения на участок. В действующем паспорте не допустимы какие-либо изменения и исправления. Паспорт состоит из графической части и пояснительной записки. Графическая часть паспорта является основным исполнительным документом и состоит из следующих разделов (отдельных листов):

1. Горно-геологический прогноз, раздел разрабатывается и уточняется в соответствии с рекомендациями нормативных документов по ведению геологических и маркшейдерских работ на шахтах. На выкопировку из плана горных работ наносятся горно-геологические данные проводимой подземной выработки в виде характерных структурных колонок с принятыми количественными символическими обозначениями физико-механических свойств угольного пласта и пород, их мощности, крепости, устойчивости, обрушаемости и других свойств, определяющих параметры технологии работ. Выделяются опасные зоны ведения горных работ: повышенного горного давления, обводнения, «ложной» кровли или почвы, геологических нарушений и т.д. В таблице приводятся прогнозные данные, необходимые для инженерных расчетов. Раздел и уточнения к прогнозу подписывается главным маркшейдером, главным геологом, главным технологом и начальником участка ВТБ. Утверждается главным инженером шахты.

2. Проведение, крепление, охрана и ремонт (перекрепление) подготовительной выработки: Раздел разрабатывается в соответствии с рекомендациями отраслевых нормативных документов. На лист графической части наносятся продольный и поперечный разрезы выработки в масштабе 1:100 или 1:50, в которых показаны:

- сечение и размеры выработки в т.ч. и (или) сопряжений, конструкция и размеры постоянной и временной крепи, минимальное и максимальное отставание от забоя постоянной крепи, расстояние между осями рам постоянной и временной крепи, точки расклинки рам с породами кровли, расположение затяжек, способ заполнения зарамного пространства;
- ориентация забоя выработки относительно элементов залегания рассеяемого ею горного массива (угольный пласт, слой пород);
- типы и размещение проходческого и транспортного оборудования, ВМП с вентиляционными трубами, величина зазоров между крепью и оборудованием, места складирования материалов;
- расположение и размеры водоотливных канавок и трапов (при их наличии);
- детали крепи в масштабе 1:10 или 1:5 (конструкция замка крепи при креплении крепежными рамами, заделка стоек крепи в почву выработки и др.);
- при креплении выработок бетоном или железобетоном указывается конструкция опалубки и сроки ее снятия;

- сечение выработки до и после перекрепления, на момент эксплуатации;
- перечень работ, которые нельзя выполнять одновременно;
- характеристика забоя (таблица);
- пути передвижения людей по запасным выходам;
- полная информация о всех выполняемых производственных процессах (проведение, крепление, ремонт), их последовательность и взаимоувязка технических и технологических параметров во времени и пространстве: график организации работ в выработке с увязкой его с работами в примыкающих выработках и выполнением спецмероприятий по ОТ; график выходов рабочих; таблица расхода крепежных материалов; Раздел подписывается начальником участка, главным технологом шахты и утверждается главным инженером шахты.

3. Проветривание. Пылегазовый режим. Экология. Промсанитария. Раздел разрабатывается в соответствии с нормативными документами. На выкопировку из плана горных работ наносятся:

- схема вентиляции проводимой выработки с указанием направления воздушной струи и расчетного количества воздуха, места установки вентиляционных сооружений, разгазирующего устройства, рабочего и резервного ВМП с указанием (таблично) параметров вентиляторной установки в зависимости от длины выработки;
- пути выхода людей при вводе в действие ПЛА;
- таблично места и периодичность замеров концентрации газов и параметров воздуха, тип приборов и перечень лиц, обязанных производить замеры;
- пожарно-оросительную сеть с указанием диаметра трубопровода, мест размещения пожарных кранов, задвижек и редукционных узлов, первичных и автоматических средств пожаротушения, а также пожарных дверей и арок, схему подключения водоотливных ставов для подачи воды на пожаротушение. Мероприятия по противопожарной защите должны соответствовать проекту противопожарной защиты шахты;
- расположение пунктов самоспасения, пунктов хранения резервных самоспасателей и респираторов для членов ВГК. Места хранения аптечек и носилок;
- схема и параметры (таблично) противопылевых мероприятий и места расположения (оборудования) устройств для борьбы с пылью, определяемые в соответствии с «Инструкцией по комплексному обеспыливанию воздуха», «Инструкцией по предупреждению и локализации взрывов угольной пыли»;
- места установки водяных (сланцевых заслонов) и указание их расстояния до забоя;
- правила поведения людей в аварийных случаях, разрабатываемые в соответствии с «Инструкцией по составлению планов ликвидации аварий» и «Инструкцией по разгазированию горных выработок в борьбе со слоевыми и местными скоплениями метана»;
- при применении дегазации: схемы расположения и параметры дегазационных скважин в пласте и в массиве пород, схемы разводки дегазационного трубопровода, схемы установки и крепления буровых машин, установок, станков;
- схемы и параметры (таблично) мероприятий и установки системы (оборудования) для предотвращения взрывов, внезапных выбросов угля, породы и газа, и других газодинамических явлений, типы оборудования для их выполнения, места установки;
- схемы и графики профилактической обработки угольных целиков, выработанных пространств и зон геологических нарушений на пластах угля,

склонного к самовозгоранию, места установки приборов контроля температуры и состава рудничного воздуха. Мероприятия по профилактике эндогенных пожаров должны разрабатываться в соответствии с требованиями соответствующих отраслевых инструкций. Раздел подписывается начальником участка-исполнителя работ, начальником участка ВТБ и ПРТБ, главным технологом, заместителем директора по охране труда, главным механиком и утверждается главным инженером шахты.

4. Схема электроснабжения. На лист со схематическим планом горных выработок наносится схема электроснабжения с расстановкой оборудования, распределительной и защитной аппаратуры, кабеля, с указанием токов 2-х фазного короткого замыкания, средств связи, сигнализации и управления, а также автоматического контроля газовой среды. Приводится схема заземления эл. аппаратуры и таблица расчета токоприемников участка. При энергоснабжении машин и механизмов сжатым воздухом приводится схема воздухопроводов с расстановкой оборудования и контрольной аппаратуры. Схема подписывается механиком и начальником участка-исполнителя работ, начальником участка ВТБ, главным энергетиком и главным механиком шахты.

5. Транспорт угля, породы, материалов и оборудования, перевозка людей. На лист графической части со схематическим планом горных работ наносится схема транспортирования угля и породы, материалов и оборудования, перевозки людей, с указанием видов транспорта, типов применяемого транспортного оборудования, концевых нагрузок, вместимости составов, механизмов для производства маневровых и погрузочно-разгрузочных работ, мест установки их приводов, средств автоматизации и сигнализации, длин откаточных путей, расположения разминок и их вместимости, стрелочных переводов, барьеров, бункеров, предупредительных и запрещающих знаков. На лист транспорта выносятся сечения горных выработок с расположенным в них оборудованием с указанием зазоров и поперечных размеров, а также схемы крепления лебедок, отводных блоков, узлы крепления элементов напочвенных дорог. Схема подписывается начальником участка-исполнителя работ, начальниками конвейерного и шахтного транспорта, главным технологом шахты.

6. Технологическая проектная документация (ТПД). ТПД составляется к каждому перечисленному разделу с целью обоснования (при необходимости) принятых в них решений и параметров, пояснения или дополнения, которые нельзя отразить графически. ТПД не должна дублировать графическую часть паспорта, инструкции по эксплуатации оборудования, нормативные и справочные документы. В ТПД должны содержаться:

- общие сведения по аэродинамическим параметрам шахты, (категория по газу, опасность по внезапным выбросам, самовозгоранию угля взрывчатости угольной пыли и проветривания участка);
- расчет ожидаемого газовыделения в подготовительной выработке, расчет необходимого расхода воздуха для проветривания забоя.
- способы и методы борьбы с местными и слоевыми скоплениями метана.
- мероприятия по разгазированию тупиковой выработки.
- расчеты плотности установки основной крепи для конкретных горно – геологических зон.
- проекты на ведение работ в опасных зонах;
- проекты на установку передвижных компрессорных станций;
- мероприятия по безопасному ведению работ в зонах опасных по ГДЯ;
- технологии выполнения наиболее сложных операций и приемов в производственных процессах, меры по охране труда и предотвращению аварий, правила поведения рабочих и специалистов в таких ситуациях и во время аварий.

ТПД является неотъемлемой частью паспорта, хранится вместе с графической частью. Ознакомление рабочих и специалистов производится одновременно с обеими частями ТПД. Категорически запрещается вносить любые изменения в утвержденный и согласованный паспорт. Все изменения должны оформляться дополнениями.

Вводимые в ТПД дополнения оформляются отдельной частью, согласовываются и утверждаются в установленном порядке. На титульном листе «Дополнения к ТПД...» должна быть указана дата начала действия дополнения.

На рисунке 1.3 приведен график организации работ в лаве, оснащенной комплексом, при трехсменном режиме работы по добыче угля.

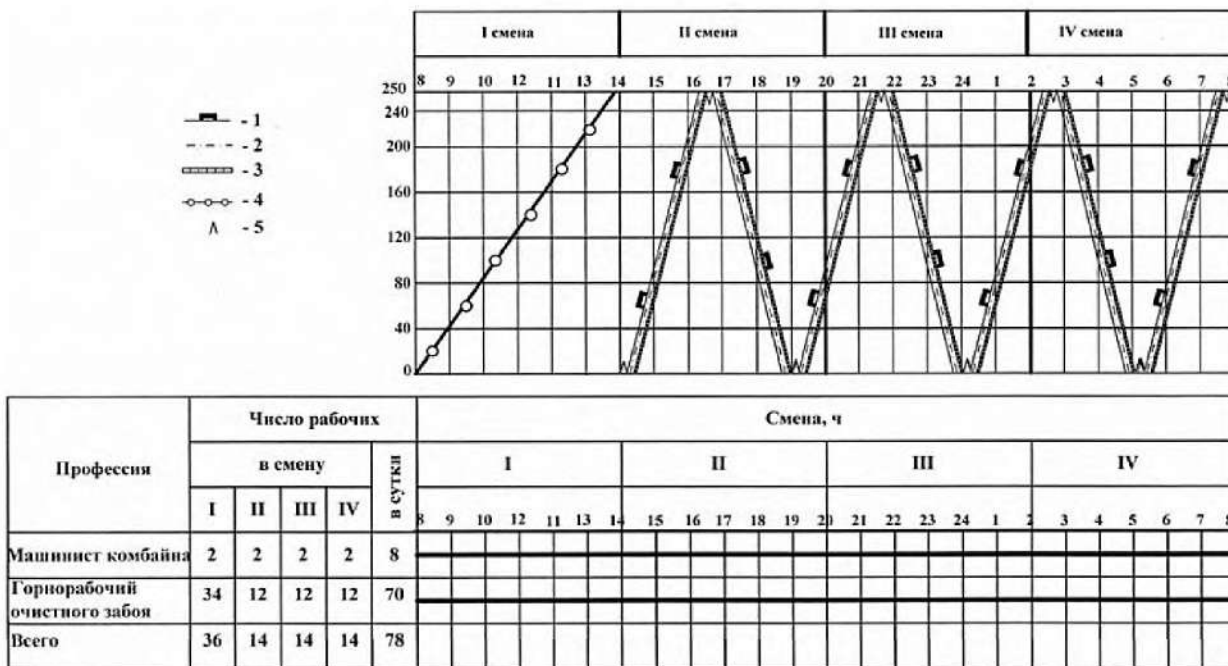


Рисунок 1.3. График организации работ в лаве, оборудованной механизированным комплексом, при трехсменном режиме работы по добыче угля: 1 – выемка угля комбайном; 2 – передвижка секций крепи; 3 – передвижка конвейера; 4 – осмотр и ремонт оборудования; 5 – зарубка комбайна «косыми заездами»

3. ПАСПОРТ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

По действующим правилам все взрывные работы ведутся по технической документации. К ней относятся проекты и паспорта. Рабочие и технический персонал, осуществляющие буровзрывные работы, должны быть ознакомлены с такими документами под роспись. Проекты составляются для взрывания скважинных, камерных и котловых зарядов, а также для различных специальных взрывных работ.

Для каждой выработки составляется отдельный паспорт буровзрывных работ. Паспорт буровзрывных работ является основным документом, в соответствии с которым производится бурение, зарядание шпуров и взрывание зарядов в подготовительной выработке. При составлении паспорта буровзрывных работ руководствуются «Едиными правилами безопасности при взрывных работах» и другими действующими нормативными документами. Паспорт разрабатывается начальником подготовительного участка и согласовывается с начальником участков взрывных работ и ВТБ, утверждается гл. инженером шахты. Паспорт разрабатывается на основании данных опытного взрывания. При изменении горнотехнических условий работы забоя, требующих изменения параметров паспорта (схема расположения, глубины, количества шпуров, величины шпуровых зарядов и др.) паспорт БВР корректируется. Паспорт буровзрывных работ составляется в трех экземплярах, которые находятся:

- непосредственно в забое;

- у начальника проходческого участка;
- на участке взрывных работ.

С паспортом под роспись знакомятся рабочие, производящие бурение шпуров и оказывающие помощь мастеру-взрывнику при зарядании, мастера-взрывники и инженерно-технические работники участка. Время проветривания забоя устанавливается на основании расчета и анализа проб воздуха на содержание ядовитых газов после производства взрывных работ в соответствии с требованиями «Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах» и «ЕПБ при БВР».

Параметры буровзрывных работ (количество шпуров, глубина и направление, вес заряда в шпуре, длина забойки и ее материал, применяемые ВВ и СВ, минимально-допустимые расстояния между шпурами, КИШ, место укрытия взрывника и людей. Места выставления постов и предупредительных знаков, схема проветривания забоя и конструкции зарядов в соответствии с § 164 ЕПБ определяется разовыми нарядами-путевками, а после технологического отхода (5,0-10,0 м) паспортом буровзрывных работ.

Буровзрывные работы состоят из следующих операций:

- подготовительные;
- бурение шпуров;
- зарядание шпуров и монтаж взрывной сети;
- взрывные работы,
- проветривание;
- осмотр забоя.

Подготовительные операции при проходке комбайном с БВР:

- навеска гидробура на рабочий орган комбайна;
- подача комбайна в забой и подготовка манипулятора в рабочее состояние;
- проверка средств пылеподавления, подключение шланга орошения на ЭБП-1;
- проверка крепления манипулятора и наличие буродержателей;
- наличие резиновых перчаток и инструмента;
- тщательная оборка груди забоя и кровли от отслоившихся кусков угля и породы с помощью поддира длиной 2,5 м;
- замер газа метана в забое у кровли и в 20 м от забоя;
- определение вертикальной и горизонтальной оси выработки и с помощью шаблона определения места расположения шпуров.

Подготовительные операции при проходке на БВР с породопогрузочной машиной:

- подача породопогрузочной машины в забой;
- приведение манипуляторов в рабочее состояние;
- проверка средств пылеподавления. шлангов орошения (сжатого воздуха);
- проверка манипуляторов и бурильных машин;
- наличие буродержателей, резиновых перчаток и инструмента;
- тщательная оборка груди забоя и кровли от отслоившихся кусков угля и породы с помощью поддира длиной 2,5 м;
- замер газа метана в забое у кровли и в 20 м от забоя;
- определение и разметка с помощью шаблона мест расположения шпуров.

Подготовительные операции при проходке на БВР с бурильной машиной:

- отгон погрузочной машины от забоя на безопасное расстояние;
- подача бурильной установки в забой и (при необходимости) крепление ее;
- приведение манипуляторов в рабочее состояние;
- проверка средств пылеподавления. шлангов орошения (сжатого воздуха);
- проверка манипуляторов и бурильных машин;
- наличие буродержателей, резиновых перчаток, инструмента;
- тщательная оборка груди забоя и кровли от отслоившихся кусков угля и породы с помощью поддира длиной 2,5 м;
- замер газа метана в забое у кровли и в 20 м от забоя;

- определение и разметка с помощью шаблона мест расположения шпуров.

Практика 1. Паспорт буровзрывных работ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Буровзрывной комплекс работ занимает от 30 до 60 % общего времени проходческого цикла в зависимости от горнотехнических условий.

При проведении горных выработок буровзрывные работы должны обеспечить заданные размеры и форму поперечного сечения выработки, точное оконтуривание её профиля, качественное дробление породы и сосредоточенное размещение её в забое, нормативную величину коэффициента излишка сечения (К.И.С.), высокий коэффициент использования шпуров (К.И.Ш).

Эти требования соблюдаются при условии правильного выбора параметров буровзрывных работ: типа ВВ, типа и параметров вруба, величины и конструкции заряда в шпуре, диаметра и глубины шпуров, числа и расположения их в забое, способа и очередности взрывания зарядов, типа бурового оборудования, качества буровых работ, организации проходческих работ и т.д.

2. РАСЧЕТ ПАСПОРТА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

С помощью буровзрывных работ (БВР) разрушают горные породы в пределах проектного сечения ствола вчерне на заданную глубину заходки методом шпуровых зарядов.

БВР проводят с соблюдением Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах (ПБ), Правил технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт (ПТЭ), Единых правил безопасности при взрывных работах (ЕПБ) в соответствии со СНиП 3.02.03-87 и перечнем рекомендуемых промышленных взрывчатых материалов, приборов взрывания и контроля.

Для производства работ начальник участка (проходки) составляет по установленной форме паспорт БВР, который проверяют опытным путем и доводят до необходимых требований, а затем утверждают главным инженером строительного управления. Для проходки ствола на всю глубину утверждают два-три паспорта БВР - для пород средней крепости, крепких и очень крепких.

Паспорт БВР состоит из:

- схемы расположения шпуров в трех проекциях с указанием их нумерации и расстояния между ними;
- схемы конструкции заряда;
- таблицы к схеме, которая содержит данные о длинах и углах наклона шпуров, массе зарядов в каждом шпуре и очередности их взрывания;
- таблицы технико-экономических показателей с указанием сечения выработки, крепости породы; наименования и числа бурильных машин, типа и расхода взрывчатых веществ (ВВ) и др.

Разработку паспорта БВР производят в следующей последовательности:

1. Обосновывают и выбирают тип ВВ, средств инициирования (СИ) и способ инициирования, принимают или рассчитывают удельный расход ВВ, определяют число шпуров, выбирают тип вруба, длину шпуров в комплекте, определяют общий расход ВВ, массу зарядов в каждом шпуре, фактический расход ВВ и суммарную длину шпуров и др.

2. Рассчитывают интервалы замедления и взрывную сеть.

3. Рассчитывают технико-экономические показатели БВР.

4. Составляют схему проветривания забоя и мероприятия безопасного ведения БВР.

К паспорту прилагают акт его практической проверки с зарисовкой положения забоя после каждой серии взрывов и указанием расстояний от обнаженной плоскости до шпуров следующей очереди взрывания. Акт проверки подписывают взрывник, начальник участка, начальник вентиляции и инженер по технике безопасности.

После оформления паспорта по одному экземпляру он находится у начальника вентиляции, начальника участка, на складе ВВ и у горного мастера (этот экземпляр передают по смене). С паспортом под расписку знакомят проходчиков, представителей технического и вентиляционного надзора горного участка, взрывников, заведующего складом взрывчатых материалов и их раздатчики.

На схеме расположения шпуров (в плане, поперечном и продольном сечениях) указывают номера шпуров, их длину, расстояния между устьями и забоями соседних шпуров.

На схеме проветривания указывают место установки вентилятора, подающего свежий воздух в забой; направление движения воздуха; количество воздуха, проходящего мимо всаса вентилятора и поступающего в забой; подачу вентилятора; места выставления постов, места замера газа и укрытия для взрывника.

В мероприятиях безопасного ведения буровзрывных работ указывают способы защиты бурильщиков от поражений механизмами и кусками падающей породы и угля; профилактику заболевания силикозом; состояние забоя, когда разрешается зарядание шпуров; места, куда убирают механизмы, инструменты и материалы; местонахождение людей, не связанных со взрывными работами; лиц, участвующих в зарядании и взрывании шпуров; способы проверки состояния забоя (наличие метана, осланцевание); результаты осмотра забоя после взрывных работ.

Длину шпуров устанавливают в зависимости от принятой организации работ, высоты створчатой опалубки и возможности завершения проходческого цикла в течение целого числа смен или целого числа циклов в течение смены. Глубина врубовых шпуров должна быть на 10—20 % больше глубины остальных.

Выбор взрывчатых материалов производят согласно Единым правилам безопасности при взрывных работах, перечню рекомендуемых ВМ с учетом пылегазового режима шахты, крепости и водообильности пород.

Число шпуров можно в первом приближении принять:

- отбойные $0,34 (N-n_{ВР})$;
- оконтуривающие $0,66 (N-n_{ВР})$.

Ниже приведены таблицы для определения числа и глубины врубовых шпуров

Таблица 1.1

Число врубовых шпуров

Коэффициент крепости пород по шкале проф. М. М. Протодьяконова	Число врубовых шпуров при площади сечения выработки, м ²		Расстояние между врубовыми шпурами, м
	<12	>12	
2-3	4	4-6	0,6
4-6	4-6	6-8	0,45
7-9	6-8	8-10	0,4
10-20	8-12	12-14	0,35

Таблица 1.2

Глубина шпуров

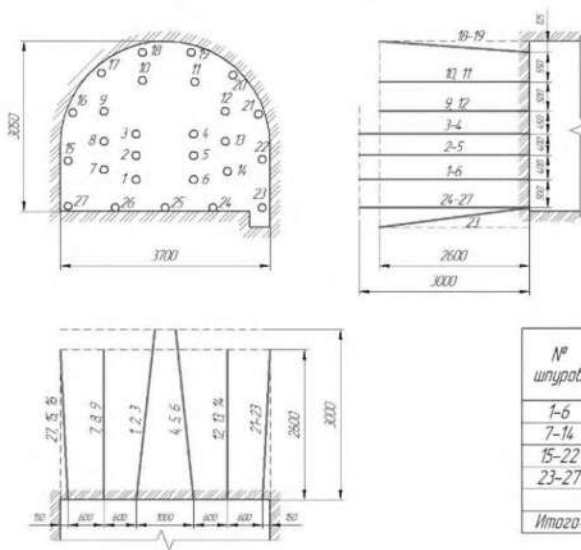
Коэффициенты крепости пород по шкале проф. М. М. Протодьяконова	Глубина шпуров, м, при площади сечения выработки, м ²	
	<12	>12
1,5-3	2,5-2	3,0-2,5
4-6	2,0-1,5	2,5-2,2
7-20	1,8-1,2	2,2-1,5

Технология проведения однопутевой выработки (с металлобетонной крепью) График организации работ

№ п/п	Наименование операций	Объем работ на цикл		Число проходов	Время по графику		I смена					II смена					III смена					IV смена														
		Ед. изм.	К-во		час	мин	часы					часы					часы					часы														
							6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5						
1	Бурение шпуров	м	72,5	3	4	40	1										1																			
2	Заряжание шпуров	шт.	27	-	0	50	200										200																			
3	Взрывание шпуров и проработка забоя	-	-	-	0	30	30										30																			
4	Приведение забоя в безопасное состояние				0	20						30										30														
5	Погрузка породы	м ³	216	2-3	4	50	20					3					2					3					2									
6	Крепление аркой	рам.	1,85	5	0	50						300					300					5					300					300				
7	Насилка пути	м	2,2	2	1	50	2					2					2					2					2					50				
8	Устройства водоотливной канавки	м	2,2	2	1	30	80					80					2					80					80					2				
9	Установка опалубки	м ²	14,0									50										50														
10	Укладка бетона за опалубку*	м ³	4,32	2	4	30	2					2					2					2					2									
11	Снятие опалубки	м ²	14,0				200					70										70														
12	Прочие вспомогательные работы			3	1	40						3					300										300									

*Бетонные работы ведутся с отставанием 30-40 м.

Схема расположения шпуров



Показатели по буровзрывным работам

№ п/п	Наименование	ед. изм.	Кол.
1	ВВ-АП-4.ЖВ	кг	42,0
2	Удельный расход ВВ	кг/м ³	1,94
3	КИШ	-	0,83
4	Электродетонаторы	-	-
		ЗД-ВЖ	шт. 6
		ЗДКЗ	шт. 21
5	Взрывная машинка ВМК-3/50	шт.	1

Основные показатели

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол.
1	Скорость проведения выработки	м/мес	110
2	Подбегание забоя за цикл	м	2,2
3	Продолжительность цикла	час	12
4	Число проходчиков в смену	чел.	5
5	Производительность труда проходчика	$\frac{м^3 \cdot м}{чел. \cdot смен}$	1,98
		$\frac{м^3 \cdot м}{чел. \cdot смен}$	0,22
6	Трудозатраты	$\frac{чел. \cdot смен}{м^3 \cdot м}$	0,64
7	Выполнение норм выработки	%	103
8	Полная стоимость 1 м ³ в свету	руб	48,07

Данные о шпурах и зарядах

№ шпура	Количество шпуров, шт	Длина шпура, м	Емкость заряда, кг	Длина забойки, м	Кэф. запал.	Степень замедления, м. сек	Очередь взрывания
1-6	6	3,0	1,75	1,5	0,5	0	I
7-14	8	2,6	1,30	1,3	0,5	25	II
15-22	8	2,6	1,50	1,3	0,5	50	III
23-27	5	2,6	1,50	1,3	0,5	75	IV
Итого:	27	72,5	42,0				

Рисунок 1.1. Пример паспорта БВР

В таблице 1.3 приведен угол наклона шпуров клинового вруба α , в соответствии с паспортом буровзрывных работ

Таблица 1.3

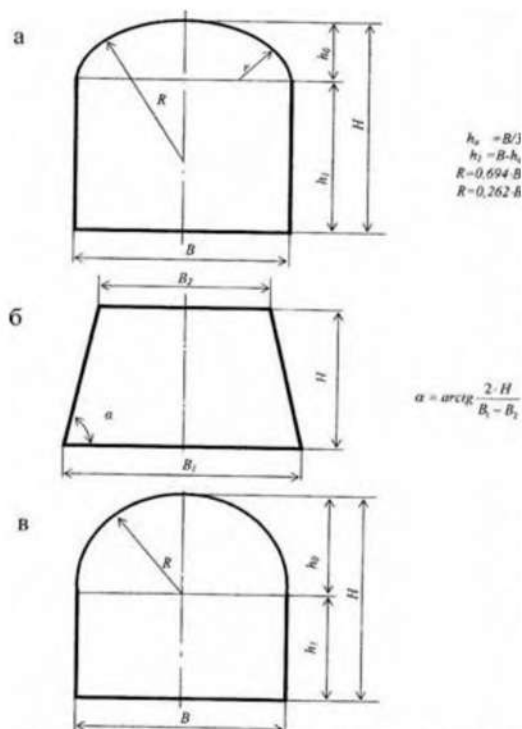
Угол наклона шпуров клинового вруба			
f	<8	9-14	>14
α , градус	68-75	62-68	60-62

В данном случае не ставится задача расчета паспорта буровзрывных работ в полном объеме. Задачей изучения паспорта БВР является создание схемы расположения шпуров (в плане, поперечном и продольном сечениях) с указанием номера шпуров, их длины, расстояния между устьями и забоями соседних шпуров. Все приведенные схемы должны быть выполнены в одном из графических пакетов прикладных программ.

Пример паспорта БВР приведен на рисунке 1.1. Здесь показаны основные элементы и параметры необходимые для проведения горной выработки с помощью буровзрывных работ.

3. ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

Таблица 1.4



№	Форма выработки	Размеры выработки НхВ, м	Площадь сечения вчёрне, м ²	Коэффициент крепости
1	Сводчатая	3,4х4,0	12,5	4
2	Сводчатая	3,7х4,3	14,2	4
3	Сводчатая	3,7х4,0	13,7	6
4	Сводчатая	3,7х5,0	16,8	6
5	Сводчатая	3,7х4,3	14,2	9
6	Арочная	3,0х3,2	8,5	4
7	Арочная	3,0х3,4	8,9	6
8	Арочная	3,3х3,3	9,7	8
9	Арочная	3,3х3,4	10,0	4
10	Арочная	3,2х3,2	9,1	6
11	Арочная	3,2х4,0	11,0	4
12	Арочная	3,6х3,8	12,1	3
13	Трапецевид.	3,8х3,4/2,8	11,8	18
14	Трапецевид.	3,6х4,0/3,3	13,1	6
15	Трапецевид.	3,6х4,2/3,5	13,9	8
16	Трапецевид.	3,6х4,0/3,3	13,1	10

Рисунок 1.2. Сечения горных выработок: а – сводчатая выработка; б – трапецевидная выработка; в – арочная выработка

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Работы по креплению разведочных подготовительных, капитальных и очистных выработок являются основными и наиболее трудоемкими при добыче полезных ископаемых.

Средства крепления горных выработок, взаимодействуя с породой, образуют систему крепь - порода, от состояния которой зависит безопасность ведения горных работ, нормальная работа подземного транспорта, вентиляции и результат работ в целом. Осуществляемое техническое перевооружение, внедрение новой техники и технологии ведения горных работ, в том числе проходческих комбайнов, передвижных забойных конвейеров и механизированных крепей, привели к увеличению скорости подвигания забоев. За последние годы в технике и технологии крепления горных выработок произошли существенные изменения. Осуществляется интенсивное промышленное внедрение металлической, сборной железобетонной и анкерной крепей взамен деревянной. В этих условиях правильный выбор типа крепи представляет собой важную и достаточно сложную задачу. Весьма часто крепи применяют без достаточного обоснования, без учета характера развития горного давления и работы крепи. Такое положение сложилось, например, с набрызгбетонной крепью, широко применяемой на рудниках цветной металлургии и не нашедшей пока заметного распространения в угольных шахтах, где, как показывает опыт работы передовых предприятий, имеются большие возможности для ее использования. Набрызгбетонной и анкерной крепями на рудниках цветной металлургии крепят около 70% всех выработок.

Заметно сократился удельный вес деревянной крепи для подготовительных выработок на угольных шахтах и рудниках. Однако при проходке разведочных выработок деревянная крепь все еще преобладает над другими типами крепи.

Возведение шахтной крепи - трудоемкий и дорогостоящий процесс, занимающий до 25% общей длительности проходческого цикла при 30 – 45% общей стоимости проведения выработки. Элементы некоторых типов шахтной крепи весьма громоздки и обладают значительной массой (деревянная, тубинговая, металлическая). Их монтаж в выработках небольшого сечения неудобен и трудно поддается механизации, что приводит к большим затратам времени на крепление выработок, снижает скорость и увеличивает стоимость проходки. С учетом всех вышеперечисленных факторов особое внимание уделяется вопросам механизации работ по возведению шахтной крепи с помощью специальных механизмов и машин.

Остановимся на некоторых понятиях и терминах, широко применяемых в горной промышленности.

Крепление горных выработок – это совокупность работ по возведению (установке или монтажу) горной крепи в выработке.

Горная крепь – искусственные сооружения, возводимые для предотвращения обрушения и вспучивания окружающих пород, сохранения необходимых размеров поперечных сечений выработок, а также для управления горным давлением.

Крепёжные материалы - материалы (древесина, сталь, бетон и др.), используемые для изготовления крепи горных выработок.

Паспорт крепления – технический документ, регламентирующий порядок возведения крепи в горной выработке.

По конструкции различают: рамную, сплошную, анкерную и комбинированную крепи.

Рамная крепь – это крепь, состоящая из отдельных самостоятельных несущих конструкций – рам трапециевидной, прямоугольной, арочной, полигональной или кольцевой форм, устанавливаемых в горных выработках с интервалом или вплотную одна к другой. Эту рамную крепь сокращенно называют соответственно трапециевидной, прямоугольной и т. д. Число установленных крепежных рам на единицу длины выработки называют **плотностью установки крепи**. Для предохранения кровли и боков горизонтальной выработки от вывалов породы в промежутках между рамами устанавливается межрамное ограждение, которое называется **затяжкой**.

Сплошная крепь – крепь, полностью перекрывающая кровлю и бока горизонтальной выработки (а в ряде случаев и почву выработки), а также представляющая собой единую монолитную, либо сборную конструкцию, состоящую из отдельных элементов, которые прочно и без зазоров соединяются друг с другом с помощью раствора и болтов, образуя единую сплошную конструкцию.

Анкерная (штанговая) крепь представляет собой стержни-анкеры (металлические, деревянные, железобетонные или полимер-бетонные), закрепляемые различными способами в устойчивой толще пород. Анкерная крепь позволяет увеличить несущую способность прилегающих к выработке пород путем скрепления их отдельных слоев и зон. К анкерам подвешивают пластины, верхняки с затяжками или металлическую сетку.

Комбинированная крепь состоит из двух и более конструкций крепи. К таким крепям относят рамную крепь в сочетании с анкерной, набрызгбетонную крепь с анкерной и др.

Набрызгбетонная крепь – крепь, образуемая нанесением на стенки горной выработки многокомпонентного состава, включающего вяжущие, мелкий и крупный заполнители и воду. В зависимости от горнотехнических и горно-геологических условий набрызгбетонная крепь служит в качестве изолирующей, ограждающей или грузонесущей. На поверхность выработки набрызгбетон наносят с помощью специальных пневматических укладчиков.

2. СОСТАВЛЕНИЕ ПАСПОРТА КРЕПЛЕНИЯ ГОРНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

1. Паспорт крепления подземных выработок представляет собой документ, определяющий принятые для данной выработки способы крепления, конструкцию крепи и последовательность производства работ по креплению.

2. Паспорта крепления подземных выработок составляются начальником участка (объекта, производителем работ и т.п.) в соответствии с ППР с учетом инженерно-геологических и производственных особенностей данной выработки и утверждаются главным инженером строительной организации.

3. Паспорт крепления выработки состоит из графического материала и пояснений к нему.

4. Паспорт крепления должен содержать:

– поперечный разрез выработки в масштабе 1:50, на котором должны быть показаны конфигурации и размеры выработки, окружающие породы, конструкция и размеры постоянной и временной крепи и их узлы, расположение откаточных путей, размеры зазоров между крепью и электровозом (или вагонетками) и между погрузочной машиной и вспомогательным оборудованием в забое, размеры водосточной канавки и т.п.;

– продольный разрез выработки в масштабе 1:50, на котором должны быть отражены: конструкция крепи, расстояния между осями конструктивных элементов крепи, длины разрабатываемого участка и одной заходки, допустимое отставание временной и постоянной крепи (обделки) от груди забоя и т.п.;

– при анкерном креплении: материал, направление, длина, взаимное расположение анкеров и размеры деталей крепи (диаметры шпура, стержня и замка, размеры клиньев, опорных плиток, подхватов, металлической сетки и пр.); способ установки крепи и требуемую степень натяжения анкеров; порядок контроля несущей способности крепи.

5. В пояснениях к графическому материалу отмечаются требования, соблюдение которых представляется особенно важным для обеспечения безопасности производства работ.

6. Паспорта крепления подземных выработок составляются в двух экземплярах для каждой выработки и должны находиться: один экземпляр вывешенным в конторе начальника участка (объекта), другой экземпляр должен быть вывешен вблизи соответствующего забоя в виде отчетливого устойчивого изображения на жесткой основе несмываемой краской.

7. Ведение горных работ без утвержденного паспорта или с нарушением его запрещается.

На рисунке 2.1 приведен пример паспорта крепления горной выработки, закрепленной арочной металлической податливой крепью

В зависимости от площади поперечного сечения выработки в свету и типа принятого спецпрофиля металла для крепления, каждый тип металлической податливой крепи (трехзвенной или пятизвенной) имеет определенную грузонесущую способность, которая используется в расчетах и приведена в технических характеристиках крепи в таблице 2.1.

Таблица 1

Технические характеристики арочной металлической податливой крепи

№ п/п	Площадь поперечного сечения выработки в свету, м ²	Ширина выработки в свету до осадки, м ²	Тип спецпрофиля	Грузонесущая способность крепи, т	Вертикальная податливость крепи, мм
Арочная крепь КМП-3А					
1	Не более 10	3,2-3,4	СВП-17(КГВ-18)	15	300
2	Не более 10	3,5-3,8	СВП-19(КГВ-21)	16	300
3	10-13	4,0-4,8	СВП-22(КГВ-26)	19	300
4	10-13	4,0-4,8	СВП-27(КГВ-32)	21	300
Арочная крепь КМП-5А					
5	Не более 10	3,2-3,4	СВП-17	16	600
6	10-11,4	3,5-3,8	СВП-19	16	600
7	11,6-14,3	4,0-4,8	СВП-22	19	600
8	14,3-16,2	4,2-4,8	СВП-27	21	600

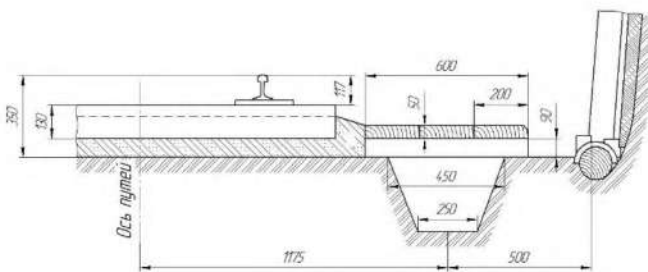
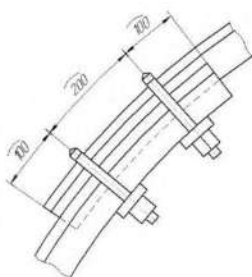
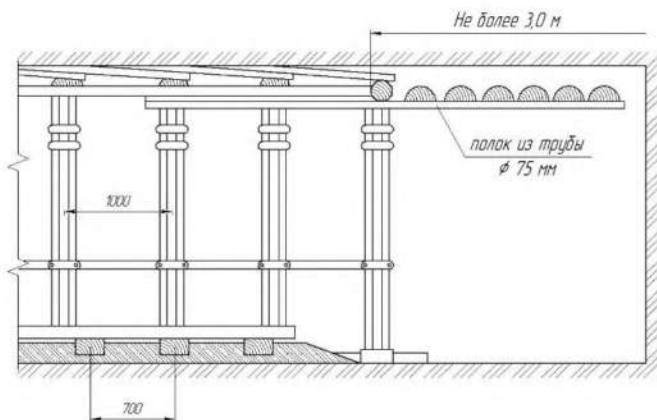
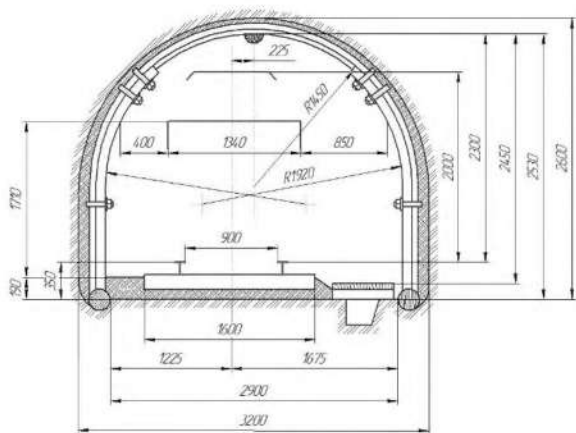
Расстояние между рамами металлической арочной податливой крепи определяется по формуле:

$$i_p = \frac{Q \cdot f}{4 \cdot \gamma \cdot a^2},$$

где Q – грузонесущая способность принятого крепления, т; f – крепость пород кровли по шкале проф. М.М. Протождьяконова; γ – плотность пород кровли, т/м³; a – половина ширины выработки в проходке, м.

Итоговой принимается расстояние между рамами равное или меньшее рассчитанного значения, соответствует размеру принятого металлического расстрела между рамами (0,33 0,5; 0,75 и 1,0 м)

Железобетонные затяжки, выпускаются промышленностью шириной 20 см, толщиной 4-5 см и длиной 50-120 см не требуют расчетов и используются в выработках с установленным горным давлением или в выработках, где требуется огнестойкое крепление.



<i>Характеристика выработки</i>	
<i>Поперечное сечение в свету</i>	$6,9 \text{ м}^3$
<i>в проходке</i>	$8,8 \text{ м}^3$
<i>Пропускная способность по воздуху</i>	$55,8 \text{ м}^3/\text{сек}$
<i>Количество рельсовых путей</i>	2
<i>Тип электровозов</i>	14KP-900
<i>Емкость вагонетки</i>	3 т
<i>Крепость доковых пород f</i>	6
<i>Материал крепи</i>	Металл
<i>Количество рам на 1 м выработки</i>	1
<i>Сечение канавки в свету</i>	$0,098 \text{ м}^2$
<i>Материал балласта</i>	Щебень

Расход материалов на 1 м выработки

<i>Наименование</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Количество</i>	<i>Наименование</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Количество</i>
<i>Арачная крепь</i>	<i>Спецпрофиль №18, S = 6,9 м²</i>	<i>кг</i>	<i>133,8/13,4</i>	<i>Шпалы</i>	<i>Соста, тип 1, L = 1,6 м</i>	<i>шт.</i>	<i>1,43</i>
<i>Распилы</i>	<i>Сосна, с = 50 мм, b = 110 мм, L = 1,1 м</i>	<i>м²</i>	<i>0,3</i>	<i>Рельсы скрепления</i>	<i>Тип рельсов P = 24</i>	<i>кг</i>	<i>48,0/9,6</i>
<i>Доски</i>	<i>Сосна, с = 50 мм, b = 200 мм, L = 2,0 м</i>	<i>м²</i>	<i>0,033</i>	<i>Балласт</i>	<i>Щебень</i>	<i>м³</i>	<i>0,45</i>

Рисунок 2.1. Паспорт крепления квершлага

3. ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

Таблица 2.2

Индивидуальные задания, к выполнению практическому занятию № 2

№ варианта	Характеристики				
	a , м	γ , кгс/см ³	f	Режим	Спец. проф.
1	2,1	$2,5 \times 10^{-3}$	3	жесткий	22
2	1,8	$2,8 \times 10^{-3}$	4	жесткий	19
3	1,6	$2,4 \times 10^{-3}$	6	жесткий	22
4	1,25	$2,6 \times 10^{-3}$	7	податливый	27
5	1,4	$2,4 \times 10^{-3}$	8	податливый	19
6	1,3	$2,5 \times 10^{-3}$	9	податливый	19
7	1,5	$2,3 \times 10^{-3}$	6	податливый	22
8	2,1	$2,2 \times 10^{-3}$	5	жесткий	19
9	2,7	$2,7 \times 10^{-3}$	4	жесткий	19
10	2,1	$2,5 \times 10^{-3}$	5	жесткий	22
11	1,8	$2,3 \times 10^{-3}$	4	податливый	19
12	2,2	$2,5 \times 10^{-3}$	8	податливый	22
13	1,8	$2,1 \times 10^{-3}$	6	податливый	27
14	1,6	$2,5 \times 10^{-3}$	6	жесткий	19
15	1,8	$2,2 \times 10^{-3}$	4	жесткий	27

Затяжка железобетонная с размерами 0,2×0,5×1 м

Водоприток воды:

для СВП 27 – 150 м³/час;

для СВП 22 – 200 м³/час;

для СВП 19 – 100 м³/час.

Таблица 2.3

Размеры водоотливных канавок

м ³ /час	Приток воды		Размеры канавки, мм			Площадь поперечного сечения, м ²
	м ³ /мин	м ³ /сек	ширина верх	Ширина низ	глубина	
100	1,7	0,027	350	250	200	0,06
150	2,5	0,042	400	300	250	0,087
200	3,3	0,055	400	300	300	0,105
300	5,0	0,087	400	300	400	0,14

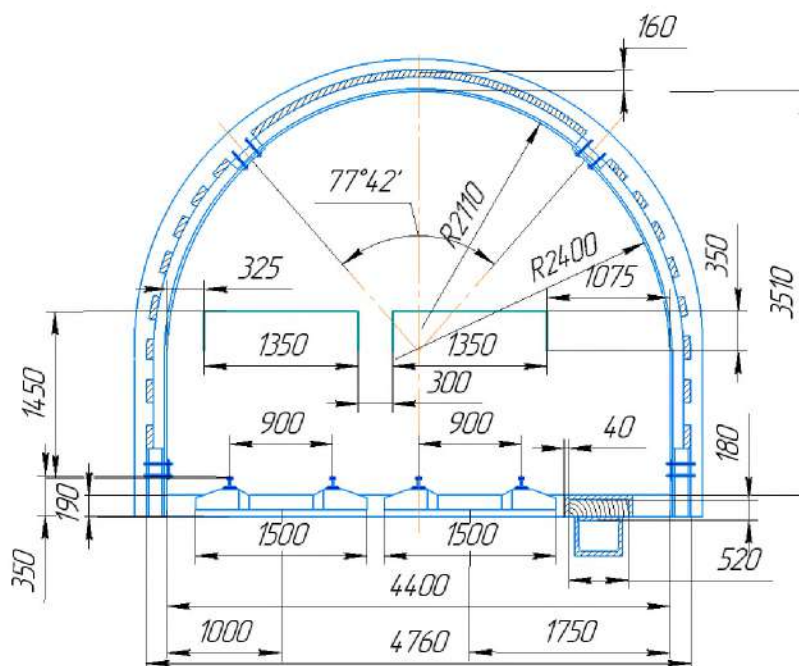


Рисунок 2. Крепление выработки арочной металлической крепью

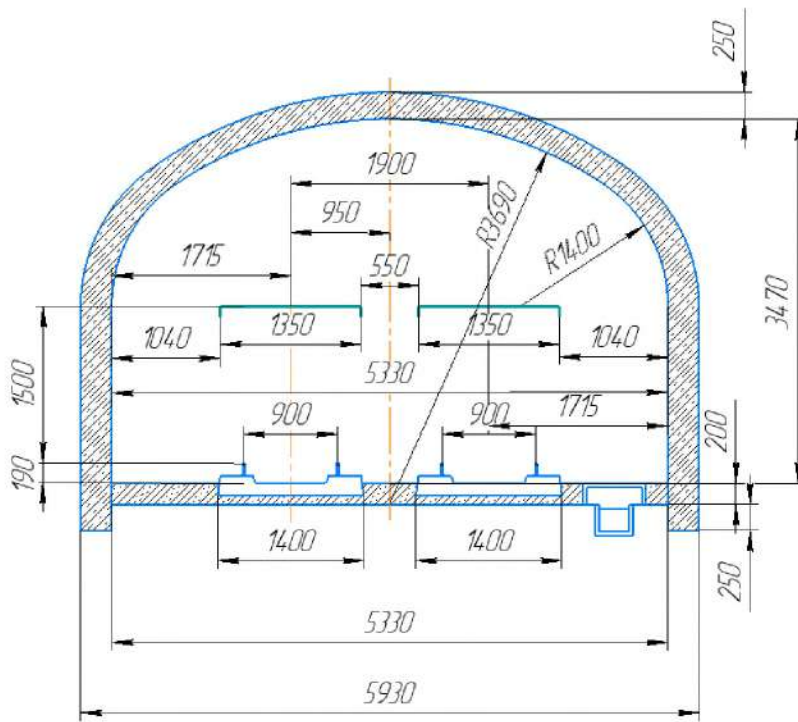


Рисунок 3. Крепление выработки бетонной крепью

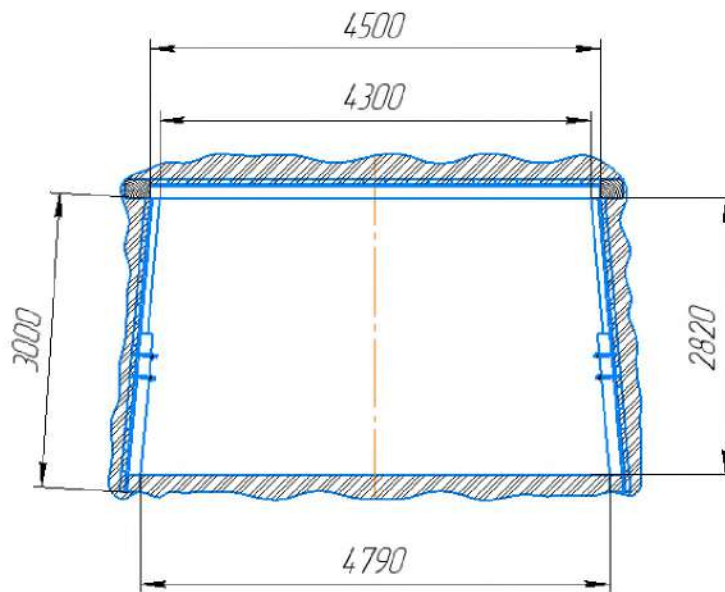


Рисунок 4. Крепление выработки трапециевидной металлической крепью

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

1.1. РАЗНОВИДНОСТИ И ОСОБЕННОСТИ ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Горные чертежи представляют собой чертежи горных объектов - залежей полезных ископаемых и вмещающих пород, горных выработок, подземных и поверхностных сооружений, выполняемые с соблюдением специальных правил и условных обозначений и содержащие в себе сведения о строительстве и эксплуатации горного предприятия.

Горные чертежи отличаются большим разнообразием, определяемым их назначением, отображаемыми объектами, способами проецирования, масштабами и другими особенностями.

Горные чертежи существенно отличаются от других разновидностей чертежей:

1. Объекты изображения на горных чертежах имеют, как правило, весьма сложные очертания, законы формообразования которых неизвестно. Исходная информация, по которой они выполнены, чаще дискретная, получаемая при бурении. Поэтому отображение на чертежах в той или иной мере несёт вероятный характер и значительно упрощено по сравнению с натурой, что необходимо учитывать при пользовании этими чертежами.

2. Горные работы, вследствие развития во времени и пространстве, непрерывно меняют свою форму, размеры и положение в пространстве. Следовательно, горные чертежи, являясь отображением динамических объектов, должны обеспечивать возможность внесения изменений и дополнений.

3. Горные выработки – основные объекты изображений на горных чертежах - представляют собой не физические тела, а пустоты в толще массива. В этой связи чертежи горных выработок выполняются с соблюдением специальных условностей.

4. Базовой основой горно-инженерных чертежей, наряду с комплексными ортогональными проекциями, является метод «с числовыми отметками», поэтому для большинства горных чертежей главным видом является план.

5. Объекты изображения, как правило, весьма протяженные, основная их часть находится в недрах Земли, что исключает их обзорность в натуре. В этой связи, для лучшего восприятия форм и пространственного положения объектов, особенно необходимо применение наглядных проекций. Наряду с аксонометрией, используются также аффинные соответствия и векторные проекции, которые практически не применяются в других технических чертежах

В горных чертежах масштаб изображений в зависимости от назначения чертежа, вида объекта и его сложности выбирается из следующего ряда: 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:25000; 1:50000; 1:100000. Топографические планы территории шахтного поля составляются в масштабе: 1:1000; 1:2000; 1:5000. Планы горных работ: 1:500; 1:1000; 1:2000. Элементы карьеров: 1:200; 1:500 и 1:1000. Проектные технологические схемы в масштабах: 1:50; 1:100; 1:200; 1:500. Паспорта крепления: 1:5; 1:10; 1:20.

Учитывая особенность маркшейдерско-геологических чертежей, заключающуюся в их непрерывном пополнении, допускается (согласно ГОСТ 2.851-75) на них основную надпись не наносить.

Шрифты и расположения надписей. Для надписей на горных чертежах следует применять стандартные шрифты, рекомендуемые ГОСТ 2.304-68. Для надписей на маркшейдерских чертежах применяют также топографический шрифт. Высоты букв следующие: 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0; 7,0; 10; 14 мм.

На горных чертежах помещают много пояснительных надписей. При их написании необходимо руководствоваться принципами: надписи, относящиеся к изображениям на горных чертежах, кроме маркшейдерско-геологических, располагают, как правило, параллельно основной надписи на контуре, или над изображением, или слева от него. В случае большой загруженности поля чертежа надпись располагают в любом месте вблизи изображения предмета на линии - выноске.

Нанесение размеров. Правила нанесения размеров на чертежах отраслей промышленности и строительства определены ГОСТ 2.307-68. При простановке размеров на горных чертежах необходимо также руководствоваться следующими положениями, вытекающими из ГОСТ 2.851-75 «Горная графическая документация».

1.2. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

1. Линейные размеры на горных чертежах преимущественно указываются в миллиметрах
2. Уклон на горных чертежах выражают в сотых и тысячных долях
3. Высотные отметки на горных чертежах указывают в метрах с точностью до сотых долей

В зависимости от функционального назначения, различают следующие разновидности горных чертежей:

- Проектные чертежи - выполняют проектные организации. В них отображаются проектные решения на строительство горного предприятия и его составных частей. На проектных чертежах разрабатывается технологическая схема производства, дается конструктивное решение капитальных горных выработок, сооружений и их узлов.

- Маркшейдерско-геологические чертежи составляют маркшейдерско-геологические службы горных предприятий по результатам натурных измерений и расчетов. На маркшейдерско-геологических чертежах отображаются рельеф и ситуация земной поверхности в районе горного отвода, геологические условия залегания месторождения, пространственное положение горных выработок, качественно-количественные характеристики полезного ископаемого.

- Производственно-технологические чертежи выполняют производственно-технологические службы в процессе эксплуатации горного предприятия, и отображают технические и технологические решения по ведению горных работ, дополняющие и развивающие принципиальные проектные положения.

- Иллюстративные чертежи имеют основное назначение - графически отобразить принципиальные технические, технологические и организационные решения при добыче полезных ископаемых. Применяются иллюстративные чертежи в виде демонстрационных листов, учебных наглядных пособий и в печатных изданиях. Горные чертежи должны выполняться в полном соответствии с требованиями ГОСТ на горные чертежи - «Горная графическая документация» (ГГД), а также стандартов «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД).

1.3. ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ НА ГОРНУЮ ГРАФИЧЕСКУЮ ДОКУМЕНТАЦИЮ

Государственные стандарты на горную графическую документацию. включают 8 стандартов, которые входят в восьмую группу Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

ГОСТ 2.850 - 75 содержит сведения о видах и комплектности горных графических документов всех отраслей горнодобывающей промышленности, ведущих разработку месторождений твердых полезных ископаемых. Маркшейдерско-геологические документы отражают фактический рельеф и ситуацию на земной поверхности, геологические условия залегания месторождения, пространственное положение и

конфигурацию горных выработок, технологию разработки месторождения, качественно-количественные характеристики полезного ископаемого, содержат другую информацию.

Эксплуатационно-технологические чертежи выполняются при разработке месторождения. Это графические документы, отражающие ведение горных работ, состояние проветривания горных выработок, состояние рудничного транспорта, подъема, энергетического хозяйства и др.

ГОСТ 2.851 - 75 содержит общие правила выполнения чертежей горной графической документации всех отраслей промышленности, ведущих разработку месторождений твердых полезных ископаемых. В нем указаны форматы чертежей, типы применяемых линий, правила нанесения размеров и выполнения надписей.

ГОСТе 2.852 - 75 излагает основные правила, которым необходимо следовать при изображении на чертежах элементов горных объектов. Отмечается, что изображения горных объектов должны выполняться по методу параллельного прямоугольного проецирования на взаимно перпендикулярные плоскости в соответствии с ГОСТ 2.305-68 и методом проецирования с числовыми отметками. Наглядные изображения должны выполняться в аксонометрических проекциях по ГОСТ 2.317-69, в векторных проекциях, методами аффинных проекций и перспективы.

ГОСТе 2.853 - 75 излагает правила выполнения условных обозначений. Для горной графической документации рекомендуется применять масштабные, разномасштабные, безмасштабные и пояснительные условные обозначения. Разномасштабные условные обозначения следует применять для изображения вытянутых объектов, размер которых по ширине не может быть выражен в масштабе чертежа. Безмасштабные обозначения рекомендуется применять, когда размеры объектов в масштабе чертежа равны или меньше размеров безмасштабных условных обозначений этих объектов.

ГОСТ 2.854 - 75 содержит условные обозначения ситуаций земной поверхности. В него входят обозначения границ горного предприятия, обозначения элементов рельефа, промышленных зданий, сооружений и их элементов.

ГОСТ 2.855 - 75 задает условные графические изображения горных выработок при открытом и подземном способах разработки, а также очагов опасности и предохранительных сооружений в горных выработках, границ безопасного ведения горных работ. Наряду с обозначениями горных выработок карьеров, приведены обозначения выработок полигонов при выемке бульдозерно-скреперным, дражным и гидравлическим способами при разработке россыпей.

Стандарт содержит условные обозначения горных, дренажных и разведочных подземных выработок при изображении на плане и в проекции на вертикальную плоскость.

ГОСТ 2.856 - 75 задает условные графические обозначения производственно-технических объектов, в частности, элементов электроснабжения, транспортных устройств и др.

ГОСТ 2.857 - 75 устанавливает условные графические обозначения горных пород, полезных ископаемых, условий их залегания, в том числе обозначения выходов полезных ископаемых на земную поверхность, формы тел полезных ископаемых, структурных и тектонических элементов, обозначения минералов.

Курсовая работа «Аксонометрический чертёж рудника» выполняется до изучения специальных дисциплин, поэтому ниже приводится перечень некоторых горных терминов, общепринятых их сокращений и пояснения к ним.

2. ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ И ИХ ИЗОБРАЖЕНИЕ

При строительстве и эксплуатации горных предприятий для изображения горных выработок руководствуются следующими нормативными документами:

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА СНиП, НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЧАСТЬ II ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ и ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ, а также справочниками по креплению горных выработок и типовыми сечениями горных выработок.

Горные выработки – пустоты, образованные в угле или породе в результате горных работ. Они предназначены для транспортирования полезного ископаемого, материалов и оборудования, для вентиляции и водоотлива, для передвижения людей, для установки машин и механизмов, для размещения складов, для добычи полезного ископаемого и пр. Начало горной выработки называется устьем, а конец её – забоем. По своему положению в пространстве горные выработки подразделяются на горизонтальные, вертикальные и наклонные.

2.1. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ

Горизонтальные выработки имеют наклон не более 3° с целью обеспечения самотека воды (рисунок 3.1).

Штольня – горизонтальная горная выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для разведки или вскрытия месторождения полезного ископаемого.

Тоннель – выработка, имеющая выход на поверхность с двух концов. Это сквозная выработка, служащая для транспортных целей.

Квершлаг – горизонтальная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, проводимая вкрест простирания горных пород.

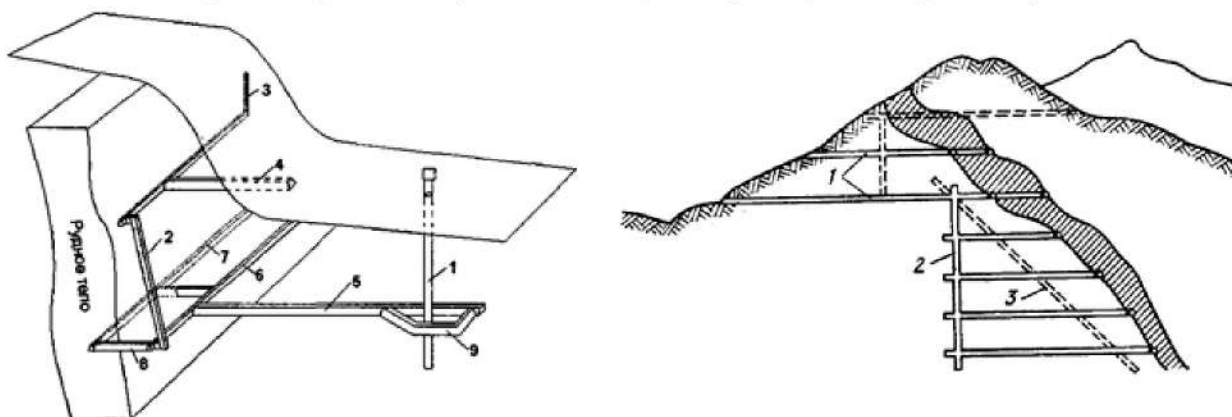


Рисунок 3.1. Горизонтальные горные выработки: 1 – вертикальный ствол; 2 – восстающий; 3 – шурф; 4 – штольня; 5 – квершлаг; 6 – полевой штрек; 7 – рудный штрек; 8 – орт; 9 – околовствольный двор; 10 – слепой вертикальный ствол; 11 – слепой наклонный ствол

Штрек – горизонтальная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, проводимая по простиранию горных пород при наклонном залегании, а при горизонтальном — в любом направлении.

Штреки бывают *главные, откаточные, вентиляционные, промежуточные, конвейерные* и пр. Штреки, проведенные по пустым породам, называются *полевыми*.

Просек – горизонтальная горная выработка, проводимая параллельно штреку обычно без подрывки боковых пород, предназначенная для осуществления нарезных работ или проветривания штреков в период их проходки.

Орт – горизонтальная горная выработка, проводимая в мощных пластах или рудных залежах в пределах их горизонтальной мощности.

Сбойка – горизонтальная выработка, проводимая между расположенными рядом наклонными выработками. Форма поперечного сечения горизонтальных выработок может быть различной – прямоугольной, трапециевидной, косоугольной, сводчатой, круглой и пр.

Камерами называют горные выработки, имеющие значительные размеры поперечного сечения, но сравнительно небольшую длину, и предназначенные для установки в них машин, электрооборудования и других целей. В зависимости от назначения, камеры имеют свои наименования, обычно их устраивают в околоствольном дворе.

Околоствольным двором называют совокупность горных выработок, находящихся вблизи шахтных стволов и соединенных с ними, предназначенных для транспортных и других операций, обеспечивающих бесперебойную работу шахты. В околоствольные дворы с поверхности по стволам поступают порожние вагонетки, материалы для крепления горных выработок и оборудование, а по горизонтальным горным выработкам прибывают составы вагонеток с углем и породой для выдачи их на поверхность. В околоствольном дворе находятся камеры: электроподстанции, насосной, электровозного депо, противопожарных материалов (аварийный склад), медпункта, диспетчера, ожидания и др.

2.2. НАКЛОННЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ, ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

На рисунке 3.2 представлены наклонные горные выработки

Наклонный ствол – выработка, имеющая выход на поверхность. Предназначен для подъема полезного ископаемого на поверхность, вентиляции, водоотлива, подвода электро- и пневмоэнергии, доставки оборудования, передвижения людей.

Бремсберг – выработка, не имеющая выхода на поверхность, пройденная по падению или по восстанию пласта служащая для транспортировки полезного ископаемого сверху вниз, вентиляции, подвода электроэнергии, воды, передвижения людей, доставки оборудования.

Уклон – выработка, не имеющая выхода на поверхность, пройденная по падению или по восстанию пласта, служащая для транспортировки полезного ископаемого снизу-вверх, вентиляции, подвода электроэнергии, воды, передвижения людей и доставки оборудования.

Ходок – выработка, не имеющая выхода на поверхность, пройденная параллельно бремсбергу (уклону) на расстоянии 20-40 м служит для передвижения людей, доставки материалов и оборудования, вентиляции и других целей.

Скат – выработка, не имеющая выхода на поверхность, пройдена по падению пласта, служит для спуска полезного ископаемого сверху вниз под действием собственного веса самотеком (30 – 350 м и более).

Печь – выработка, не имеющая выхода на поверхность, проводимая по пласту, предназначена для монтажа очистного оборудования, проветривания, передвижения людей и грузов, подвода электро- и пневмоэнергии. Печь, предназначенная для монтажа очистного оборудования, называется разрезной.

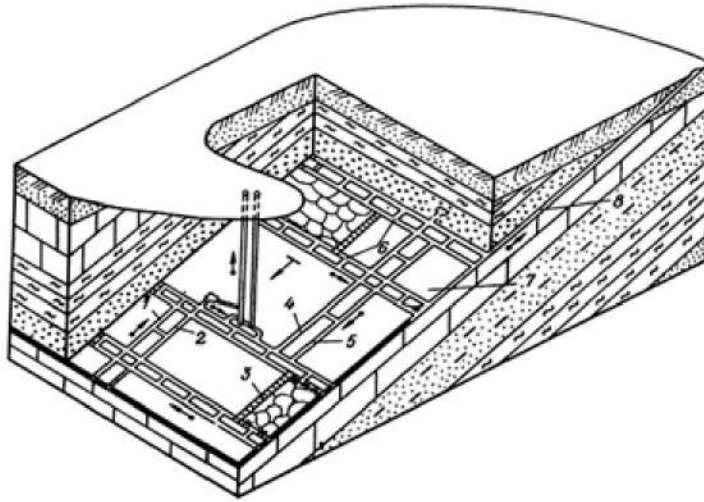


Рисунок 3.2. Наклонные горные выработки: 1 – уклон; 2 – ходок при уклоне; 3 – очистной забой; 4 – ходок при бремсберге; 5 – бремсберг; 6 – сбойки; 7 – угольный пласт; 8 – наклонный ствол;

2.3. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ, ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

На рисунке 3.3 представлены вертикальные горные выработки

Главный ствол – служит для подъема полезного ископаемого на поверхность и других целей.

Вспомогательный – для спуска и подъема людей, материалов, оборудования, выдачи породы, подвода электроэнергии, сжатого воздуха, воды.

Вентиляционный – для подачи в шахту свежего или отвода из шахты загрязненного воздуха, выработка небольшой глубины. Ствол оборудуют механизированным подъемом.

Шурф – выработка, имеющая выход на поверхность. Служит для вентиляции и других вспомогательных целей. Шурфы используют как запасные выходы.

Гезенк – выработка, не имеющая выхода на поверхность. Служит для спуска угля из вышележащих выработок под действием собственного веса, передвижения людей, вентиляции, подвода электроэнергии и др.

Слепой ствол – выработка, не имеющая выхода на поверхность. Предназначена для подъема угля, вентиляции, спуска-подъема людей, оборудования, подвода электроэнергии, воды и др.

Скважина – выработка диаметром более 75 мм и длиной более 5 м, пройденная путем выбуривания горных пород. Скважины бывают вентиляционными, лесоспускными, доставочными и др. Такие скважины бурят как с поверхности, так и из горных выработок.

Шнур – выработка, пройденная путем выбуривания горных пород, диаметром менее 75 мм или длиной менее 5 м.

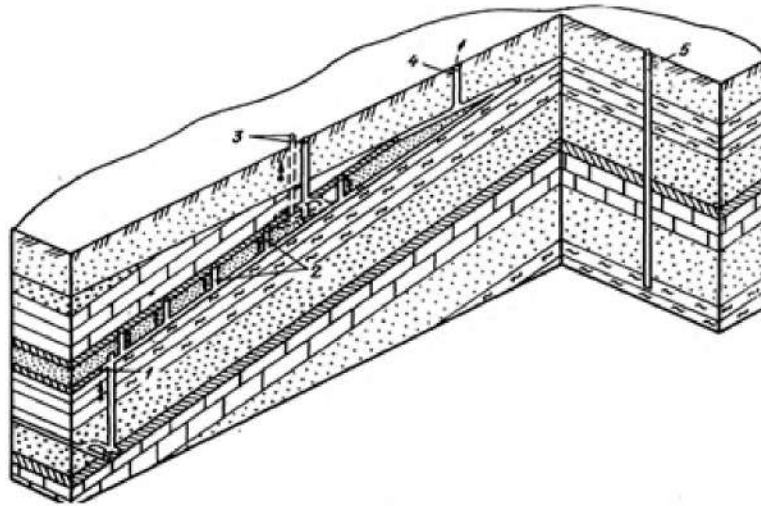


Рисунок 3.3. Вертикальные горные выработки: 1 – слепой ствол; 2 – гезенк; 3 – главный и вспомогательный стволы; 4 – шурф; 5 – скважина

2.4. ОКОЛОСТВОЛЬНЫЙ ДВОР

Околоствольный двор – совокупность образующих его горных выработок (по назначению и конструкции составляющих особую, специальную группу), которые служат для соединения шахтного ствола (стволов) со всеми остальными выработками, а также размещения важных производственных служб (электростанции, гаража, водоотлива и др.).

Основная функция околоствольного двора – обеспечить бесперебойную работу подъема и очистных выработок. Это – подземная станция, где осуществляются перевалочные процессы со всеми грузопотоками, и происходит спуск - подъем людей.

Околоствольные дворы различают по типу подъемных сосудов (клетевые и скипо-клетевые), количеству въездов (односторонние и двусторонние), расположению выработок (прямолинейные, круговые и тупиковые), числу рельсовых путей в одной выработке (одно-, двух - и многопутевые), по характеру движения составов (кольцевые, челноковые или смешанные).

2.5. ФОРМЫ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Форма поперечного пересечения горизонтальных выработок устанавливается в соответствии с физико-механическими свойствами пород и состояния пород, по которым они проводятся, величины и направления горного давления, срока службы и принятой конструкции крепи.

Формы поперечного сечения подземных горных выработок (рисунок 3.4).

1. Прямоугольная (а),
2. Трапециевидная (б).
3. Полигональная (в)
4. Сводчатая (коробовый) и полуциркулярный с прямолинейными или криволинейными стенами (г).
5. Арочная (д).
6. Круглая (е).
7. Эллипсоидная (ж, з).

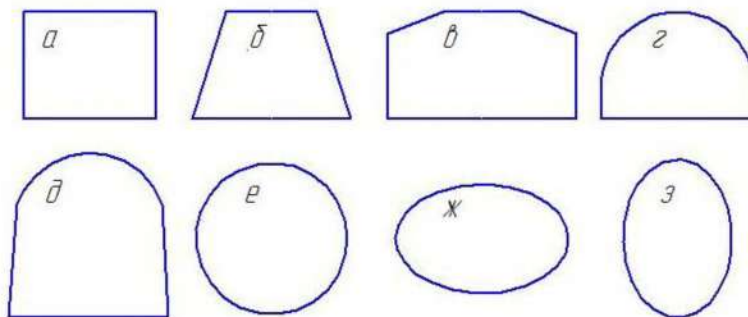


Рисунок 3.4. Формы поперечного сечения горных выработок

2.6. ТИПЫ СОПРЯЖЕНИЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Под *сопряжением* горных выработок понимается область взаимного влияния двух или большего числа пересекающихся (соединяющихся) выработок (рисунки 3.5 и 3.6).

Известно большое число сопряжений горных выработок, отличающихся своим назначением, видом крепи, сроком службы. Выбор конструкции и материала крепи, сечения сопряжений зависят от геологических, горнотехнических и технико-экономических факторов, к числу которых относятся: физико-механические свойства горных пород (крепость, трещиноватость, слоистость, ползучесть и т.д.).

Различают сопряжения вскрывающих выработок и подготовительных горных выработок

К *вскрывающим* относятся капитальные выработки, служащие для вскрытия шахтного поля или горизонта (вертикальные или наклонные стволы, околоствольные двory, штольни, вентиляционные шурфы, гезенки и т. д.). Сопряжения вскрывающих выработок крепят в основном монолитным бетоном, набрызгбетоном, комбинированной крепью (сочетание набрызгбетонной или монолитной бетонной с анкерной или металлической жесткой крепью). В отдельных случаях используется металлическая арочная крепь. Крепь сопряжений выработок околоствольных дворов возводят, как правило, из монолитного бетона.

К *подготовительным* относят горные выработки, проведенные во вскрытом шахтном поле, последовательно разделенных на крылья, бремсберговые и уклонные поля, панели, этажи, подэтажи, выемочные поля или ярусы; все штреки (главные, этажные панельные, ярусные, подэтажные, промежуточные, сборные бортовые, слоевые, параллельные) бремсберги, уклоны, скаты. В свою очередь к подготовительным выработкам относятся выработки, проводимые в процессе подготовки шахтного поля к очистной выемке: панельные и участковые бремсберги и уклоны, участковые штреки, участковые квершлагы, гезенки, скаты и т. д.

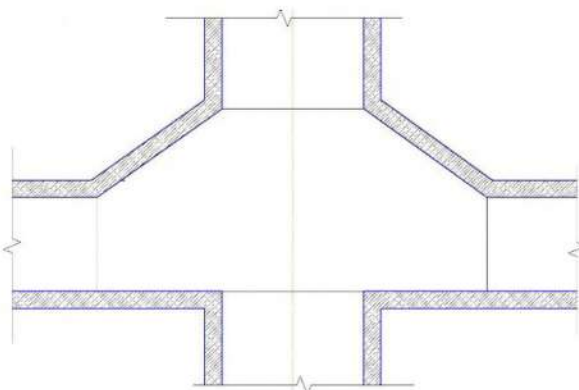


Рисунок 3.5. Сопряжение ствола с выработками околоствольного двора

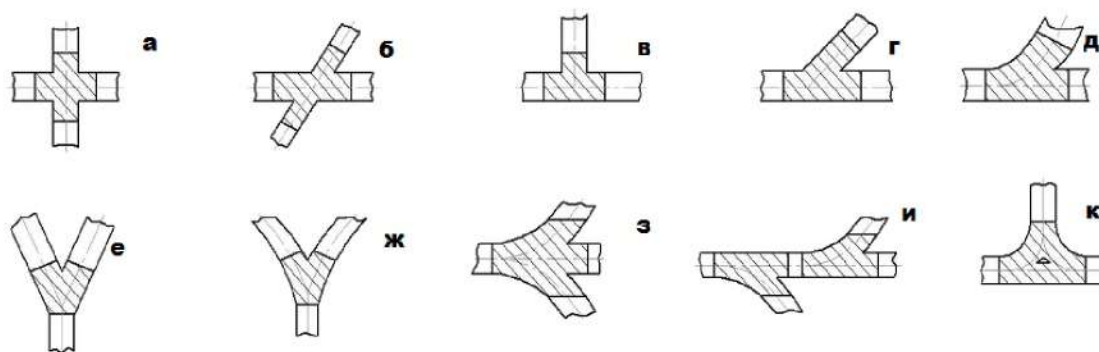


Рисунок 3.6. Типы сопряжений горизонтальных и наклонных горных выработок

Деление сопряжений горных выработок на типы принципиально важно, так как оно связано с различиями в величинах горного давления, конструкции и материале крепи, в технологии и организации их строительства. Все сопряжения по видам сопрягающихся горных выработок можно разделить на следующие основные группы:

1. Узлы сопряжений горизонтальных и наклонных (до 18°) капитальных горных выработок.

2. Сопряжения выработок с вертикальным стволом с горизонтальными и наклонными выработками околоствольных дворов, бункерами загрузочных устройств, вентиляционными сбойками и др;

3. Сопряжения наклонных (более 18°) горных выработок между собой; к этой группе следует отнести также сопряжения камеры привода конвейера с бункером, сопряжения вентиляционного канала с наклонным стволом, пересечения выработок гидроподъема и др;

Чаще других встречаются следующие типы сопряжений: прямоугольные и остроугольные пересечения, ответвления прямоугольные, остроугольные и по радиусу, разветвления под углом и по кривым, треугольный узел, прямоугольные, остроугольные и тупоугольные примыкания.

Более 90% сопряжений составляют четыре вида: ответвление по кривой (д), соединение двух выработок в одну под углом (е), разветвления по кривым (ж) и треугольный узел (к).

На геометрические размеры сопряжений решающее влияние оказывают габариты транспортных средств, ширина свободных проходов и ответвляющейся выработки.

В зависимости от формы сечения сопрягающихся выработок различают сопряжения с плоской формой перекрытия, сводчатой и сложной формы.

3. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Условные обозначения горных выработок и производственных объектов необходимо вычертить в соответствии с ГОСТ 2.853-75; ГОСТ 2.855-75; ГОСТ 2.856-75 горно-графической документации.

Поиск требуемого условного графического изображения сводится к следующему:

- найти необходимый ГОСТ (ГОСТ 2.855-75 «Обозначения условные горных выработок», ГОСТ 2.856-75 «Обозначения условные производственно-технических объектов»);

- по алфавитному указателю в приложении данного ГОСТа найти требуемую горную выработку или требуемый производственно-технический объект и определить номер таблицы и номер условного обозначения;

- найти в таблице изображение условного обозначения и вычертить его на свободном поле чертежа.

При выполнении данной работы необходимо иметь в виду, что:

- размеры условных обозначений на чертеже выполняются без масштаба, и нанесение их производится в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307-68 без указания размеров;
- размеры изображения выбираются произвольно, но с учётом того, чтобы его можно было легко читать (рекомендуется увеличить изображение в 3-5 раз по сравнению с приведённым в ГОСТ).

4. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

В данном случае рассматривается вопрос построения линии пересечения сопряжений двух горных выработок в 3-х мерном пространстве.

Метод прямоугольного проецирования на несколько плоскостей проекций, обладая многими достоинствами, вместе с тем имеет существенный недостаток: изображения не обладают наглядностью. Одновременное рассмотрение двух, трех (а иногда и более) изображений затрудняет мысленное воссоздание пространственного образа. При выполнении технических чертежей часто оказывается необходимым наряду с изображением предметов в системе ортогональных проекций иметь изображения более наглядные.

Особенно это требуется при вычерчивании плана горных выработок в 3-х мерном пространстве. В этом случае можно более наглядно представить весь комплекс горных выработок шахты или рудника. Тем самым создается возможность более рационального проектирования и планирования транспорта, вентиляции и т.д.

Для правильного построения таких планов необходимо и правильное вычерчивание всех элементов этого плана – горных выработок, сопряжений, камер и т.д.

В общем случае, линия пересечения двух поверхностей представляет собой пространственную кривую, которая может распадаться на несколько частей. Эти части могут быть плоскими и кривыми.

Линию пересечения поверхностей обычно строят по ее отдельным точкам. Общим способом построения этих точек является способ поверхностей-посредников. Суть способа в следующем. Обе данные поверхности пересекаются вспомогательной поверхностью; затем определяются линии пересечения данных поверхностей и вспомогательной поверхности, после чего на пересечении этих линий определяются точки, принадлежащие одновременно обоим данным поверхностям, т.е. их линии пересечения.

Чаще всего в качестве поверхностей-посредников применяют плоскости или сферы. Исходя из этого, различают следующие способы построения точек линии пересечения двух поверхностей:

- способ вспомогательных плоскостей, разделяющийся на способы вспомогательных проецирующих плоскостей и вспомогательных плоскостей общего положения;
- способ вспомогательных сфер, разделяющийся на способы концентрических и эксцентрических сфер.

Применение того или иного способа зависит от типа данных поверхностей и их взаимного расположения.

Линиями перехода в курсе черчения называются линии, по которым пересекаются между собой поверхности.

4.1. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ДВУХ ЦИЛИНДРОВ

Пересечение двух цилиндров является одной из основных задач начертательной геометрии, выполнение которой требует знания основ создания проекций.

Рассмотрим пример пересечения двух цилиндров под прямым углом из курса начертательной геометрии (см. рисунок 3.7). Цилиндры параллельны профильной плоскости проекции (подразумевается, что оси вращения не пересекаются, а смещены друг от друга на некоторую величину a).

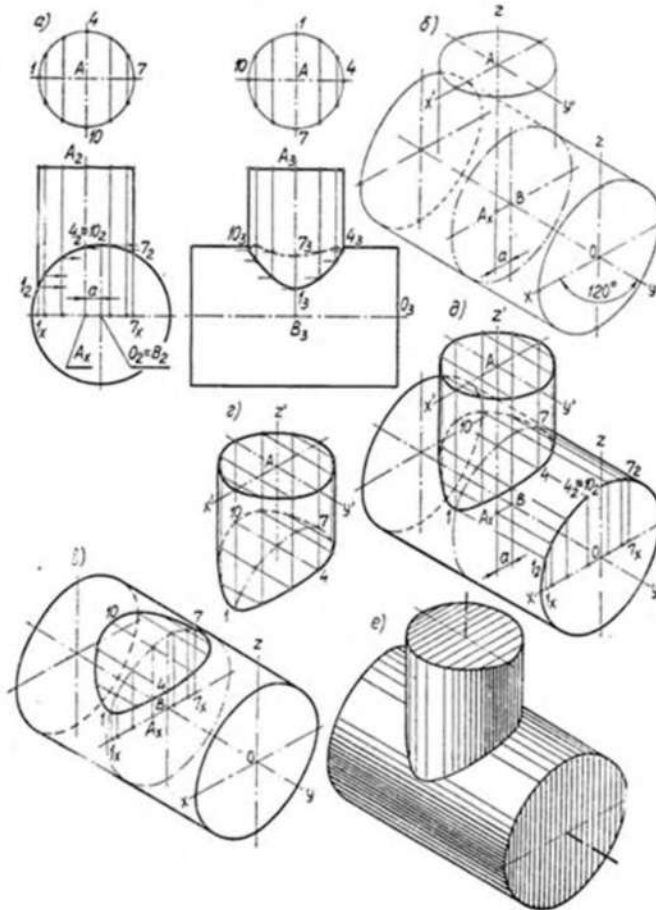


Рисунок 3.7. Пересечение двух цилиндров скрещивающимися осями: а - ортогональные проекции; б, в, г, д, е - последовательность построения прямоугольной изометрии

Ось малого цилиндра является перпендикулярной к горизонтальной плоскости проекции. Фронтальная проекция пересечения совпадает с очертанием большего цилиндра на отрезке между точками 1 и 7.

Таким образом, задача сводится к нахождению точек линии пересечения на проекции (профильной).

1. Для этого удобно применить вспомогательные секущие плоскости уровня. Для их равномерного расположения, проекцию основания вертикального цилиндра делят на 12 частей.

2. Затем через точки деления проводят образующие, после чего выявляют точки их пересечений с поверхностью горизонтального цилиндра (фронтальная проекция).

3. Профильные линии точек находятся по линиям связи.

4. Для начала построения аксонометрии пересекающихся цилиндров необходимо изобразить их очерки (рисунок 3.7 б).

5. Для нахождения опорных точек на горизонтальном цилиндре можно построить контур нормального сечения вокруг точки В.

6. Для нахождения точек, которые принадлежат линии перехода, необходимо расечь цилиндры вспомогательными плоскостями уровня. Они пересекут оба цилиндра по образующим.

7. В пересечениях, соответствующих образующих находятся промежуточные (рисунок 3.7 в-д) и характерные точки (1,4,7,10) линии перехода, которую ищем.

8. Найденные точки соединяются плавной кривой.

9. Готовый изометрический вид пересечения двух цилиндров изображен на рисунке 3.7 е.

Более простой способ нахождения линии пересечения возможен с использованием средств компьютерной графики в частности с использованием Компас-3D.

4.2. АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ДВУХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В ПРОГРАММЕ «КОМПАС-3D»

Вначале выбираем плоскость построения первой выработки (в нашем случае выбрана плоскость ZX)

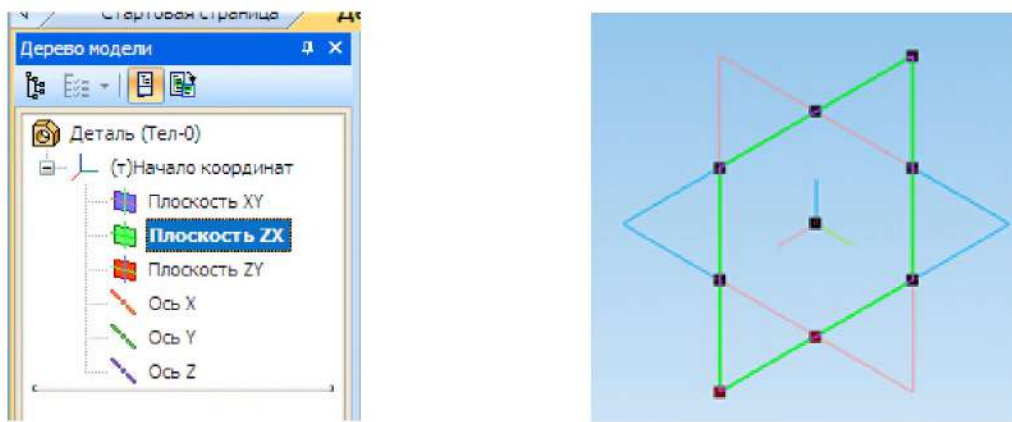


Рисунок 3.8. Плоскость построения первой выработки

Далее переходим к построению контура первой выработки в данной плоскости ZX при помощи функции «Эскиз». Производим построение контура первой выработки (для простоты построения был выбран прямоугольник). После чего создаем модель 3-х мерного тела выработки при помощи команды «Выдавливание».

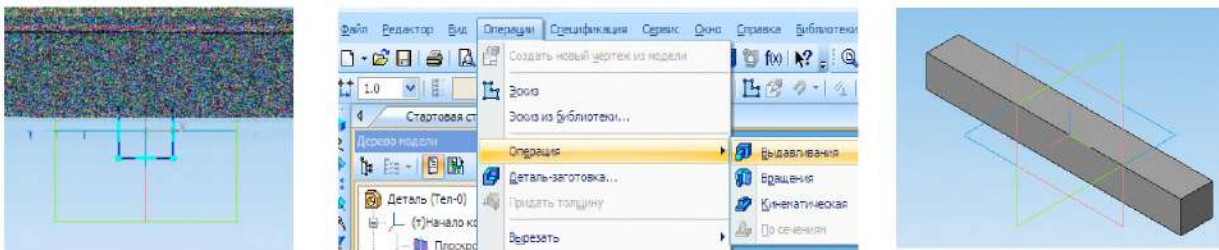


Рисунок 3.9. Алгоритм построения первой выработки

Первая выработка построена далее необходимо построить вторую выработку, которая пересекает первую. Если пересечение выработок происходит под углом равным 90° , то в этом случае выбирается плоскость, перпендикулярная построенной первой горной выработке (в нашем случае это плоскость ZY).

В случае, если выработки пересекаются под углами отличными от 90° , то необходимо задать дополнительную плоскость под углом, соответствующим углу пересечения горных выработок. Для этого необходимо выбрать плоскость, относительно которой будет повернута дополнительная искомая плоскость на заданный угол и ось, относительно которой эта плоскость будет поворачиваться.

В данном случае выбрана плоскость ZY, которую необходимо развернуть относительно оси Z на определенный угол, указанный в задании (в нашем случае на 60°).

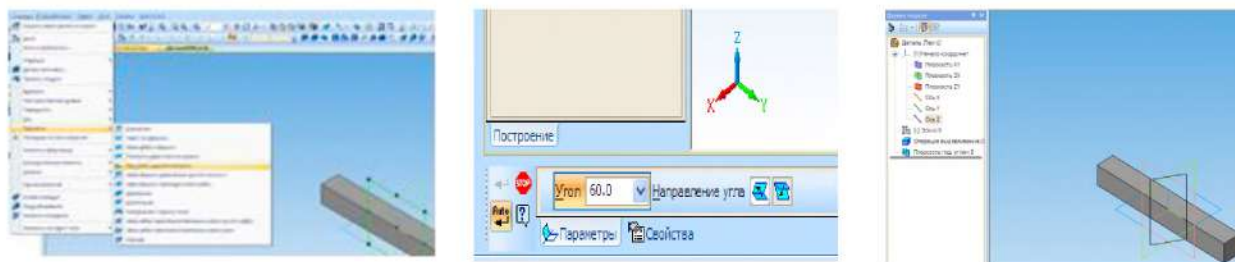


Рисунок 3.10. Выбор дополнительной плоскости

Последовательность выбора дополнительной плоскости следующая: «Операции» → «Плоскость» → «Под углом к плоскости» → «Угол» → «Выбор плоскости» → «Выбор оси». После появления дополнительной плоскости переводим на нее курсор, отмечаем ее и переходим в режим «Эскиз». В новой плоскости изображаем еще один контур выработки и операцией «Выдавливания» создаем 3х мерную модель второй выработки.

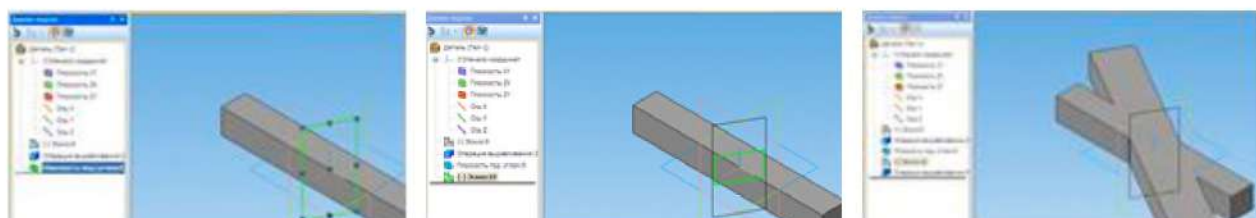


Рисунок 3.11. Построение второй выработки

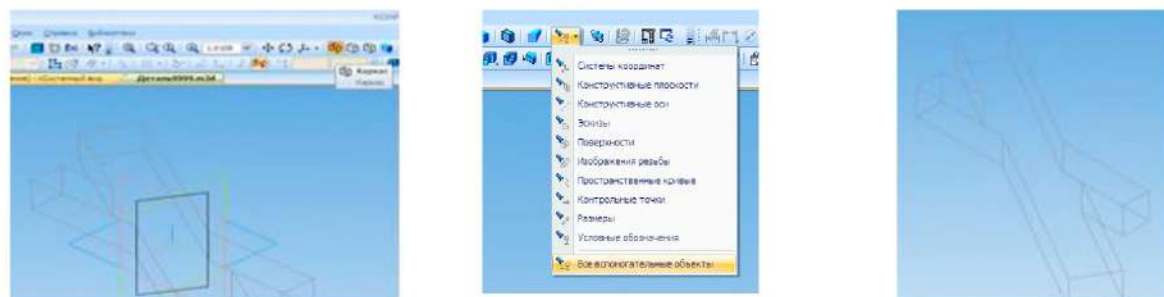


Рисунок 3.12. Придание необходимого вида модели

Для дальнейшего изучения конфигурации линий пересечения горных выработок переходим в режим просмотра модели «Каркас» и удаляем все вспомогательные объекты.

После получения 3D-модели пересечения двух выработок необходимо расположить данную модель с помощью команды «Повернуть» так чтобы линия пересечения была видна в наиболее удобном ракурсе.

4.3. Создание ассоциативного чертежа

Далее выполняется ассоциативный чертеж с 3-мя проекциями и показанной линией пересечения горных выработок.

1. Нажмите кнопку Стандартные виды на инструментальной панели **Виды**  или выполните команду **Вставка** → **Вид с модели**

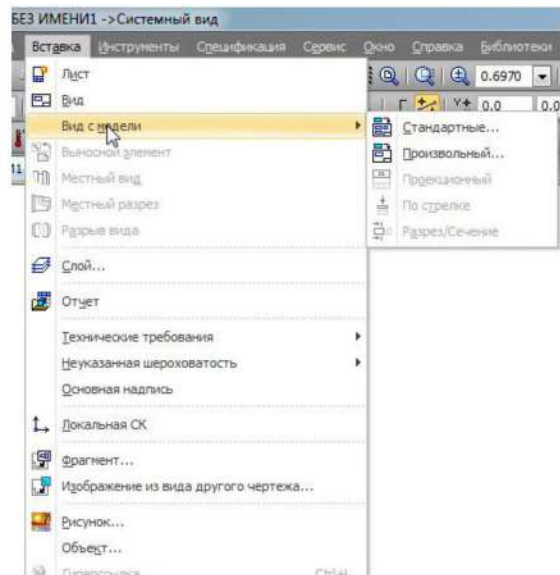


Рисунок 3.13. Вставка стандартных видов из полученной модели

2. В открывшемся окне выберите дальнейшие действия (стандартные, произвольный, проекционный) и укажите мышкой положение детали.

Иногда для удобства размещения чертежа можно разрушить проекционные связи представленных видов

3. На панели свойств выберите ориентацию изображения для главного вида: Главный вид.



Рисунок 3.14. Выбор главного вида

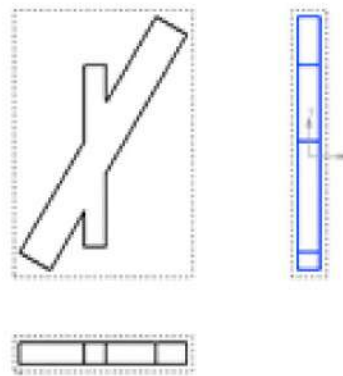


Рисунок 3.15. Ассоциативный чертеж

4. Укажите мышью положение видов на чертеже и нажмите левую кнопку мыши. На чертеже будут построены указанные виды, графы основной надписи будут заполнены данными из 3D-модели.

Случаи задания других ориентаций главного вида представлены на рисунке 3.16.

Кроме данных чертежей также необходимо выполнить 3-4 разреза сопряжений горизонтальных горных выработок в местах их пересечений.

Для построения разреза выберите команду **Обозначения** → **Линия разреза**, и создайте разомкнутую линию, проходящую через требуемую плоскость сечения сопряжения (разомкнутая линия должна выходить за габариты). При построении необходимых сечений сопряжений горных выработок необходимо отключить кнопку «Проекционная связь». В этом случае полученное сечение можно будет разместить в удобном месте чертежа.

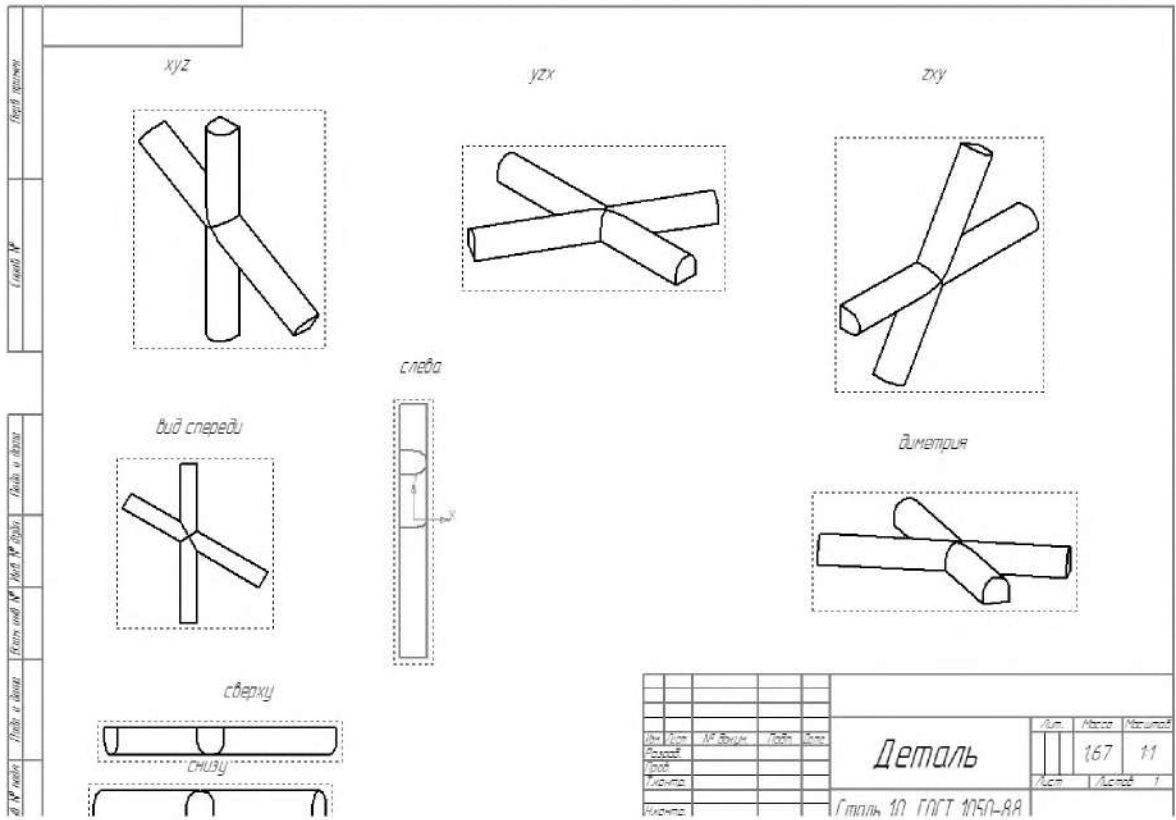


Рисунок 3.16. Пример ассоциативного чертежа

1. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ БУРОВОГО ШНЕКА

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Буровой шнек (далее шнек) является разновидностью бурильной трубы, которая в отличие от гладкоствольной бурильной трубы не только передает породоразрушающему инструменту крутящий момент и осевую нагрузку, но и транспортирует на поверхность разрушенную горную породу.

При шнековом бурении буровая колонна состоит из отдельных шнеков с быстроразъемными соединениями. Параметры шнеков определяются требованиями, вытекающими из горно-геологических условий, назначения скважин и типа буровой установки. Как правило, шнеки поставляются в комплекте с буровыми установками.

1.2. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

Шнек представляет собой трубу с навитой на неё спиралью. Саму спираль получают путем навивки стальной ленты на винтовую оправку, которая вращается в шпинделе токарного станка. Спираль растягивают на трубе и приваривают. Затем на концах трубы приваривают элементы соединений. Соединение может быть четырех- или шестигранным с фиксирующим пальцем, реже используются резьбовые соединения.

Задание заключается в выполнении сборочного чертежа шнека.

Чертеж шнека выполняется на листе формата А3. На месте главного вида в выбранном масштабе вычерчивается продольное изображение шнека, ось которого располагается горизонтально. При таком расположении главного вида шнека изображение дает наиболее полное представление о его форме и размерах. Шнек относится к геометрическим объектам типа тел вращения, для которых, как правило, достаточно изображения одного вида, а в связи с тем, что он имеет значительную длину и закономерно изменяющееся поперечное сечение, его изображают с разрывом.

Количество и порядок расположения разрезов и сечений, поясняющих конструкцию, порядок сборки и изготовления шнека, выбирается в соответствии с ГОСТ 2.305-68. На сборочном чертеже шнека необходимо изобразить:

- местные разрезы, поясняющие взаимное расположение замковых соединений и буровой трубы;
- сечения или разрезы четырех- или шестигранных замковых соединений.

1.3. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ШНЕКОВОЙ СПИРАЛИ

Шнековая спираль представляет собой винтовое тело, образуемое при движении по наружной поверхности буровой трубы поперечного сечения шнековой спирали (прямоугольника) так, что вершины этого сечения перемещаются по винтовым линиям, а плоскость сечения постоянно проходит через ось буровой трубы.

Таким образом, построение чертежа спирали сводится к построению четырех винтовых линий, образуемых при движении вершин прямоугольника шириной l и длиной $(D_1 - D_2)/2$.

На рисунке 4.1 показан пример построения спирали.

Строится вспомогательная профильная проекция спирали в виде двух концентрических окружностей диаметрами D_1 и D_2 . Эти окружности делятся на n равных

дуг (не менее 12). Чем больше число n , тем точнее построение чертежа спирали.

В тонких линиях вычерчивается фронтальная проекция (главный вид) буровой трубы, вокруг которой движется прямоугольник – сечение спирали. Каждая вершина этого прямоугольника перемещается по винтовой линии.

При повороте на профильной проекции любой точки спирали на угол $\varphi = 360^\circ/n$ ее координата на фронтальной проекции по оси x изменяется на величину $\Delta x = H/n$ (где H – шаг шнековой спирали).

Например, точка $2''$ образуется на пересечении вертикальной линии, проведенной на расстоянии Δx от точки $1''$, и линии проекционной связи, проведенной из точки $2'''$. Точка $3''$ образуется на пересечении вертикальной линии, проведенной на расстоянии Δx от точки $2''$, и линии проекционной связи, проведенной из точки $3'''$ и т.д.

Построенные точки $1''$, $2''$, $3''$ соединяются по лекалу плавной линией с соблюдением правил обозначения взаимной видимости геометрических объектов. Линии невидимого контура спирали на сборочном чертеже не вычерчиваются.

Аналогично строятся три другие винтовые линии.

Вспомогательная профильная проекция спирали остается на чертеже в тонких линиях для проверки и контроля построений.

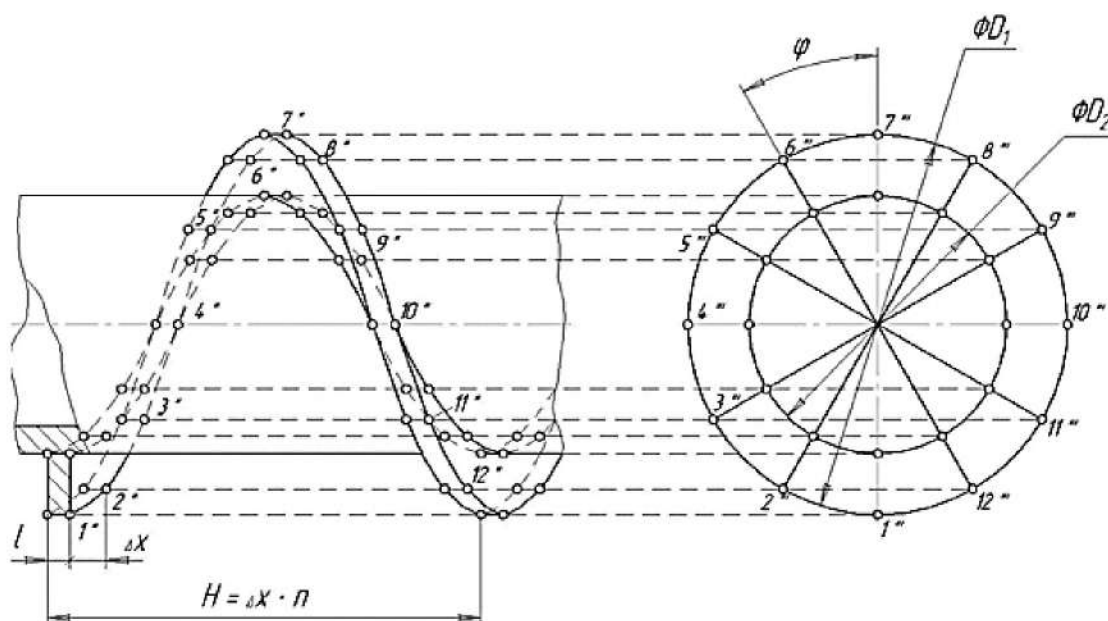


Рисунок 4.1. Построение спирали

1.4. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ШНЕКА В «3D»

Шнековый (или винтовой) конвейер служит для транспортирования сыпучих материалов или жидкости и представляет собой трубу с навитой на нее спиралью. Спираль (винтовое тело) образуется при движении прямоугольника по цилиндрической винтовой линии.

Задание: смоделировать шнековый конвейер.

Алгоритм выполнения задания следующий:

1. Создайте документ типа Деталь и сохраните его, например, как «Шнек».
2. Установите ориентацию **Изометрия XYZ** и при помощи операции выдавливания создайте модель трубы $\varnothing 30/40$ мм и длиной 500 мм (рисунок 4.2).

3. На поверхности трубы создайте цилиндрическую винтовую линию. В Дереве модели выделите профильную плоскость ZY. Выберите команду **Спираль цилиндрическая** на Инструментальной панели, раскрыв ее кнопкой **Пространственные кривые** (рисунок 4.3). Ось спирали будет перпендикулярна профильной плоскости ZY и по умолчанию проходит через начало системы координат этой плоскости. Точкой привязки спирали считается точка пересечения оси и опорной плоскости.

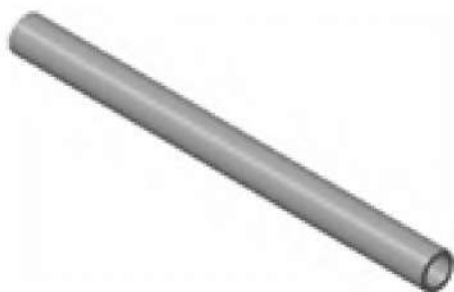


Рисунок 4.2. Модель трубы шнекового конвейера

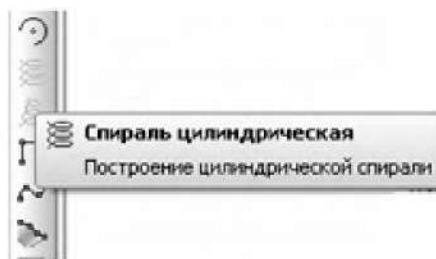


Рисунок 4.3. Команда Спираль цилиндрическая на Инструментальной панели Пространственные кривые

4. После вызова команды на экране появится Панель свойств, на которой нужно выбрать способ построения спирали и ввести ее геометрические характеристики (рисунок 4.4). Во вкладке Построение установите следующие параметры спирали:

- в раскрывающемся окне **Способ построения** – **n,h По числу витков и высоте**;
- в поле **Число витков** – 10;
- переключатель **Высота** – **По размеру**;
- в поле **Размер** – 500;
- переключатель **Направление построения** – **Обратное направление**;
- переключатель **Направление навивки** – **Правое** (включен по умолчанию).

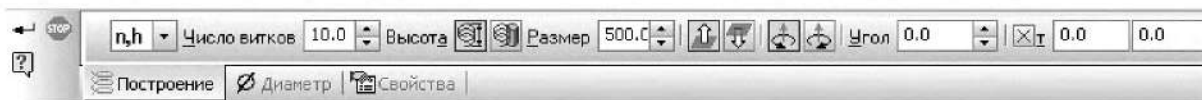


Рисунок 4.4. Панель свойств команды Спираль цилиндрическая

5. Во вкладке **Диаметр** включите переключатель способа задания диаметра в положение **По объекту** и щелкните мышью прямо по наружной поверхности трубы. Фантом цилиндрической спирали с заданными параметрами отображается в окне документа. Нажмите кнопку **Создать объект**, и на поверхности трубы система отрисует винтовую спираль (рисунок 4.5). В Дереве модели появится строка «Спираль цилиндрическая:1».

6. В горизонтальной плоскости ZX создайте эскиз-сечение кинематической операции – прямоугольник, представляющий собой сечение шнековой спирали. Выделите горизонтальную плоскость ZX в Дереве модели и щелкните на команде **Эскиз** на Панели текущего состояния.

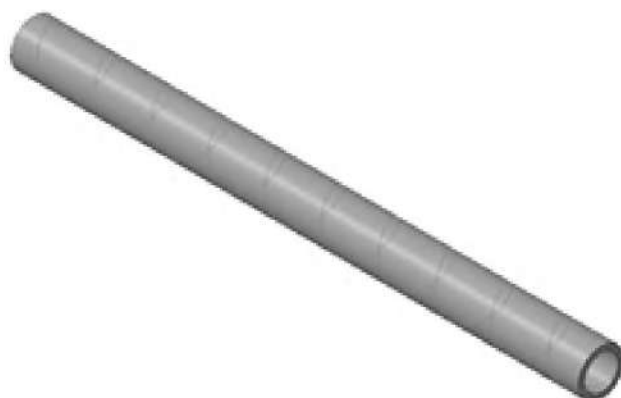


Рисунок 4.5. Винтовая цилиндрическая спираль на поверхности трубы

7. Для того чтобы вершина прямоугольника «привязалась» к началу спирали, целесообразно воспользоваться командой **Спроецировать объект** на инструментальной панели **Геометрия** (рисунок 4.6), которая позволяет создать в текущем эскизе проекцию указанной вершины, грани или ребра детали. Щелкните на кнопке **Спроецировать объект** и поймите курсором конец спирали. Когда он будет подсвечен «крестиком со звездочкой» – условным изображением вершины, щелкните левой кнопкой мыши. Указанная вершина спроецируется в плоскость ZX в виде вспомогательной точки.

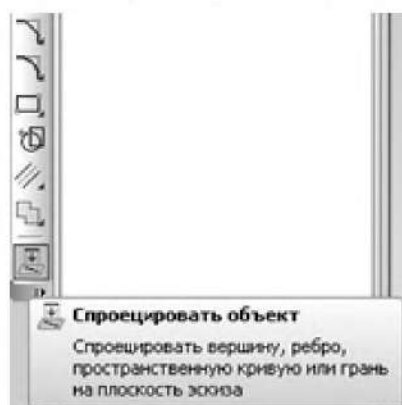


Рисунок 4.6. Команда **Спроецировать объект** на инструментальной панели Геометрия

8. Теперь легко вычертить прямоугольник 2×30 мм, вершина которого находится в начале спирали (рисунок 4.7). Закройте эскиз, и в Дереве модели появится строка «Эскиз:3».

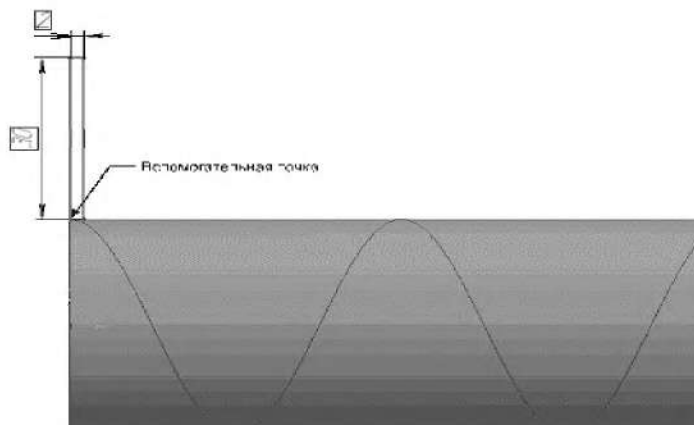


Рисунок 4.7. Эскиз-сечение шнековой спирали

9. Проследите, чтобы последний **Эскиз:3** был выделен в Дереве модели, и вызовите команду **Кинематическая операция** на Инструментальной панели. В нижней части экрана появится Панель свойств, на которой в поле **Сечение** должен быть заявлен **Эскиз:3**. Задайте траекторию кинематической операции, щелкнув мышью в Дереве модели на **Спираль цилиндрическая:1**. Проследите, чтобы в поле **Движение сечения** был активен переключатель **Сохранять угол наклона** (или **Перпендикулярно траектории**), а во вкладке **Тонкая стенка** в окне **Тип построения тонкой стенки** было выбрано **Нет**. Нажмите на клавишу **Создать объект**, и модель Шнекового конвейера будет готова (рисунок 4.8).

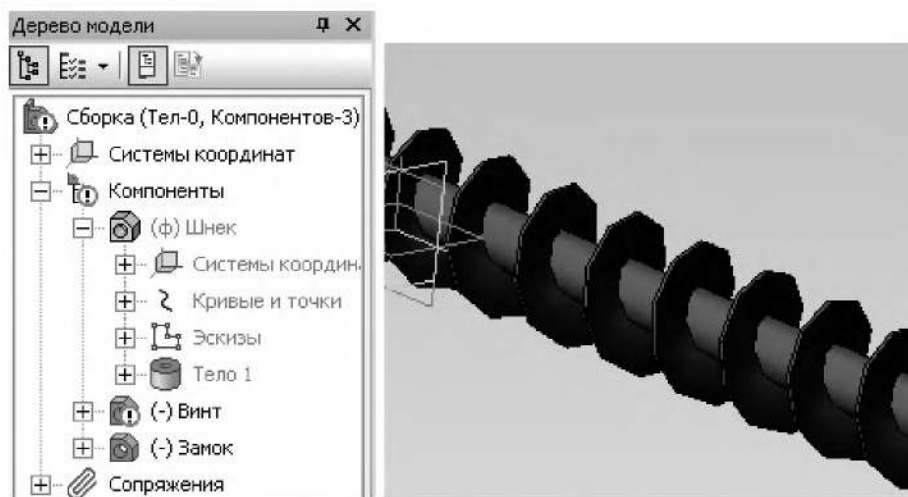


Рисунок 4.8. Модель шнекового конвейера

1.5. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ШВОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

На сборочном чертеже шнека проставляются следующие размеры:

- 1) габаритные (длина и наружный диаметр шнека);
- 2) установочные (размеры, определяющие взаимное положение сопрягаемых деталей);
- 3) присоединительные (размеры замковых соединений шнека).

Спираль и замковые соединения приварены к буровой трубе при помощи ручной дуговой электросварки. Обозначение швов сварных соединений производится в соответствии с ГОСТ 2.312-72. От изображения шва проводят линию выноски, начинающуюся **односторонней** стрелкой и заканчивающуюся полкой, над которой наносят условное обозначение шва, если сварной шов находится с лицевой стороны изображаемого изделия. В случае если линия-выноска проведена от изображения шва с обратной стороны, то его условное обозначение наносится под полкой линии-выноски.

Условное обозначение состоит из следующих шифров и вспомогательных знаков, записанных в одну строку и разделенных между собой знаком «дефис» (рисунок 4.9):

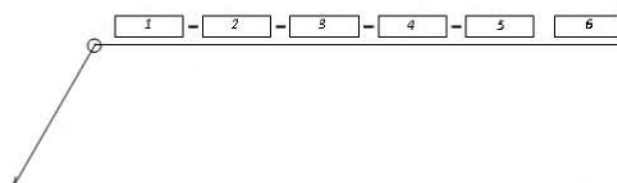


Рисунок 4.9. Обозначение на чертеже сварного шва (в общем виде)

- 1 – обозначение стандарта на тип сварного соединения;
- 2 – буквенно-цифровое обозначение шва;

- 3 – условное обозначение способа сварки;
- 4 – знак катета сварного шва Δ и его размер;
- 5 – параметры прерывистого шва или одиночной сварной точки;
- 6 – вспомогательные знаки.

Если сварной шов выполнен по замкнутой линии, то на изломе линии-выноски ставится окружность диаметром 3-5 мм. Для монтажного шва, т.е. сварного шва выполненного при установке изделия по монтажному чертежу на месте его применения, на изломе линии-выноски ставится знак \perp .

1.6. ПРОСТАНОВКА ПОЗИЦИЙ И СОСТАВЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ. ЗАПОЛНЕНИЕ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ

Все составные элементы шнека (буровая труба, шнековая спираль, замковые соединения) нумеруют. Номера проставляют на полках линий-выносок, проведенных от каждой составной части изделия (рисунок 4.10). Линия-выноска начинается с точки, расположенной на изображении, а заканчивается горизонтальной полочкой. Номера позиций группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии.

Затем составляется спецификация, совмещенная со сборочным чертежом (в соответствии с ГОСТ 2.108-68 допускается совмещать спецификацию со сборочным чертежом, если ее можно разместить на одном листе формата А4).

При этом спецификация размещается над основной надписью и заполняется в том же порядке и по той же форме, что и спецификация, выполненная на отдельных листах. Число строк в спецификации, совмещенной со сборочным чертежом, определяется количеством специфицируемых составных частей с учетом нескольких резервных строк, оставляемых после каждого раздела.

Форма и порядок заполнения основной надписи должны соответствовать ГОСТ 2.104-68. В графу "Наименование изделия" заносится наименование задания – *Буровой шнек*.

2. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ БАРАБАНА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Барaban устанавливается на приводной головке ленточного конвейера и служит для преобразования вращательного движения в поступательное движение конвейерной ленты.

Конструкция приводного барабана (рисунок 4.11) состоит из обечайки 1 (цилиндр с вваренными в него кольцами), к кольцам которой крепятся торцевые стенки 3, соединённые со ступицами 4 заклёпками 17. Левая торцевая стенка крепится при помощи болтового соединения, состоящего из болта 5, прорезной гайки 6, шайбы 10 и шплинта 13. Правая торцевая стенка крепится при помощи шпилечного соединения, состоящего из шпильки 12, пружинной шайбы 11 и гайки 7. Фиксирование торцевых стенок 3 относительно центральной оси барабана осуществляется коническими 15 (левая стенка) и цилиндрическими 16 (правая стенка) штифтами. Ступицы барабана насажены на вал 2 и соединяются с ним призматическими шпонками 14. Осевое перемещение барабана относительно вала 2 фиксируется гайкой 8. Между гайкой 8 и ступицей 4 проложена стопорная шайба 9.

Далее в графической работе приводится расчёт конструктивных параметров стандартных изделий, представленных в таблице 4.1.

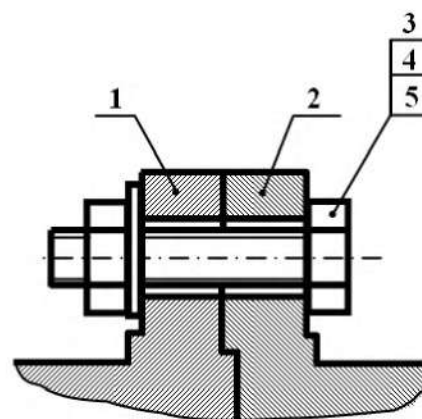


Рисунок 4.10

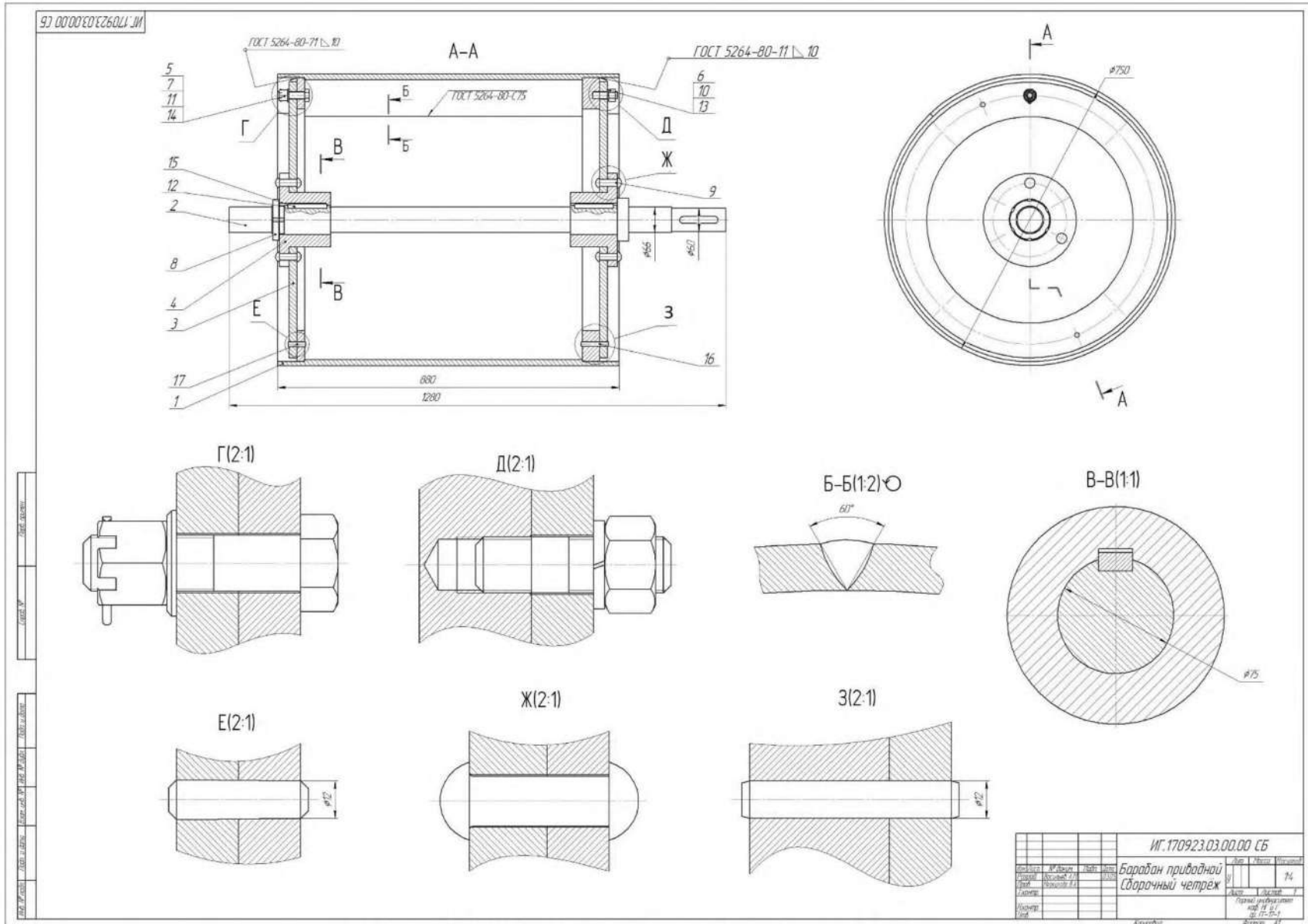


Рисунок 4.11. Чертеж барабана приводного ленточного конвейера

Стандартные изделия, входящие в сборочный чертёж

Болт	Гайка прорезная	Шайба	Шплинт	
ГОСТ 7798-70*; Исп. 2	ГОСТ 5918-73; Исп. 1	ГОСТ 11371-78*; Исп. 2	ГОСТ 397-79*	
Поз. 5	Поз. 7	Поз. 11	Поз. 14	
Шпилька	Шайба пружинная	Гайка	Заклёпка	
ГОСТ 22032-76*	ГОСТ 6402-70*; Исп. 1	ГОСТ 5915-70*; Исп. 1	ГОСТ 10299-80	
Поз. 13	Поз. 10	Поз. 6	Поз. 9	
Шпонка	Штифт конический	Штифт цилиндрический	Гайка шлицевая	Шайба стопорная
ГОСТ 23360-78*; Исп. 1	ГОСТ 3129-70*; Тип 1	ГОСТ 3128-70*; Тип. 2	ГОСТ 11871-80*	ГОСТ 11872-80
Поз. 15	Поз. 17	Поз. 16	Поз. 8	Поз. 12

В конструкции приводного барабана представлены следующие соединения: болтовое, шпилечное, заклёпочное, штифтовое (цилиндрическое и коническое), шпоночное. Ниже приводится расчёт конструктивных параметров элементов этих соединений.

Болтовое соединение

В болтовое соединение (рисунок 4.12) входят следующие стандартные элементы: болт (ГОСТ 7798-70*; Исп.2), прорезная гайка (ГОСТ 5918-73; Исп.1), шайба (ГОСТ 11371-78*; Исп.2) и шплинт (ГОСТ 397-79*).

По диаметру отверстий в соединяемых деталях (левая торцевая стенка и левое кольцо обечайки) по справочнику подбирают номинальный диаметр стержня болта из стандартного ряда диаметров. При этом болт свободно (без усилий) должен проходить через упомянутые отверстия. Например, диаметр отверстий составляет 17 мм, следовательно, номинальный диаметр стержня болта должен равняться 16 мм. В пределах данной курсовой работы во всех резьбовых элементах используется метрическая цилиндрическая резьба крупного шага.

Далее определяют расстояние от основания головки до центра отверстия под шплинт l_1 , длину стержня l , длину резьбы. На рисунке 4.12 представлено болтовое соединение.

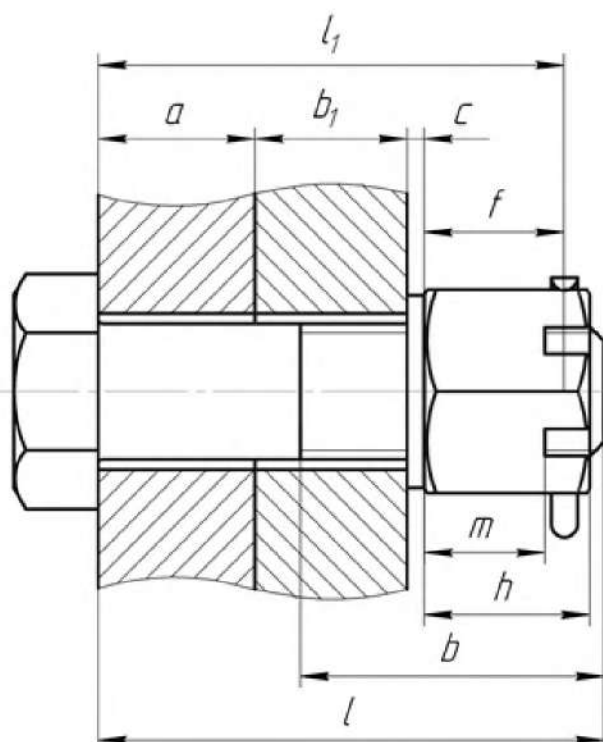


Рисунок 4.12. Болтовое соединение

Величину l_1 выбирают в соответствии с выражением

$$l_1 = a + b_1 + c + f + e; f = (h + m) / 2,$$

где: a и b_1 – соответственно, толщины левой торцевой стенки и левого кольца обечайки; c – толщина шайбы ГОСТ 11371-78*, исп. 2 под номинальный диаметр болта, $e = (2 \div 3)P$; P – шаг резьбы болта. Величины h и m выбирают по параметрам прорезной гайки ГОСТ 5918-73, исп.1 с номинальным диаметром и шагом резьбы, как у болта [2]. После этого подбирают длину стержня l и b – длину резьбового конца. Затем подбирают параметры прорезной гайки и шайбы под номинальный диаметр болта. Условный диаметр шплинта d_0 выбирают равным диаметру отверстия под шплинт, выполненного в стержне болта. Длину шплинта l выбирают из стандартного ряда и в соответствии с выражением $l = 1,3 \div 1,4 S$, где S – расстояние между параллельными гранями прорезной гайки.

Шпильчатое соединение

В шпильчатое соединение (рисунок 4.13) входят следующие стандартные элементы: шпилька (ГОСТ 22032-76*), шайба пружинная (ГОСТ 6402-70*; Исп.1), гайка (ГОСТ 5915-70*).

По номинальному диаметру нарезанных гнезд, выполненных в правом кольце обечайки барабана, выбирают номинальный диаметр и тип резьбы шпильки.

Длина шпильки l не включает в себя длину ввинчиваемого конца l_1 и выбирается в соответствии с выражением

$$l = a + b + c + e,$$

где: a – толщина правой торцевой стенки;

b – толщина шайбы;

c – высота гайки;

$e = (2 \div 3)P$;

P – шаг резьбы шпильки.

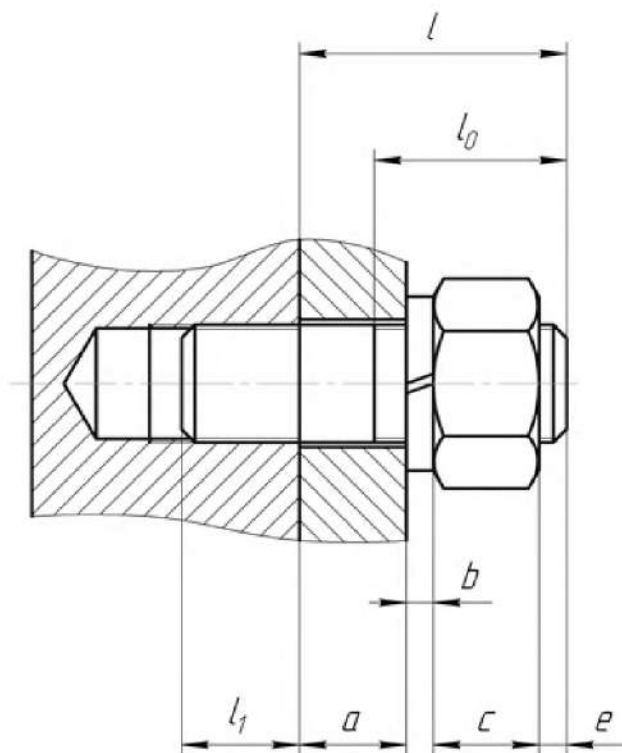


Рисунок 4.13. Шпильчатое соединение

Заклёпочное соединение

Заклёпочное соединение (рисунок 4.14) состоит из одного стандартного элемента (заклёпка, ГОСТ 10299-80) и соединяемых деталей.

Заклёпка входит в отверстия соединяемых деталей свободно, поэтому номинальный диаметр её стержня выбирается из стандартного ряда с минимальным зазором по отношению к диаметрам упомянутых отверстий. Длину заклёпки определяют из выражения:

$$l = a + b + l_1,$$

где: a, b – соответственно, толщины первой и второй соединяемых деталей, $l_1 = 1,5d$, d – диаметр стержня заклёпки. Длину заклёпки выбирают из стандартного ряда значением, близким к расчётному значению (в большую сторону).

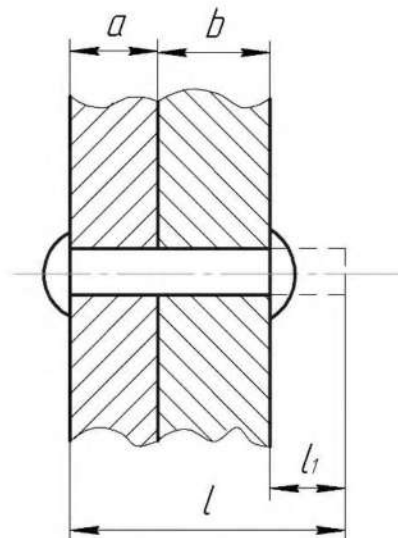


Рисунок 4.14. Заклёпочное соединение

Штифтовое соединение

В штифтовое соединение (рисунок 4.15) входит один стандартный элемент – штифт (ГОСТ 3128-70*, тип 2 – штифт цилиндрический или ГОСТ 3129-70*, тип 1 – штифт конический).

Номинальный диаметр штифта выбирают равным диаметру отверстий под штифт, выполненных в торцевой стенке и соответствующем кольце обечайки барабана.

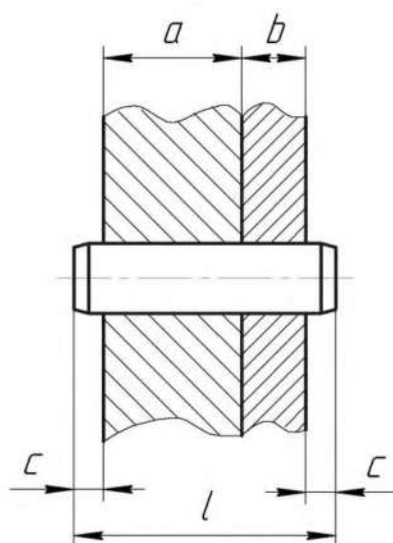


Рисунок 4.15. Штифтовое соединение

Длина штифта рассчитывается в соответствии с выражением:

$$l=a+b+2c,$$

где: a и b – соответственно, толщины соединяемых деталей; c – выход штифта за пределы детали. При этом длину выходов c выбирают, исходя из следующих соображений:

а) длина штифта l должна соответствовать значениям стандартного ряда длин, б) длина выхода c должна быть не менее половины номинального диаметра штифта.

Шпоночное соединение

В шпоночное соединение входит один стандартный элемент – шпонка (ГОСТ 23360-78*; исп. 1). Конструктивные параметры шпонки выбирают в соответствии с размерами шпоночных пазов, выполненных на валу.

Крепление вала

Продольное перемещение вала в ступицах предотвращается с помощью круглой шлицевой гайки (ГОСТ 11871-80*) и шайбы стопорной многолапчатой (ГОСТ 11872-80), которая используется для исключения схода гайки с резьбового конца вала при его вибрациях. Конструктивные параметры этих стандартных элементов выбирают в соответствии с конструктивными параметрами резьбового конца вала.

После выполнения сборочного чертежа и спецификации к нему студент самостоятельно описывает последовательность технологических операций при сборке (разборке) приводного барабана.

2.2. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ПРИВОДНОГО БАРАБАНА

2.2.1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЧЕРТЕЖА ПРИВОДНОГО БАРАБАНА

По цифровым данным варианта и конструктивным размерам отдельных деталей, входящих в сборочную единицу, в соответствии с принятым масштабом по ГОСТ 2.302-68 выполняется чертеж приводного барабана ленточного конвейера. При выполнении чертежа барабана порядок расположения видов, разрезов и сечений должны соответствовать ГОСТ 2.305-68. При этом рекомендуется выполнить на месте главного вида ломаный разрез и вид *слева* (см. рисунок 4.11).

Выполняя разрезы и сечения, следует помнить следующие правила, относящиеся к сборочному чертежу:

1) для всех разрезов, сечений одной и той же детали следует выполнять штриховку с наклоном линий под углом 45° (металлические изделия) в одну и ту же сторону с равным расстоянием между штрихами;

2) при стыке двух рассеченных деталей штриховка выполняется для одной из них с наклоном вправо, а для другой – влево;

3) валы, заклепки, болты и т.д. – при продольном разрезе (если секущая плоскость проходит вдоль оси такого элемента) показывают не рассеченными.

Примечание: При вычерчивании сборочного чертежа приводного барабана допускается упрощение изображения крепежных деталей резьбовых соединений (болты, шпильки, гайки, шайбы, шплинты). На упрощенное изображение крепежных деталей распространяется ГОСТ 2.315-68.

На сборочном чертеже можно не показывать фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и другие мелкие элементы.

2.2.2. ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫНОСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

После выполнения ломаного разреза и вида барабана слева следует выполнить выносные элементы следующих соединений:

1) болтового соединения левой торцевой стенки к обечайке барабана;

2) шпилечного соединения правой торцевой стенки к обечайке барабана;

3) соединения коническим штифтом, попавшим в разрез и фиксирующим левую торцевую стенку;

4) соединения цилиндрическим штифтом, попавшим в разрез и фиксирующим правую торцевую стенку;

5) заклепочного соединения ступицы к торцевой стенке барабана. Каждый выносной элемент выполняется отдельно в большем масштабе, чем чертеж барабана. Вычерчивается изображение представленного соединения подробно без упрощений. Выносные элементы на чертеже отмечают замкнутой сплошной тонкой линией и обозначают на полке линии-выноски прописной буквой. Над изображением выносного элемента указывают его буквенное обозначение и масштаб, если он не соответствует масштабу чертежа. Например, А (4:1).

2.2.3. ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫНЕСЕННЫХ СЕЧЕНИЙ

Кроме ломаного разреза приводного барабана на чертеже необходимо выполнить вынесенные сечения сварного шва цилиндра барабана и шпоночного соединения ступицы с валом барабана.

Вынесенные сечения выполняются на любом месте поля чертежа в большем масштабе, чем изображение барабана. На сечениях показывают особенности соединения сопрягаемых деталей с соответствующими посадочными и присоединительными размерами.

В соответствии с ГОСТ 2.305-68 место разреза и вынесенного сечения секущей плоскостью показывают разомкнутой линией, а направление взгляда – стрелками, обозначая их заглавными буквами русского алфавита. Над изображением вынесенного сечения указывают его буквальное обозначение и масштаб, если он не соответствует масштабу чертежа. Например, В-В (2:1).

2.2.4. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

На сборочном чертеже приводного барабана проставляются следующие размеры:

1. Габаритные (максимальные размеры изделия по высоте, ширине и длине).
2. Установочные (размеры, определяющие взаимное положение сопрягаемых деталей в изделии). К ним относятся посадочные размеры соединения ступиц барабана с валом. На чертеже в сечении В-В указан установочный размер $\varnothing 75$.

3. Присоединительные (размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливается на месте монтажа или присоединяют к другому изделию).

2.2.5. ОБОЗНАЧЕНИЕ ШВОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Условные обозначения и изображения швов сварных соединений на чертежах установлены ГОСТ 2.312 – 72.

Независимо от способа сварки швы сварных соединений условно изображают: видимые — сплошной основной линией (рисунок 4.16а); невидимые — штриховой линией (рисунок 4.16б).

Видимую одиночную сварную точку независимо от способа сварки условно изображают знаком «+» (рис. 5в), который выполняют сплошными линиями (рисунок 4.17а). Невидимые одиночные точки не изображают.

От изображения шва или одиночной точки проводят тонкую сплошную линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (рисунок 4.16). Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва.

На изображение сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их обозначают прописными буквами русского алфавита (рисунок 4.17б). Нестандартные швы изображают с указанием размеров конструктивных элементов, необходимых для выполнения шва по данному чертежу (рисунок 4.17в).

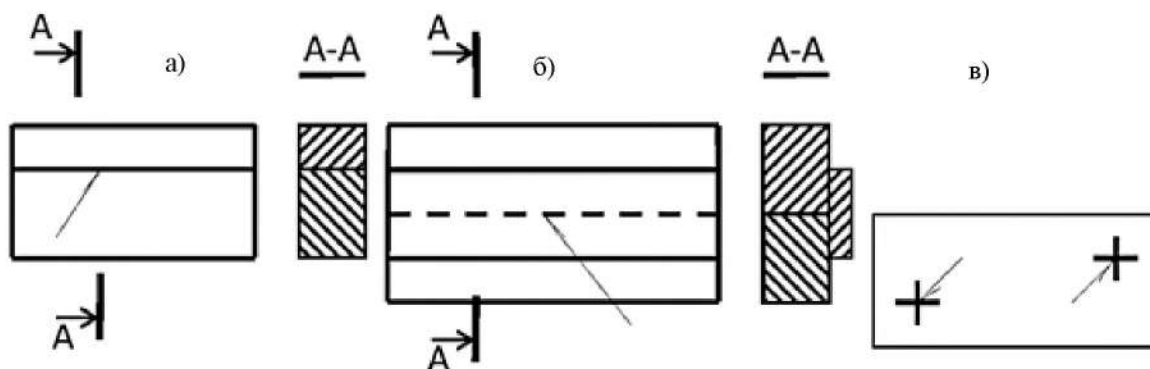


Рисунок 4.16. Изображения сварных соединений

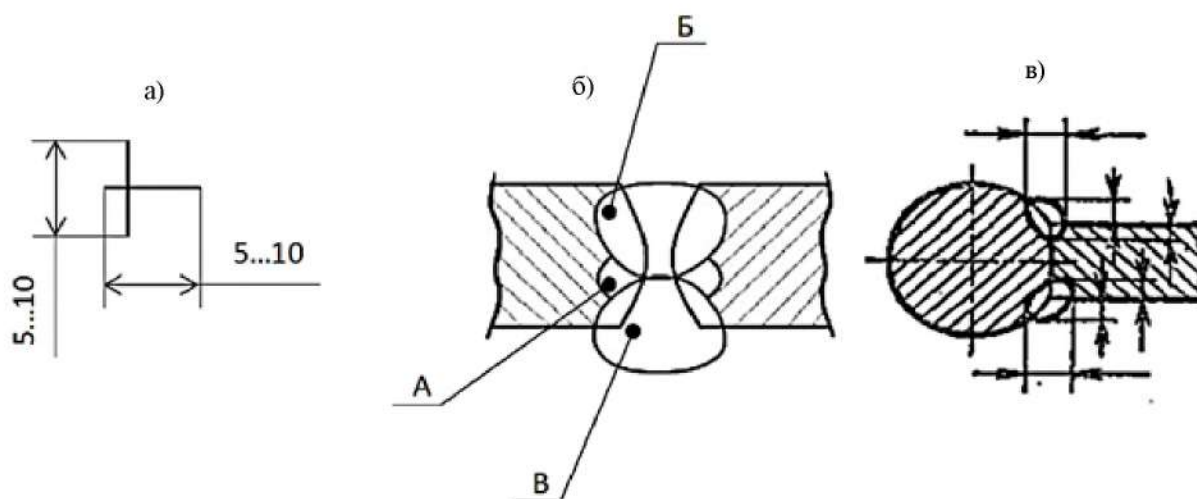


Рисунок 4.17. Изображения сварных соединений

Границы шва показывают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями.

2.2.6. ПРОСТАНОВКА ПОЗИЦИЙ

Для составления спецификации на сборочном чертеже барабана все составные части изделия нумеруются. Номера позиций проставляются на полках линий-выносок, которые проводят от изображений составных частей изделия.

Линия-выноска начинается на изображении составной части изделия в виде точки и заканчивается за пределами изображения горизонтальной полкой. Длина полки должна быть $10 \div 12$ мм. Линии-выноски не должны пересекаться между собой и быть параллельными линиям штриховки. Линии-выноски по возможности не должны пересекать линии размеров и изображения других составных частей изделия.

Номера позиций на полках указываются на чертеже один раз за исключением случаев, когда на чертеже имеются одинаковые составные части.

Все повторяющиеся номера выполняются на двойной полке. Номера позиций указывают на полках, параллельных основной надписи вне контура изображений и группируют в строчку по горизонтали или в колонку по вертикали на одной линии вокруг основных видов или разрезов, изображенных на чертеже изделия. Шрифт номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем шрифт размерных чисел, например, если размерные числа по высоте составляют 5 мм, то номера позиций составляют 7 или 10 мм.

2.3. РАЗЪЕМНЫЕ И НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ПРОГРАММЕ «КОМПАС»

2.3.1. ПОСТРОЕНИЕ ДЕТАЛИ «ОБЕЧАЙКА»

Для создания детали «обечайка» в программе «Компас» воспользуемся командой ОПЕРАЦИИ → ЭЛЕМЕНТЫ → ЛИСТОВОГО ТЕЛА → ОБЕЧАЙКА (рисунок 4.18). Выбрав в нижнем меню параметры обечайки (рисунок 4.18) проводится ее создание.

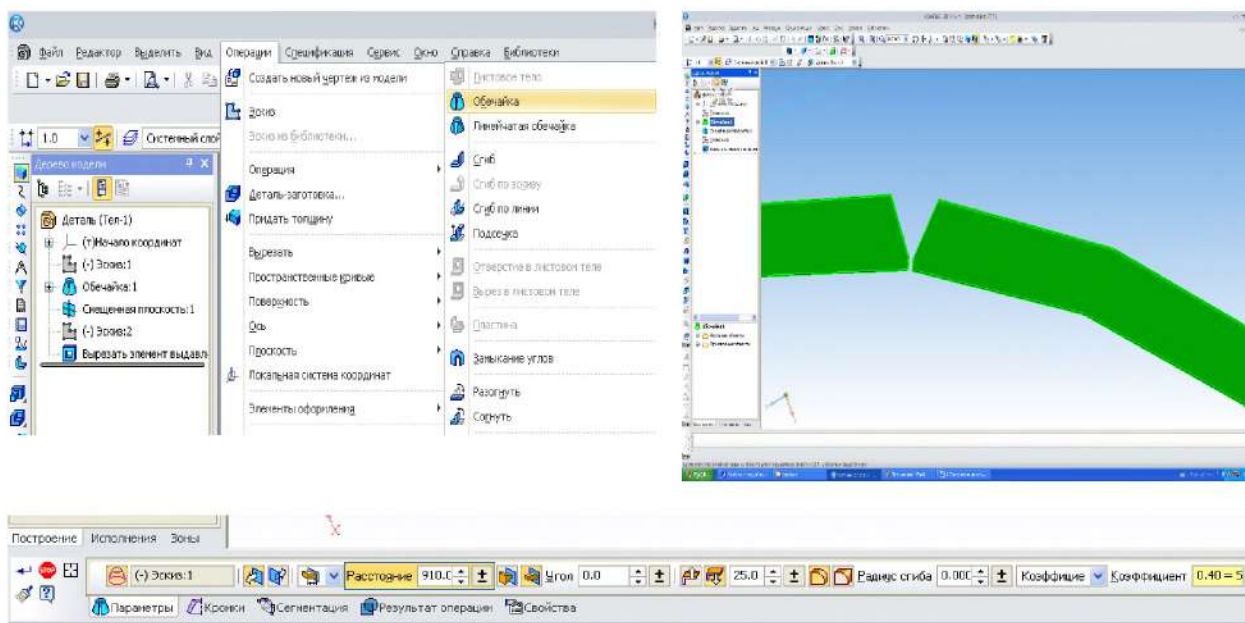


Рисунок 4.18. Создание обечайки

После этого необходимо создать разделку фасок обечайки согласно ГОСТ (рисунок 4.19) с помощью команды ВЫРЕЗАТЬ ВЫДАВЛИВАНИЕМ

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$\alpha = \alpha_1$	b ±1	c		c ₁ ±1
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Норм.	Пред. откл.	
С18			От 3 до 5	3	10	±2	4
			Св. 5 до 8		16		
			Св. 8 до 11	4	20		
			Св. 11 до 14		24	±3	6
			Св. 14 до 17		28		
			Св. 17 до 20		32		
			Св. 20 до 24		36	±4	8
			Св. 24 до 28		40		
			Св. 28 до 32	5	44		
			Св. 32 до 36		48		
			Св. 36 до 40		50		
			Св. 40 до 44		54		
			Св. 44 до 48		56		
			Св. 48 до 52		60		
			Св. 52 до 56		63		
			Св. 56 до 60		68		

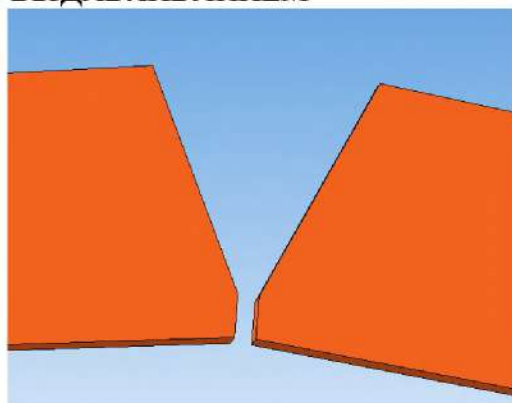


Рисунок 4.19. Разделка фаски согласно ГОСТ

Для наглядности необходимо создать соответствующий сварочный шов (рисунок 4.20) и с помощью сборки добавить шов к вырезанному пазу обечайки (рисунок 4.21)

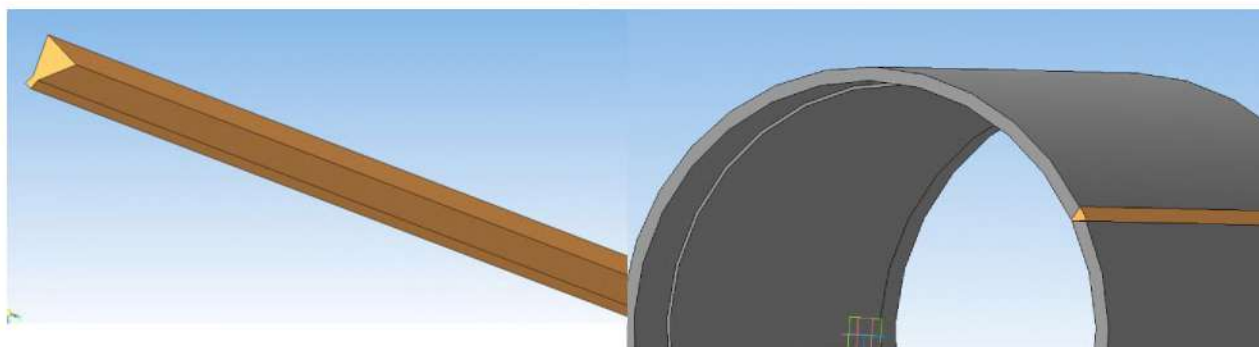


Рисунок 4.20. Создание и установка сварочного шва в обечайку

С двух сторон обечайки производится расточка на заданную глубину для присоединения крепежных колец. Данная операция выполняется с помощью команды **ВЫРЕЗАТЬ**

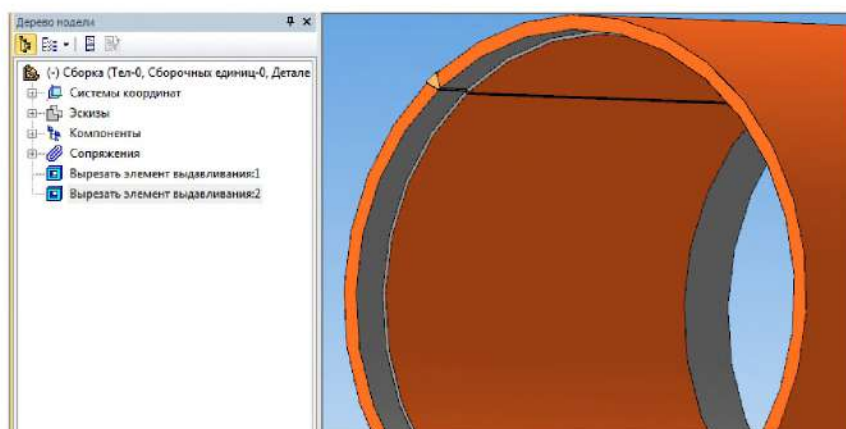


Рисунок 4.21. Создание расточки обечайки с двух сторон

После этого необходимо присоединить к сборке обечайки с сварочным швом кольца с крепежными отверстиями, которые ввариваются в тело обечайки (рисунок 4.22).

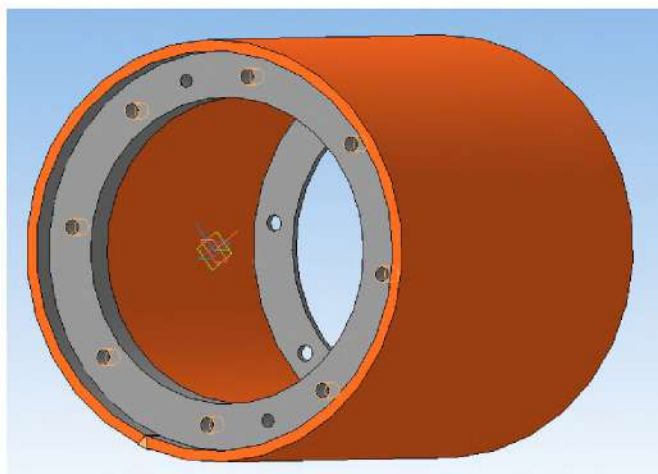


Рисунок 4.22. Установка колец на обечайку

При создании 8 отверстий по контуру вваренных колец необходимо воспользоваться командой **МАССИВ** → **ПО КОНЦЕНТРИЧЕСКОЙ СЕТКЕ**. В этом случае необходимо в нижнем меню выбрать количество отверстий и ось, вокруг которых отверстия будут созданы (рисунок 4.23). Данная операция позволит сократить время построение и увеличить точность расположения отверстий в детали.

Для создания на валу углублений под призматические шпонки необходимо воспользоваться командой КАСАТЕЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ (рисунок 4.26)

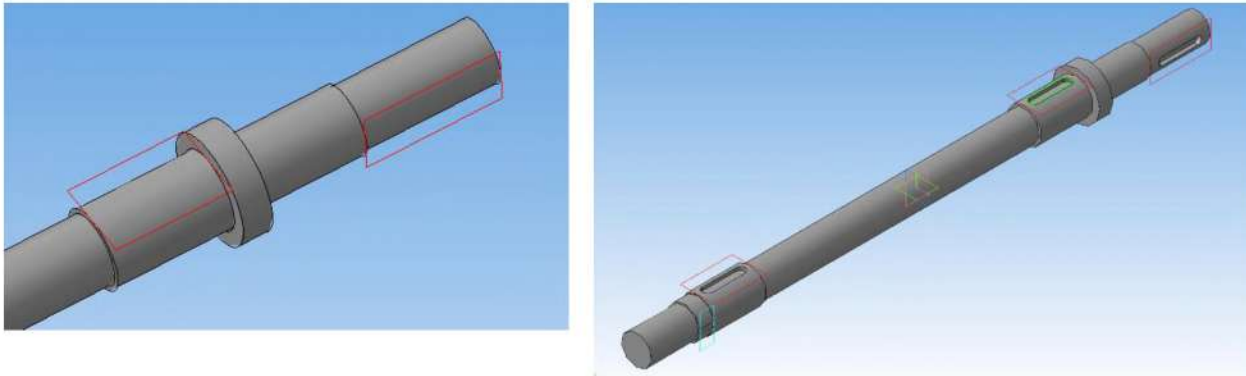


Рисунок 4.26. Создание шпоночных углублений

Создание деталей «Стенка торцевая» и «ступица» аналогично созданию колец обечайки.

Порядок использования конструкторской библиотеки

Для упрощения и ускорения разработки чертежей и сборок, содержащих типовые, стандартизованные детали и конструктивные элементы (резьбовые и другие крепёжные изделия, пружины, подшипники, резьбовые отверстия, канавки и т.п.), очень удобно применять готовые параметрические библиотеки. Библиотека – это приложение, созданное для расширения стандартных возможностей КОМПАС-3D и работающее в его среде. Типичным примером такого приложения является конструкторская прикладная библиотека в КОМПАС-3D, содержащая стандартные крепёжные резьбовые изделия и машиностроительные элементы в двухмерном (2D) изображении. Причем, содержимое библиотек соответствует всем ГОСТам России и очень просты в применении, чего часто не хватает иностранным программам моделирования.

Примеры самых популярных библиотек Компаса:

Конструкторская библиотека – содержит винты, болты, пружины, подшипники, гайки – множество необходимых деталей для вставки в чертежи.

Стандартные изделия – библиотека трехмерных моделей стандартных изделий для вставки в сборку.

Компас-Shaft 2D, 3D: это система расчетов (с комплексом программ Gears) вращающихся тел и механических передач, как 2d, так и 3d.

Компас-Spring: расчет и проектирование пружин.

APM FEM – анализ прочности.

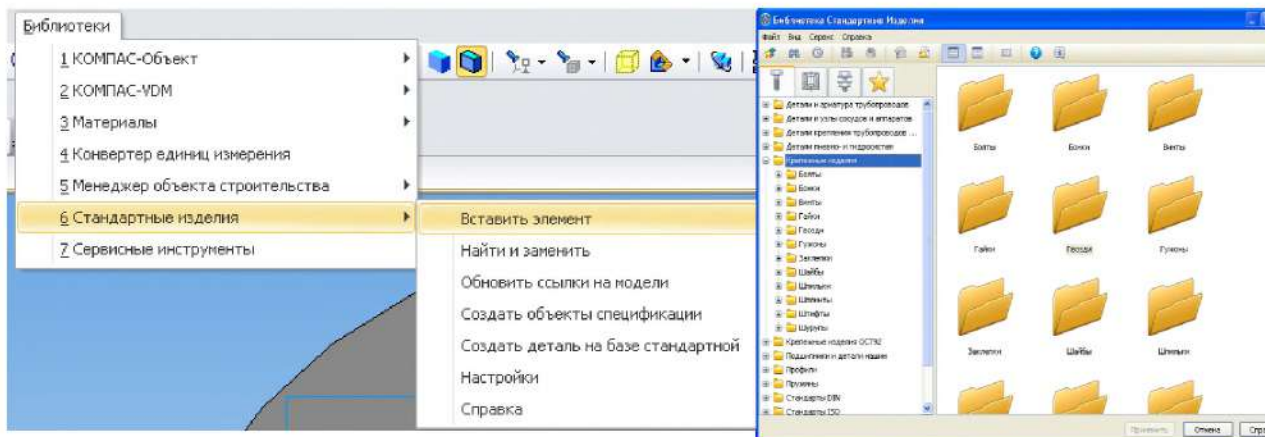


Рисунок 4.27. Библиотека программы КОМПАС

В этом случае при создании стандартных деталей (болт, винт, гайка, шпилька и шайба) необходимо использовать стандартную библиотеку программы Компас по ГОСТу, указанному в задании (рисунок 4.27)

Шаг резьбы выбирается крупный в зависимости от диаметра детали ГОСТ 8724-2002.

Для изображения отверстий с резьбой и без резьбы также должны быть использованы библиотечные элементы. При этом из набора изображений выбирается для болта сквозное отверстие без резьбы, а для винта и шпильки глухое отверстие, для которого задаются диаметр и длина резьбы, глубина отверстия и т.д.

2.3.3. СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНОГО ЧЕРТЕЖА В «КОМПАС-3D»

Система КОМПАС-3D позволяет в автоматическом режиме получить любые стандартные и дополнительные виды модели.

Ассоциативный вид – это вид, неразрывно связанный с трехмерной моделью, по образу которой формируется данный чертеж. Любое изменение формы и размеров модели неизбежно повлечет к соответствующим изменениям в ассоциативных видах.

Откроем рабочее окно **<Чертеж>**. На панели переключений выберем **Вставка→Вид с модели→Стандартные** (рисунок 4.28) при этом на экране появится диалоговое окно, с помощью которого можно открыть папку, где находится необходимый файл, соответствующий модели.

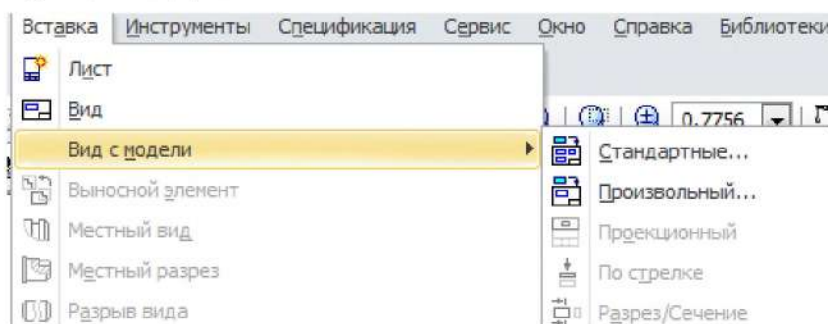


Рисунок 4.28. Создание чертежа

После этого на поле чертежа отобразится фантом в виде прямоугольников, условно обозначающих три основных вида. В строке **параметров объектов** можно установить ориентацию детали и тем самым определить главный вид, масштаб, включить или выключить невидимые линии, линии переходов, а также назначить цвет изображения.

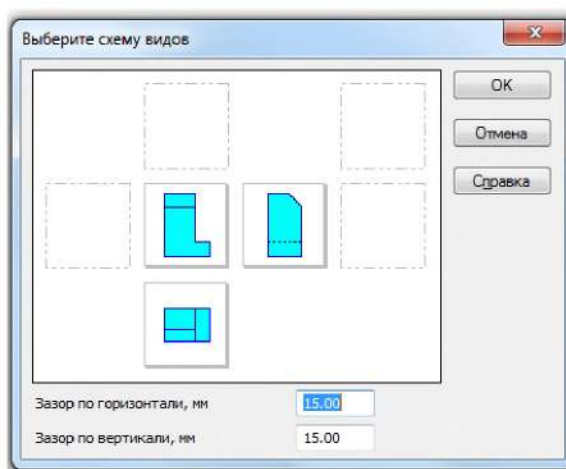


Рис. 19. Схема видов

Для того чтобы наиболее рационально расставить виды на поле чертежа, в нижнем меню выбирается кнопка <Схема видов>. В результате откроется диалоговое окно (рисунок 4.29), в котором можно установить набор стандартных видов, необходимых для полного представления о форме данной детали.

По умолчанию в диалоговом окне установлены три вида: главный вид; вид снизу; вид слева. Остальные основные виды представлены условными прямоугольниками. Если понадобится показать еще какой-нибудь вид, то необходимо указать его мышью. Аналогично можно удалить любой вид, кроме главного. Отменить построение главного вида невозможно.

В нижней части диалогового окна необходимо указать **Зазор по горизонтали** и **Зазор по вертикали**, то есть ввести числовое значение расстояния между видами в горизонтальном и вертикальном направлении.

Выбрав основные виды и установив их настройку, нужно указать положение точки привязки изображения – начала системы координат главного вида. После того, как на поле чертежа появятся выбранные виды, в основной надписи в автоматическом режиме будут установлены все необходимые сведения об изделии. Они передадутся из файла модели.

Следует отметить, что при создании в ассоциативном чертеже разреза программа Компас рассекает все детали вне зависимости от того, что по стандартам некоторые виды деталей (валы, болты, шпильки и т.д.) не должны быть разрезаны (рисунок 4.30)

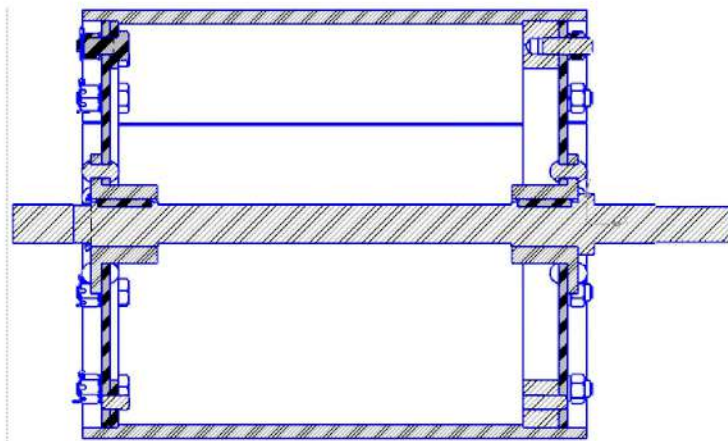


Рисунок 4.30. Исходный ассоциативный разрез барабана с нарушением стандартов

Для исправления данной неточности служит команда «НЕ РАЗРЕЗАТЬ», которая должна быть выбрана для каждого из всех элементов, не подлежащих разрезу и штриховке (рисунок 4.31)

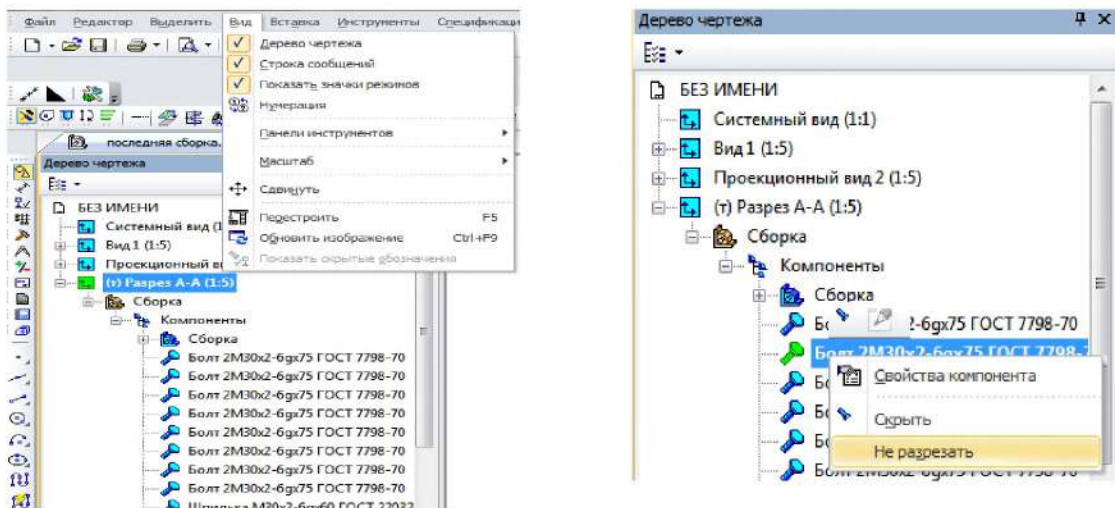


Рисунок 4.31. Команда НЕ РАЗРЕЗАТЬ для стандартных деталей

Окончательный вариант после выполнения данной операции показан на рисунок 4.32.

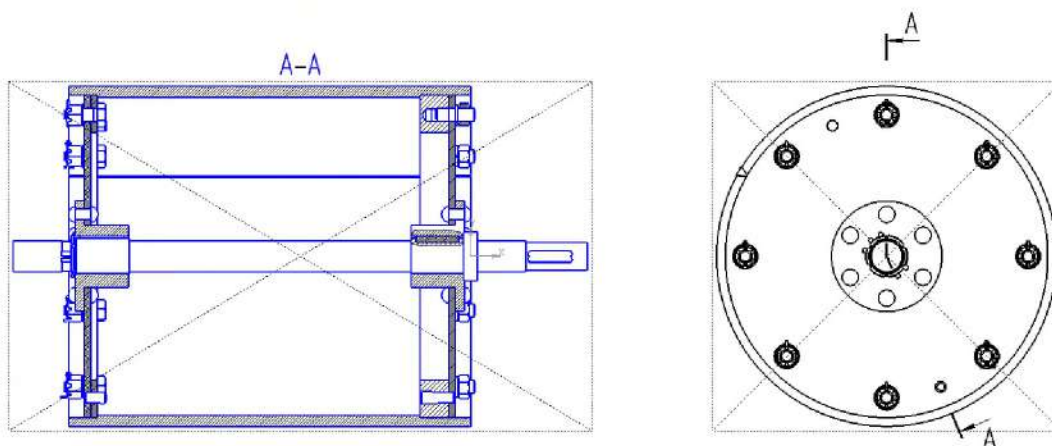


Рис. 22. Окончательный вариант стандартного чертежа

После этого на данном чертеже необходимо проставить все необходимые размеры и обозначения. Для этого служат команды РАЗМЕРЫ и ОБОЗНАЧЕНИЯ (рисунок 4.33)

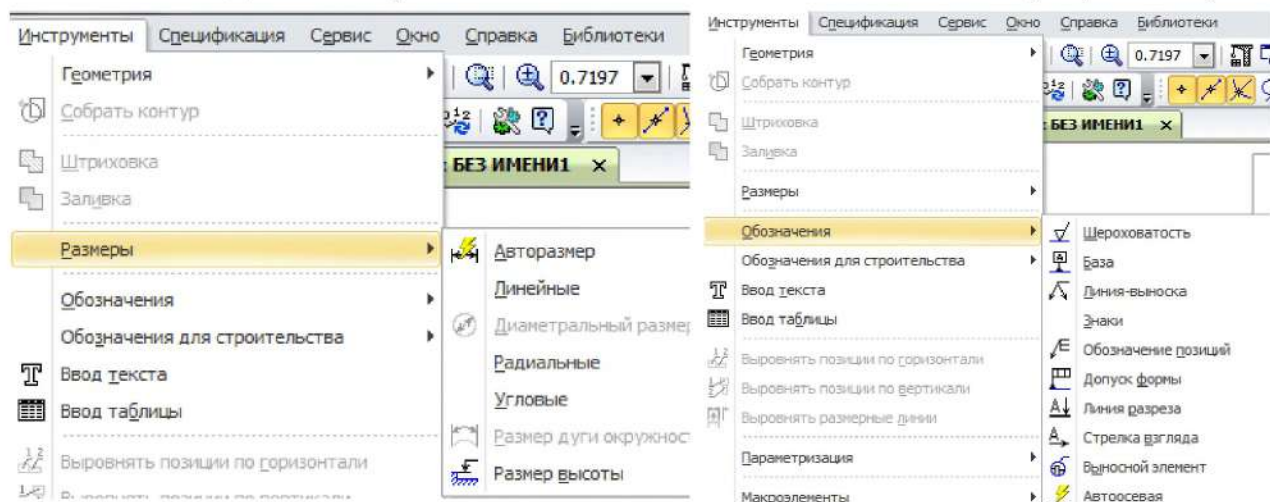


Рисунок 4.33. Размеры и обозначения в программе КОМПАС

2.3.4. СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА В ПРОГРАММЕ «КОМПАС»

Завершается работа по созданию сборочного чертежа оформлением спецификации.

Использование любой САПР значительно ускоряет создание спецификации. Компас- 3D позволяет быстро создавать документ, привязывать его к сборочному чертежу, автоматически заполнять основную надпись.

Использование объектов спецификации при создании трехмерных моделей (деталей и сборок) позволяет осуществить автоматическое формирование спецификации сборочной модели в процессе ее построения. Для успешного решения этой задачи при создании сборок рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий.

1. Создайте и сохраните файлы компонентов будущей сборки (деталей и подборок). В каждом файле детали формируйте соответствующий ей объект спецификации, располагая его в разделе "Детали". В каждом файле под сборки формируйте соответствующий ей внешний объект спецификации, располагая его в

разделе "Сборочные единицы".

2. Создайте документ-сборку и добавьте в нее все требующиеся компоненты. Проследите, чтобы опция Создавать объекты спецификации на вкладке Свойства Панели свойств была включена.

3. Если необходимо, добавьте в сборку стандартные изделия из библиотеки крепежа. Проследите, чтобы опция Создавать объекты спецификации на вкладке Свойства Панели свойств была включена.

4. Если какие-либо компоненты сборки могут быть построены только в ее контексте, создайте эти компоненты. Находясь в режиме контекстного редактирования компонента, создайте объекты спецификации: для детали-обычный объект, а для подсборки-внешний.

5. Сохраните созданный файл сборки.

На этом формирование объектов спецификации в сборке заканчивается.

Начинаем с нажатия кнопки «**Файл**», далее «**Создать**»

Подтверждаем выбор. Спецификация создана, теперь можно связать ее с чертежом сборки и сохранить. Связь со сборочным чертежом позволяет заполнить основную надпись и в последующем автоматически расставлять номера позиций на чертеже.

В первую очередь добавляется раздел документации. На компактной панели находится кнопка «Добавить раздел», после нажатия на которую, появляется выбор раздела, выбираем документацию (рисунок 4.34). При более сложных сборках необходимо будет добавить по необходимости разделы сборки.

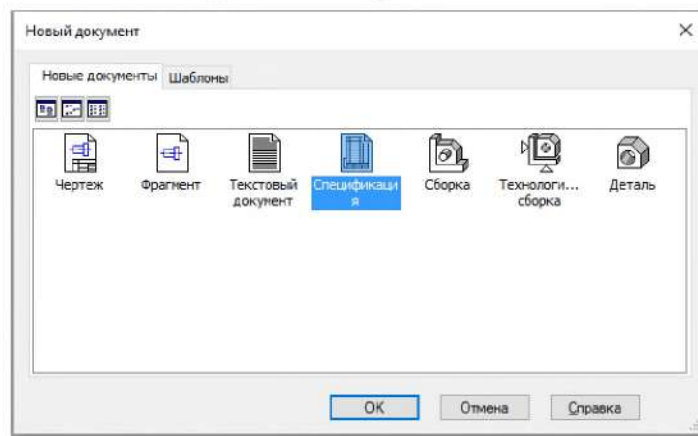


Рисунок 4.34. Создание спецификации

Спецификацию в компасе можно полностью заполнять вручную. Однако спецификация, сделанная по данному принципу, экономит много времени, позволяет быстро заполнить спецификацию в Компас-3D, привязать ее к сборочному чертежу, что позволяет расставлять номера позиций в автоматическом режиме.

1. Основные операции при сборке.
2. Работа с массивом.
3. Создание водоотливной канавки.
4. Создание почвы выработки.
5. Операция спираль цилиндрическая.
6. Операция «Обечайка». Назначение.
7. Классификация горных машин подземных разработок.
8. Типы сопряжения горных выработок.
9. Массивы. Назначение. Типы массивов.
10. Что такое паспорт крепления?
11. Состав паспорта крепления
12. Сколько экземпляров паспорта крепления должно быть?

13. Где находятся паспорта крепления?
14. Что такое СВП?
15. Какой масштаб изображения выработки?
16. Размеры узла податливости.
17. Состав узла податливости.
18. Что такое СВП 27?
19. Что такое шаг крепи?
20. Последовательность разработки паспорта БВР.
21. Графическое приложения паспорта БВР.
22. Сколько экземпляров паспорта БВР должно быть и где они хранятся?
23. Глубина врубовых шпуров.
24. Углы наклона шпуров.
25. Диаметр шпуров при БВР.
26. Что такое ЛНС?

Модуль 3.

Прикладные библиотеки

Лекция 1. Прикладные библиотеки и приложения

1. ВВЕДЕНИЕ

Сегодня класс современного редактора трехмерной графики определяется не только предложенным пользователю набором команд для создания и редактирования трехмерных моделей или чертежей, и даже не возможностями и функционалом каждой отдельно взятой такой команды. Ведь базовые подходы к созданию моделей (выдавливание, вращение, операция по сечениям и пр.), как и их реализация, практически не отличаются в большинстве нынешних инженерных систем моделирования. Да, где-то какие-то операции реализованы лучше, интерфейс приятней, но в целом спорить о каких-либо значимых преимуществах среди программ одного уровня не имеет смысла. Можно, конечно, придумать большое количество модификаторов геометрии, таких как в программах 3ds Max или Maya, которые дадут возможность создавать модели немислимых форм, но для инженера это все будет бесполезно.

По этой причине важнейшей характеристикой любой современной CAD-системы, наряду с инструментальными средствами моделирования, является возможность автоматизации различными вспомогательными средствами процессов создания типовых элементов и их последующего использования. Другими словами, это, во-первых, наличие подсистем, расширяющих стандартные возможности программы, которые позволяют ускорить проектирование собственно объекта (агрегата, механизма, здания), а не отдельно взятой его детали или составляющей. Чаще всего такие подсистемы представляют собой подключаемые модули (библиотеки), функционирующие только в среде «родительского» графического редактора и позволяющие на основе его базовых функций быстро создавать и использовать различные стандартные элементы. Во-вторых, это возможность реализации таких подсистем самим пользователем с учетом специфики конкретной отрасли промышленности. Ведь какой бы многочисленной и профессиональной ни была команда разработчиков программного обеспечения, все равно им не под силу охватить все существующие направления в машиностроении, строительстве, энергетике и удовлетворить запросы всех покупателей. Всегда найдутся недовольные потребители, требующие большего от системы. Но ведь возможности разработчиков не безграничны, поэтому они формируют архитектуру приложения таким образом, чтобы любой пользователь мог без труда максимально приблизить ее к своим требованиям. Во многом именно этот вопрос, касающийся настройки и расширения функционала системы моделирования с учетом особенностей конкретного производства, и определяет популярность системы на рынке.

Возьмем, например, моделирование обычного редуктора. В среднем, в одноступенчатом редукторе 12–15 уникальных деталей и около 30–40 стандартных крепежных элементов (болтов, винтов, шайб и гаек). Сколько было бы потрачено времени на создание трехмерной сборки, если бы каждый болт или гайку приходилось создавать и размещать вручную и если бы не было под рукой библиотеки крепежа? А такое возможно, если бы вы взялись проектировать редуктор, допустим, в 3ds Max. Хотя в этой программе и можно создать модель болта всего за одну операцию! Теперь, думаю, становится очевидным, что не только базовые инструментальные средства определяют качество любого приложения, предназначенного для трехмерного инженерного моделирования. Зачастую как раз наоборот – чем больше дополнительных разноплановых программ, предназначенных для данного приложения и ускоряющих разработку чертежей, и документации, тем выше котируется среди предприятий-заказчиков такая система.

Цель данной лекции – познакомить вас с широким набором таких утилит для системы КОМПАС-3D, позволяющих решать самые разные задачи. Мы рассмотрим многие библиотеки КОМПАС, а также выясним, чем они помогают конструктору в повседневной работе и как могут облегчить проектирование.

2. ПРИКЛАДНЫЕ БИБЛИОТЕКИ СИСТЕМЫ КОМПАС-3D

Библиотека – это программный модуль, приложение, созданное для расширения стандартных возможностей системы КОМПАС-3D. Библиотека представляет собой ориентированную на конкретную задачу подсистему автоматизированного проектирования, которая после выполнения проектных расчетов формирует готовые конструкторские документы или их комплекты.

Типичными примерами приложений являются библиотеки для автоматического построения изображений часто встречающихся геометрических фигур, гладких и резьбовых отверстий, библиотеки стандартных машиностроительных элементов и крепежа, значительно ускоряющие проектирование сборочных моделей и оформление сборочных чертежей.

2.1. СПРАВОЧНИК СТАНДАРТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Корпоративный справочник Стандартные Изделия предназначен для централизованного хранения и использования информации о стандартных и типовых изделиях. Единая информационная база данных доступна с рабочего места конструктора, технолога и других специалистов. Справочник может использоваться совместно с интегрированной внешней программой или как независимое программное приложение.

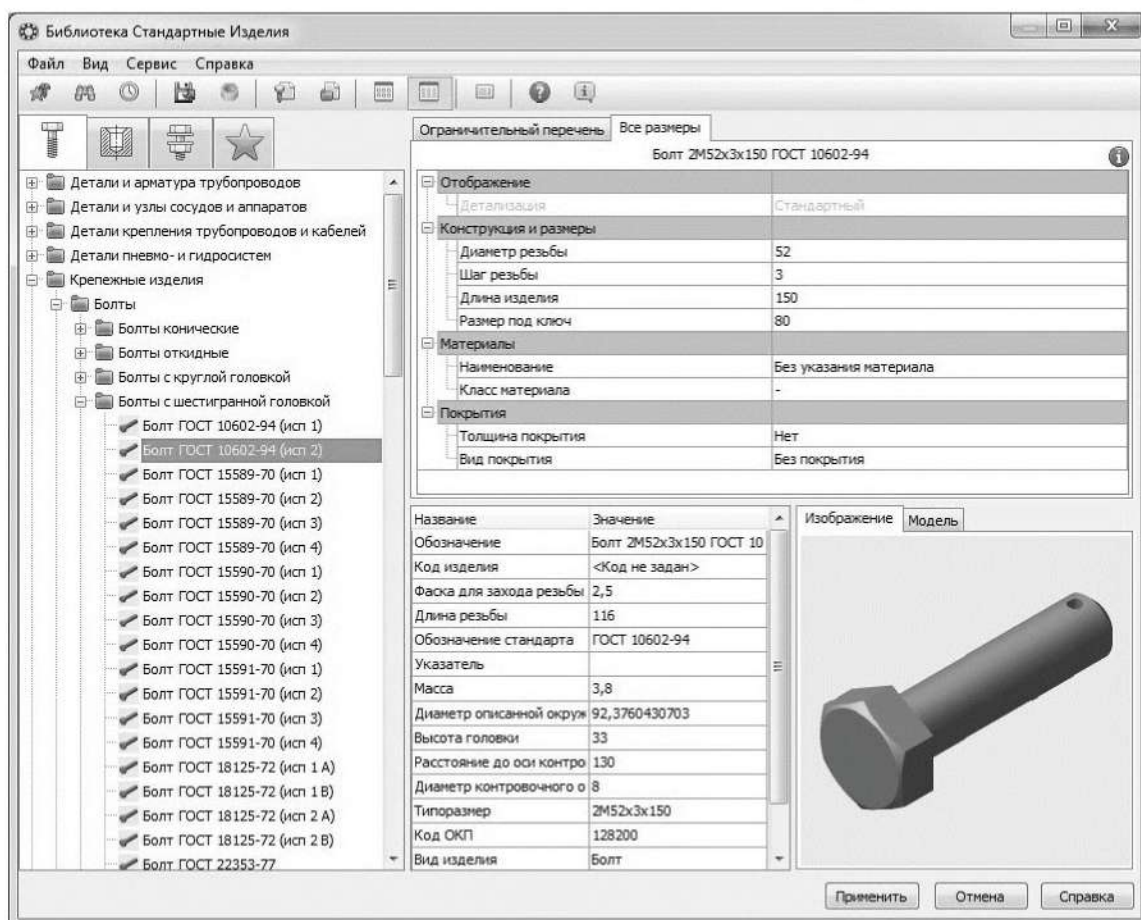


Рисунок 1.1. Диалоговое окно справочника стандартных изделий

Справочник Стандартные Изделия содержит:

- Крепежные изделия ГОСТ – более 166 500 моделей;
- Стандартные изделия DIN, ISO – около 82 000;
- Стандартные изделия ASME - около 373 500;
- Крепежные изделия ОСТ 92 – около 8500 моделей;
- Детали и арматура трубопроводов – более 173 500 моделей;
- Детали крепления трубопроводов и кабелей – около 1500 моделей;
- Детали пневмо- и гидросистем – свыше 6500 моделей;
- Конструктивные элементы – около 29 500;
- Подшипники и детали машин – свыше 398 500 моделей;
- Элементы станочных приспособлений – около 6500 моделей;
- Детали и узлы сосудов и аппаратов – более 140 500 моделей;
- Электрические аппараты и арматура 3D – около 42 500 моделей;
- Профили – около 1000;
- Пружины – более 1500.

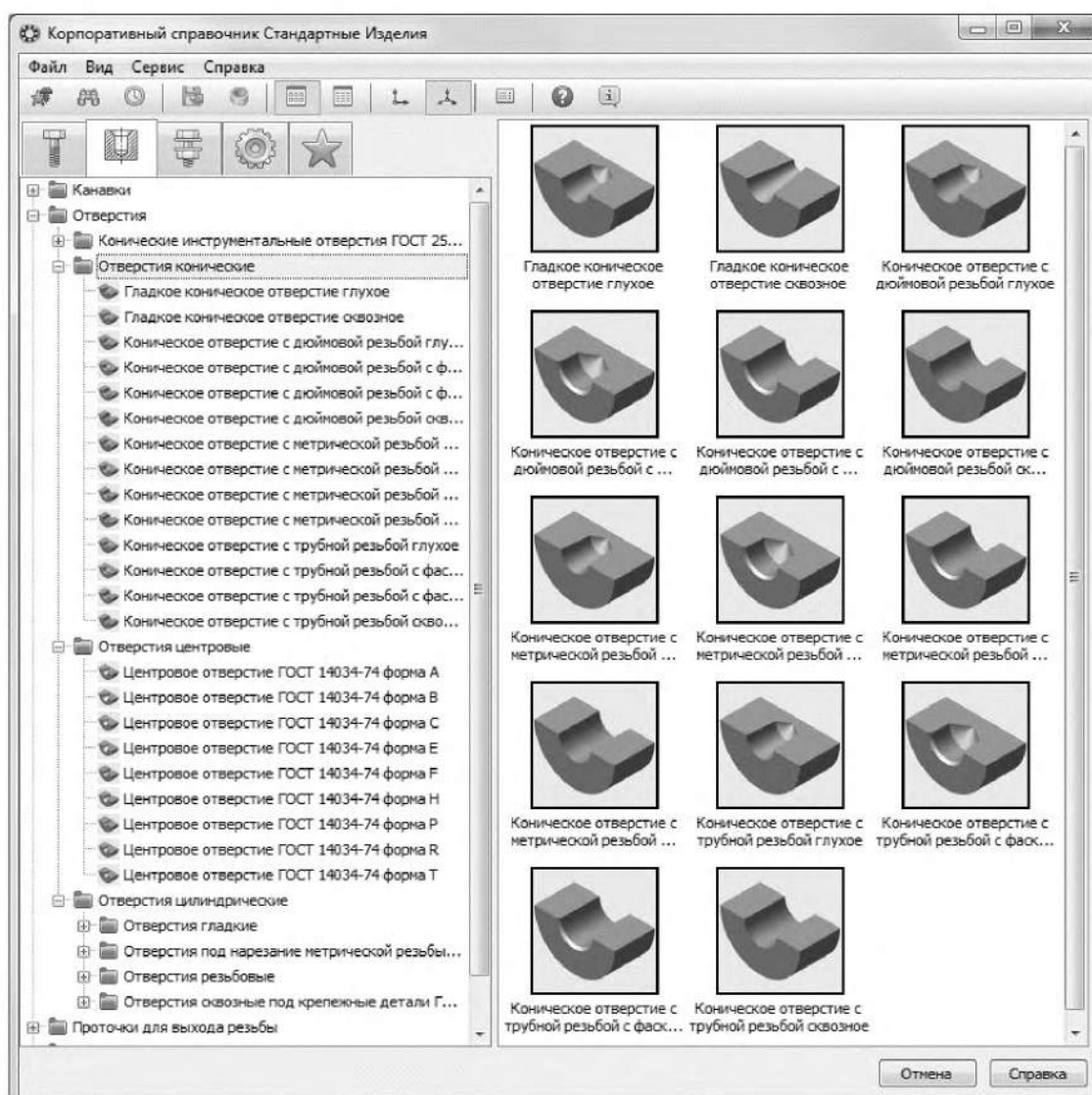


Рисунок 1.2. Диалоговое окно справочника стандартных изделий

При разработке справочника Стандартные Изделия учтены требования международных стандартов, в частности ISO 13584 «Библиотека деталей» (классы общей модели, классы функциональной модели, объектно-ориентированный подход), устанавливающего механизм представления каталожной информации на продукцию

изготовителей и поставщиков. Реализация требований стандарта ISO 13584 обеспечивает генерацию различных представлений детали или семейства деталей в других стандартах, в том числе и в формате, соответствующем протоколу ISO 10303.

На стандарт ISO 13584 также ссылается ГОСТ Р ИСО 15926-1-2008, касающийся интеграции данных жизненного цикла изделия, п.7.2.1: «ИСО 13584 устанавливает механизм представления каталожной информации на продукцию изготовителей и поставщиков. Данный механизм приемлем для представления каталожной информации и выбора деталей (частей) на основе стандартного интерфейса запросов. Он обеспечивает альтернативное представление информации, которая может быть представлена с использованием модели данных, установленной ИСО 15926-2».

Таким образом, Справочник Стандартные Изделия удовлетворяет и требованиям стандарта ISO 15926.

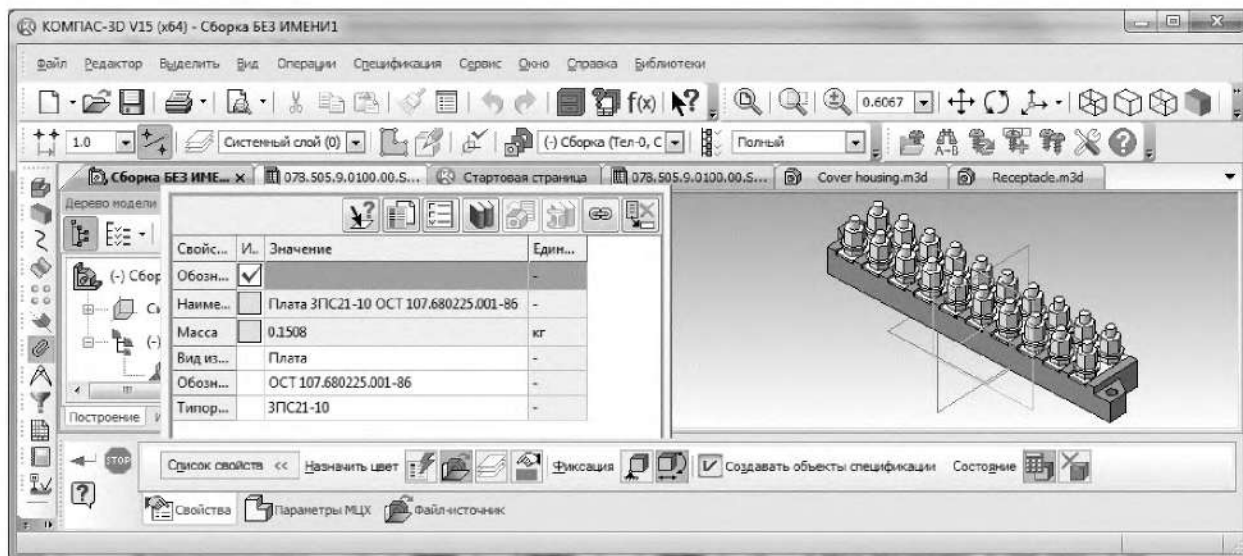


Рисунок 1.3. Работа с деталями из справочника стандартных изделий

Применение справочника обеспечивает эффективное решение следующих задач:

- централизованное управление информацией о стандартных, типовых и пр. изделиях и конструктивных элементах в пределах всего предприятия;
- кодификация стандартных и типовых изделий;
- формирование ограничительного перечня (применяемость изделий) для службы или всего предприятия;
- быстрый поиск по заданным параметрам и выбор необходимого изделия с помощью навигации по иерархии стандартных изделий и заданным условиям классификации;
- интеграция с ЛОЦМАН:PLM и САПР — возможность использования (вставки) 2D- и 3D-моделей Справочника в КОМПАС-3D, КОМПАС-График, КОМПАС-Спецификацию, SolidWorks, Autodesk Inventor, AutoCAD. В рамках проекта на предприятии интеграция с SolidEdge, Pro|ENGINEER, CATIA, NX. Интеграция с ПО АСКОН поддерживается по умолчанию, для взаимодействия с другими продуктами необходимо приобрести дополнительную лицензию;
- быстрое и удобное позиционирование изделий при работе в КОМПАС; предварительный просмотр 3D-модели или плоского изображения модели перед выбором; использование крепежных соединений («болт-шайба-гайка» и пр.);
- экспорт графического представления изделий в форматы STEP, VRML, ACIS, Parasolid, IGES, STL, DXF, BMP, JPG, A3D, M3D, FRW;
- выбор параметров применения (представления) указанного стандартного изделия — например, детальность отрисовки в чертеже;

- формирование набора часто используемых элементов для быстрого обращения к ним;
- упрощенный ввод изделий для быстрого пополнения справочника; возможность использования как локальных, так и сетевых версий справочника.

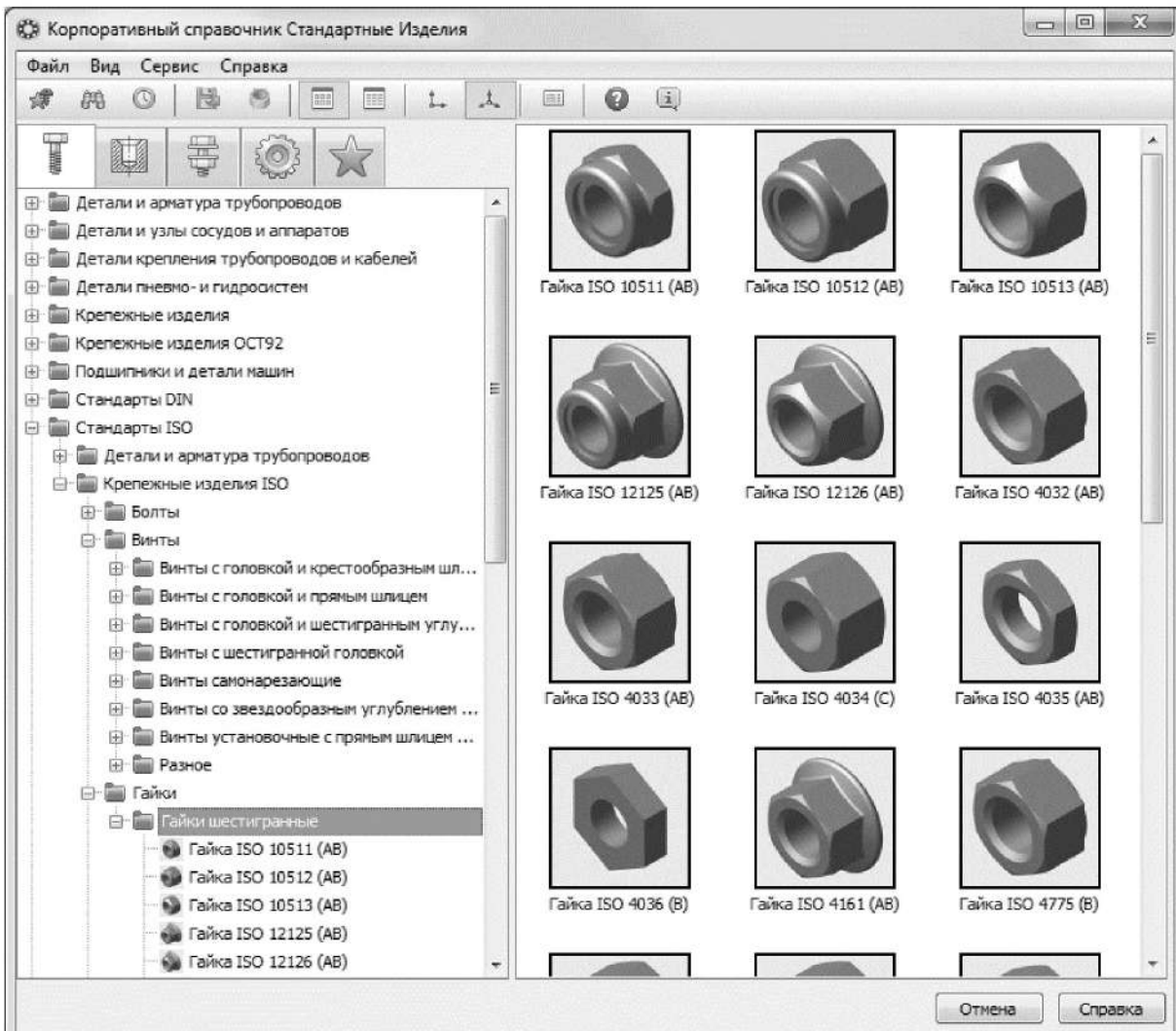



Рисунок 1.4. Диалоговое окно справочника стандартных изделий

2.2. КОМПАС-SHAFT 3D

Система проектирования и трехмерного твердотельного моделирования тел вращения и механических передач КОМПАС-SHAFT 3D – без сомнения, самый мощный вспомогательный модуль, предоставленный компанией «АСКОН» для работы с трехмерными моделями. Простой и удобный интерфейс, богатый функционал, позволяющий строить ступени вала различной конфигурации (конические, цилиндрические, многогранные), встроенный модуль расчета зубчатых передач внешнего и внутреннего зацепления, по результатам которого нажатием всего одной кнопки можно получить готовую 3D-модель прямозубого колеса, – все это делает библиотеку КОМПАС-SHAFT 3D незаменимой при создании машиностроительных сборок любой сложности и назначения. Все модели, рассчитанные и выполненные с помощью этого модуля, доступны для редактирования стандартными средствами КОМПАС.

Для запуска КОМПАС-SHAFT 3D необходимо открыть **Менеджер библиотек** , в нем надо найти и активировать библиотеку КОМПАС-SHAFT 3D (она находится в

разделе Расчет и построение). В правой части окна менеджера появится список команд библиотеки (рисунок 1.5).

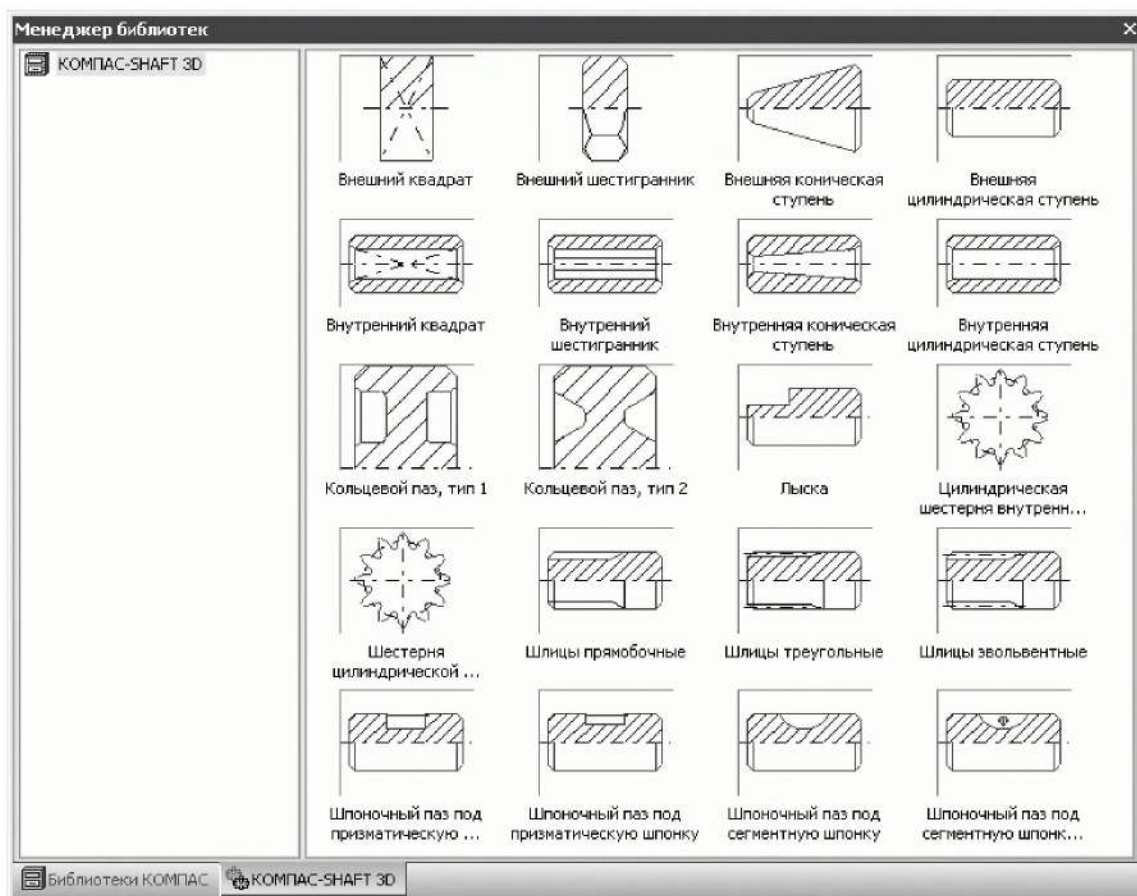


Рисунок 1.5. КОМПАС-SHAFT 3D (режим отображения – Большие значки)

Библиотека КОМПАС-SHAFT 3D позволяет также рассчитывать зубчатые колеса (специально для этого в нее встроен модуль расчета механических передач КОМПАС-GEARS) и даже строить трехмерную модель прямозубых зубчатых колес.

Рассмотрим пример построения трехмерной модели вала.

Для начала следует создать документ КОМПАС-Деталь, после чего можно перейти к построению.

1. Выполним команду библиотеки **Внешняя цилиндрическая ступень**. В строке состояния при этом должна отобразиться подсказка: *Укажите плоскость или плоскую грань*. В дереве построения выделим плоскость ZX. Появится диалог параметров цилиндрической ступени (рисунок 1.6). В соответствующие текстовые поля введем величину диаметра ступени – 50 мм, ее длину – 100 мм и нажмем кнопку ОК. В результате библиотека построит цилиндр с указанными параметрами с основанием на плоскости ZX.

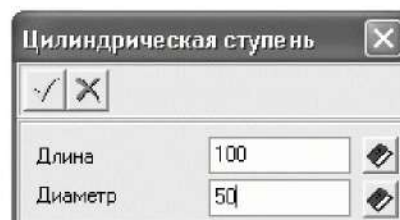


Рисунок 1.6. Диалог параметров цилиндрической ступени вала

2. Пользуясь этой же командой, добавим еще по две внешние цилиндрические ступени с каждой стороны от уже созданной, выбирая в качестве опорной для каждой новой ступени верхнюю плоскую грань предыдущей. Диаметры и длины ступеней примите равными:

– справа от первой ступени: диаметр – 45 мм, длина – 40 мм для первой и диаметр – 40 мм, длина – 90 мм для второй;

– слева от первой ступени: диаметр – 56 мм, длина – 5 мм для первой и диаметр – 45 мм и длина 40 мм для второй.

В результате получится следующая модель (рисунок 1.7).

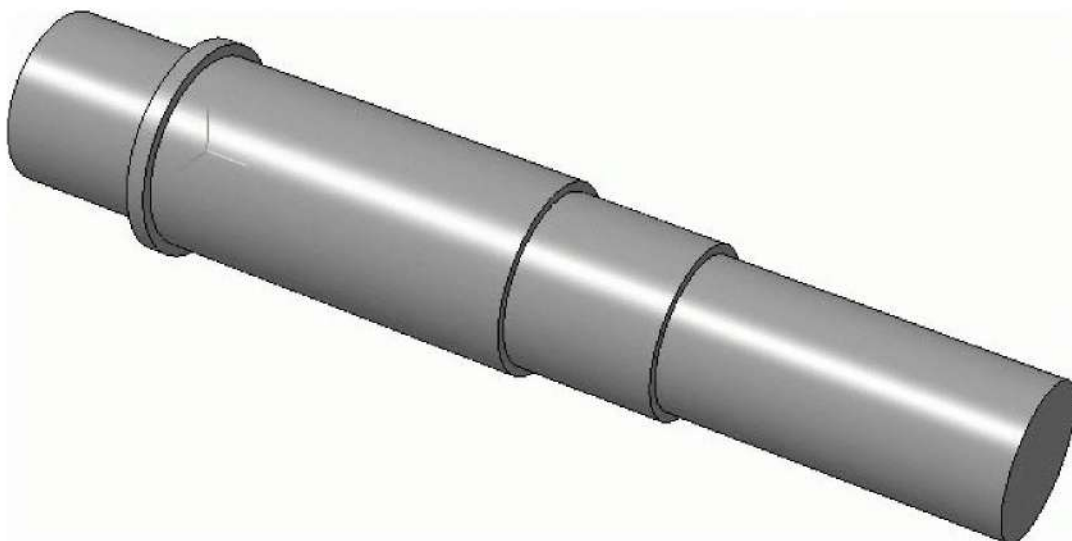


Рисунок 1.7. Результат применения команды Внешняя цилиндрическая ступень

3. Активизируем панель инструментов **Редактирование детали** и с помощью команды **Фаска** построим две фаски $2,5 \times 45^\circ$ на плоских гранях крайних ступеней вала.

4. Вернемся к менеджеру библиотек и вызовем команду **Шлицы прямобочные**. Система запросит указать цилиндрическую поверхность, поэтому следует щелкнуть кнопкой мыши на крайней ступени вала справа (той, что длиннее). На экране появится диалог настройки параметров шлицев (рисунок 1.8). Оставим все параметры заданными по умолчанию, кроме длины шлицев, ее установим равной 75 мм.

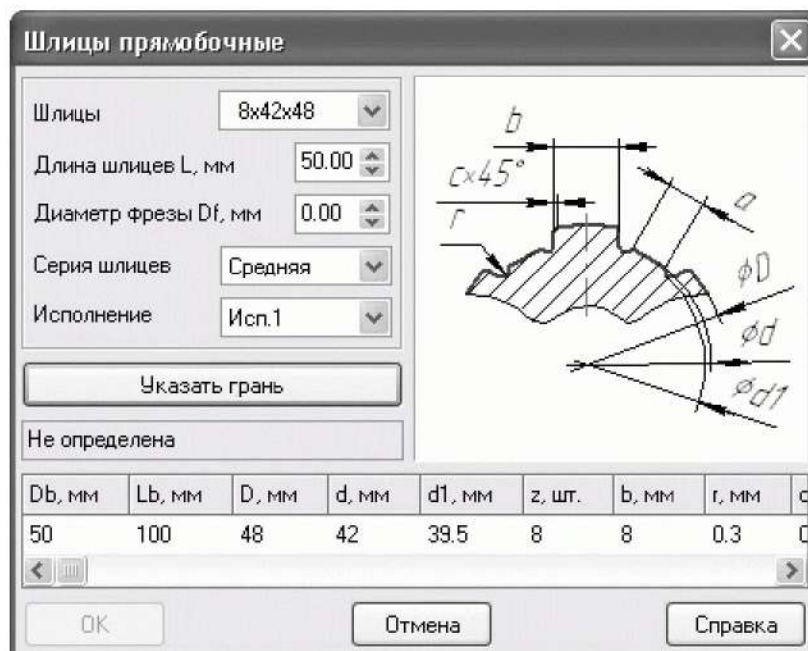


Рисунок 1.8. Диалог Шлицы прямобочные

5. Задав длину шлицев, нажмем кнопку *Указать грань*. Диалоговое окно исчезнет, система перейдет в режим ожидания действий от пользователя, в котором нам необходимо в окне представления модели выделить плоскую торцевую грань крайней правой ступени. После этого окно **Шлицы прямобочные** должно вновь появиться, на этот раз с активной кнопкой ОК. Нажмем эту кнопку, чтобы создать шлицы.

6. Выполним команду **Шпоночный паз** под призматическую шпонку, чтобы добавить в модель вала этот конструктивный элемент. В качестве опорной укажем цилиндрическую поверхность средней ступени (той, с которой начиналось построение). После щелчка на поверхности появится окно настроек параметров шпоночного паза (рисунок 1.9). Установим длину паза равной 80 мм, а расстояние от края ступени – 10 мм. Нажмем кнопку *Указать грань* и выделим в модели правую боковую грань средней ступени. После этого система сформирует шпоночный паз.

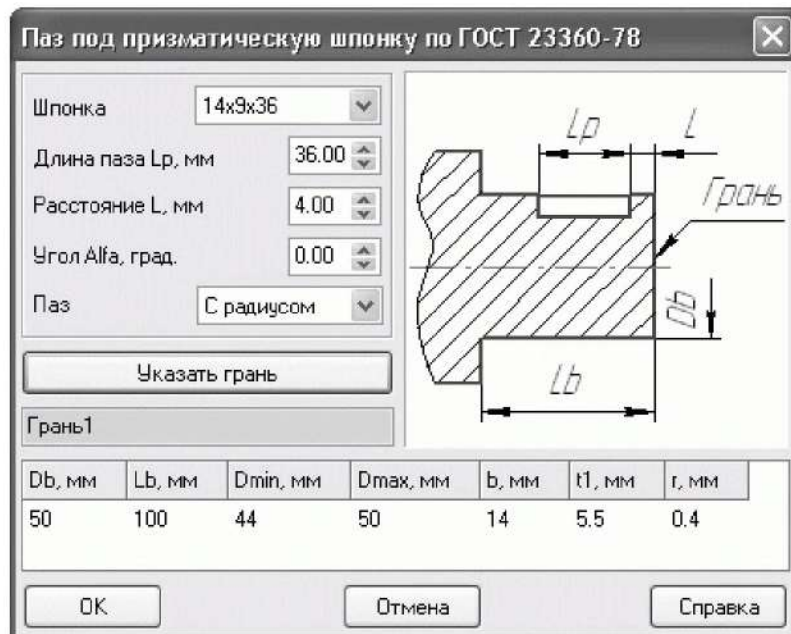


Рисунок 1.9. Диалог настроек параметров шпоночного паза

7. С помощью команды **Скругление** построим скругления во всех местах перехода одной ступени в другую. В результате получим вал, как представленный на рисунке 1.10.

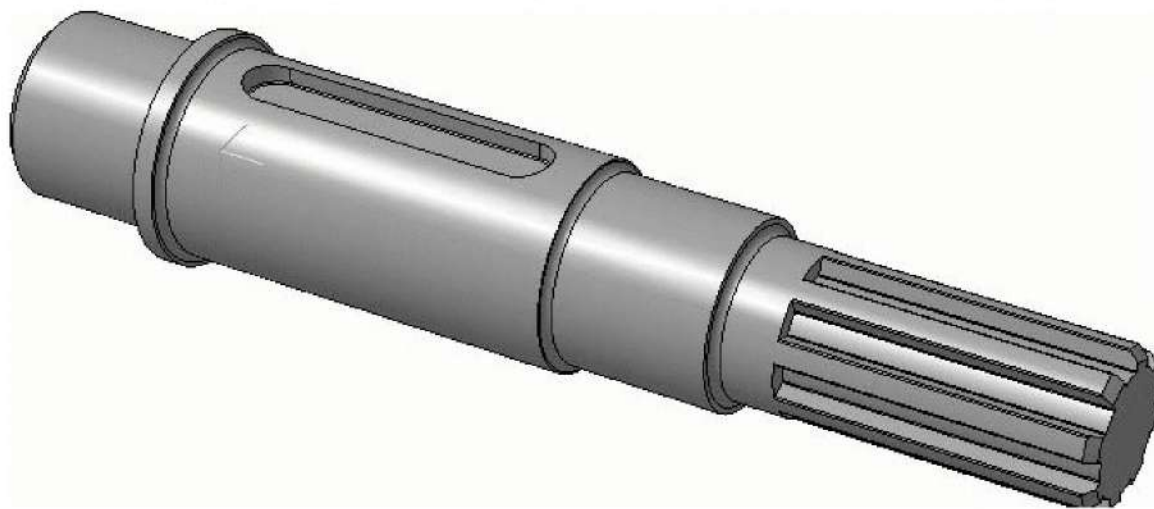


Рисунок 1.10. Вал, сформированный только с помощью библиотеки КОМПАС-SHAFT 3D

В арсенале системы КОМПАС есть еще одна интересная библиотека, существенно упрощающая построение различных конструктивных элементов на валах. Эта библиотека размещена в разделе *Машиностроение* менеджера библиотек и называется *Библиотека канавок* для КОМПАС-3D.

Откроем эту библиотеку и запустим, например, команду **Канавка трапецевидная**. В качестве базовой укажем цилиндрическую поверхность крайней

левой ступени вала. Настроим произвольным образом параметры канавки и создадим ее (рисунок 1.11).

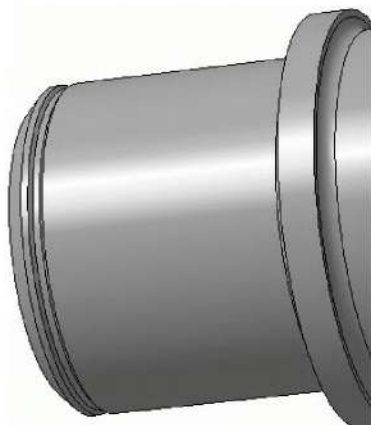


Рисунок 1.11. Канавка на валу

Данная библиотека позволяет строить на телах вращения конструктивные канавки самых разнообразных форм: прямоугольные, сферические, для выхода долбяка или шлифовального круга и т. п.

Все модели, выполненные с помощью двух названных библиотек, ничем не отличаются от любых других трехмерных моделей системы КОМПАС-3D. Имеется в виду, что эти модели или их составляющие можно редактировать и с помощью библиотеки, и используя обычные трехмерные элементы, созданные вручную.

2.3. КОМПАС-SHAFT 2D

Аналогом КОМПАС-SHAFT 3D для двухмерного проектирования служит библиотека КОМПАС-SHAFT 2D (хотя не совсем двухмерного – с помощью КОМПАС-SHAFT 2D также можно генерировать и трехмерные модели). Модуль КОМПАС-SHAFT 2D обеспечивает параметрическое построение чертежей шлицевых, резьбовых и шпоночных участков на ступенях моделей, построение валов и втулок, цилиндрических и конических колес, червячных колес и червяков. С помощью данной библиотеки могут быть созданы и другие конструктивные элементы – канавки, проточки, пазы, лыски и пр. Эта библиотека, как и КОМПАС-SHAFT 3D, включает в себя модуль расчета механических передач КОМПАС-GEARS, который позволяет провести геометрические и проверочные расчеты всех известных механических передач (цилиндрических и конических зубчатых, цепных, червячных, ременных). И что самое главное – КОМПАС-SHAFT 2D поддерживает связь с КОМПАС-3D, предоставляя возможность по построенным чертежам автоматически создавать трехмерные модели. Таким образом, без каких-либо особых усилий со стороны пользователя можно получить, например, модели шкивов для ременных передач или звездочек для приводных цепных передач по их плоскому чертежу (сам чертеж, разумеется, тоже создается с помощью инструментов КОМПАС-SHAFT 2D). Хорошо продуманный способ общения с пользователем посредством коротких диалогов и отлично развитая система помощи обеспечивают быстрое освоение пользователем библиотеки КОМПАС-SHAFT 2D.

Запустим библиотеку (она, как и КОМПАС-SHAFT 3D, находится в разделе Расчет и построение). В ней содержатся всего три команды: *Настройка*, *Построение модели* и *Расчеты механических передач*. Рассмотрим небольшой пример построения чертежа вала с использованием этой библиотеки.

Сначала создадим новый документ КОМПАС-Чертеж, изменим его формат на А3, а ориентацию на горизонтальную. Сохраним чертеж на жесткий диск и перейдем к построению.

1. Выполним команду **Построение модели**, в результате чего на экране появится диалоговое окно, разделенное на две части: в верхней будет отображаться процесс построения внешних ступеней тела вращения, в нижней – внутренних ступеней (то есть полостей). Нажмем кнопку **Новая модель** чтобы начать построение вала. Возникнет окно (рисунок 1.12), в котором необходимо выбрать тип отрисовки вала. Поскольку в нашем примере на валу не предполагается делать шестерни или внутренние участки, то разрезы нам ни к чему. По этой причине установим переключатель в положение *Без разреза* и нажмем кнопку ОК.

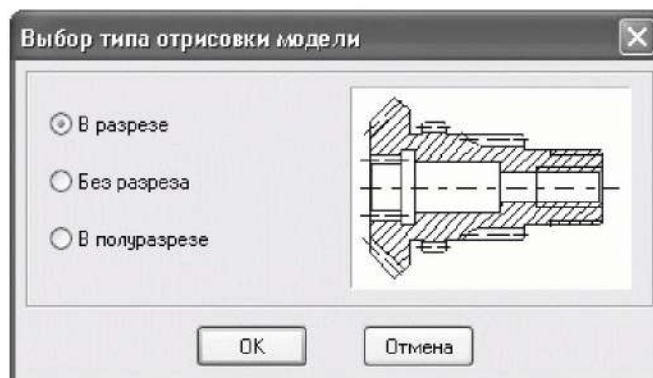


Рисунок 1.12. Диалог Выбор типа отрисовки модели

2. Нажмем кнопку **Простые ступени** на панели инструментов в левой части главного окна библиотеки. Возле кнопки раскроется меню со списком возможных вариантов построения ступеней (рисунок 1.13). Выберем пункт *Цилиндрическая ступень*.

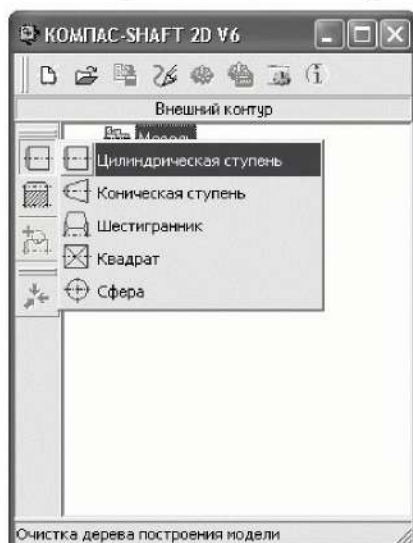


Рисунок 1.13. Начало построения ступени вала в КОМПАС-SHAFT 2D

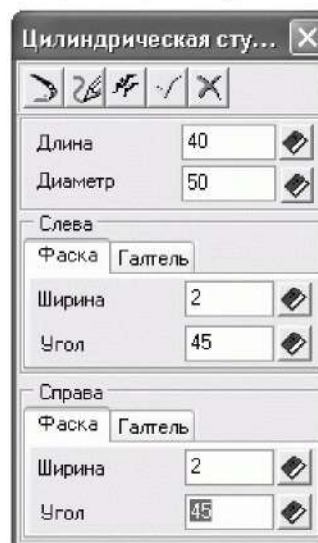


Рисунок 1.14. Настройка параметров цилиндрической ступени

3. Появится окно с параметрами цилиндрической ступени (рисунок 1.14), в котором кроме длины и диаметра ступени можно задать параметры различных конструктивных элементов на краях ступени (фаски или галтели). Установим длину и диаметр ступени равными 40 и 50 мм соответственно, слева ступени зададим фаску с катетом 2 мм и углом 45°, а справа – галтель наружу, радиусом также 2 мм. Нажмем кнопку ОК, чтобы построить ступень (рисунок 1.15).



Рисунок 1.15. Первая цилиндрическая ступень вала

4. Построим еще несколько ступеней вала, произвольно выбирая их размеры.

5. С помощью команд группы меню *Дополнительные элементы ступеней* (рисунок 1.16) добавим на различные ступени те или иные конструктивные элементы.

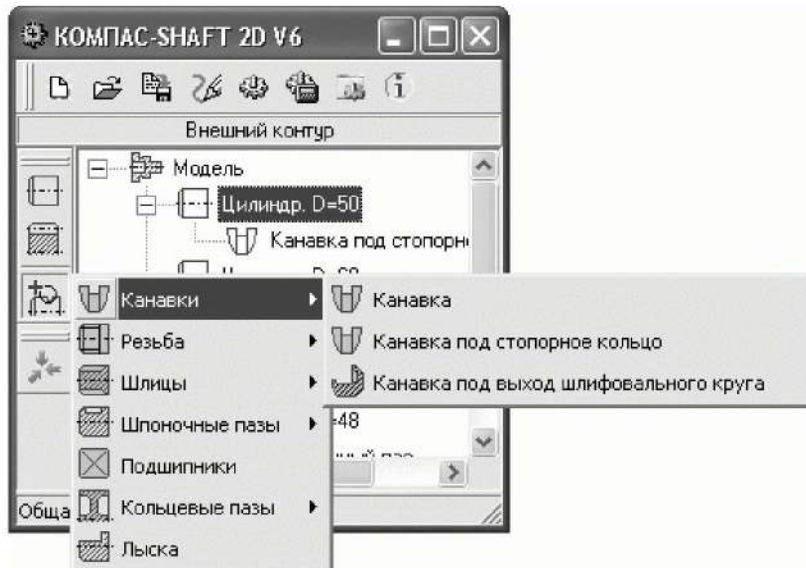


Рисунок 1.16. Дополнительные элементы ступеней

На чертеже вала (рисунок 1.17) в данном примере были добавлены канавка под стопорное кольцо и два шпоночных паза.

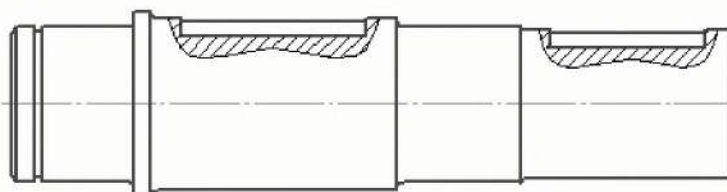
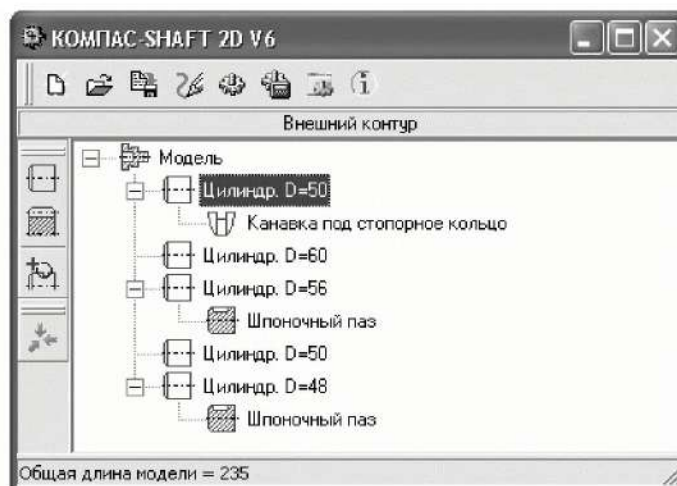


Рисунок 1.17. Чертеж вала и его дерево построения в библиотеке

Но это еще далеко не все возможности КОМПАС-SHAFT 2D. Закроем окно библиотеки (на запрос о сохранении модели, разумеется, следует ответить утвердительно) и создадим линию разреза (команда *Линия разреза* на панели инструментов **Обозначения**). После этого запустим редактирование вала двойным щелчком и выполним команду меню библиотеки **Дополнительные построения** → **Генерация сечений**. В результате КОМПАС-SHAFT 2D автоматически создаст сечение вала в указанном месте (рисунок 1.18).

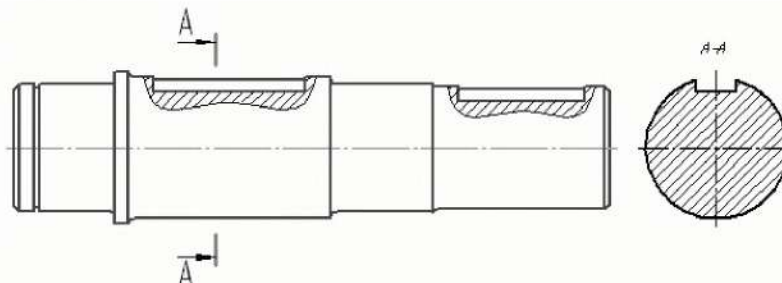


Рисунок 1.18. Сечение вала, сгенерированное библиотекой КОМПАС-SHAFT 2D

Кроме того, самым главным достоинством этой библиотеки является возможность по построенному чертежу тела вращения создавать трехмерную модель. Для этого предназначена специальная команда **Дополнительные построения** → **Генерация твердотельной модели**. Сгенерированная модель показана на рисунке 1.19.

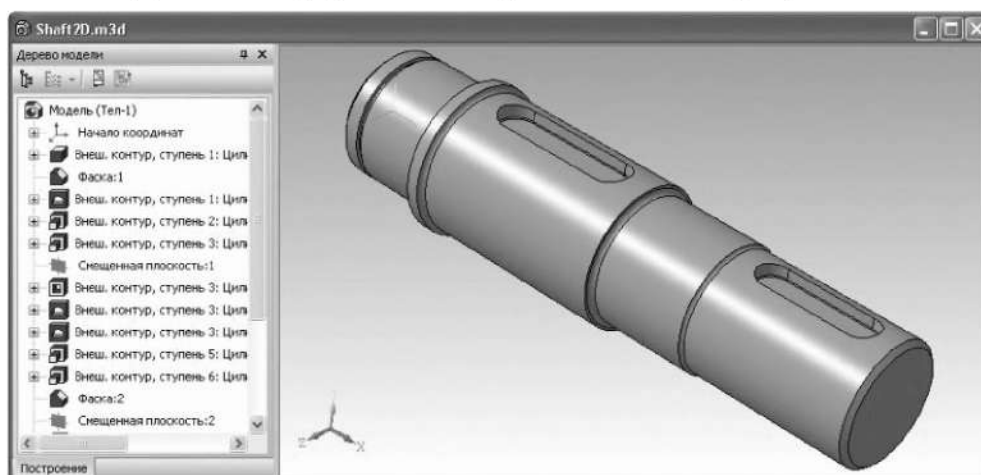


Рисунок 1.19. Трехмерная модель вала, построенная библиотекой КОМПАС-SHAFT 2D

2.4. КОМПАС-SPRING

Еще одним мощным и многофункциональным расчетным приложением системы КОМПАС-3D является модуль проектирования пружин КОМПАС-SPRING (рисунок 1.20).

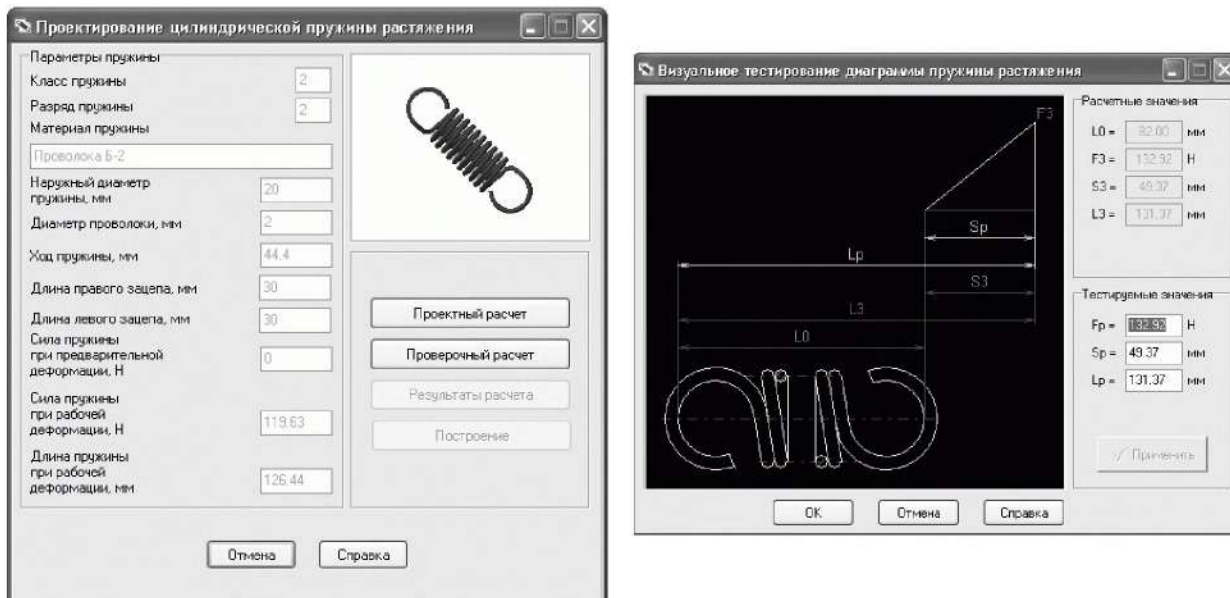


Рисунок 1.20. Библиотека КОМПАС-SPRING

Создание сборочных чертежей или трехмерных сборок высокой сложности, которые имеют большое количество пружин, доставляет немало хлопот проектировщику. При этом сами пружины могут быть и не очень значимыми элементами сборки или сборочного чертежа, однако и без них не обойтись. Очень остро этот вопрос встает при формировании именно трехмерных моделей винтовых пружин. Мало того, что создание такой, казалось бы, невзрачной детали отнимает много времени (особенно когда количество рабочих витков не целое число, из-за чего придется подгонять размещение цилиндрических спиралей для опорных (поджатых) витков с обеих сторон пружины), так еще есть такие модификации пружин, которые не сразу-то и придумаешь, как смоделировать.

Библиотека КОМПАС-SPRING легко решает все эти проблемы. Она обеспечивает проектный и прочностной расчеты пружин растяжения и сжатия, конических и фасонных, тарельчатых и пружин кручения. Расчеты производятся согласно ГОСТ 13764–86, ГОСТ 13765–86 и ГОСТ 3057–90. Их результаты можно записать в файл и использовать для последующего построения чертежей или моделей. Отличительной особенностью библиотеки является возможность варьировать параметры пружины для получения наилучшего результата, а также есть гарантия того, что при проектном расчете можно получить несколько вариантов пружин с наименьшим весом и наилучшими критериями прочности для введенных исходных данных. Кроме двухмерных чертежей, в которых можно автоматически проставлять размеры, строить выносные виды и создавать диаграммы деформаций или усилий, почти для всех типов пружин КОМПАС-SPRING может генерировать трехмерные модели.

2.5. СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ

Огромное значение для любой системы трехмерного твердотельного моделирования имеет возможность обмена данными с другими САПР, используемыми предприятиями-заказчиками. Некоторые машиностроительные компании при проектировании и расчете особо сложных и больших объектов (транспортных средств, энергетических агрегатов) иногда применяют сразу несколько программных пакетов для моделирования. По этой причине, какой бы развитой и мощной ни была внутренняя структура отдельной программы, без возможности передачи данных в другие системы и чтения данных извне она обречена. Использовать ее будут разве что в узком кругу самих

разработчиков и в таком же узком кругу предприятий, имевших неосторожность приобрести и установить такую систему.

Компания «АСКОН» уделяет немалое внимание обеспечению такого обмена данными. В КОМПАС возможно чтение графических файлов форматов DXF, DWG и IGES; можно открывать и записывать файлы моделей форматов STEP, IGES, Parasolid; есть отдельное приложение – Библиотека поддержки формата model (CATIA), обеспечивающее чтение файлов model системы CATIA 4 в КОМПАС-График. Например, вы легко можете импортировать модель или поверхность, созданную в Solid Edge или Unigraphics, и использовать ее в своей сборке. Однако этого бывает недостаточно. Всегда ли модели, созданные другими конструкторами в других системах, неизвестно как давно и кем после того измененные, подходят для вашей сборки? Скорее всего, нет, и перед использованием их часто приходится редактировать. Как это сделать? Можно отредактировать модель в «родительском» редакторе, заново сохранить и потом перенести в КОМПАС. А если на рабочем месте проектировщика в данный момент нет того графического редактора, в котором эта модель создавалась? Тогда можно редактировать средствами КОМПАС, но, так как модель не имеет базовой операции, эскизов и пр., эта задача становится нелегкой и наверняка отнимет много времени. Вот в этом случае значительную помощь конструктору может оказать еще один подключаемый модуль для КОМПАС-3D – Система распознавания 3D-моделей.

Главное назначение этого приложения состоит в том, чтобы распознать элементы детали, импортируемой в среду КОМПАС-3D, на основе чего создать ее трехмерный аналог, сформированный инструментами моделирования КОМПАС. Проще говоря – отобразить дерево построения для импортированной детали. Система ориентирована на распознавание деталей средней сложности с учетом определенных ограничений (не распознаются тела с гранями, образованными NURBS-поверхностями, тела вращения должны иметь угол 360°, операции выдавливания не должны иметь уклона и пр.). Однако даже если система не может корректно отобразить все операции, то эскизы, параметры которых не удалось определить до конца, все равно будут отображены. Это позволит без проблем доработать деталь вручную.

2.6. БИБЛИОТЕКА МУФТ

Ускорение процесса трехмерного проектирования и конструирования всегда является основной проблемой для разработчиков любой CAD-системы. Однако, несмотря на это, количество узконаправленных прикладных 3D-библиотек не так уж велико (их значительно меньше, чем аналогичных библиотек для двухмерного проектирования). В основном это приложения для автоматизированного моделирования тел вращения (валов, зубчатых колес) или технологической оснастки. И это учитывая тот факт, что 3D-моделирование при проектных работах на промышленных предприятиях с каждым годом используется все больше и больше.

Ни для кого не секрет, что построить большую трехмерную сборку определенного объекта часто бывает сложнее, чем создать сборочный чертеж того же объекта. При этом многие компоненты, входящие в сборку, не являются уникальными деталями, а их создание лишь отнимает время, замедляя проектирование. Такими компонентами могут быть пружины, болты, гайки, шпонки, словом, все, что уже давно описано в стандартах. Однако, не только элементы крепежа или другие простые детали являются стандартизованными. Многие значительно более сложные механизмы изготавливаются и собираются согласно требованиям ГОСТ, ОСТ, нормалей и т. п. Моделирование таких механизмов вручную всегда доставляет проектировщику немало хлопот, зачастую отнимая намного больше времени, чем разработка и построение моделей уникальных деталей. Описываемая здесь Библиотека муфт является приложением, позволяющим

быстро создавать достаточно сложные модели машиностроительных муфт и использовать их в разрабатываемых сборках для соединения валов.

С помощью этого приложения можно создавать муфты следующих типов (рисунок 1.21):

1. глухие муфты:
 - фланцевые по ГОСТ 20761–96;
 - продольно-свертные по ГОСТ 23106–78 (ред. 1990 г.);
2. муфты жесткие компенсирующие:
 - зубчатые по ГОСТ Р 50895–96;
 - с промежуточным подвижным элементом (со скользящим сухарем (крестовые) и кулачково-дисковые по ГОСТ 20720–93);
 - шарнирные малогабаритные по ГОСТ 5147–80;
3. муфты упругие компенсирующие:
 - упругие втулочно-пальцевые по ГОСТ 21424–93;
 - с резиновой звездочкой по ГОСТ 14084–93;
 - с торообразной резиновой оболочкой по нормали МН 5809–65;
4. другие конструкции:
 - муфта роликовая обгонная (свободного хода) по ОСТ 27-60-721–84;
 - предохранительная со срезным штифтом.

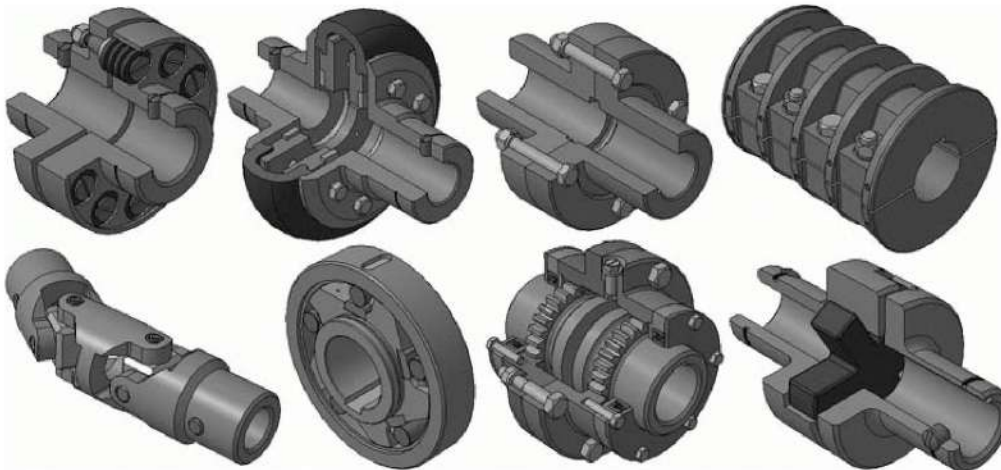


Рисунок 1.21. Различные типы машиностроительных муфт, созданные с помощью библиотеки

Библиотека муфт может также оказать существенную помощь и для инженеров, работающих в КОМПАС-График. В этом случае проектировщику доступны все те же типоразмеры и конфигурации муфт, что и при трехмерном моделировании, но в чертеж или фрагмент муфта может вставляться в любом из трех видов (главный, сбоку, сверху). В библиотеке предусмотрена возможность автоматического создания вырезов на главном виде или на виде слева почти для всех типов муфт. При вставке чертежа муфты в графический документ можно выбирать точку привязки (точку, к которой будет привязано изображение в момент перемещения и вставки), а также запрещать или разрешать автоматическую простановку характерных размеров муфты на чертеже. Как и трехмерную модель, изображение муфты можно редактировать с помощью библиотеки вручную, а также используя перетаскивание за характерные точки (таких точек может быть от 1 до 4, в зависимости от типа муфты).

В обоих случаях (как для трехмерного моделирования, так и для плоского черчения) Библиотека муфт позволяет автоматически создавать объект спецификации.

2.7. РЕДУКТОР-2D V1.7

Проект Редуктор-2D предназначен для проектного расчета приводов машин, состоящих из двигателя, муфты, передачи гибкой связью и одноступенчатого редуктора, и построения в КОМПАС-График чертежа общего вида редуктора, который входит в рассчитанный привод. Программа позволяет рассчитывать 35 различных схем приводов, которые представляют собой всевозможные комбинации передач гибкой связью (ременной, клиноременной или цепной) с одноступенчатым редуктором (цилиндрическим, коническим или червячным).

Проект состоит из двух частей: расчетной – исполняемый файл REDUCTOR.exe и графической, выполненной в виде подключаемой библиотеки к системе КОМПАС, – файл REDUCTOR.rtw.

В расчетной части выполняется кинематический и силовой расчет всего привода, проектный расчет выбранной передачи гибкой связью, проектный расчет передачи зацеплением (редуктора), расчет валов и подбор подшипников. Для этого нужно запустить файл REDUCTOR.exe. Сам расчет практически полностью автоматизирован, проектировщик при необходимости может лишь подкорректировать некоторые параметры. Детальное описание, как работать с этой частью проекта, приведено в небольших справках, которые доступны в каждом расчетном разделе. Каждый раздел расчета представлен вкладкой (рисунок 1.22): первая вкладка – это кинематический и силовой расчет привода, последняя – расчет валов и подшипников, промежуточные две – расчет механических передач, входящих в привод. Результирующие данные расчетов каждой предыдущей вкладки являются исходными данными для расчетов следующей, из чего следует, что вкладки отображают схему привода.

Исходные данные к расчету зубчатой цилиндрической передачи

№ вала	Момент M, Н·м	Мощность N, Вт	Угловая скорость, 1/с	Цд
2	314	15068	48,002	4,000
3	1212	14543	12,001	

Материал зубчатых колес

	Материал	Термообработка	σ _т , МПа	НВ
Колесо	сталь 40	нормализация	340	154
Шестерня	сталь 45	нормализация	380	180

Допустимые контактные напряжения для зубьев [σ_н], МПа

- шестерни: 351,82
- колеса: 309,27

Допустимые напряжения при сгибе [σ_б], МПа

- шестерни: 244,44
- колеса: 230,00

Коэффициенты

- $K_{H\beta} = 1,000$
- $K_{H\alpha} = 1,000$
- $K_{F\beta} = 1,000$
- $K_{F\alpha} = 1,000$
- $\Psi_{bd} = 1,500$
- $K_{H\beta} = 1,075$
- $K_{H\alpha} = 1,140$
- $K_{F\beta} = 1,035$
- $K_{F\alpha} = 1,268$
- $K_{F\beta} = 1,145$
- $K_{F\alpha} = 1,000$
- $K_{F\gamma} = 1,075$
- $K_F = 1,231$

Силы в зацеплении:

- круговая сила $F_{тз} = F_{тк}$, Н: 6038
- радиальная сила $F_{рз} = F_{рк}$, Н: 2275
- осевая сила $F_{аз} = F_{ак}$, Н: 1618

Проверочный расчет

σ _н , МПа	288,41
σ _б , МПа	35,95
σ _к , МПа	30,01

Рисунок 1.22. Вкладка, на которой производится расчет цилиндрической зубчатой передачи

После завершения проектного расчета привода можно переходить к графической части проекта (обязательным условием завершения считается выполнение расчета валов, то есть необходимо заполнить все вкладки расчетной части). Для этого сначала следует подключить библиотеку REDUCTOR.rtw к КОМПАС. В окне менеджера библиотек выполнить команду контекстного меню *Добавить описание* → *прикладной библиотеки*, в открывшемся окне выбрать файл библиотеки (REDUCTOR.rtw). В появившемся диалоге *Свойства библиотеки* можно задать имя, которое будет отображено в окне менеджера

библиотек, а также выбрать режим открытия (запуска) библиотеки. После подключения библиотека появится в окне менеджера и будет готова к работе.

После запуска библиотеки, если окно расчетной части проекта (REDUCTOR.exe) было закрыто, в окно графической библиотеки будет автоматически загружен редуктор, который был только что спроектирован в расчетной части (рисунок 1.23). В противном случае придется или заново произвести расчет всего привода, или загрузить данные о рассчитанном приводе, если они, конечно, были сохранены из расчетной части.



Рисунок 1.23. Окно графической части проекта Редуктор-2D V1.7

Все, что остается для построения чертежа редуктора, входящего в привод, – нажать кнопку **Чертить лист**. Программа самостоятельно создаст лист формата A1 и разместит на нем три проекционных вида редуктора со всеми необходимыми сечениями и размерами.

Пример чертежа редуктора, построенного с помощью этой библиотеки, изображен на рисунке 1.24. Кроме цилиндрического косозубого редуктора, в привод входит ременная передача. Привод рассчитывался для следующих исходных данных: вращающий момент выходного вала – $1200 \text{ Н} \cdot \text{м}$, угловая скорость – 12 с^{-1} , режим работы – средний.

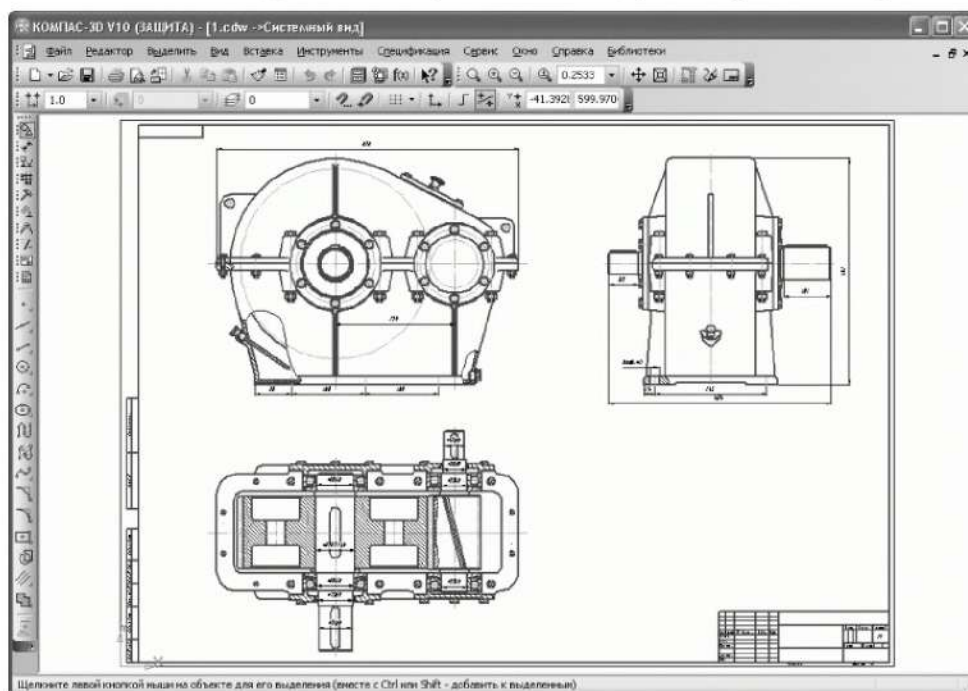


Рисунок 1.24. Чертеж цилиндрического редуктора, сгенерированный прикладной библиотекой Редуктор-2D V1.7

2.8. РЕДУКТОР-3D V2.3

Программа Редуктор-3D также является подключаемым модулем к системе КОМПАС-3D. Приложение Редуктор-3D V2.3 используется для проектного расчета и построения трехмерной модели одноступенчатых редукторов общего назначения трех видов: конического, цилиндрического или червячного.

После запуска библиотеки появится главное окно программы (рисунок 1.25), в левой части которого находится панель выбора типа проектируемого изделия (текущий отображается в цвете, два другие – черно-белые), а в правой – область для ввода исходных данных и области результатов расчета.

Исходные данные включают в себя всего четыре параметра (вводятся в области Исходные данные):

- вращающий момент на ведомом валу редуктора;
- угловая скорость ведомого вала;
- передаточное число редуктора;
- режим работы редуктора.

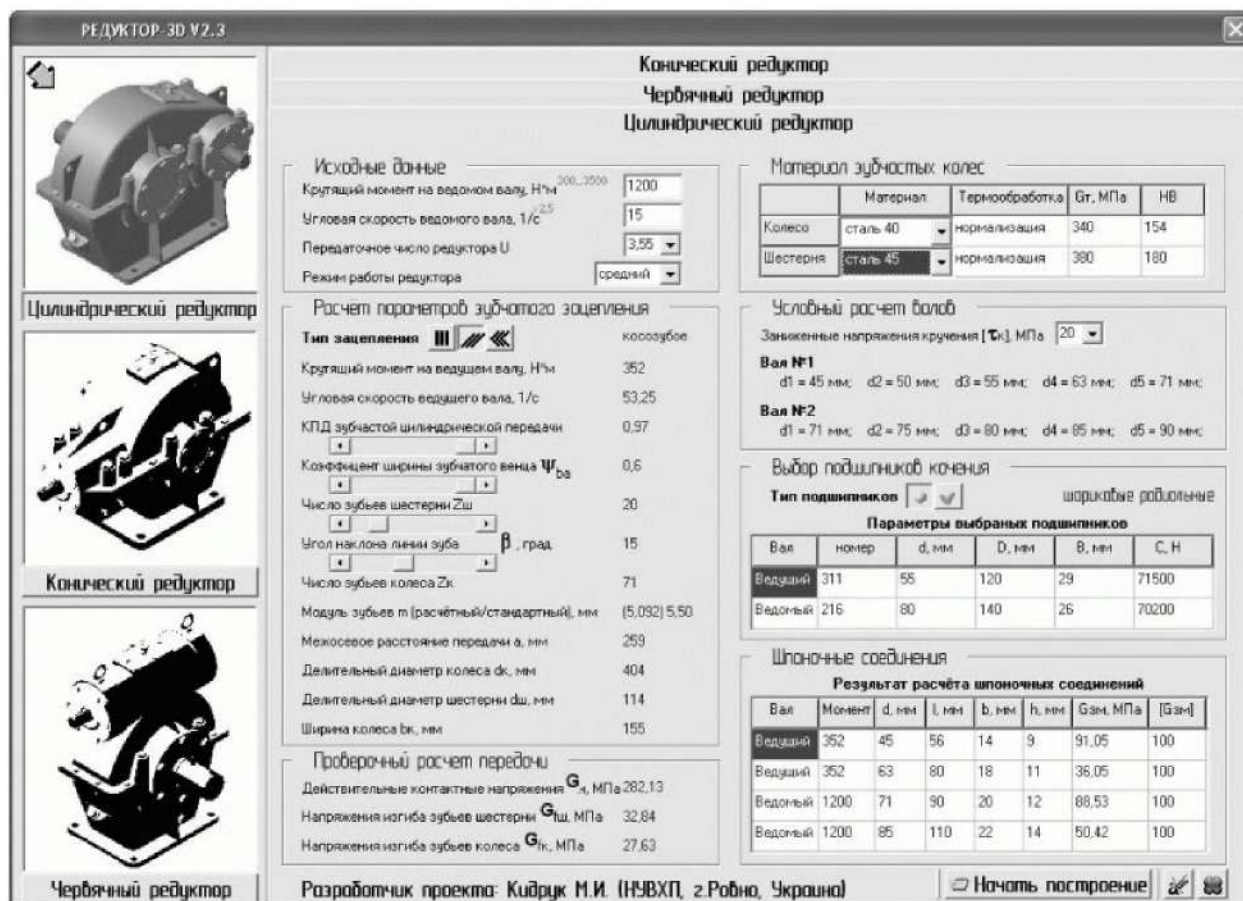


Рисунок 1.25. Главное окно библиотеки Редуктор-3D V2.3

Далее для каждого возможного типа одноступенчатых редукторов можно установить (выбрать) некоторые специфические параметры по своему усмотрению (КПД передачи, количество зубьев шестерни, материалы зубчатой или червячной пары и т. п.).

Практика 1. Расчет конструкций на прочность с использованием прикладных приложений

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Система АРМ FEM представляет собой интегрированный в КОМПАС-3D инструмент для подготовки и последующего конечно-элементного анализа трехмерной твердотельной модели (детали или сборки).

Подготовка геометрической 3D-модели и задание материала осуществляется средствами системы КОМПАС-3D. С помощью АРМ FEM можно приложить нагрузки различных типов, указать граничные условия, создать конечно-элементную сетку и выполнить расчет. При этом процедура генерации конечных элементов проводится автоматически.


АРМ FEM позволяет провести следующие виды расчетов:

- статический расчет;
- расчет на устойчивость;
- расчет собственных частот и форм колебаний;
- тепловой расчет.

В результате выполненных системой АРМ FEM расчетов можно получить следующую информацию:

- карту распределения нагрузок, напряжений, деформаций в конструкции;
- коэффициент запаса устойчивости конструкции;
- частоты и формы собственных колебаний конструкции;
- карту распределения температур в конструкции;
- массу и момент инерции модели, координаты центра тяжести.

2. ПОДКЛЮЧЕНИЕ СИСТЕМЫ АРМ FEM

Система АРМ FEM является прикладной библиотекой КОМПАС-3D для подключения которой необходимо запустить **Менеджер библиотек**  и выбрать пункт *АРМ FEM: Прочностной анализ* в папке Расчет и построение. После этого библиотека будет подключена и станет доступна панель инструментов *АРМ FEM: Прочностной анализ* (рис. 1.1)

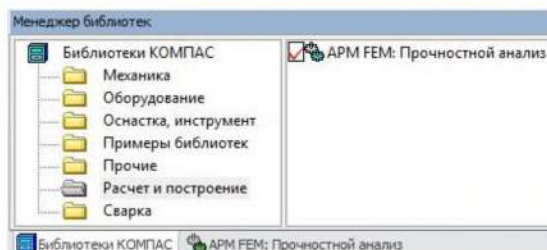


Рисунок 1.1. Библиотека АРМ FEM: Прочностной анализ

3. ИНТЕРФЕЙС СИСТЕМЫ АРМ FEM

3.1. ОБЩИЙ ВИД АРМ FEM

АРМ FEM является библиотекой системы трехмерного моделирования КОМПАС-3D и полностью использует ее интерфейс, что существенно облегчает работу.

Основные элементы интерфейса, используемые APM FEM представлены на рис.1.2:

- дерево панели «Прочностной анализ»;
- панель инструментов «Прочностной анализ»;
- панель свойств;
- подсказки для текущей команды;
- информационные сообщения.

Управление отображением панелей инструментов данного редактора, осуществляется использованием меню **Вид / Панели инструментов.**

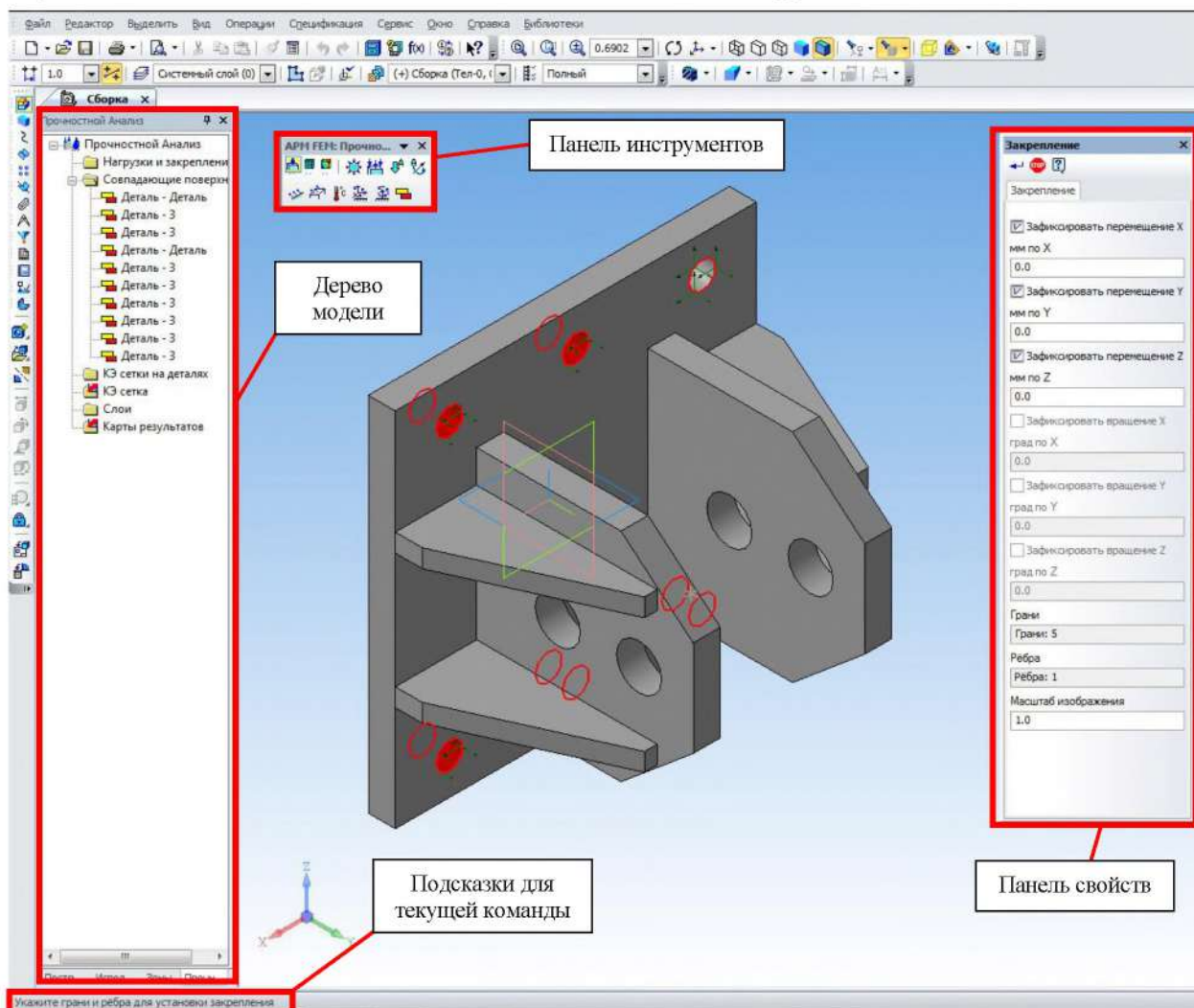


Рисунок 1.2. Интерфейс APM FEM

3.2. КОМАНДЫ БИБЛИОТЕКИ APM FEM

При подключении библиотеки *APM FEM: Прочностной анализ* справа появляется дополнительная вкладка со всеми командами библиотеки.

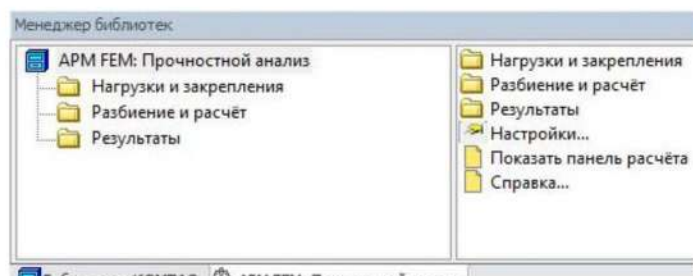


Рисунок 1.3. Меню библиотеки APM FEM: Прочностной анализ

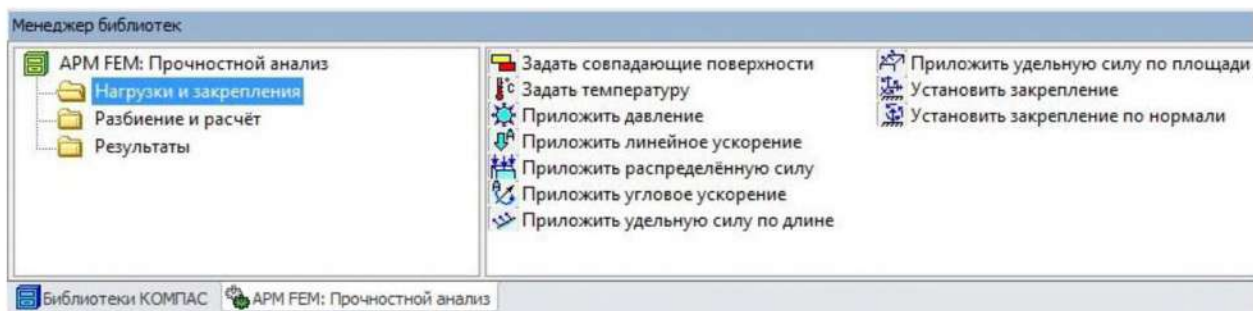


Рисунок 1.4. Группа команд Нагрузки и закрепления

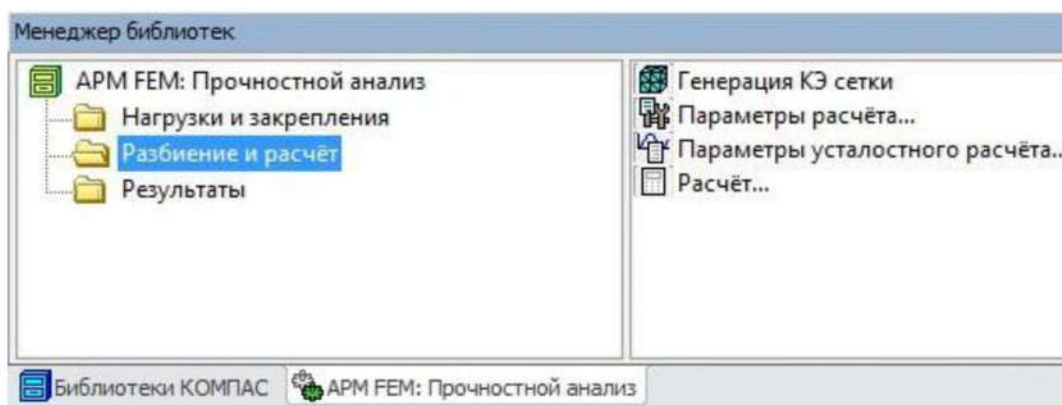


Рисунок 1.5. Группа команд Разбиение и расчёт

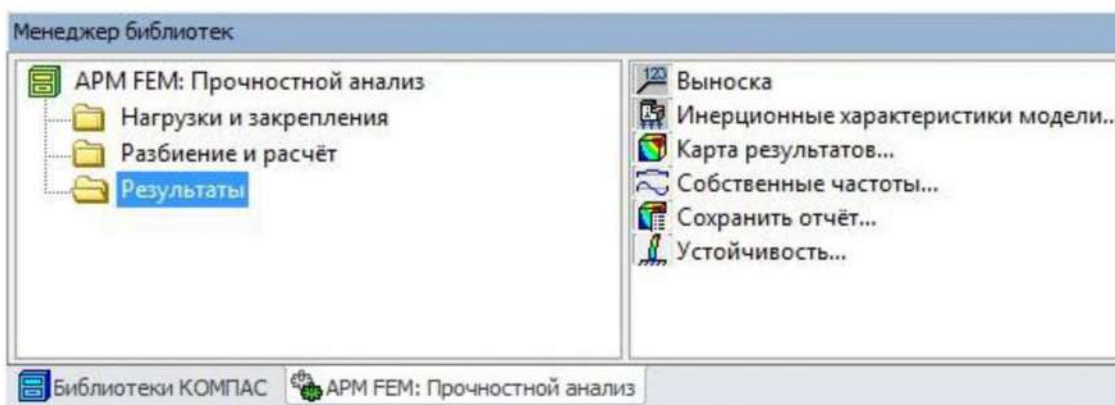


Рисунок 1.6. Группа команд Результаты

3.3. ПАНЕЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ APM FEM: ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ

Данная панель предназначена для ускоренного выбора команд прочностного анализа. Первые три кнопки компактной панели предназначены для выбора активных панелей (рис. 1.7):



Рисунок 1.7. Панели APM FEM: Прочностной анализ

3.4. ВЫБОР ОБЪЕКТОВ

Для задания закреплений и нагрузок требуется указание или выделение объектов: как правило, ребер и граней. После активации команды в строке состояния появляется подсказка «Укажите грань (ребро)...». Для выбора грани или ребра достаточно навести на него указатель мыши и щелкнуть левой кнопкой мыши. При выборе объектов следует учитывать вид указателя мыши для граней и ребер (рис. 1.8). Цвет выбранных граней и ребер станет красным, а на панели свойств будет указано общее количество объектов, к которым приложена нагрузка или задано закрепление (рис. 1.9).

Для удобства выбора можно использовать фильтры КОМПАС-3D компактной панели. Для этого необходимо выбрать панель Фильтры , а затем вкл/выкл. фильтр граней и ребер .

Для снятия выделения необходимо щелкнуть по объекту повторно.

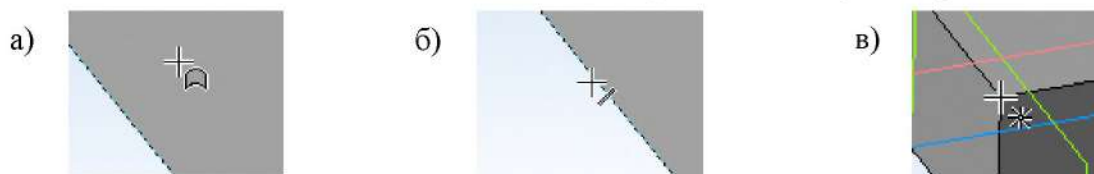


Рисунок 1.8. Вид указателя мыши при выборе грани (а), ребра (б), узла (в)

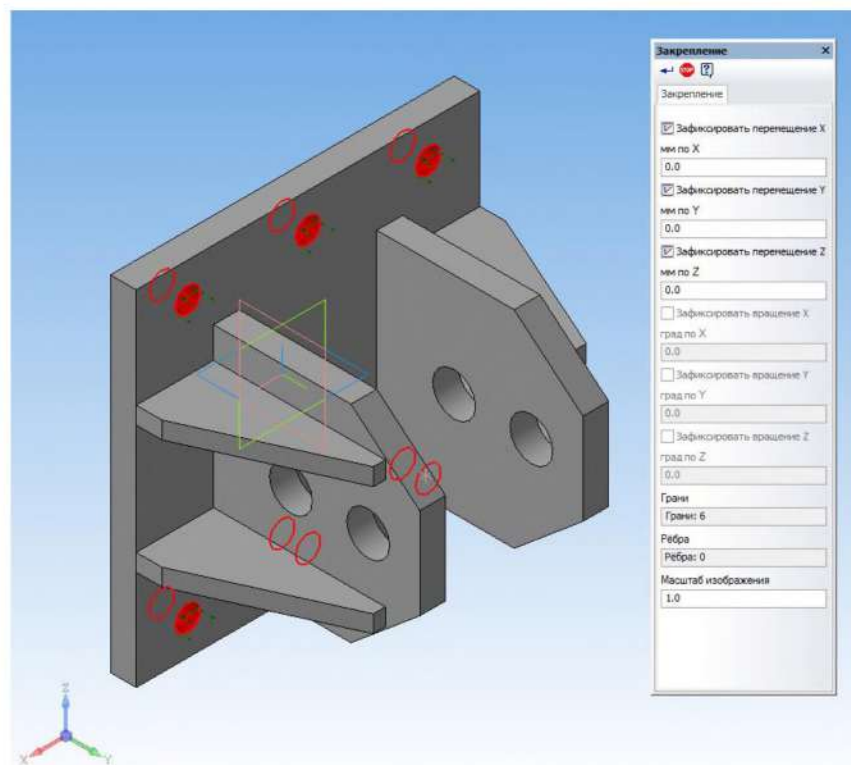


Рисунок 1.9. Пример выбора граней для задания закреплений

3.5. ЗАДАНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА

Задание свойств материала осуществляется средствами системы КОМПАС-3D с использованием **библиотеки Материалов и Сортаментов**. Для выполнения прочностного расчета для материала детали должны быть заданы следующие свойства:

- предел текучести, (МПа);
- модуль упругости нормальный, (МПа);
- коэффициент Пуассона;
- плотность, (кг/м³);
- температурный коэффициент линейного расширения, (°С⁻¹);
- теплопроводность, (Вт/(мС));
- предел прочности при сжатии, (МПа);
- предел выносливости при растяжении, (МПа);
- предел выносливости при кручении, (МПа).

В том случае, если для детали или каких-то деталей из сборочной единицы материал из библиотеки Материалов и Сортаментов не задан, то при генерации конечно-элементной сетки, появляется предупреждение (рис. 1.10) со списком этих деталей.

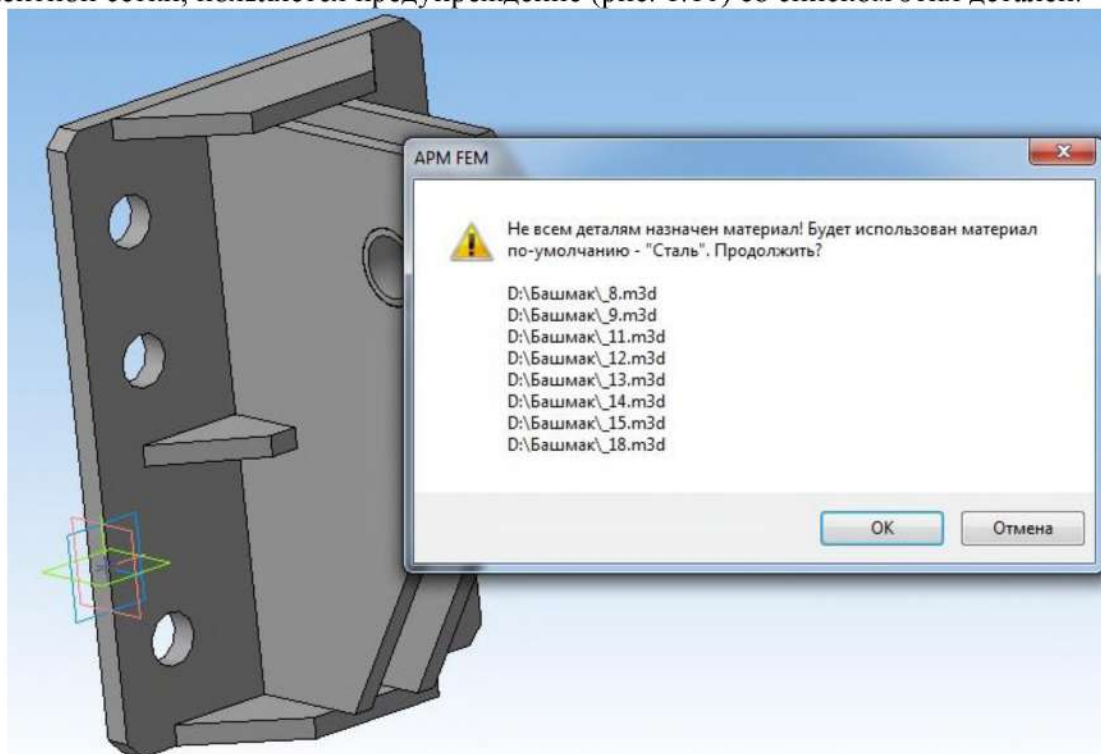


Рисунок 1.10. Предупреждение о том, что перечисленным деталям не задан материал из библиотеки

При нажатии кнопки ОК в этом окне всем перечисленным деталям присвоятся свойства материала «Сталь», соответствующие материалу Сталь 3кп (с пределом текучести 235 МПа). Нажатие кнопки Отмена прервет процесс генерации КЭ-сетки.

Данное окно предупреждения будет появляться в том случае, если в контекстном меню при щелчке правой кнопкой мыши на папке «**КЭ сетка**» в дереве прочностного расчета стоит флажок в опции **Проверять наличие материала у деталей**. По умолчанию, флажок в этой опции установлен. При отсутствии флажка в этой опции окно предупреждения (рис. 1.10) выдаваться не будет, и свойства материала «Сталь» будут присваиваться таким деталям автоматически.

Если какой-либо из пунктов свойств материала в **библиотеке Материалов и Сортаментов** не задан (некорректен), то по умолчанию принимаются свойства материала

«Сталь», соответствующие материалу Сталь 3кп (с пределом текучести 235 МПа), и система выдаёт предупреждение об отсутствии (некорректности) свойств.

3.6. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ДЕТАЛЕЙ И СБОРОК

Условно, все детали, входящие в сборку КОМПАС-3D можно разделить на две группы. К первой группе относятся детали, которые необходимо рассчитать на прочность, используя конечно-элементный анализ. Ко второй группе относятся конструктивные элементы и детали, которые необходимо исключить из расчета.

Для исключения объекта или целой детали из расчета необходимо в дереве модели выбрать команду **Исключить из расчета**.

К конструктивным элементам, которые необходимо исключить из расчета, относятся фаски, канавки, небольшие отверстия и другие объекты, которые не оказывают значительного влияния на прочность, однако для их корректного описания потребуется значительное уменьшение размеров конечных элементов.

Необходимо исключить из расчета также детали, прочность которых не вызывает сомнения или может быть определена инженерными методами. Например, при выполнении расчета сборки исключают из расчета элементы крепежа, прочность которых может быть определена инженерными методами расчета.

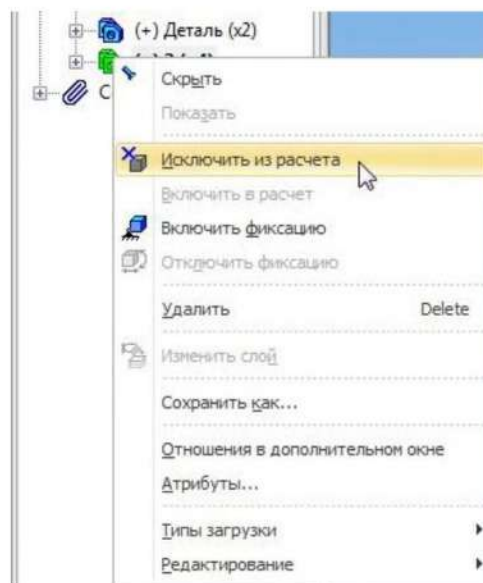



Рисунок 1.11. Исключение из расчета


При генерации КЭ-сетки сборки каждая деталь помещается в отдельный слой. Это позволяет просматривать результаты расчета только для одной или нескольких деталей включая-выключая отдельные слои.

3.7. ПАНЕЛЬ СВОЙСТВ

Для задания параметров команд используется Панель свойств КОМПАС-3D. По умолчанию, панель свойств расположена горизонтально в нижней части экрана. Учитывая, что параметры для большинства команд расположены вертикально, можно рекомендовать вертикальное расположение панели свойств (рис. 1.2 и 1.9).

Задание нагрузки осуществляется в глобальной системе координат или по нормали к поверхности. Для изменения направления знака на противоположное необходимо изменить знак перед значением на противоположный. При этом истинное направление действия нагрузки отобразится на 3D-модели.

Для завершения ввода значений параметров нажмите кнопку  (Ctrl+Enter).

Для отказа от задания параметров и прерывания команды нажмите кнопку  (Esc).

3.8. НАСТРОЙКИ МАСШТАБА ИЗОБРАЖЕНИЯ СТРЕЛОК, ЗАКРЕПЛЕНИЙ И НАГРУЗОК

Размеры изображения стрелок, закреплений и нагрузок на модели определяются автоматически. При этом панель Свойств всех команд содержит поле для ввода масштаба изображения. Масштаб изображения позволяет изменить размеры стрелок, закреплений и нагрузок при отображении на модели. Данный инструмент позволяет улучшить

визуализацию, если размеры изображения стрелок, закреплений и нагрузок на модели не видны или, наоборот, слишком громоздки.

4. КОМАНДЫ APM FEM

Общий порядок расчета твердотельной модели:

1. Порядок подготовки модели и выполнения расчета:
2. Подключение библиотеки APM FEM: Прочностной анализ.
3. Подготовка модели к расчету – задание закреплений и приложение нагрузки.
4. Задание совпадающих граней (для КЭ-анализа сборки).
5. Генерация КЭ-сетки.
6. Выполнение расчета.
7. Просмотр результатов в виде карт напряжений, перемещений.

4.1. ПОДГОТОВКА МОДЕЛИ К РАСЧЕТУ

Команды панели Подготовка модели предназначены для задания нагрузки и установки закреплений.

Отдельные нагрузки или закрепления можно показать или скрыть, используя дерево прочностного анализа. При этом в расчете участвуют только видимые нагрузки и закрепления. Эту особенность можно использовать для вариации расчетных моделей.

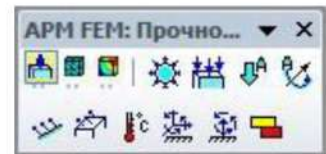


Рисунок 1.12. Панель инструментов. Подготовка модели

Приложить давление  – данная команда позволяет приложить равномерно распределенное давление к поверхностям трехмерной модели.

Укажите поверхности, к которым будет приложено давление. После чего выбранная поверхность будет занесена в список граней, будет выделена цветом и, кроме того, на ней отрисуются стрелки красного цвета, указывающие направление действующего давления (рисунок 1.13).

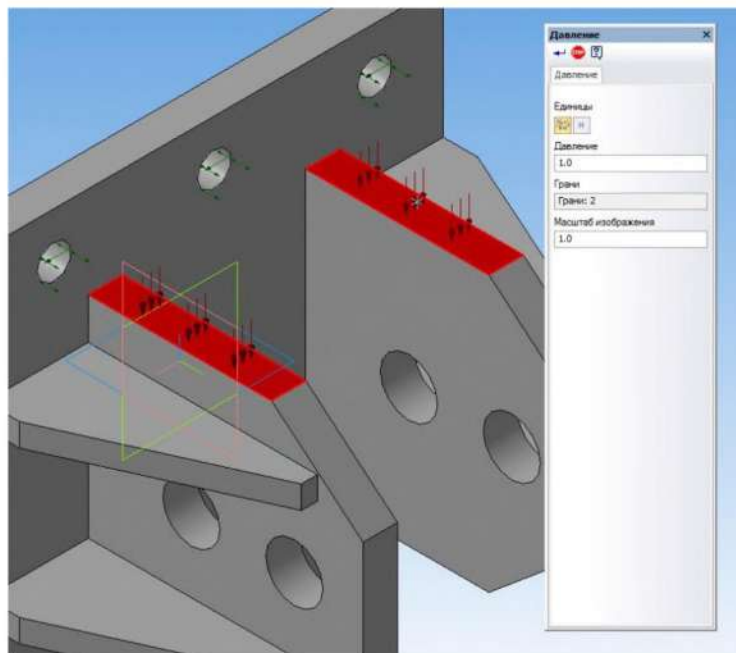


Рисунок 1.13. Указание поверхности, на которую будет приложено давление


В случае, если такое же давление действует и на другие поверхности, целесообразно их добавить в список граней, аналогично тому, как это было сделано для первой поверхности.

Заключительным этапом является указание значения давления, действующего на поверхность. Для этого необходимо ввести с клавиатуры числовое значение в поле рядом с надписью Давление. Значение нагрузки может быть задано как в Н/мм^2 (МПа), как это предлагается сделать на (рисунок 1.13), так и в виде величины силы, действующей на данную грань. Для этого необходимо нажать на кнопку (Н/мм^2 или Н).

При выборе способа ввода давления через силу (Н) введенное значение силы будет задано на все выбранные грани равномерно. Такой подход позволяет с помощью одной команды задать суммарную нагрузку на группу разных по площади граней.

Важно помнить, что давление всегда моделируется как сила, действующая на выбранную поверхность и направленная по нормали к каждой точке поверхности.

Для того, чтобы убрать из списка граней ранее выбранную поверхность выделение с нее нужно снять. Для этого подводим указатель мыши к интересующей грани в рабочем окне редактора и нажимаем один раз левую кнопку мыши.

Распределенная сила  – данная команда позволяет приложить равномерно распределенную силу к грани или ребру трехмерной модели.

Необходимо указать те грани или ребра, к которым будет приложена распределенная сила.

Сила, как и давление, является распределенной, но в отличие от давления задается в глобальной системе координат. Задать направление действия силы можно по ребру или отрезку. Для этого необходимо выбрать опцию «Взять вектор с отрезка» и указать соответствующее ребро или отрезок. Кнопка «Инвертировать вектор» позволяет изменить направление вектора на противоположное.

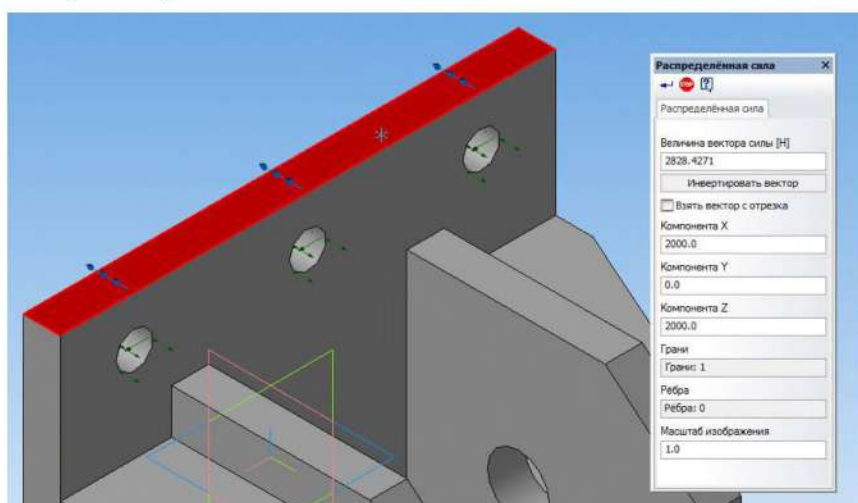



Рисунок 1.14. Задание распределенной силы

В случае, если распределенная сила действует на разные поверхности, целесообразно их добавить в список граней, аналогично тому, как это было сделано для первой поверхности. При этом введенное значение силы будет задано на все выбранные грани или ребра равномерно. Такой подход позволяет с помощью одной команды задать суммарную нагрузку на группу разных по длине ребер (площади граней).

Заключительным этапом является указание значения силы. Для этого необходимо ввести с клавиатуры числовые значения в поля X, Y, Z, соответствующие проекциям силы в глобальной системе координат. Длина вектора определится автоматически. Значение нагрузки задается в Ньютонах. Пересчет значения силы в каждый узел конечно-элементной сетки при разбиении будет проведен автоматически.

Для того, чтобы убрать из списка ранее выбранную грань (ребро) выделение нужно снять.

Линейное ускорение  – данная команда вызывает диалоговое окно для задания вектора линейного ускорения. Значение линейного ускорения вводится в поля X, Y, Z, соответствующие проекциям в глобальной системе координат. Задать направление действия линейного ускорения можно по ребру или отрезку. Для этого необходимо выбрать опцию «Взять вектор с отрезка» и указать соответствующее ребро или отрезок. Кнопка «Инвертировать вектор» позволяет изменить направление вектора на противоположное.

Длина вектора определится автоматически. Ускорение действует на всю конструкцию. Вектор ускорения изображается красной стрелкой в точке (0; 0; 0).

С помощью данной команды также можно задать ускорение свободного падения и, таким образом, учесть действие силы тяжести. Например, (рисунок 1.15), линейное ускорение задано по оси Z вверх, и в ту же сторону будет действовать эквивалентная ей сила тяжести.

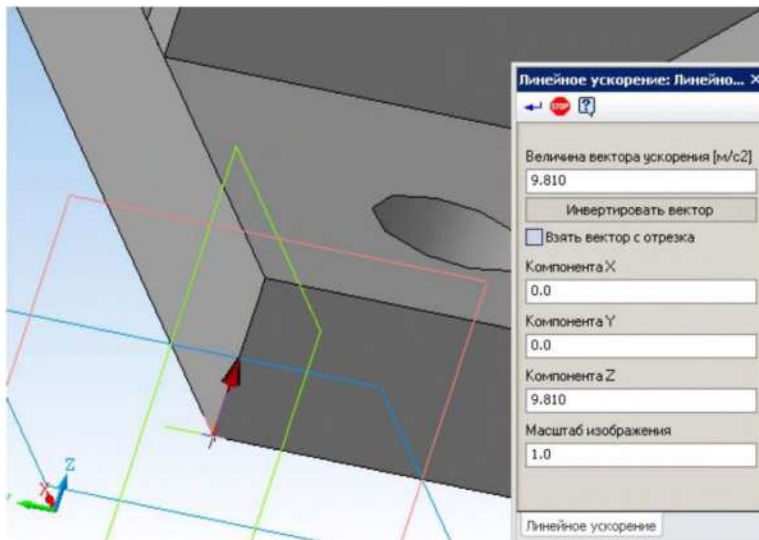


Рисунок 1.15. Задание линейного ускорения

Угловое ускорение  – данная команда позволяет задать угловую скорость и угловое ускорение (рисунок 1.16).

Точка отсчета и Направление задаются в полях X, Y, Z, соответствующих проекциям в глобальной системе координат. Значения угловой скорости и углового ускорения задаются дополнительно. Направление угловой скорости и ускорения определяется по правилу правого винта. Вектор углового ускорения изображается желтой стрелкой в точке отсчета.

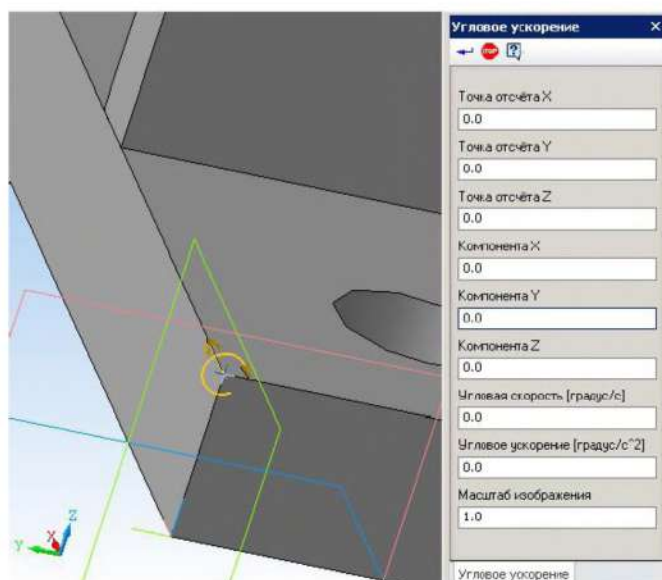


Рисунок 1.16. Задание угловой скорости и углового ускорения с клавиатуры

Точку отсчета можно также указать на модели на пересечении ребер. Привязка по точке действует к пересечению ребер.

Приложить удельную силу по длине  – данная команда вызывает диалоговое окно для задания равномерной распределенной силы к ребру трехмерной модели. Необходимо указать ребра, к которым будет приложена сила (рисунок 1.17).

В случае, если такая же сила действует и на другие ребра, целесообразно их добавить в список ребер, аналогично тому, как это было сделано для первого ребра.

Заключительным этапом является указание значения действующей силы и её направление в пространстве. Для этого достаточно ввести проекции этой силы по осям X, Y, и Z в глобальной системе, тем самым, задав как значение, так и направление действия силы. Задание первой проекции по любой из осей приведет к появлению на выделенных ребрах стрелок, показывающих направление действия силы в данном конкретном случае.

Задать направление действия удельной силы по длине можно по ребру или отрезку. Для этого необходимо выбрать опцию «Взять вектор с отрезка» и указать соответствующее ребро или отрезок.

Кнопка «Инvertировать вектор» позволяет изменить направление вектора на противоположное.

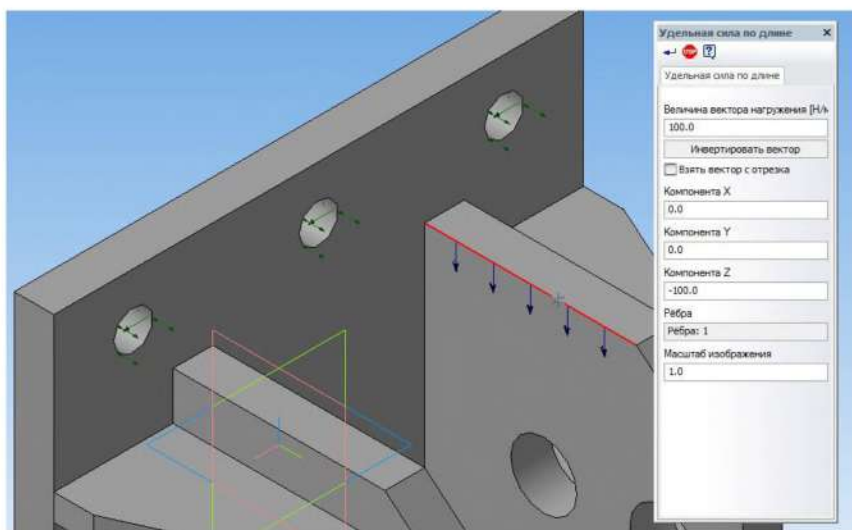


Рисунок 1.17. Задание удельной силы по длине

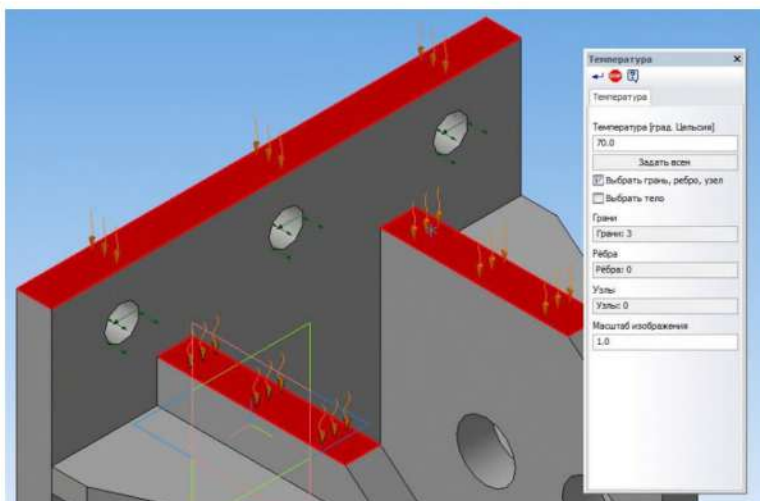



Рисунок 1.18. Задание температуры


Удельная сила по площади  – данная команда позволяет приложить равномерную удельную силу по площади к поверхности трехмерной модели. Задание данной нагрузки аналогично заданию **Распределенной силы**, только значение удельной силы вводится в Н/мм².

Приложить температуру  – данная команда позволяет приложить равномерно распределенную температуру к ребру, к поверхности и к узлу ранее созданной трехмерной модели (рисунок 1.18).

Опция «Выбрать тело» позволяет выбирать детали целиком при работе со сборками.

Кнопка «Задать всем» задает температуру всем поверхностям одной детали или сборки.

Укажите поверхности, ребра, узлы или детали целиком, к которым будет приложена температура, и введите числовое значение действующей температуры в градусах Цельсия.

Установить закрепление  – данная команда позволяет установить закрепление к ребру и к поверхности трехмерной модели.

Укажите поверхности и ребра, на которые будут установлены закрепления (рис. 2).

Заключительным этапом является указание, в каком направлении запретить перемещение, и вокруг какой оси глобальной системы координат запретить поворот для ранее выбранных ребер и поверхностей.

Кроме того, используя инструмент **Закрепление**, можно приложить такой специфический вид нагрузки как *Смещение*. Если рядом с зафиксированным перемещением/поворотом в активном белом поле поставить число, то это будет рассматриваться как смещение/поворот ранее выбранных элементов на указанное число.

Установить закрепление по нормали  – данная команда позволяет установить закрепление по нормали к поверхностям трехмерной модели. С помощью этого вида закреплений можно моделировать опоры типа подшипник.

Укажите поверхности, на которые будут установлены закрепления (рисунок 1.19). Перемещения по нормали к этим поверхностям будут запрещены.

Кроме того, можно приложить такой специфический вид нагрузки как *Смещение*. Если в поле «Смещение [мм]» поставить число, то это будет рассматриваться как смещение по нормали ранее выбранных элементов на указанное число.

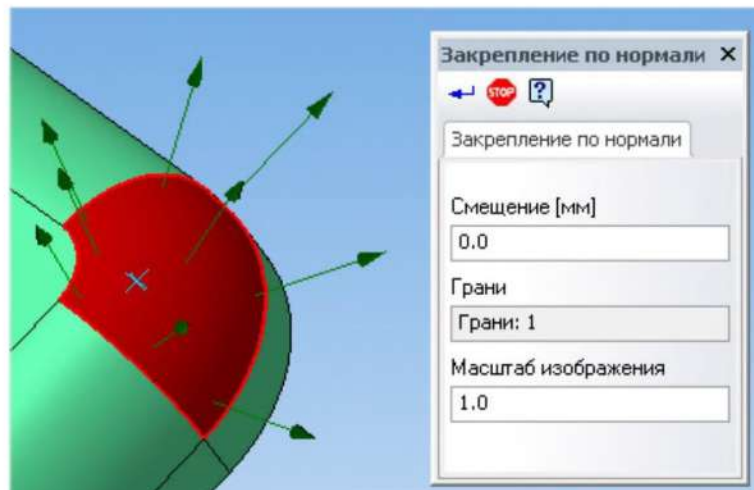


Рисунок 1.19. Задание закрепления по нормали

Задать совпадающие поверхности  – команда осуществляет автоматический поиск и ручное задание совпадающих граней соприкасающихся деталей в сборке.

Нажатие кнопки «Автопоиск» в окне «Совпадающие поверхности» запускает автоматический поиск совпадающих поверхностей (рисунок 1.20).

После автоматического поиска все совпадающие грани будут размещены в дереве Прочностного анализа. При выборе в дереве они подсвечиваются на самой модели (рисунок 1.20). Таким образом, можно проконтролировать и отредактировать любую из автоматически созданных совпадающих граней.

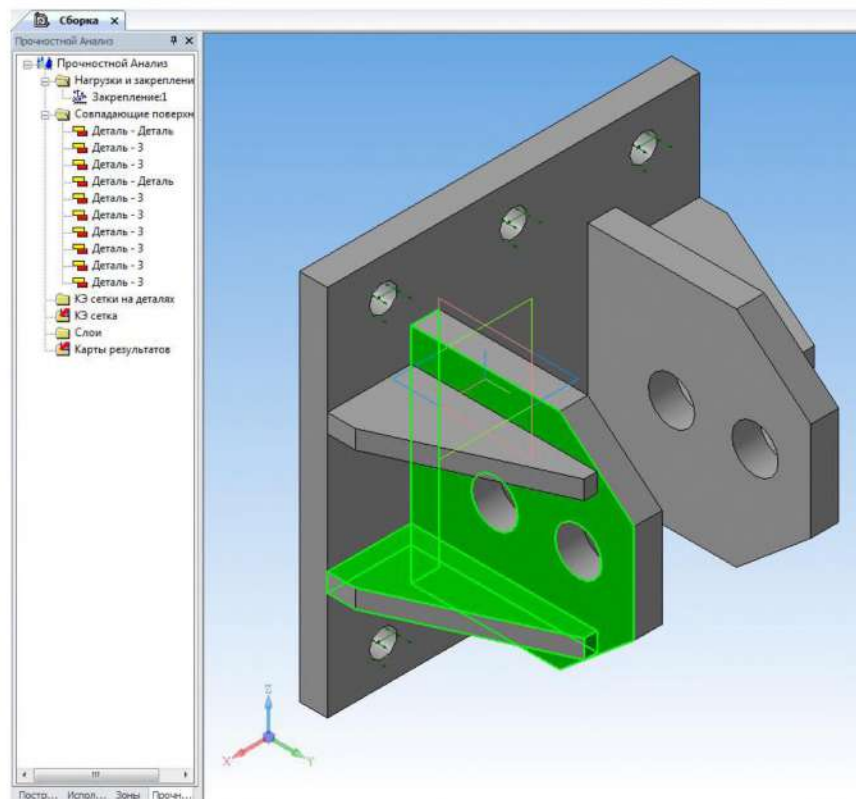


Рисунок 1.20. Совпадающие грани, определенные автоматически

При ручном задании совпадающих поверхностей (рисунок 1.21) необходимо указать сначала первое тело, выделив его в сборке. Остальные тела станут прозрачными (рисунок 1.21). На этом теле указывают те грани, которые будут находиться в контакте с другими телами.

Нажатием кнопки «Очистить» для выбранного тела выбор этого тела будет отменен, и выбранные ранее грани этого тела будут отменены.

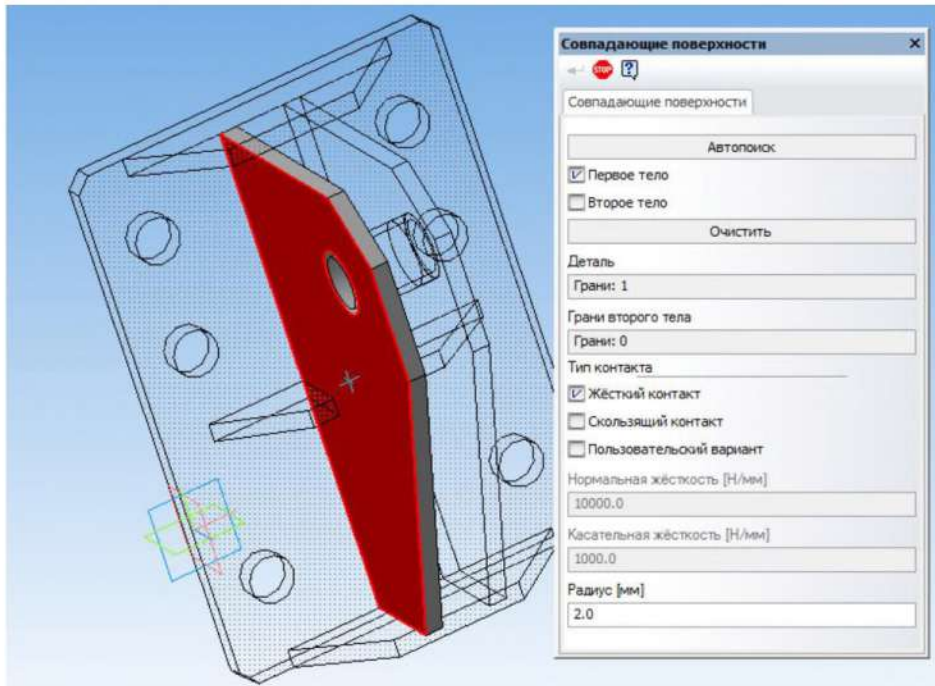


Рисунок 1.21. Задание совпадающих поверхностей первого тела

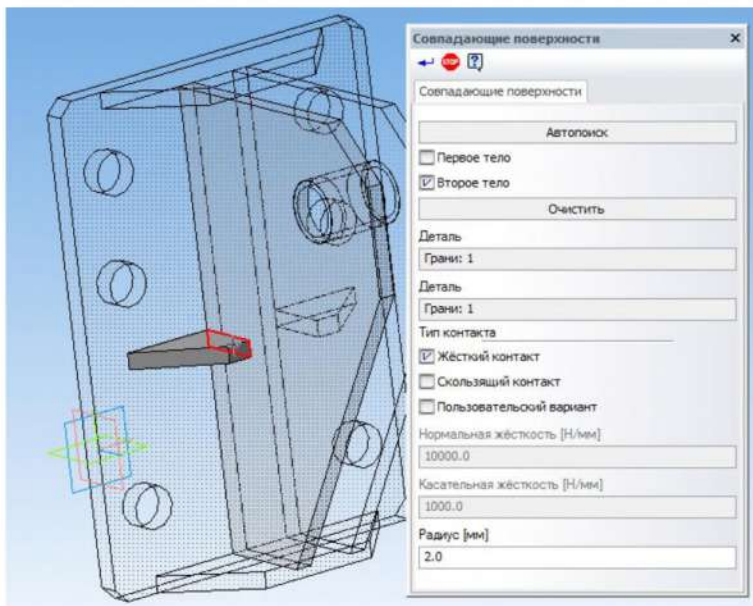


Рисунок 1.22. Задание совпадающих поверхностей второго тела

Аналогичным образом выбираем второе тело и указываем на нем те грани, которые будут в контакте с первым телом (рисунок 1.22).

Если выбраны только тела (без указания граней), то при нажатии кнопки «Автопоиск» будет проведен поиск совпадающих граней только среди выбранных тел.

Далее, необходимо выбрать/уточнить тип контакта:

- жесткий контакт;
- скользящий контакт;
- пользовательский вариант.

При *Жестком контакте* – будет рассматриваться случай, когда сдвиг одной детали относительно другой невозможен, и при выполнении статического расчета данная

пара деталей будет иметь соединение друг с другом, такое, как при их склеивании. Данный тип контакта будет передавать от одной детали к другой и нормальные, и касательные усилия.

Скользкий контакт – предполагает, что одна деталь может перемещаться по поверхности другой детали без отрыва. В этом случае будет осуществляться передача только нормальных усилий.

Пользовательский вариант – предполагает задание пользователем отдельно нормальной и касательной (тангенциальной) жесткостей контакта.

Величина *Радиуса* задает величину возможного зазора между поверхностями контактирующих деталей. Зазор может появиться в силу ошибок геометрического моделирования, но поверхности, находящиеся друг от друга на расстоянии меньшем заданной величины радиуса, будут рассматриваться, как находящиеся в контакте.

4.2. РАБОТА С ДЕРЕВОМ ПРОЧНОСТНОГО АНАЛИЗА

Дерево модели **Прочностной анализ** является отдельной вкладкой и содержит 5 групп объектов: *Нагрузки и закрепления, Совпадающие поверхности, КЭ-сетка, Слои и Карты результатов*.

Для работы с группами (рисунок 1.23) и объектами (рисунок 1.24) дерева модели используются контекстные меню. Команды контекстного меню группы применимы ко всем объектам группы.

Команды контекстного меню для работы с группой объектов:

Удалить все – команда удаляет все объекты группы.

Скрыть все – команда скрывает отображение всех объектов группы на 3D модели.

Показать все – команда включает отображение всех объектов группы на 3D модели.

Обновить все – команда позволяет обновить отображение объектов на 3D модели. Данную команду следует обязательно выполнять после любого перестроения геометрической модели для корректного приложения нагрузок и закреплений.

Команды контекстного меню для работы с отдельным объектом:

Удалить – команда удаляет объект.

Скрыть/Показать – команда позволяет включить/выключить отображение объекта на модели.

Редактировать – данная команда открывает панель свойств объекта для редактирования параметров выделенного объекта.

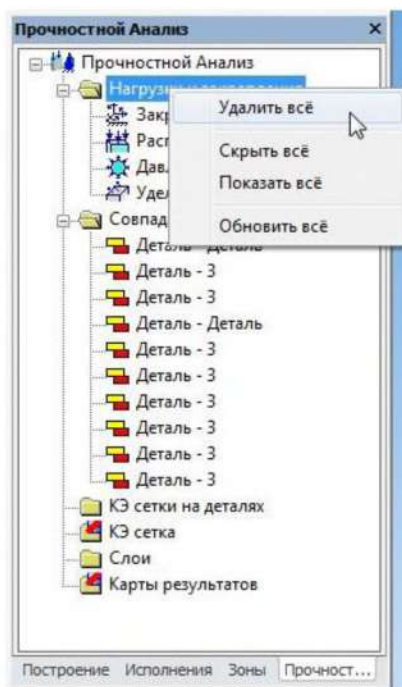


Рисунок 1.23. Контекстное меню по работе с группой объектов

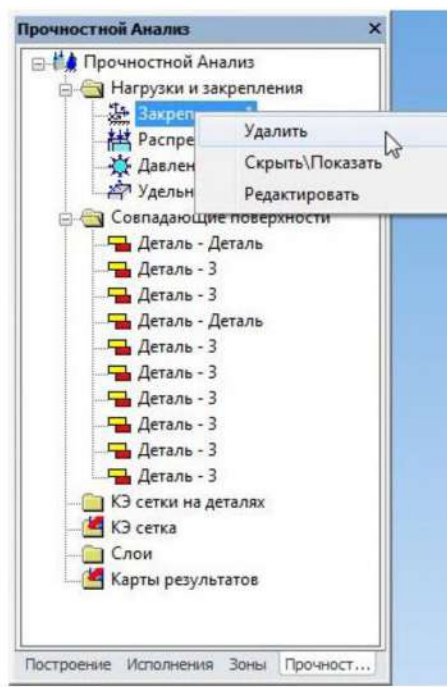



Рисунок 1.24. Контекстное меню по работе с отдельными объектами

4.3. ГЕНЕРАЦИЯ КЭ-СЕТКИ

Генерация КЭ-сетки осуществляется с помощью команды  **КЭ-сетка** панели инструментов **Разбиение и расчет**. Параметрами данной операции являются *Максимальная длина стороны элемента*, *Максимальный коэффициент сгущения на поверхности* и *Коэффициент разрежения в объеме*.

4-х или 10-ти узловые тетраэдры – настройка позволяет выбрать тип конечного элемента. Использование 10-ти узловых тетраэдров позволяет использовать больший шаг разбиения по сравнению с 4-х узловыми, что экономит память и ресурсы компьютера при обеспечении точности расчёта.

Максимальная длина стороны элемента – величина, характеризующая размер конечного элемента (тетраэдра) в мм. Значение максимальной длины стороны элемента следует подбирать, исходя из характерных частей конструкции. Для более точного расчёта требуется более «густая» сетка.

Максимальный коэффициент сгущения на поверхности – коэффициент определяет, насколько следующий элемент можно сделать (где необходимо) меньше. Таким образом при переходе к более мелким частям конструкции, генератор КЭ-сетки получает право создавать конечный элемент в k раз меньше, по сравнению с предыдущим КЭ.

При значении 1 – получаем так называемую «неадаптивную» (равномерную) разбивку. В этом случае элементы конструкции с меньшими, чем заданная максимальная длина размерами будут «проглатываться» или округляться.

Задание значения больше 1 ведёт к генерации «адаптивной» разбивки. При этом КЭ-сетка будет максимально точно отражать геометрию «узких мест».

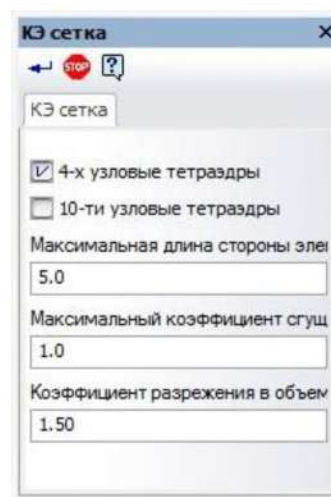


Рисунок 1.25. Параметры команды генерации КЭ-сетки

Обратной стороной точности будет увеличение общего количества КЭ и времени расчета.

Коэффициент разрежения в объеме – степень увеличения (уменьшения) стороны тетраэдра при генерации сетки вглубь объема твердотельной модели. Чем ближе к 1 – тем более одинаковыми становятся слои КЭ. При значениях, больших 1, внутренние КЭ получаются более крупными по сравнению с теми, что у поверхности. Это ведёт к уменьшению общего количества КЭ, без снижения точности расчёта. Диапазон изменения: 0.7...5.

Для контроля качества конечно-элементного разбиения часть сетки может быть скрыта с помощью установки *глубины просмотра*. По умолчанию, плоскость разреза совпадает с плоскостью вида. Для установки пользовательской плоскости разреза следует повернуть модель так, чтобы планируемая плоскость разреза совпала с плоскостью текущего вида и нажать кнопку «Установить плоскость разреза». Глубина просмотра регулируется с помощью соответствующей прокрутки.

В случае некорректного разбиения отдельных деталей в сборке рекомендуется в КОМПАС-3D открыть деталь, перестроить и пересохранить ее, а затем перестроить всю сборку. При отсутствии изменения геометрии детали заданные ранее нагрузки и закрепления остаются.

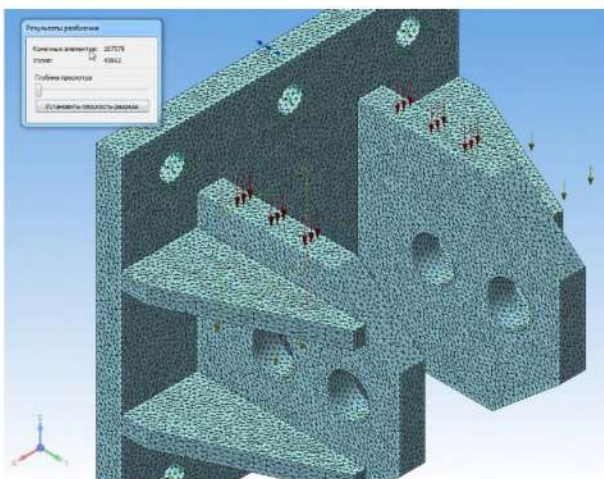


Рисунок 1.26. Пример сгенерированной сетки

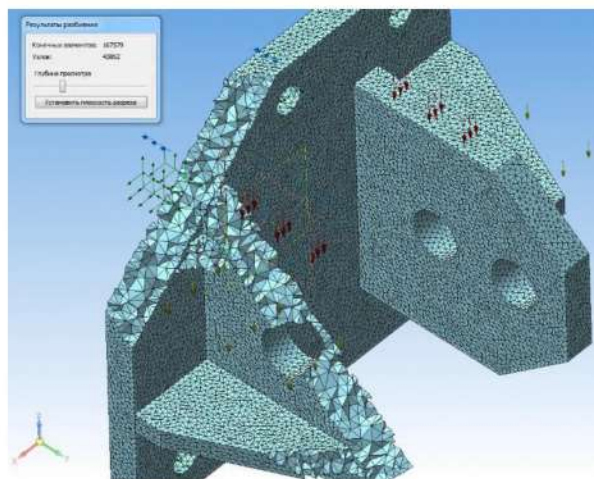


Рисунок 1.27. Установка глубины просмотра

Работа со сгенерированной КЭ-сеткой предусмотрена через контекстное меню дерева прочностного анализа. Для сохранения КЭ-сетки в файл КОМПАС-3D необходимо включить данную опцию в контекстном меню папки «КЭ-сетка». Это может значительно увеличить размер файла, но исключит необходимость повторного разбиения на конечные элементы после открытия файла (рисунок 1.28).

Иконка папки отображает состояние флажка: включено или выключено сохранение (рисунок 1.29).

Если выбрать контекстное меню непосредственно КЭ-сетки, то будут доступны команды: *Удалить*, *Скрыть/Показать*, *Пересоздать сетку*, а также команды для сохранения сетки в файл *APM Structure3D* (рисунок 1.30). Сгенерированная сетка без результатов или после выполнения расчета уже с результатами может быть сохранена в файл *APM Structure3D*.

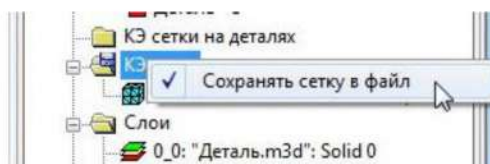


Рисунок 1.28. Сохранение КЭ-сетки в файл КОМПАС-3D



Рисунок 1.29. Вид иконки группы КЭ-сетка в зависимости от флажка сохранения

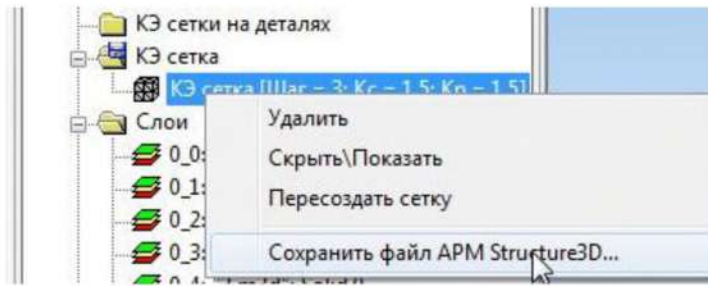



Рисунок 1.30. Контекстное меню по работе с КЭ-сеткой

Необходимость сохранения в файл APM Structure3D может быть обусловлена разными причинами:

- Результаты расчета существенно «утяжеляют» модель КОМПАС-3D, поэтому удобно результаты сохранить в отдельном файле.
- Подготовка КЭ-моделей, состоящих из разных типов конечных элементов. Например, добавление к твердотельной модели из КОМПАС-3D пластинчатых или стержневых КЭ.
- Редактирование модели средствами APM Structure3D. Например, задание узловой нагрузки или закрепления.
- Выполнение расчета, который не предусмотрен в APM FEM. Например, расчет на вынужденные колебания.

4.4. ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЕТА

Для выполнения расчета служит команда  **Расчет** панели инструментов **Разбиение и расчет**. Перед выполнением расчета следует обратить внимание на параметры расчета.

После вызова команды на экране появляется диалоговое окно, запрашивающее вид производимого расчета.

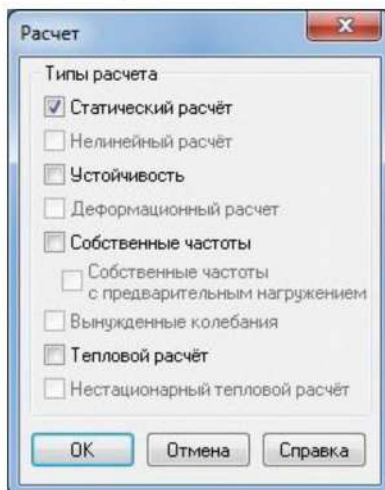


Рисунок 1.31. Окно Типы расчета

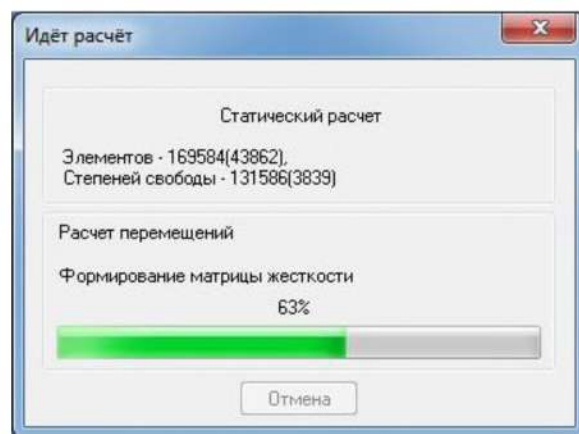



Рисунок 1.32. Окно Идет расчет

4.5. ПАРАМЕТРЫ РАСЧЕТА

Команда  **Параметры расчета** панели инструментов **Разбиение и расчет** вызывает окно с установками для расчета. Диалоговое окно имеет закладки, соответствующие каждому типу расчётов.

Вкладка *Статический расчет* (рисунок 1.33).

Поле Метод решения системы уравнений позволяет выбрать наиболее подходящий метод решения. LDL метод представляет собой факторизацию матрицы жёсткости ансамбля конечных элементов с приведением её к виду $[L]^T[D][L]$.

Frontal метод расчёта предназначен для конструкций, состоящих из большого количества конечных элементов. Метод отличается тем, что матрица жёсткости ансамбля непосредственно в оперативной памяти компьютера не составляется, а решение системы уравнений идёт «фронтально» по всем степеням свободы. Глобальная матрица сохраняется на диске. Следующие поля Размер оперативной памяти (размер рабочей области памяти выделяемой для обработки «фронта») и Размер файла для хранения матрицы (устанавливается в зависимости от типа операционной и файловой систем) относятся только к фронтальному методу решения.

Отличительной особенностью **MT_Frontal** является использование многоядерности процессора.

Sparse – улучшенный метод работы с разреженными матрицами, обеспечивающий прирост скорости вычислений. При расчетах методом **Sparse** в матрице жесткости хранятся только ненулевые элементы, а временные файлы размещаются на жестком диске. Предназначен для моделей с большим количеством конечных элементов и с большой шириной матрицы жесткости. Метод **Sparse** используется по умолчанию.

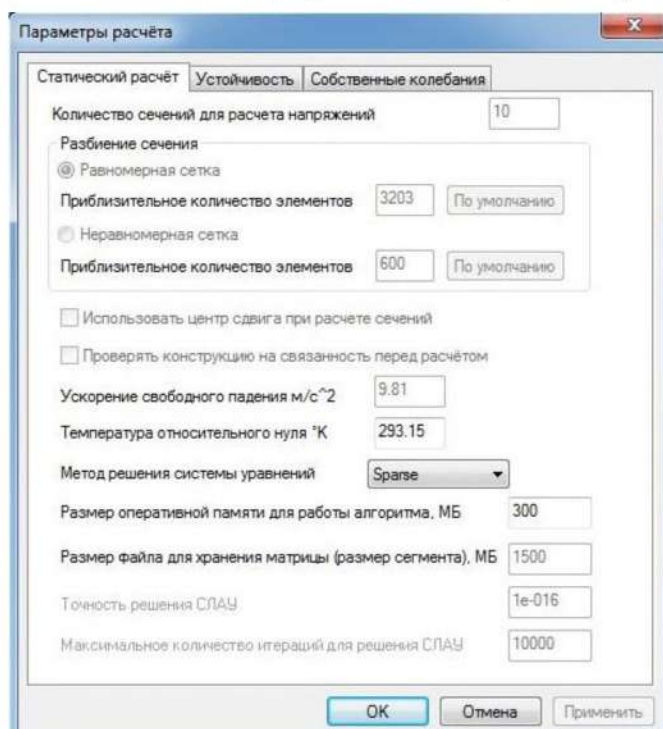


Рисунок 1.33. Диалоговое окно Параметры расчета (статический расчёт)

Вкладка *Устойчивость* (рисунок 1.34).

Для расчёта устойчивости есть возможность выбора метода решения.

Итерации Арнольди (только в 32-х разрядной версии) – метод решения обобщённой задачи на собственные значения, позволяющий получить коэффициент запаса с относительно небольшими затратами процессорного времени. Однако метод не позволяет получать решение для систем с большим числом степеней свободы.

Поиск корней детерминанта – более ресурсоёмкий метод, позволяющий получить решение для больших систем. «Максимальное значение коэффициента запаса устойчивости», «Размер оперативной памяти для работы алгоритма» и «Размер файла для хранения матрицы» – параметры, задающие область поиска решения, размер оперативной памяти, выделяемой для работы алгоритма и размер файлов, создаваемых на

жёстком диске в процессе работы, соответственно. Общий размер файлов на жёстком диске будет зависеть от размерности и топологии задачи.

Для расчета больших моделей целесообразно использовать метод *Поиск корней детерминанта (Sparse)*, адаптированный для работы с разреженными матрицами.

Метод *Ланцоша* также адаптирован для работы с разреженными матрицами и эффективен для расчета больших моделей. Метод позволяет определить в рамках одного расчета несколько форм потери устойчивости. Кроме того, он позволяет находить собственные значения вблизи заданного (пользователем) значения. Метод также хорошо работает с плохо обусловленными матрицами.

Метод *FEAST*. Набор высокопроизводительных численных процедур для решения стандартных симметричных $Ax = \lambda x$ или обобщённых симметрично-определённых задач $Ax = B\lambda x$ нахождения всех собственных значений λ и собственных векторов x в заданном диапазоне поиска $[\lambda_{\min}, \lambda_{\max}]$. Решатель основан на инновационном быстром и устойчивом численном алгоритме, принципиально отличающемся от традиционных итераций подпространств Крылова (алгоритмы Арнольди и Ланцоша) или от других подходов Дэвидсона-Якоби.

Метод *FEAST* находит пары собственных решений, используя численно эффективный метод контурного интегрирования (используемый в квантовой механике). При этом основной решаемой задачей является решение нескольких независимых СЛАУ по контуру, и последующее решение сокращённой задачи нахождения собственных значений/векторов.

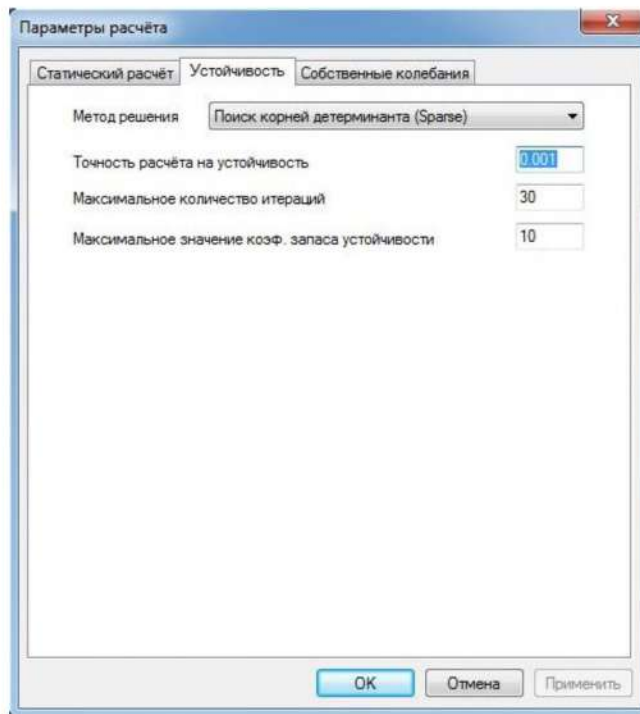


Рисунок 1.34. Диалоговое окно Параметры расчета (расчёт устойчивости)

Вкладка *Собственные колебания* (рисунок 1.35).

Итерации подпространств – метод используется для небольших задач.

Для расчета больших моделей целесообразно использовать метод *Итерации подпространств (Sparse)*, адаптированный для работы с разреженными матрицами. Этот метод позволяет определить в рамках одного расчета несколько форм собственных частот.

Метод *Ланцоша* также адаптирован для работы с разреженными матрицами и эффективен для расчета больших моделей. Метод позволяет определить в рамках одного расчета несколько форм потери устойчивости. Метод также хорошо работает с плохо обусловленными матрицами.

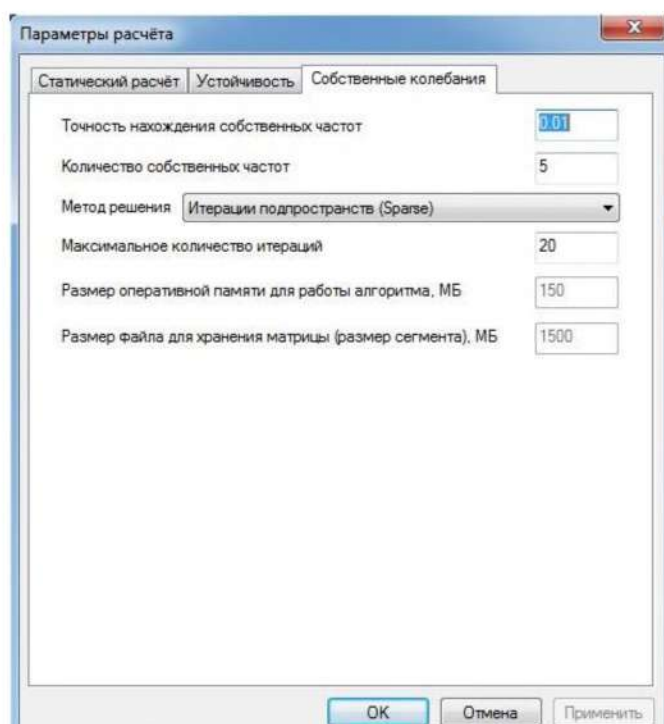



Рисунок 1.35 Диалоговое окно Параметры расчета (расчёт собственных колебаний)

Команда  **Параметры усталостного расчета** панели инструментов **Разбиение и расчет** вызывает окно с установками для усталостного расчёта конструкции (рисунок 1.36). Исходными данными для расчёта усталостной прочности являются напряжённо-деформированные состояния, соответствующие максимальному и минимальному силовому воздействию на конструкцию при циклическом нагружении. Предполагается, что все силы, действующие на конструкцию, изменяются по одному закону.

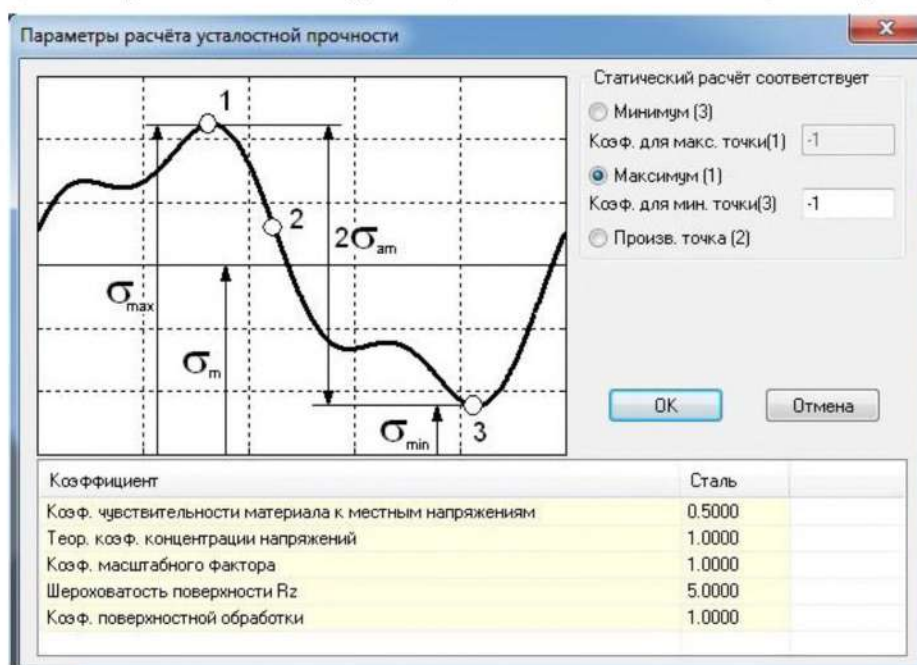



Рисунок 1.36. Диалоговое окно Параметры расчёта усталостной прочности

Группа **Статический расчёт соответствует** позволяет задать максимальное и минимальное значения нагрузки, действующей на модель конструкции. Так, если статический расчёт был проведён для среднего уровня нагрузки, то необходимо выбрать

радио-кнопку **Произв. точка (2)**, а затем в полях ввода **Кэф. для макс. точки (1)** и **Кэф. для мин. точки (3)** ввести безразмерные коэффициенты, на которые необходимо умножить систему сил, чтобы получить экстремальные случаи нагружения. Если статический расчёт был проведён для уровня нагрузки, соответствующего максимальным напряжениям, то необходимо выбрать радио-кнопку **Максимум (1)** и в поле ввода **Кэф. для мин. точки (3)** указать безразмерный коэффициент, на который необходимо умножить систему сил, чтобы получить уровень нагрузки, соответствующий минимальным напряжениям.

В нижней части диалога расположена таблица коэффициентов, используемых при расчёте. Каждому материалу может быть задан определённый набор коэффициентов.

4.6. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Первоначально для просмотра карт необходимо выбрать панель инструментов **Результаты**. Команда  **Карта Результаты** вызывает диалоговое окно для выбора результатов расчета и дальнейшего их просмотра. Кроме того, в этом окне можно устанавливать различные опции представления результатов.

В группе *Выбор результатов* устанавливается группа результатов. В списке *Объёмные элементы* выбирается конкретный параметр для просмотра.

Ниже приводится описание некоторых параметров:

- UX – перемещение по оси X глобальной системы координат;
- USUM – суммарное линейное перемещение;
- SX – нормальное напряжение по оси X локальной системы координат элемента;
- SXY – касательное напряжение в площадке с нормалью X и в направлении Y системы координат элемента;
- SVM – эквивалентное напряжение по Мизесу.

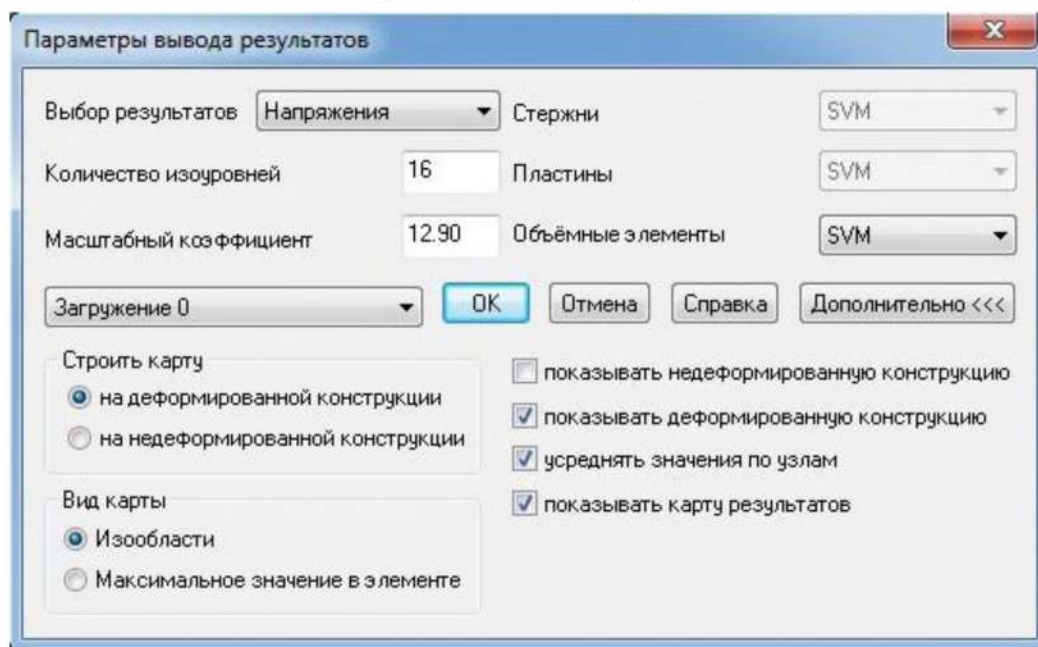


Рисунок 1.37. Диалоговое окно Параметры вывода результатов

В окне ввода *Масштабный коэффициент* задается коэффициент масштабирования перемещений для отрисовки деформированной конструкции. В случае задания масштабного коэффициента, равного нулю, программа вычислит данный параметр автоматически.

Опция *усреднять значения по узлам* относится к построению карты результатов в виде изообластей. Если эта настройка включена, то значения выбранного параметра в узле будут усредняться по всем элементам, имеющим этот узел.

Значения остальных настроек понятны из их названия.

После нажатия кнопки ОК отображается цветовая карта выбранного параметра. С помощью элементов диалогового окна *Параметры отображения* можно управлять режимами построения карты (рисунок 1.38).

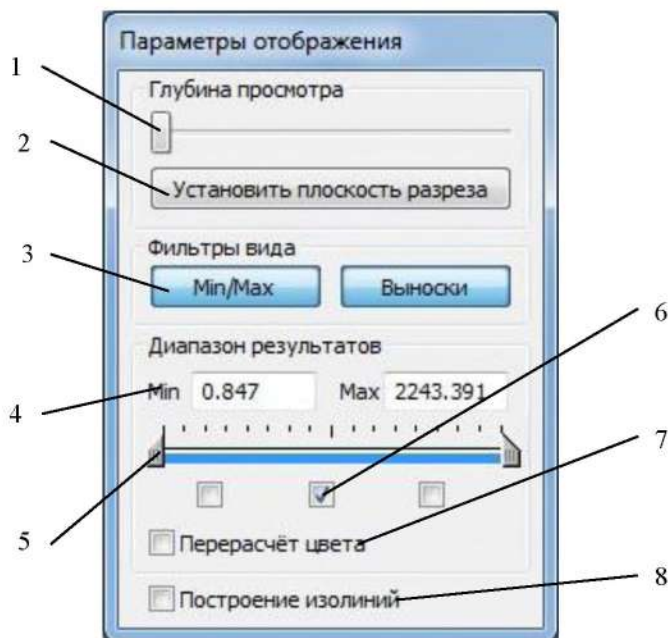


Рисунок 1.38. Параметры отображения карт результатов

1. Для просмотра результатов внутри твердотельной модели часть карты может быть скрыта с помощью установки *глубины просмотра*. По умолчанию, плоскость разреза совпадает с плоскостью вида. Глубина просмотра регулируется с помощью соответствующего бегунка прокрутки.

2. Для установки пользовательской плоскости разреза следует повернуть модель так, чтобы планируемая плоскость разреза совпала с плоскостью текущего вида, и нажать кнопку «*Установить плоскость разреза*».

3. С помощью *Фильтров вида* можно включать/выключать отображение указателей максимальных-минимальных значений, а также выносок.

4. *Минимальное и максимальное* значение диапазона результатов для задания значения пользователем. Установка введённого значения осуществляется по клавише ENTER. Синий цвет шрифта – значение корректно и находится в процессе ввода, красный – некорректное значение. В случае его задания (по Enter), будет установлено максимально (минимально) допустимое (рисунок 1.40).

5. Установка диапазона результатов посредством шкалы. При совмещении ползунков (или задании одинакового значения в полях минимума и максимума) выводится одна изоповерхность, соответствующая конкретному значению. Совмещённые ползунки можно перемещать едино. При этом изоповерхность будет перестраиваться соответственно выбранному значению.

6. Вкл./выкл. отображения элементов на модели до, внутри и за пределами выставленного диапазона.

7. При включении флажка «*Перерасчёт цвета*» синему и красному цветам карты результатов станут соответствовать выставленные в п.п. 4-5 минимум и максимум.

8. Настройка построения карты результатов в виде изолиний.

Для карт результатов сборок можно отключать элементы, соответствующие отдельным деталям. Для этого в дереве модели в папке Слои необходимо

включить/выключить с помощью контекстного меню слой, соответствующий детали (рисунок 1.41).

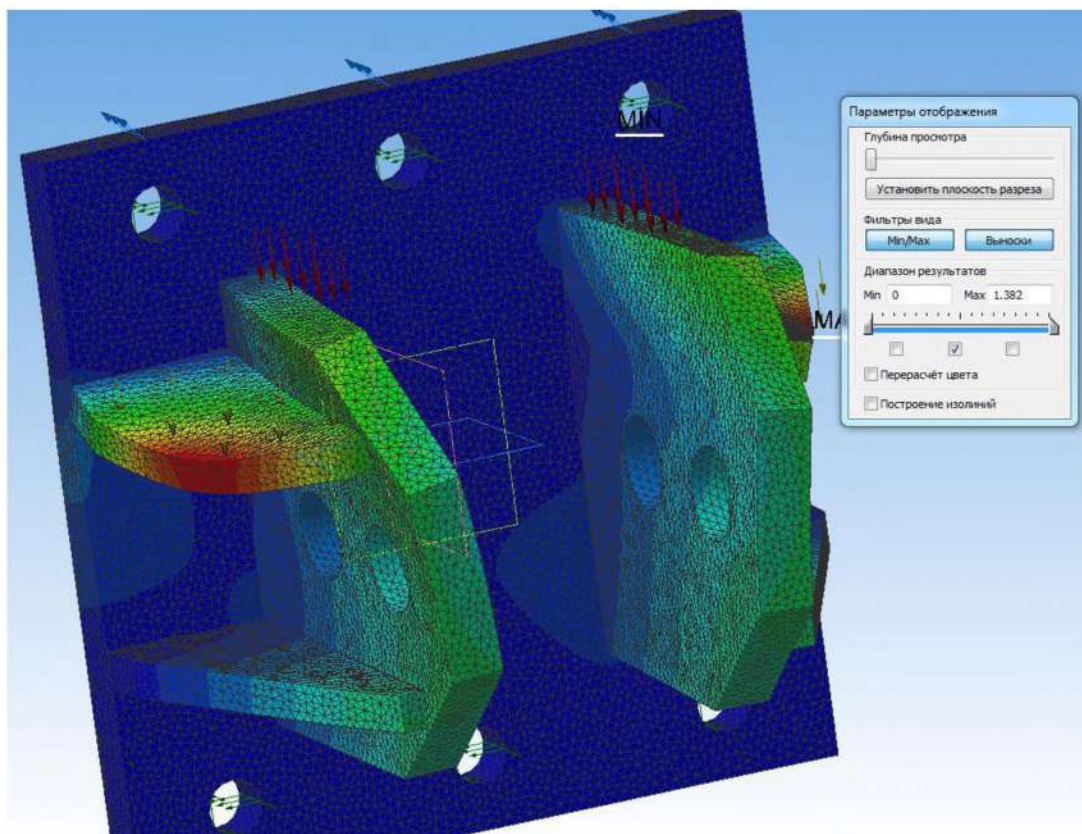


Рисунок 1.39. Карта перемещений для сборки

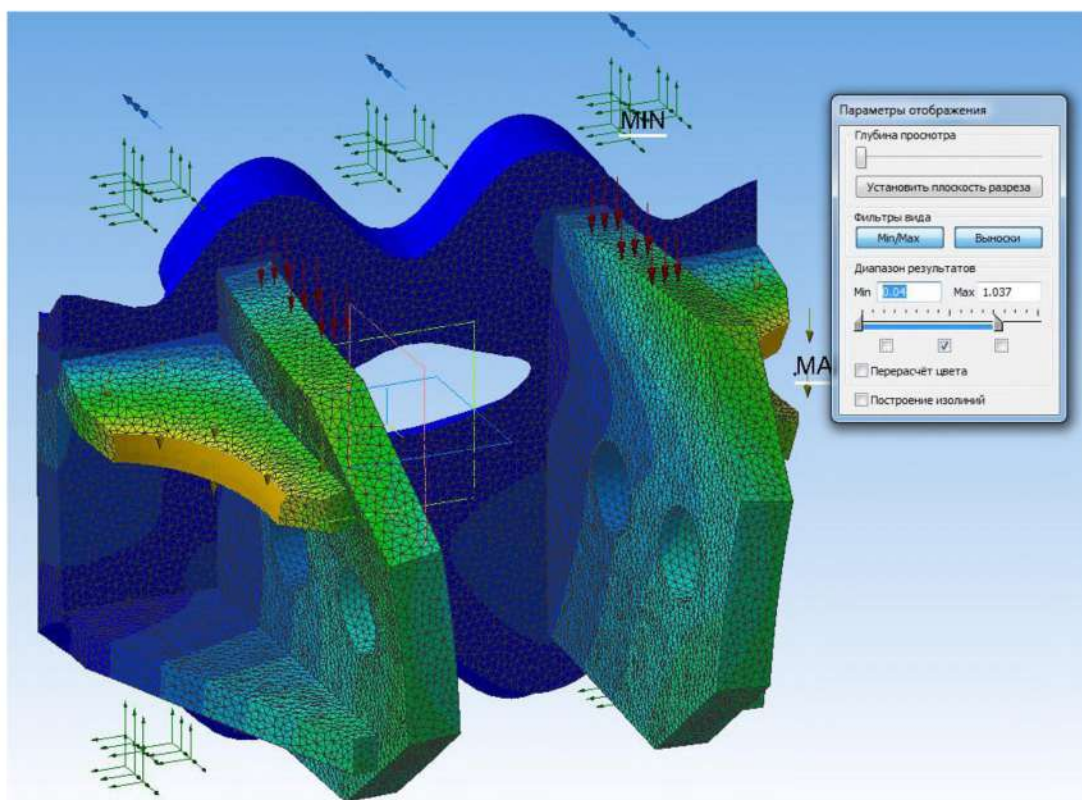


Рисунок 1.40. Карта перемещений с заданным диапазоном вывода результатов: показаны только элементы со значениями от 0,04 до 1,037 мм

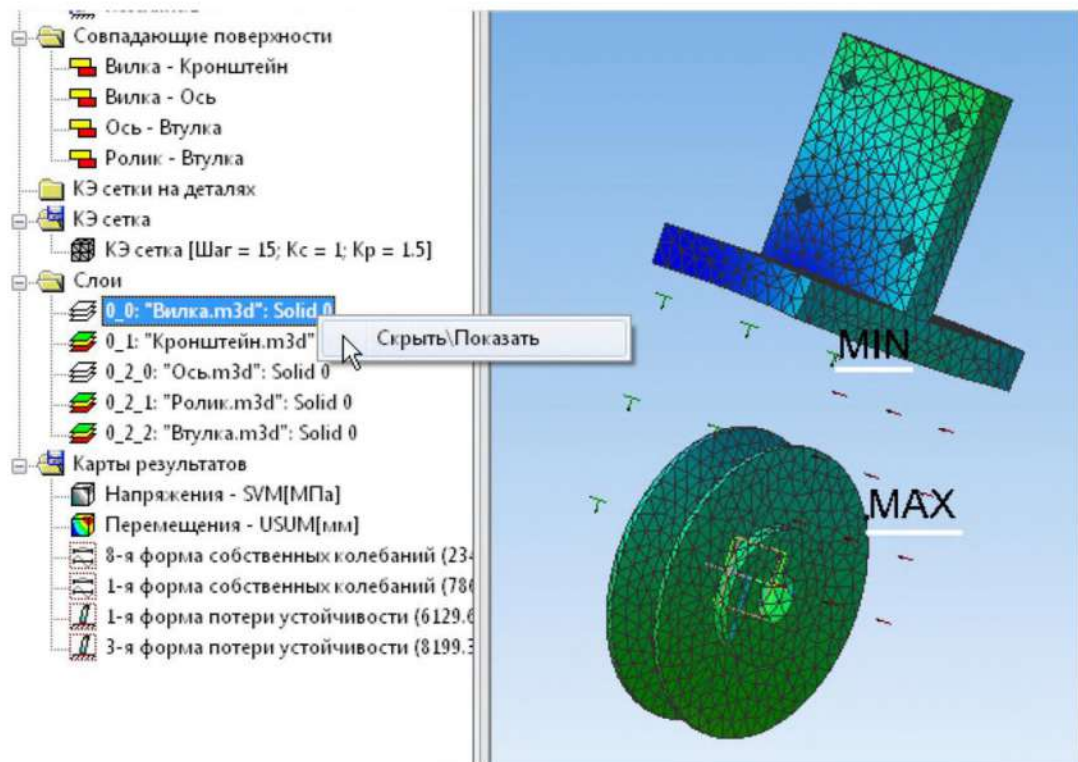


Рисунок 1.41. Карта перемещений для сборки с отключёнными слоями

После вызова результаты доступны в дереве прочностного расчета. Настройка отображения результатов, диапазон и параметры редактирования доступны через команды контекстного меню (рисунок 1.42).

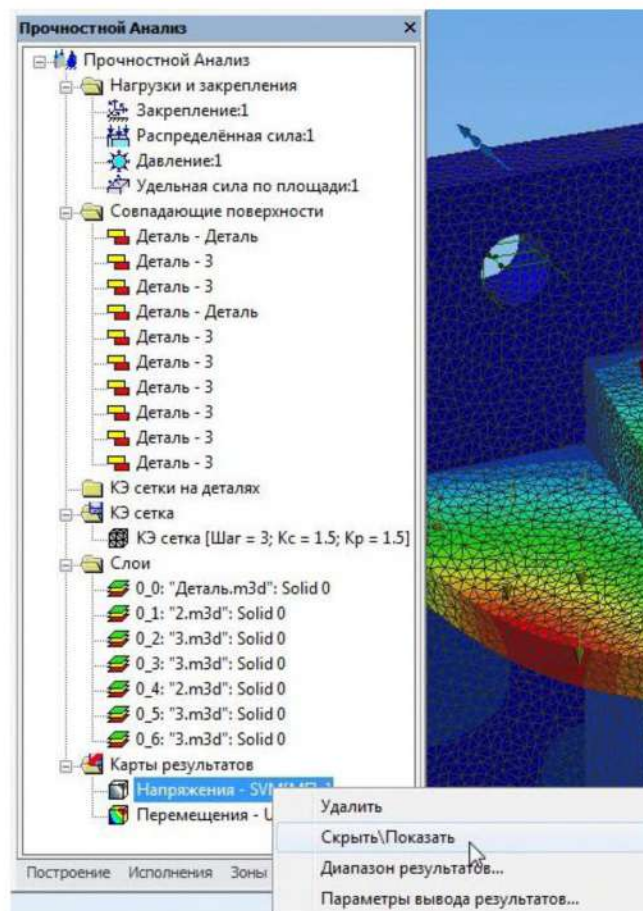


Рисунок 1.42. Контекстное меню результатов

Диапазон результатов

Команда контекстного меню позволяет задать диапазон вывода результатов при отрисовке цветовой карты (рисунок 1.43).

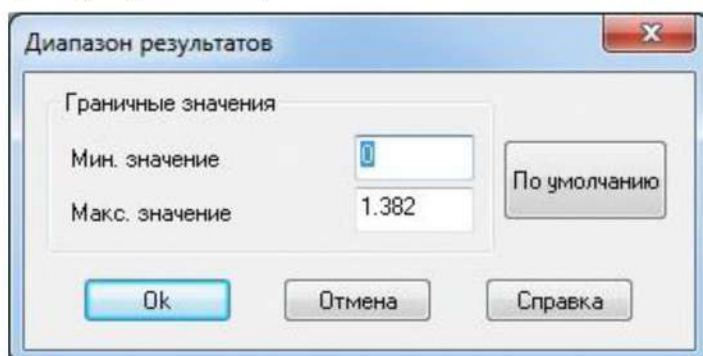



Рисунок 1.43. Диалоговое окно «Диапазон результатов»

Параметры вывода результатов

Команда контекстного меню вызывает диалоговое окно (рисунок 1.37) для выбора результатов расчета и дальнейшего их просмотра. Кроме того, позволяет устанавливать различные опции представления результатов.


Выноска

Команда  **Выноска** предназначена для установки выносок со значениями непосредственно на карте результатов. Для установки выноски необходимо навести указатель мыши на характерную точку карты результатов и зафиксировать положение нажатием левой кнопки мыши. Затем следует отвести указатель мыши в сторону и зафиксировать место расположения выноски вторым нажатием левой кнопки мыши.

Для текущего положения указателя мыши значение выводится динамически при включенной опции *Динамическое отображение* на панели свойств. Для предотвращения замедления при работе с конечно-элементными моделями значительной размерности опция *Динамическое отображение* может быть отключена.

Кнопки на панели свойств команды **Выноска** позволяют также *Удалить все выноски* или *Удалить последнюю выноску*.

Инерционные характеристики модели

Команда  **Инерционные характеристики** модели выводит диалоговое окно с информацией о массе модели, центре тяжести модели, моментах инерции модели и суммарных реакциях в опорах (рисунок 1.44).

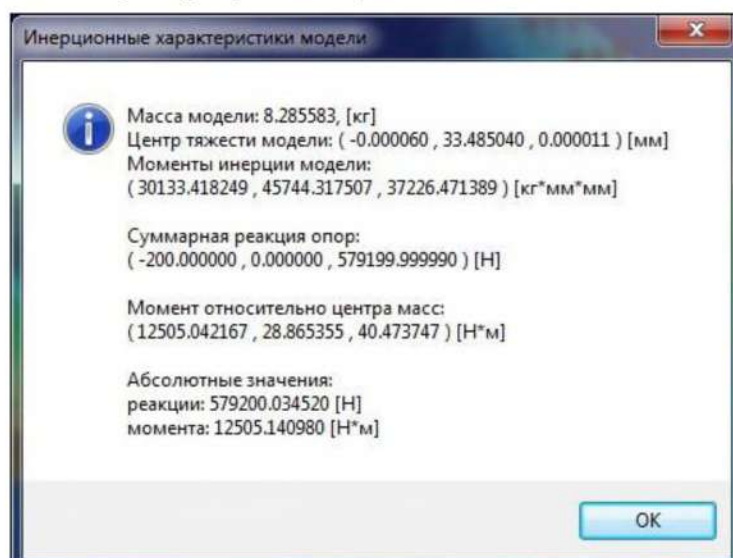

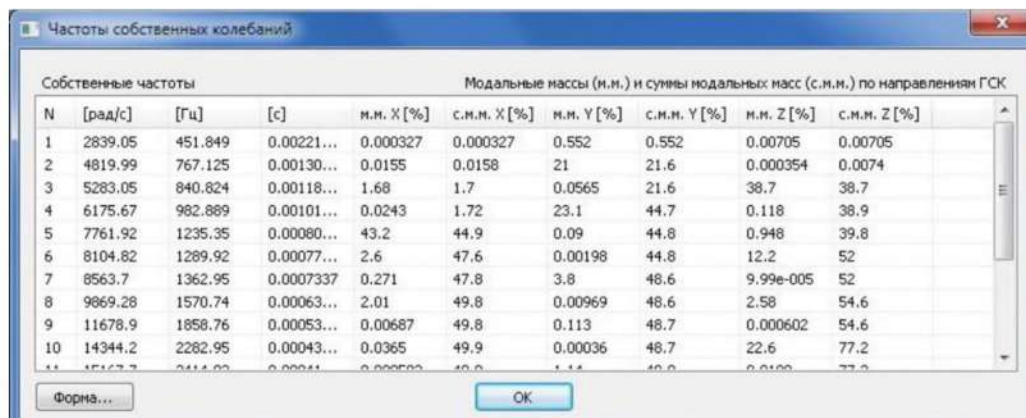


Рисунок 1.44. Диалоговое окно Инерционные характеристики модели

Собственные частоты

Команда  **Собственные частоты** выводит окно с частотами собственных колебаний и модальными массами конструкции (рисунок 1.45). Нажмите кнопку *Форма* для просмотра формы колебаний для выбранной частоты.



N	[рад/с]	[Гц]	[с]	м.м. X [%]	с.м.м. X [%]	м.м. Y [%]	с.м.м. Y [%]	м.м. Z [%]	с.м.м. Z [%]
1	2839.05	451.849	0.00221...	0.000327	0.000327	0.552	0.552	0.00705	0.00705
2	4819.99	767.125	0.00130...	0.0155	0.0158	21	21.6	0.000354	0.0074
3	5283.05	840.824	0.00118...	1.68	1.7	0.0565	21.6	38.7	38.7
4	6175.67	982.889	0.00101...	0.0243	1.72	23.1	44.7	0.118	38.9
5	7761.92	1235.35	0.00080...	43.2	44.9	0.09	44.8	0.948	39.8
6	8104.82	1289.92	0.00077...	2.6	47.6	0.00198	44.8	12.2	52
7	8563.7	1362.95	0.0007337	0.271	47.8	3.8	48.6	9.99e-005	52
8	9869.28	1570.74	0.00063...	2.01	49.8	0.00969	48.6	2.58	54.6
9	11678.9	1858.76	0.00053...	0.00687	49.8	0.113	48.7	0.000602	54.6
10	14344.2	2282.95	0.00043...	0.0365	49.9	0.00036	48.7	22.6	77.2

Рисунок 1.45. Диалоговое окно Частоты собственных колебаний

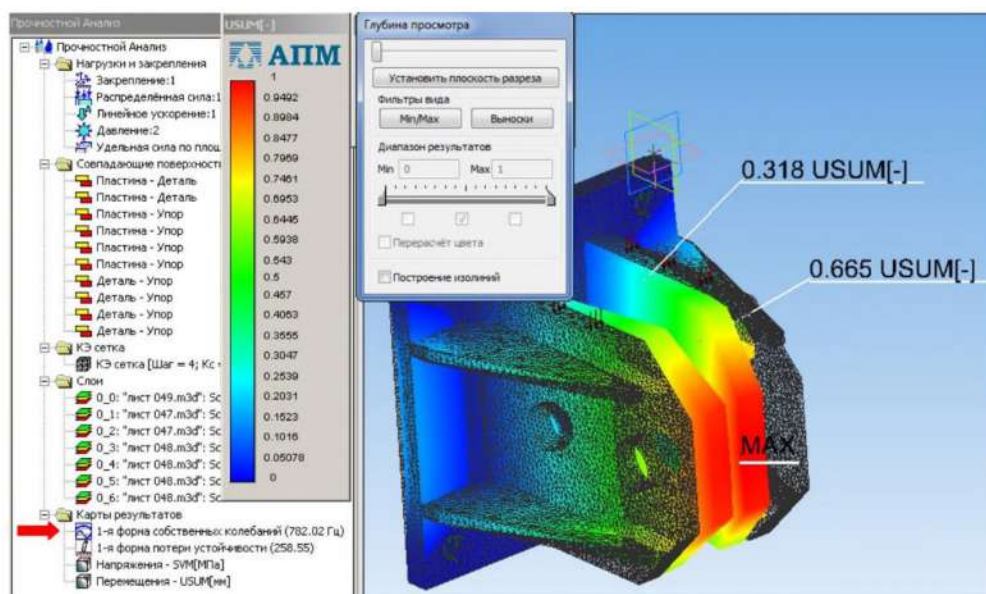



Рисунок 1.46. 1-ая форма собственных колебаний

Устойчивость

Команда  **Устойчивость** выводит окно с коэффициентом запаса устойчивости, получающимся в результате расчета на устойчивость.

Нажмите кнопку *Форма*, чтобы посмотреть форму потери устойчивости.

Сохранить отчет

Команда  **Сохранить отчет** формирует файл отчета с исходными данными и результатами расчета в формате html или xml. Отчет в формате html может быть просмотрен в любом web-браузере (Internet Explorer, Google Chrome, Opera и т.п.) и выведен на печать. Отчет в формате xml может быть открыт текстовым редактором MS Word (или аналогичным ему) и в нем же доработан.

Сохранение результатов расчета

Для папки «Карты результатов» доступен флажок *Сохранять результаты* в файл. При включённом режиме сохранения расчетная модель и результаты расчета хранятся в файле КОМПАС-3D (рисунок 1.47). Иконка папки отображает состояние флажка: включено или выключено сохранение (рисунок 1.48).

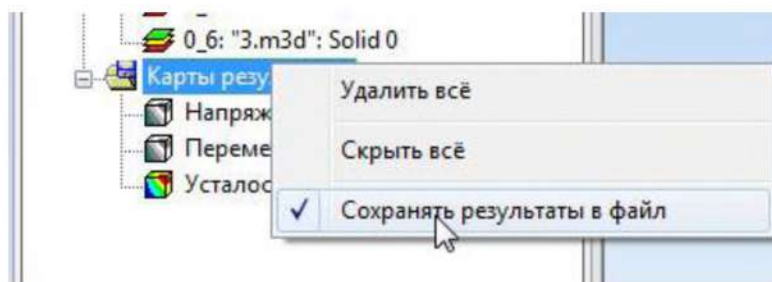


Рисунок 1.47. Сохранение результатов в файл КОМПАС-3D

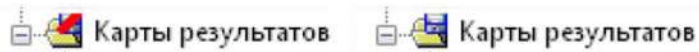


Рисунок 1.48. Вид иконки группы Карты результатов в зависимости от флажка сохранения

Для больших моделей размер файла с результатами может быть значителен. В этом случае в папке с моделью Компас-3D создается файл APM Structure3D (*.frm) с аналогичным именем, содержащий расчетную модель и результаты. При повторном открытии модели КОМПАС-3D автоматически подгружает расчетную модель из этого файла. Кроме того, расчетный файл может быть непосредственно открыт системой APM Structure3D.

Практика 2. Приложение создания металлоконструкций

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Приложение Оборудование: Металлоконструкции предназначено для автоматизации работ по созданию металлоконструкций и каркасных сооружений из профиля металлопроката.

Приложение позволяет:

- создавать конструкции в пространстве с использованием каталога сортаментов и Справочника Материалы и Сортаменты;
- выполнять обработку угловых участков и стыков профилей;
- редактировать профили изменением длины, отсечением плоскостями и т.д.;
- строить пластины и ребра жесткости, соединяющие профили с другие объекты модели;
- создавать на объектах фаски, пазы и группы отверстий;
- вставлять графическое изображение сечения профиля, взятого из каталога, в документ (*.cdw, *.frw).

1.1. ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПАНЕЛЬ

Чтобы включить панель Приложения, выберите из меню Вид → Панели инструментов название панели Оборудование: Металлоконструкции.

Название панели будет отмечено «галочкой», панель появится на экране.

На инструментальной панели Приложения Оборудование: Металлоконструкции расположены кнопки вызова команд:

- построения образующих;
- создания и редактирования профилей, пластин и ребер жесткости;
- обработки углов и стыков профилей;
- построения фасок, пазов и групп отверстий;
- сервисных команд – копирования объектов, вставки сечения профиля в графический документ, настройки Приложения, вызова справочной системы.

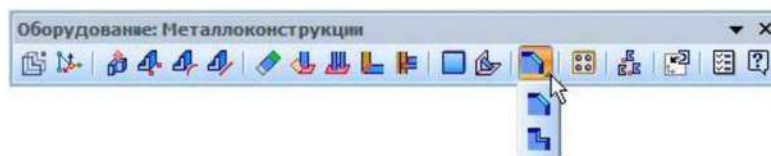


Рисунок 2.1. Инструментальная панель Приложения Оборудование: Металлоконструкции

1.2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Профиль – модель, созданная по одной или нескольким образующим, с использованием экземпляра сортамента. В Приложении доступен выбор сортамента из каталога или Справочника.

В Дереве модели профиль – тело.

Каталог – набор экземпляров сортаментов – уголков, швеллеров, двутавров и других

сортаментов, применяемых для построения профилей. Каталог подключен к Приложению.

Образующая – это пространственная кривая, по которой строится профиль. Если профиль построен по точкам, то за образующую принимается отрезок, соединяющий начальную и конечную точки.

Позиционирующие точки – точки на сечении профиля или пластине, которые служат для построения объектов или расположения их в модели. Каждое сечение профиля или пластина имеет свой набор таких точек, одна из которых выбирается пользователем как точка привязки к объекту. Количество и расположение точек на объекте зависит от применяемой команды.

Направление по объекту – задание образующей профиля, стороне пластины, осям группы отверстий направления, совпадающему с направлением существующего в модели объекта.

Ориентация по объекту – задание профилю ориентации (позиционирующей точки, угла поворота сечения и смещения относительно образующей), совпадающих с ориентацией существующего профиля.

2. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ОБЪЕКТЫ

2.1. ОБРАЗУЮЩИЕ

Образующая – это пространственная кривая, по которой строится профиль. Пространственные кривые создаются при помощи команд Приложения или команд базового функционала КОМПАС-3D.

В качестве образующих могут быть использованы следующие объекты:

- кривые, в том числе отдельные сегменты ломаной;
- ребра;
- линии эскиза.

В зависимости от выбранной команды могут быть указаны:

- в команде **Профили по образующим** – образующие, связанные и не связанные между собой, в том числе замкнутые образующие, составленные из нескольких кривых;
- в команде **Профиль по кривой** – образующая, в том числе одна замкнутая кривая, или незамкнутая цепочка кривых, сопряженных по касательной.

Цепочка кривых – несколько последовательно соединенных кривых, каждая из которых имеет общую вершину хотя бы еще с одной кривой, причем одна вершина одновременно принадлежит не более чем двум кривым.

Объекты цепочки следует указывать последовательно – один за другим.


В командах **Профиль по точке и направлению** и **Профиль по точкам** для построения профиля вместо образующей указываются точки, вершины или другие объекты, задающие его длину и направление.

2.2. ТОЧКИ

Точечными объектами, которые могут быть указаны в командах Приложения, являются следующие объекты:

- начала координат;
- точки в пространстве и эскизе;
- вершины кривых и ребер;
- точки группы или точки в составе экземпляров массива точек;
- контрольные и присоединительные точки и другие.

Для построения точки (или пары точек) можно использовать команду **Построение**

точки , кнопка вызова которой находится на Панели специального управления команд построения профилей, пластин и других объектов. Будет запущен процесс создания точки базового функционала системы КОМПАС-3D. После завершения процесса произойдет автоматический возврат в команду Приложения.

Если точки строятся при помощи процесса Построение точки, то они автоматически считаются выбранными в качестве точечных объектов, независимо от того, были ли указаны ранее точечные объекты или нет.

2.3. НАПРАВЛЯЮЩИЕ ОБЪЕКТЫ

В командах Приложения в качестве направляющих могут быть указаны следующие объекты:

- прямолинейные объекты: отрезки, сегменты ломаной, ребра, оси, вспомогательные прямые, линии эскиза;
- поверхности вращения – будет использовано направление оси вращения;
- плоскости и плоские грани – будет использовано перпендикулярное объекту направление.

С помощью направляющего объекта могут быть заданы:

- в команде Профиль по точке и направлению – положение образующей в пространстве;
- в других командах – угол поворота объекта относительно позиционирующей точки



3. СОЗДАНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

3.1. ПОСТРОЕНИЕ ПРОФИЛЕЙ

Создание профилей производится при помощи следующих команд Приложения, представленных в таблице 2.1.

Таблица 2.1


Команды построения профилей

Иконка на инструментальной панели	Команда	Назначение
	Профиль по точке и направлению	Построение прямолинейного профиля заданной длины от опорной точки в выбранном направлении
	Профиль по точкам	Построение прямолинейного профиля между двумя точками
	Профиль по кривой	Построение профиля по одной образующей, состоящей из кривых, сопряженных по касательной
	Профили по образующим	Построение профилей по нескольким образующим

Для построения модели без предварительного создания образующей служат команды **Профиль по точке и направлению** и **Профиль по точкам**.

Если в модели имеются готовые образующие, то целесообразно применять команду **Профили по образующим**. В команде в любом порядке можно указывать все виды образующих – прямолинейные и криволинейные, в том числе состыкованные под углом, связанные и отдельно стоящие, а также составляющие замкнутые контуры. Исключение составляет замкнутая образующая, состоящая из единственной кривой – она недоступна для указания. Для образующей в виде замкнутой кривой следует использовать команду Профиль по кривой.

Команда **Профиль по кривой** удобна для использования, если при построении требуется соблюдение условия сопряжения образующих по касательной – в команде при указании цепочки кривых объекты, состыкованные под острым или тупым углом, будут недоступны. Команду следует использовать, если требуется простроить непрерывный профиль по нескольким образующим, лежащим на прямой.

В результате работы команды создается тело – профиль, выбранный из каталога или Справочника, с заданными параметрами. В Дереве модели появляется пиктограмма  и наименование профиля, взятое из источника вставки.



Чтобы наименование содержало длину профиля, опция **Добавлять значение длины/толщины к именам объектов** в диалоге **Конфигурация** на вкладке **Общие** должна быть включена. Настройка актуальна в режиме **Отображения структуры модели** в окне Деревя модели.

3.2. ОБРАБОТКА УГЛОВ И СТЫКОВ ПРОФИЛЕЙ

Обработка угловых и стыковых участков выполняется после построения профилей при помощи команд Приложения, представленных в таблице 2.2. Применение той или иной команды зависит от требуемой формы разделанных торцов.

Таблица 2.2

Команды обработки профилей

Иконка на инструментальной панели	Команда	Назначение
	Угловая разделка	Угловая разделка торцов профилей
	Стыковая разделка	Стыковая разделка торцов профилей

При обработке стыков необходимо учитывать следующее.

При выполнении обработки командой **Угловая разделка** на образующих профилей, не представляющих собой непрерывную цепочку, объекты указываются попарно – в углах между ними будет построена разделка.

Если образующие связаны в цепочку кривых и во всех общих узлах нужна угловая разделка, то объекты можно указывать подряд. Крайние торцы не обрабатываются, а в промежуточных узлах будет построена разделка.

Профили отсекаются средней плоскостью между образующими. Результат работы команды зависит от формы и расположения образующих относительно друг друга.

Для образующих, лежащих в одной плоскости, средняя плоскость перпендикулярна этой плоскости и проходит через биссектрису угла между образующими.

Для образующих, произвольно лежащих в пространстве, средняя плоскость проходит через биссектрису угла между проекциями образующих на плоскость, перпендикулярную отрезку, направленного по кратчайшему расстоянию между образующими.

Если образующие не пересекаются, то автоматически строятся прямолинейные продолжения до их пересечения, направленные по касательным в конечных вершинах кривых.

Если имеется несколько точек пересечения средней плоскости с криволинейной образующей или ее продолжением, то в результате операции разделки профиль может иметь отсечения с двух сторон.

Если в результате разделки происходит рассечение профилей на части, то в разделке остаются большие их части по длине образующей.

Команда **Стыковая разделка** может обрабатывать как стыки, так и угловые участки профилей. В любом случае для стыковой разделки необходимо указывать, какой профиль является формообразующим, а какой редактируемым.

При выборе профилей необходимо учитывать, что тела формообразующего и редактируемого профилей с учетом зазора должны пересекаться.

Если профили не пересекаются, то перед построением разделки их можно удлинить при помощи команды **Изменить длину**.

В результате выполнения операции редактируемый профиль может быть разделен на несколько частей. В этом случае по умолчанию в модели остаются только большие части редактируемых профилей. Чтобы оставались все части, следует сделать настройку на вкладке Общие диалога Конфигурация.



В Дереве модели появляются пиктограммы операции.

После выполнения операции над группой профилей вы можете отредактировать параметры операции каждой разделки в отдельности. Например, можно изменить величину зазора в любой из них.

3.3. ПОСТРОЕНИЕ ПЛАСТИН И РЕБЕР ЖЕСТКОСТИ

Построение пластин и ребер жесткости выполняется при помощи команд Приложения, представленных в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Команды построения элементов		
Иконка на инструментальной панели	Команда	Назначение
	Пластина	Построение пластины и размещение на объекте или в пространстве
	Ребро жесткости	Построение ребра жесткости и размещение на объекте или в пространстве

При построении элементов необходимо учитывать следующее.

Пластина имеет набор позиционирующих точек, одна из которых может быть указана в качестве точки привязки к любому точечному объекту в модели. Кроме того, в процессе построения выполняется размещение пластины на выбранной плоскости.

Пластина имеет прямоугольную форму. После построения на ней можно создать пазы или фаски в углах, а также группу отверстий командами Приложения.

Ребро жесткости строится перпендикулярно выбранным опорным граням или плоскостям. Размещение ребра выполняется его смещением вдоль линии пересечения опорных объектов. Количество вариантов точек отсчета смещения зависит от типа указанных объектов. Например, при размещении на гранях профиля возможен отсчет смещения как от его середины, так и от границ, а при размещении на плоскостях или в пространстве – от начала координат.

Возможно построение ребер многоугольной, треугольной, прямоугольной формы. Если опорные объекты не перпендикулярны друг другу, происходит автоматическое изменение угла в основании ребра жесткости, обеспечивающее примыкание его торцов к опорным объектам.

В Дереве модели появляются пиктограммы операций.


Чтобы наименование объекта содержало толщину листа, опция **Добавлять значение длины/толщины к именам объектов** в диалоге **Конфигурация** на вкладке **Общие** должна быть включена. Настройка актуальна в режиме **Отображения структуры модели** в окне Деревя модели.

3.4. ПОСТРОЕНИЕ ФАСОК, ПАЗОВ, ОТВЕРСТИЙ

Построение фасок, пазов и отверстий выполняется при помощи команд Приложения, представленных в таблице 2.4

Таблица 2.4

Команды построения фасок, пазов, отверстий

Иконка на инструментальной панели	Команда	Назначение
	Фаска	Построение фасок в углах пластин
	Паз	Построение пазов в углах пластин и на поперечных ребрах профилей
	Группа отверстий	Построение групп отверстий на плоских объектах

При выполнении команд необходимо учитывать следующее.

Построение фасок и пазов возможно в позиционирующих точках объектов в направлении перпендикулярном плоскости пластины или стенки профиля.

В одной позиционирующей точке объекта можно последовательно создать несколько фасок и пазов.

Направление осей отверстий в команде **Группа отверстий** – перпендикулярно плоскости. Можно строить как сквозные отверстия, так и ограниченные по глубине плоским объектом, например, гранью.

Также можно разместить одну группу отверстий на нескольких объектах.


В Дереве модели появляются пиктограммы операций.

После выполнения операции **Паз** или **Фаска** над несколькими объектами вы можете отредактировать параметры операции каждого объекта в отдельности.

3.5. КОПИРОВАНИЕ СВОЙСТВ И ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ

Команда **Копировать свойства** позволяет копировать свойства и параметры профилей, пластин и ребер жесткости, существующих в документе, в создаваемую аналогичную модель.

Чтобы скопировать значения параметров и свойства, в процессе построения модели (профиля, пластины или ребра жесткости) активизируйте переключатель **Копировать**

свойства  на Панели специального управления.

Укажите объект, свойства и параметры которого требуется скопировать.

Создаваемая модель отображается на экране с новыми параметрами.

Если указан профиль, то будут скопированы:

- экземпляр и параметры сортамента, состояние опции **Зеркальный профиль**;
- свойства профиля.

Если указана пластина или ребро жесткости, то будут скопированы:

- экземпляр и параметры сортамента, толщина;
- форма и размеры объекта;
- направление построения толщины;
- для пластины — позиционирующая точка, для ребра жесткости — смещение или угол поворота;
- свойства объекта.

Если указана группа отверстий, то будут скопированы параметры отверстий, угол поворота группы и параметры внутри группы – шаг, наклон и т.д.

4. РЕДАКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ

4.1. РЕДАКТИРОВАНИЕ И УДАЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ


Редактирование объектов, созданных в Приложении, выполняется при помощи команды **Редактировать...**, вызываемой их контекстного меню объекта или меню **Редактор**. После вызова команды на Панели свойств появляются элементы управления команды в режиме редактирования объекта. Например, при редактировании стыковой разделки можно отредактировать величину зазора и сменить формообразующий профиль. Если требуется сменить редактируемый объект, следует удалить операцию **Стыковая разделка** из Дерева модели, а затем выполнить ее вновь, указав объекты заново.

При редактировании образующей следует учитывать способ ее создания. Если образующая создана как параметрическая траектория командами Приложения, то для ее редактирования предусмотрены специальные приемы.

После редактирования образующей профиль перестраивается автоматически. При появлении ошибок в модели, например, в местах стыков, такие объекты следует отредактировать дополнительно, задав вновь параметры разделки.

Редактирование параметров операций может также производиться путем изменения значений переменных, создаваемых автоматически. Например, в окне **Переменные**, вы можете изменить величину смещения профиля (за исключением информационных переменных) или создать ссылку на параметр в другом документе.

Удаление операции выполняется при помощи команды **Удалить**, вызываемой из контекстного меню объекта в Дереве модели или меню **Редактор**. После этого происходит возврат модели в состояние до применения операции.

Отмена предыдущей операции, в том числе и удаления объекта, может быть выполнена командой **Отменить**  на панели **Стандартная**.

4.2. ГРУППОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ

Одновременное изменение параметров операций у нескольких объектов, созданных в Приложении, выполняется в окне **Свойства**, вызываемом нажатием кнопки на Стандартной панели или выбором названия из меню **Редактор**.

Чтобы изменить параметры одной или нескольких операций, выполните следующие действия:

1. Укажите однотипные операции, щелкая мышью при нажатой клавише <Ctrl> по их пиктограммам в Дереве модели.

В окне Свойства будут показаны текущие параметры, которые можно изменить. Если значения какого-либо параметра различны для нескольких операций одного типа, то значение этого параметра не отображается.

Пиктограммы операций могут быть выделены до открытия окна **Свойства**. Если среди выделенных имеются объекты другого типа, например, тела, то отображение параметров операций невозможно.

2. Щелкните в ячейке значения параметра, которое требуется изменить.

Если значение числовое (например, **Смещение**), то ячейка доступна для редактирования.

– Если значение нечисловое (например, **Сортамент**), то в правой части ячейки появляется кнопка. Она позволяет раскрыть список значений или вызвать диалог выбора параметров.

– Если значение параметра зависит от состояния опций, использованных при его создании, то ячейка параметра недоступна для изменения. Чтобы отредактировать такое значение, следует изменить значения связанных с ним параметров.

3. Задайте новое значение параметра, выполнив действия в зависимости от его типа. Чтобы подтвердить ввод числового значения, нажмите клавишу <Enter> или

щелкните мышью вне редактируемой ячейки. Диалог выбора параметров закройте кнопкой **ОК**. Для нечисловых значений подтверждение не требуется.

Если значение, введенное в ячейку, сбрасывается, это свидетельствует о том, что хотя бы в одной из редактируемых операций текущий параметр является зависимым от другой операции, которая среди выделенных отсутствует. В этом случае для такой операции (с зависимым параметром) изменения не произойдет, а для остальных – новое значение вступит в силу.

После ввода значения объекты перестраиваются в соответствии с новым значением параметра.

При работе в окне **Свойства** необходимо учитывать следующее:

1. Для операций, в которых не создаются числовые переменные, изменение параметров не выполняется, например, для операции **Отсечь/Удлинить**.

2. Для операции **Профиль** параметры ориентации (**Позиционирующая точка, Угол поворота, Смещение**) являются зависимыми от аналогичных параметров других профилей, а соответствующие им переменные информационными, если профили созданы:

– в команде Профили по образующим при построении по нескольким образующим за один вызов команды — второй и последующие профили в порядке указания будут иметь параметры, зависимые от первого профиля;

– в командах построения профиля при задании ориентации по объекту – профиль будет иметь параметры ориентации, зависимые от указанного объекта.




Чтобы отредактировать зависимые параметры, например, **Угол поворота**, необходимо изменить этот параметр в исходной операции. Определить, какая операция в модели является исходной, можно в **Области просмотра отношений объекта**, которая появляется в Дереве модели после нажатия кнопки **Отношения** на панели Древа.

4.3. ИЗМЕНЕНИЕ ДЛИНЫ ПРОФИЛЯ И ОТСЕЧЕНИЕ/УДЛИНЕНИЕ ПЛОСКОСТЯМИ

Изменение длины и отсечение/удлинение профиля плоскостями выполняется при помощи команд Приложения, представленных в таблице 2.5, после построения профилей.

Таблица 2.5

Команды редактирования профилей

Иконка на инструментальной панели	Команда	Назначение
	Изменить длину	Изменение длины профилей путем задания отступов от начальной и конечной точек
	Отсечь/Удлинить профиль плоскостями	Изменение длины профиля путем отсечения или удлинения до плоскостей
	Отсечь/Удлинить группу профилей до плоскости	Изменение длины профилей путем отсечения или удлинения до одной плоскости

При выполнении команд необходимо учитывать следующее.

Изменение длины командой **Изменить длину** невозможно для торца, на котором выполнена разделка.

На торцах, где выполнена операция **отсечения/удлинения**, повторное отсечение/удлинение невозможно.

Если образующая – криволинейный объект, то укорочение профиля производится вдоль кривой, а удлинение по касательной, создаваемой в вершине кривой на данном торце профиля.

Удлинение профиля осуществляется удлинением образующей до плоскости. Если образующая неперпендикулярна плоскости, то возможно образование двух частей. Выбор частей выполняется в процессе указания объектов.

Для построения отступа в местах обработки углов и стыков следует задавать зазор (см. разделы Команда Угловая разделка на с. 33 и Команда Стыковая разделка на с. 34).

В Дереве модели появляются пиктограммы операций.

После выполнения операции над группой профилей вы можете отредактировать параметры операции каждого профиля в отдельности. Например, после одновременного отсечения нескольких профилей плоскостью можно сменить сторону отсечения одного из них.

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ

Шаг 1. Создание каркаса

Создание конструкции начните с создания каркаса:

– в документе-сборке разместите компоненты и другие объекты, к которым потребуется выполнять привязку конструкции;

– создайте набор кривых и точек, по которым будут построены профили.

Предусмотрите места размещения компонентов, которые будут добавлены на конструкцию после построения. Если необходимо, постройте дополнительные вершины на образующих.

Каркас может создаваться без привязки к объектам, как в сборке, так и в детали.

Построение каркаса выполняется при помощи команд Приложения или при помощи команд базового функционала КОМПАСА.

Шаг 2. Создание профилей

Постройте профили при помощи команд Профили по образующим и Профиль по точкам и других.

В процессе работы команд выполните необходимые действия:

– выберите сортамент и задайте другие параметры;

– укажите образующие или точки для построения;

– задайте свойства.

Шаг 3. Обработка профилей

Выполните необходимые действия по обработке профилей:

– измените длину профилей путем их отсечения или удлинения до указанных плоскостей;

– постройте угловую разделку торцов

– постройте стыковую разделку торцов

– постройте отступы от узлов, образующих до торцов.

Шаг 4. Создание дополнительных элементов

Сделайте дополнительные построения, если требуется, в любой последовательности:

– создайте и разместите пластины и ребра жесткости;

– выполните обработку объектов;

– постройте отверстия.

В процессе создания конструкции вы можете редактировать исходные объекты – точки, кривые, профили, пластины, ребра жесткости. Производные объекты – фаски, отверстия, пазы и другие – будут перестроены автоматически. При внесении изменений необходимо следить за тем, чтобы не нарушилась связь с опорными и направляющими объектами.

6. КОМАНДЫ ПРИЛОЖЕНИЯ

6.1. КОМАНДЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОФИЛЯ

6.1.1. КОМАНДА ПРОФИЛЬ ПО ТОЧКЕ И НАПРАВЛЕНИЮ

Позволяет строить прямолинейный профиль заданной длины от опорной точки в выбранном направлении.

Для вызова команды нажмите кнопку **Профиль по точке и направлению**  на инструментальной панели **Оборудование: Металлоконструкции**.

После вызова команды на курсоре появляется фантом профиля – система находится в ожидании указания опорного объекта.

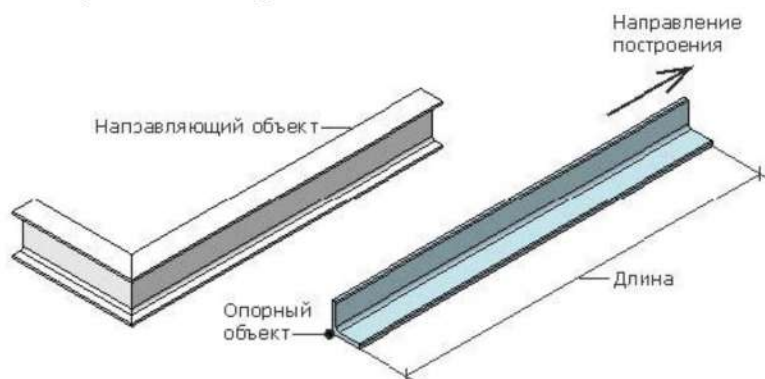





Рисунок 2.2. Пример построения профиля по точке и направлению

Чтобы создать профиль, выполните следующие действия.

1. При активизированном переключателе **Опорный объект**  укажите существующий точечный объект, позиционирующую точку или любую точку в пространстве.


По умолчанию фантом профиля расположен по оси X. Если направление менять не требуется, перейдите к выполнению п.3.

2. Чтобы задать профилю направление существующего объекта, активизируйте переключатель **Направляющий объект**  или щелкните мышью по стрелке Элемента СК в окне модели. Укажите направляющий объект.


Для смены направления активизируйте переключатель группы **Направление построения**   или при нажатой клавише <Ctrl> щелкните мышью по стрелке Элемента СК.

После указания объектов их наименования появляются в полях Панели свойств.


3. Задайте длину профиля. Для этого введите заданное значение в поле **Длина** или перетащите торец профиля за стрелку Элемента СК.

Чтобы сменить размещение профиля, нажмите кнопку **Указать заново**  на Панели специального управления и укажите опорный объект заново.

Использование кнопки **Указать заново** позволяет изменять опорную точку, сохраняя положение профиля относительно направляющего объекта.

4. Завершите построение, нажав кнопку **Создать объект** .

За один вызов команды можно построить несколько профилей.

Чтобы прервать работу команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

ПАРАМЕТРЫ ПРОФИЛЯ

На Панели свойств отображаются текущие настройки профиля.

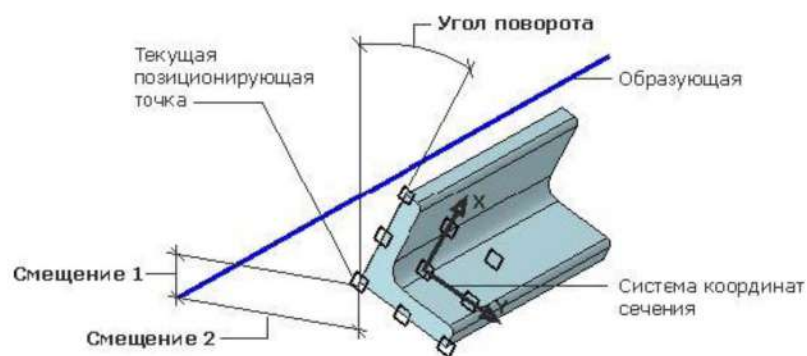


Рисунок 2.3. Параметры профиля

Чтобы изменить их, выполните действия, необходимые в зависимости от используемой команды.

1. Выберите экземпляр сортамента одним из способов:

- при помощи переключателей группы Сортамент;
- копированием параметров сортамента существующего профиля.

2. Задайте ориентацию – **Позиционирующую точку, Угол поворота, Смещение** – одним из способов:


- вводом значений в поля Панели свойств или изменением фантома мышью;
- копированием ориентации существующего профиля способом Ориентация по объекту.

Для отмены заданной ориентации служит команда **Сбросить параметры ориентации**, вызываемая из контекстного меню окна модели.

Таблица 2.6

Элементы управления Панели свойств

Иконка на инструментальной панели	Элемент	Описание
Группа	Сортамент	Служит для выбора способа задания параметров профиля. Активизируйте переключатель и выполните действия, предусмотренные для выбранного способа. После выбора наименование профиля отображается в поле на Панели свойств.
	Выбрать из каталога	Способ позволяет задать профилю параметры экземпляра сортамента из каталога. После активизации переключателя на экране появляется диалог Каталог
	Выбрать из справочника	Способ позволяет задать профилю параметры экземпляра сортамента из Справочника Материалы и Сортаменты. После активизации переключателя на экране появляется диалог Выбор объекта
	Зеркальный профиль	Опция, при включении которой сечение профиля зеркально отразится относительно оси X системы координат сечения.
	Позиционирующая точка	Поле текущей позиционирующей точки – точки, через которую проходит образующая при нулевом смещении. Из раскрывающегося списка можно выбрать другой вариант. Список доступен, если в поле Ориентация по объекту объект не определен.
	Угол поворота	Поле угла поворота сечения профиля вокруг позиционирующей точки. Значение можно ввести или задать счетчиком. Изменение угла возможно, если в поле Ориентация по объекту объект не определен.
	Смещение 1/Смещение 2	Поле смещения профиля относительно образующей в направлениях осей системы координат сечения при нулевом угле поворота. Значение можно ввести или задать счетчиком. Изменение смещения возможно, если в поле Ориентация по объекту объект не определен. Замечание. Если образующая – кривая, то профиль будет построен на образующей – эквидистанте к этой кривой.

	<p>Ориентация по объекту</p>	<p>При активизированном переключателе система ожидает указания существующего профиля для копирования у него ориентации – позиционирующей точки, смещения и угла поворота. В поле Ориентация по объекту отображается наименование объекта, а его параметры – в полях Угол поворота, Смещение и Позиционирующая точка на Панели свойств. Чтобы сменить объект, активизируйте переключатель и повторите выбор.</p> <p>Чтобы отменить выбор Ориентация по объекту, активизируйте переключатель и щелкните мышью в окне модели вне объекта. В поле появится текст Объект не определен.</p>
---	------------------------------	---

СВОЙСТВА ОБЪЕКТА

Вкладка **Свойства** содержит элементы управления свойствами создаваемого объекта.

- Чтобы объект получил другое наименование в Дереве модели, измените содержимое поля **Наименование**.

Если построение объекта выполняется в сборке, то изменение отображается в текущем документе. Если построение выполняется в детали, то новое наименование объекта отобразится после вставки детали в сборку.

- Чтобы изменить цвет объекта, отключите опцию **Использовать цвет источника**. Активизируются элементы управления выбора цвета.

После щелчка мышью по полю **Цвет** на экране появляется диалог выбора цвета.


- Чтобы для профиля, пластины или ребра жесткости в сборке автоматически создавались объекты спецификации, включите опцию **Создавать объекты спецификации**. Наименования объектов, сформированные автоматически по обозначению выбранного сортамента, будут добавлены в спецификацию.

Если опция выключена, то объекты спецификации не создаются.

- Выберите для объекта раздел спецификации из списка **Раздел спецификации**.

ВЫБОР СОРТАМЕНТА ИЗ КАТАЛОГА

Каталог сортовентов служит для построения профилей командами Приложения. Он содержит сортаменты различных типов (например, набор уголков, швеллеров, двутавров и других).

Каталог появляется на экране после активизации переключателя **Выбрать из каталога**  группы **Сортамент** на Панели свойств в процессе выполнения команды построения профиля. В окне находятся панель, содержащая переключатели типов сортовентов, а также окно просмотра и таблица типоразмеров.

В окне просмотра показан текущий профиль с расположенными рядом элементами управления, позволяющими выбрать типоразмер или ввести значение с клавиатуры.

В таблице находится перечень марок сортовентов, доступных для выбора. Параметры текущего сортамента отображаются в полях окна просмотра.

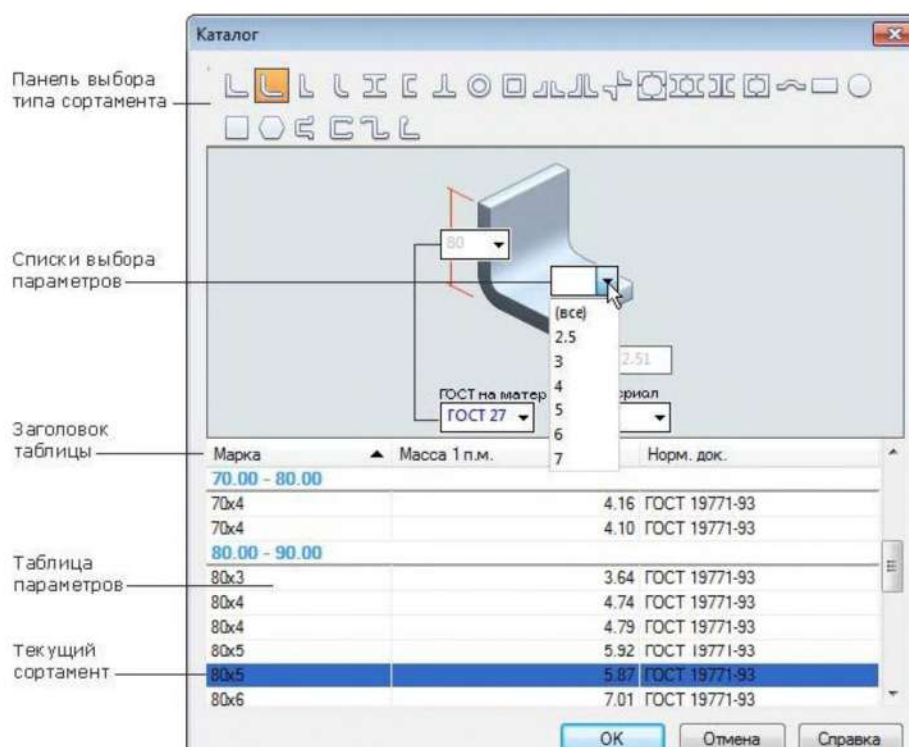


Рисунок 2.4. Диалог выбора сортаментов

Чтобы выбрать профиль, выполните следующие действия.

1. Укажите тип сортамента при помощи переключателя в верхней части окна.

По умолчанию выбран сортament Уголок равнополочный.

2. Укажите типоразмер сортамента, щелкнув мышью по строке таблицы.

По умолчанию в таблице перечислены все имеющиеся в каталоге сортаменты.

Вы можете отсортировать перечень по одному или нескольким параметрам. Для этого в окне просмотра последовательно выбирайте значения параметров в раскрывающихся списках или вводите числовые значения с клавиатуры в соответствующие поля.

После задания каждого значения происходит сортировка марок сортаментов: в таблице и списках окна просмотра остаются сортаменты, удовлетворяющие выбранным условиям.

Указание в списке варианта **(все)** делает доступным для выбора все значения.

3. Чтобы подтвердить выбор, нажмите кнопку **ОК**.

После закрытия каталога на Панели свойств отображается наименование выбранного профиля.

При работе с каталогом необходимо учитывать следующее.

В каталоге предусмотрена группировка сортаментов по параметру, выбранному в контекстном меню таблицы.

Текущий вариант группировки отмечен «галочкой», вариант **Без группы** означает отказ от группировки.

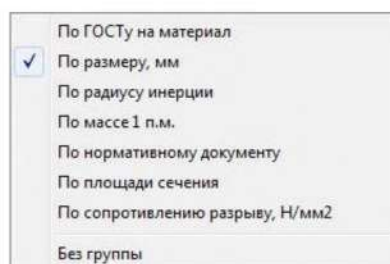


Рисунок 2.5. Меню для выбора варианта группировки

Если группировка включена, сортаменты в таблице разбиваются на группы под соответствующими заголовками. Внутри группы сортаменты располагаются в порядке убывания или возрастания значения.

Отображением параметров в таблице можно управлять. Чтобы скрыть или показать столбец с параметром, следует выбрать его в контекстном меню заголовка таблицы. «Галочка» слева от названия параметра означает, что отображение соответствующего раздела включено, отсутствие «галочки» – выключено.

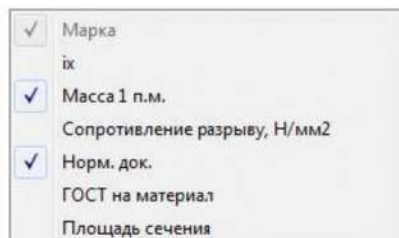


Рисунок 2.6. Меню для выбора отображения параметров в таблице


ВЫБОР СОРТАМЕНТА ИЗ СПРАВОЧНИКА

Способ позволяет задать значения параметров текущему сортаменту путем выбора экземпляра сортамента из Справочника Материалы и Сортаменты.


После активизации переключателя **Выбрать из справочника** группы **Сортамент** в командах Приложения на экране появляется диалог **Выбор объекта**.

Для появления диалога необходимо, чтобы на вкладке **Параметры** диалога **Настройка**, вызываемом командой **Библиотеки** → **Материалы** → **Конфигурация библиотеки**, была включена опция **Список последних выбранных объектов**.


Выберите сортамент, выполнив необходимые действия.

1. Чтобы выбрать объект, включенный в список последних выбранных объектов, укажите его и нажмите кнопку **Выбрать** . Он будет вставлен в документ, а диалог автоматически закроется.

2. Если список не содержит нужного объекта, то выбрать ее можно следующими способами.

Нажмите кнопку **Добавить объект из справочника...**  – на экране появится окно Справочника, содержащее полный перечень объектов.

Укажите нужный объект и нажмите кнопку **Выбрать** на вкладке **Сортамент**. Он будет вставлен в документ, а окно Справочника автоматически закроется.

Нажмите кнопку **Добавить объект из избранного...**  – на экране появится диалог **Избранное**, в котором отображается список объектов, включенных в пользовательский классификатор **Избранное**.

Выделите нужный объект в поле диалога и вызовите команду **Файл** → **Выбрать**. Он будет вставлен в документ, а окно диалога автоматически закроется.

После выбора на Панели свойств отображаются параметры экземпляра из Справочника.

Чтобы сменить сортамент после его выбора в документ, активизируйте переключатель **Экземпляр сортамента из справочника** на Панели свойств и сделайте выбор заново.

Для построения пластин и ребер жесткости необходимо выбрать тип сортамента **Лист** или **Полоса**.

Сортаменты других типов, взятые из Справочника, в Приложении не используются.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПРОФИЛЯ ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕМЕНТА СК

В процессе выполнения команды можно настроить параметры профиля при помощи мыши и Элемента СК. Элемент СК принимает тот или иной вид в зависимости от настроек, доступных в текущей команде.

Смена позиционирующей точки

Чтобы выбрать позиционирующую точку, подведите курсор к торцу профиля — выбираемая точка подсвечивается. Щелкните мышью по точке.

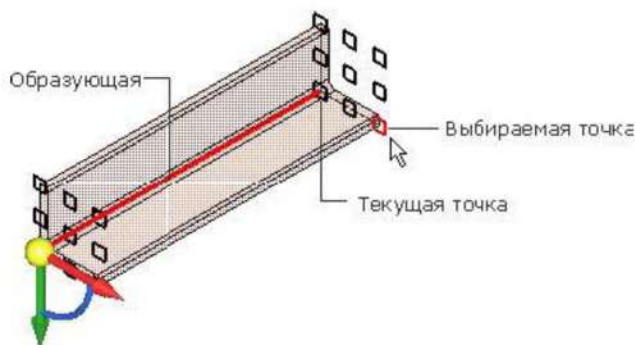


Рисунок 2.7. Указание точки

Направление профиля по объекту

Чтобы задать **направляющий объект**, щелкните мышью по стрелке Элемента СК, а затем по направляющему объекту.

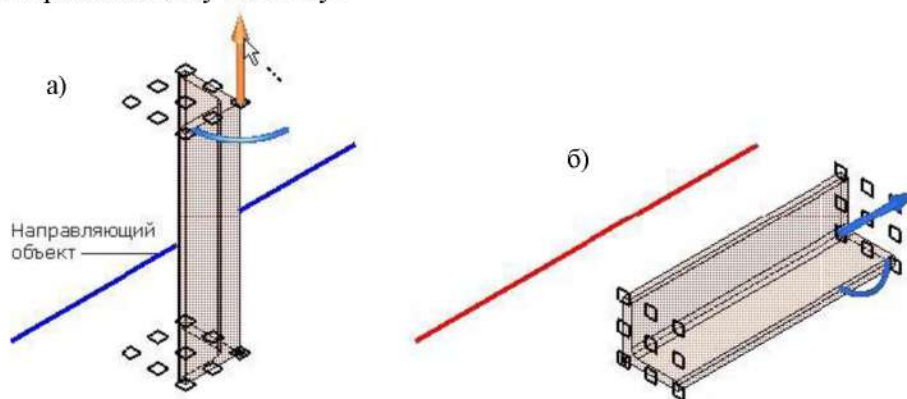


Рисунок 2.8. Выбор направления: а) указание объекта, б) результат смены направления

Чтобы сменить направление построения на противоположное, при нажатой клавише <Ctrl> щелкните мышью по стрелке.

Используется в команде **Профиль по точке и направлению**.

Длина профиля

Чтобы в команде **Профиль по точке и направлению** задать длину профиля, перетащите мышью Элемент СК за стрелку или щелкните мышью по стрелке, а затем введите значение с клавиатуры.

Поворот профиля

Чтобы задать значение **Угла поворота** 180°, при нажатой клавише <Ctrl> щелкните мышью по стрелке Элемента СК (см. рис.). Чтобы задать угол 90°, при нажатой клавише <Ctrl> щелкните мышью по дуге.

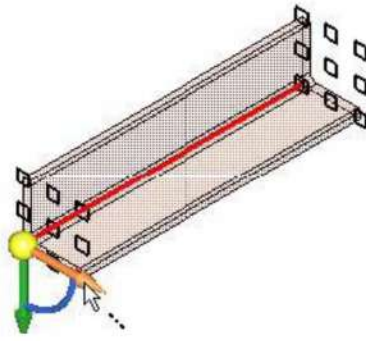


Рисунок 2.9. Поворот на 180°

Чтобы задать произвольный угол, щелкните мышью по дуге Элемента СК и введите значение с клавиатуры.

Если вращать Элемент СК за дугу, то можно задать угол, величина которого будет кратной 5°. Настройка шага угла выполняется на вкладке **Общие** диалога **Конфигурация**.

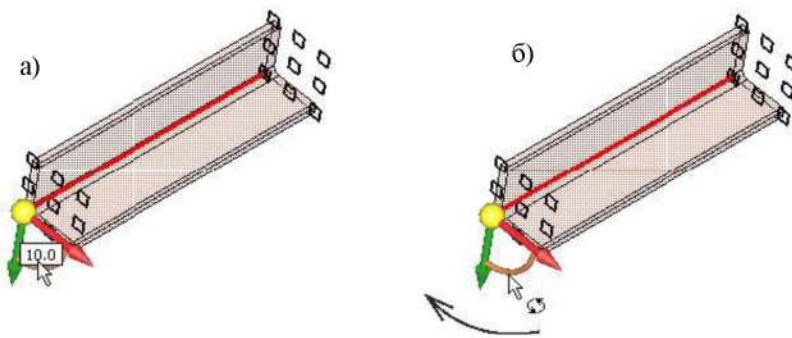


Рисунок 2.10. Поворот профиля: а) ввод угла, б) вращение за дугу

Чтобы повернуть сечение, задав стрелке направление существующего объекта, щелкните мышью по стрелке Элемента, а затем по направляющему объекту.

Перемещение сечения профиля (параметры Длина профиля, Смещение)

Чтобы задать смещение в направлении оси системы координат сечения (параметры **Смещение 1** или **Смещение 2**), перетащите Элемент СК за стрелку или щелкните мышью по стрелке, а затем введите значение с клавиатуры.

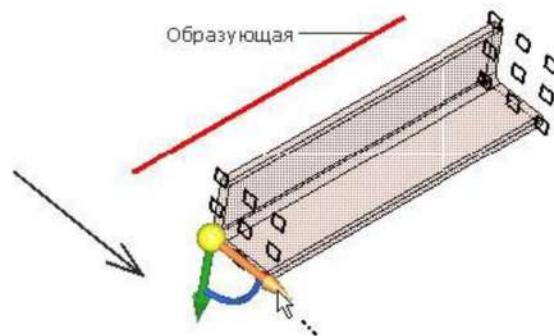


Рисунок 2.11. Перетаскивание за стрелку вдоль Оси Y

Чтобы задать смещение в двух направлениях, перетащите Элемент СК за сферу.

Для параметров смещения в поле на стрелке Элемента СК следует вводить приращение величины, а для длины профиля и угла поворота – абсолютные значения.

6.1.2. КОМАНДА ПРОФИЛЬ ПО ТОЧКАМ

Позволяет строить прямолинейный профиль между двумя точками.

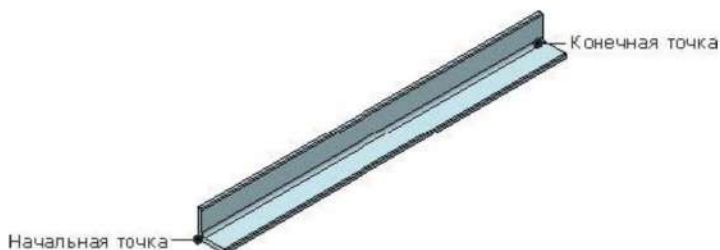




Рисунок 2.12. Пример построения профиля по точкам

Для вызова команды нажмите кнопку **Профиль по точкам**  на инструментальной панели **Оборудование: Металлоконструкции**.


Чтобы создать профиль, выполните следующие действия.

1. При активизированном переключателе **Начальная точка**  укажите начальную точку.

После ее указания на курсоре появляется фантом профиля –система находится в ожидании указания конечной точки.


2. При активизированном переключателе **Конечная точка**  укажите конечную точку. После указания объектов их наименования появляются в полях Панели свойств.

Если точки строятся при помощи процесса Построение точки, вызываемого на Панели специального управления, то они автоматически считаются начальной и конечной точками в порядке указания, независимо от состояния переключателей.

В команде **Профиль по точкам** доступно автосоздание. По умолчанию оно включено (нажата кнопка **Автосоздание**  на Панели специального управления) и профиль автоматически фиксируется в документе после задания двух точек.

Чтобы настроить ориентацию профиля, например, на фантоме при помощи мыши, отключите режим автосоздания. Для фиксации профиля нажмите кнопку **Создать объект**



Чтобы отменить выбор объектов, нажмите кнопку **Указать заново**  на Панели специального управления и выберите объекты заново.

За один вызов команды можно построить несколько профилей.

Чтобы прервать работу команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

6.1.3. КОМАНДА ПРОФИЛЬ ПО КРИВОЙ

Позволяет строить профиль по образующей, состоящей из кривых, сопряженных по касательной.

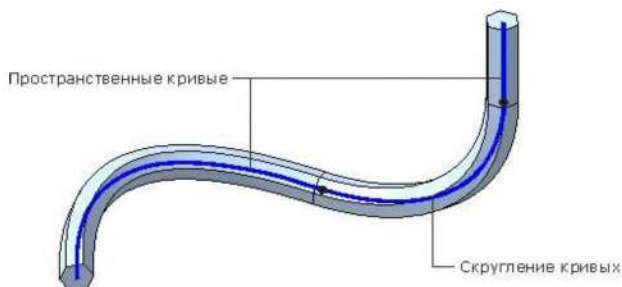



Рисунок 2.13. Пример построения профиля по цепочке кривых, сопряженных по касательной


Для вызова команды нажмите кнопку **Профиль по кривой**  на инструментальной панели **Оборудование: Металлоконструкции**.


Чтобы создать профиль, выполните следующие действия.


1. Укажите образующую – одну кривую или незамкнутую цепочку кривых, сопряженных по касательной.

После ее указания фантом профиля появляется в окне модели, а его наименование – в поле **Образующая** Панели свойств.

Повторное указание объекта или крайней кривой в цепочке кривых отменяет выбор объекта.


Чтобы отменить выбор объектов, нажмите кнопку **Указать заново**  на Панели специального управления и выберите объекты заново.

2. Чтобы завершить построение профиля, нажмите кнопку **Создать объект** . За один вызов команды можно построить несколько профилей.

Чтобы прервать работу команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

6.1.4. КОМАНДА ПРОФИЛИ ПО ОБРАЗУЮЩИМ

Позволяет строить профили по нескольким образующим – кривым, ломаным и другим существующим в документе объектам.

Для вызова команды нажмите кнопку **Профили по образующим**  на инструментальной панели **Оборудование: Металлоконструкции**.

Чтобы создать профили, выполните следующие действия.

1. Укажите образующие – кривые, ребра, линии эскизов или другие объекты.

После этого в окне модели появляется фантомы профилей, а их наименования – в списке **Образующие** Панели свойств.

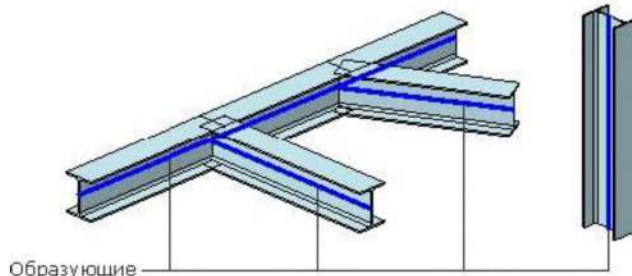




Рисунок 2.14. Пример построения профилей по несвязанным образующим

Объекты могут быть выделены до вызова команды.

Повторное указание объекта в модели или удаление его из списка объектов на Панели свойств отменяет выбор.

2. Чтобы завершить построение профиля, нажмите кнопку **Создать объект** .

Чтобы отменить выбор объектов, нажмите кнопку **Указать заново**  на Панели специального управления и выберите объекты заново.

Выбор параметров построения можно выполнять в любой последовательности. После выбора на экране отображается фантом профиля. При изменении параметров фантом меняет свой вид.

Вы можете включить или выключить отображение фантома создаваемых профилей. Для этого нажмите кнопку **Показать фантом элемента**  на Панели специального управления.

За один вызов команды можно построить несколько профилей.

Чтобы прервать работу команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

6.2. КОМАНДЫ ОБРАБОТКИ ПРОФИЛЯ

6.2.1. КОМАНДА ИЗМЕНИТЬ ДЛИНУ

Позволяет изменить длину профилей путем построения отступов от узлов образующих.

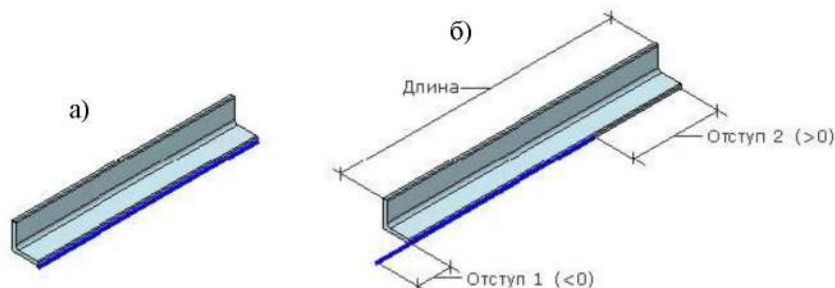


Рисунок 2.15. Пример изменения длины: а) исходный объект, б) результат операции

Для вызова команды нажмите кнопку **Изменить длину**  на инструментальной панели **Оборудование: Металлоконструкции**.

Чтобы изменить длину профиля, выполните следующие действия.

1. Укажите профили, длину которых требуется изменить.

Если указан один профиль, его текущая длина отображается в поле **Длина**.

Объекты подсвечиваются, а их наименования появляются на Панели свойств.


Повторное указание объекта в модели или удаление его из списка объектов на Панели свойств отменяет выбор.

2. Задайте величины отступов от начальной и конечной точек, образующих в поля Панели свойств **Отступ 1** и **2**. Если задана положительная величина, то профиль удлиняется, если отрицательная — укорачивается.

Длину профилей можно изменить в окне модели, перемещая мышью характерные точки, которые находятся на первом из указанных профилей, или задавая значение в поле над точкой.

3. Чтобы завершить построение, нажмите кнопку **Создать объект** .

За один вызов команды **Изменить длину** можно изменить длину нескольких групп профилей.

Чтобы прервать выполнение команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

6.2.2. КОМАНДА ОТСЕЧЬ/УДЛИНИТЬ ПРОФИЛЬ ПЛОСКОСТЯМИ

Позволяет рассечь профиль одной или несколькими плоскостями, оставляя нужную часть, или удлинить профиль до этих плоскостей.

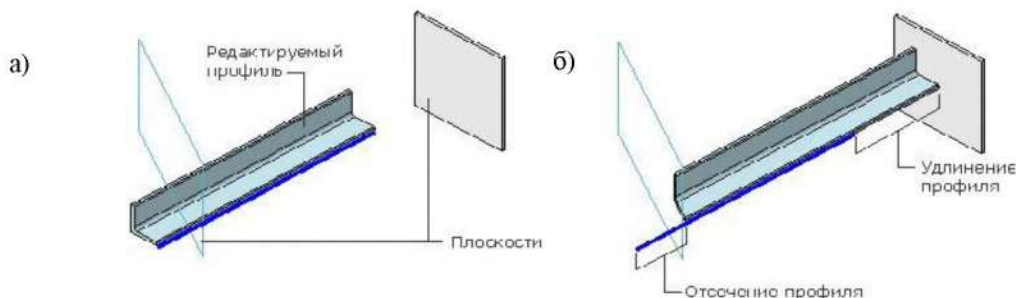



Рисунок 2.16. Пример отсечения/удлинения профиля двумя плоскостями: а) профиль до выполнения операции, б) результат операции


Для вызова команды нажмите кнопку **Отсечь/Удлинить профиль плоскостями**



на инструментальной панели **Оборудование: Металлоконструкции**.

Чтобы отсечь или удлинить профиль, выполните следующие действия.

1. При активизированном переключателе **Редактируемый профиль**  укажите профиль, который требуется отсечь или удлинить.



2. При активизированном переключателе **Плоскости**  укажите в окне модели плоскости, которые будут являться границами отсечения.

Плоскости и отсеченная или удлиненная часть профиля подсвечиваются, а их наименования появляются на Панели свойств.

Повторное указание редактируемого профиля в модели или удаление его из списка объектов на Панели свойств отменяет выбор.

Если указанная плоскость не параллельна образующей и не пересекает профиль, то выполняется его удлинение – дополнительных настроек не требуется. Перейдите к п.4.

Если плоскость пересекает профиль, то выполняется отсечение плоскостью.

3. Чтобы сменить часть профиля, которую требуется оставить, выделите плоскость отсечения, например, в списке **Плоскости**. Затем активизируйте переключатель **Сторона 1**  или **Сторона 2**  в группе **Расположение** или щелкните мышью по стрелке плоскости в окне модели.

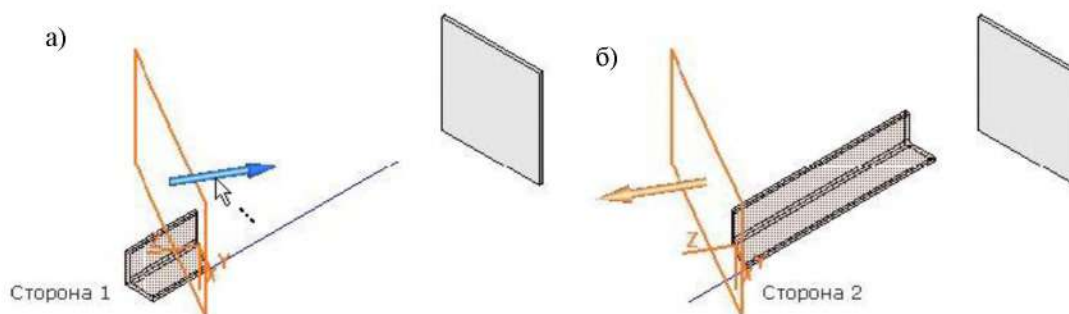



Рисунок 2.17. Выбор стороны в процессе отсечения: а) указание Стороны 2, б) результат выбора

Если плоскостей несколько, их можно указать сразу, а затем для каждой из них выполнить действия п.3.

4. Чтобы завершить построение, нажмите кнопку **Создать объект** .

За один вызов команды **Отсечь/Удлинить профиль плоскостями** можно отредактировать несколько профилей.

Чтобы прервать выполнение команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

6.2.3. КОМАНДА ОТСЕЧЬ/УДЛИНИТЬ ГРУППУ ПРОФИЛЕЙ ДО ПЛОСКОСТИ

Позволяет рассечь несколько профилей плоскостью, оставляя части профиля с одной или другой стороны, или удлинить профили до этой плоскости.

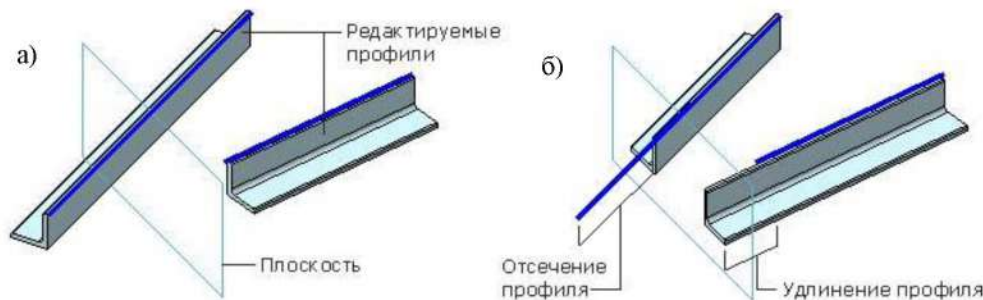




Рисунок 2.18. Пример отсечения/удлинения двух профилей: а) профили до выполнения операции, б) результат операции

Для вызова команды нажмите кнопку **Отсечь/Удлинить группу профилей до плоскости**  на инструментальной панели **Оборудование: Металлоконструкции**.

Чтобы отсечь или удлинить группу профилей, выполните следующие действия.

1. При активизированном переключателе **Редактируемые профили** укажите профили , которые требуется отсечь или удлинить.

2. Активизируйте переключатель **Плоскость**  и укажите в окне модели плоскость, которая будет являться границей отсечения.

Плоскость и отсеченные или удлиненные части подсвечиваются, а их наименования появляются на Панели свойств.

Повторное указание редактируемого профиля в модели или удаление его из списка объектов на Панели свойств отменяет выбор.

Если указанная плоскость не пересекает профиль, то выполняется его удлинение – дополнительных настроек не требуется. Перейдите к п.4.

Если плоскость пересекает профиль, то выполняется отсечение плоскостью.

3. Чтобы сменить сторону отсечения, которую требуется оставить, активизируйте переключатель **Сторона 1**  или **Сторона 2**  в группе **Расположение** или щелкните мышью по стрелке на плоскости в окне модели.

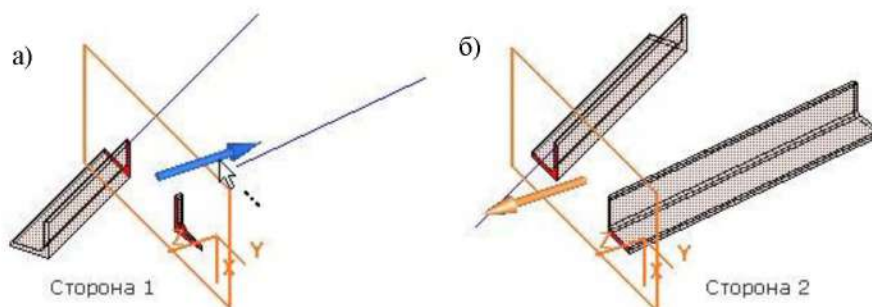




Рисунок 2.19. Выбор стороны в процессе отсечения/удлинения: а) указание Стороны 2, б) результат выбора

4. Чтобы завершить построение, нажмите кнопку **Создать объект** .

В Дереве модели появляется пиктограмма операции. Для задания профилям исходной длины можно удалить объект **Отсечь/Удлинить** .

За один вызов команды **Отсечь/Удлинить группу профилей до плоскости** можно отредактировать несколько групп профилей.

Чтобы прервать выполнение команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

6.2.4. КОМАНДА УГЛОВАЯ РАЗДЕЛКА

Позволяет выполнять угловую разделку торцов профилей с зазором.

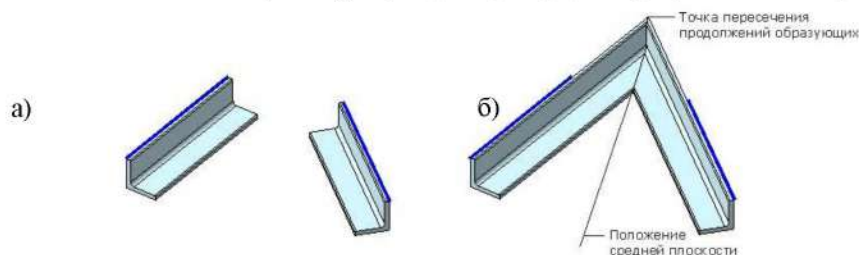


Рисунок 2.20. Пример угловой разделки без зазора: а) исходные профили, б) результат операции

Для вызова команды нажмите кнопку **Угловая разделка**  на инструментальной панели **Оборудование: Металлоконструкции**.

Чтобы построить разделку, выполните следующие действия.

1. Укажите профили, подлежащие обработке.

Объекты подсвечиваются, а их наименования появляются на Панели свойств.

Повторное указание объекта в модели или удаление его из списка объектов на Панели свойств отменяет выбор.

2. Если образующие профилей представляют собой замкнутую цепочку объектов (при этом образующие первого и последнего указанного профиля имеют общий узел), то задайте условие – создавать угловую разделку узла первого и последнего профиля или отказаться от нее.

Для этого в группе элементов **Разделка** активизируйте переключатель:

• **Создавать разделку первого и последнего профиля** 

• **Не создавать разделку первого и последнего профиля** 

3. Чтобы профили имели зазор, введите или задайте счетчиком его значение в поле **Зазор**. Зазор – удвоенное расстояние от торца профиля до средней плоскости.

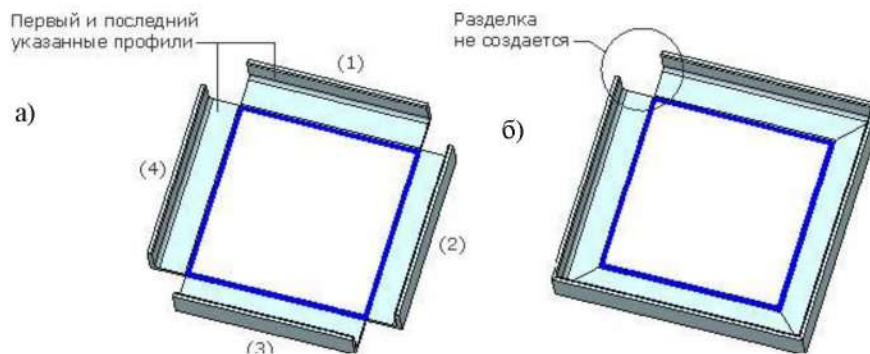



Рисунок 2.21. Пример создания разделки для замкнутой цепочки профилей: а) исходные профили, б) результат операции

Зазор можно изменить в окне модели, перемещая мышью характерную точку, которая находится на первом из указанных профилей, или задавая значение в поле над точкой.

4. Чтобы завершить построение, нажмите кнопку **Создать объект** .

За один вызов команды **Угловая разделка** можно построить разделку в нескольких группах профилей.

Если выполнялось команды отсечения/удлинения профиля плоскостями, то разделка на этих торцах не создается.

Чтобы прервать выполнение команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

6.2.5. КОМАНДА СТЫКОВАЯ РАЗДЕЛКА

Позволяет выполнять стыковую разделку профилей с зазором. При построении стыковой разделки один профиль будет формообразующим, а другие – редактируемыми.

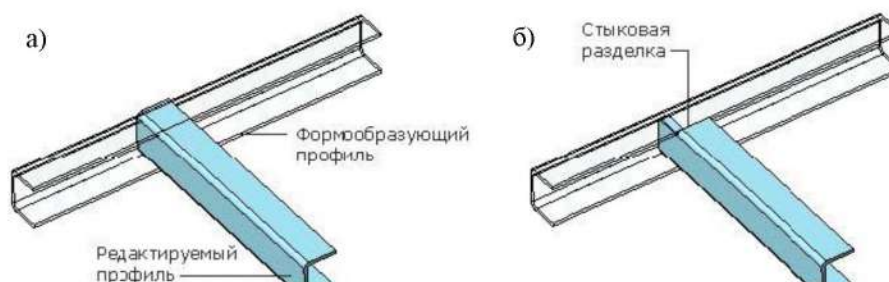




Рисунок 2.22. Пример стыковой разделки без зазора: а) исходные объекты, б) результат операции

Для вызова команды нажмите кнопку **Стыковая разделка**  на инструментальной панели **Оборудование: Металлоконструкции**.

Чтобы построить разделку, выполните следующие действия.

1. При активизированном переключателе **Редактируемые профили**  укажите редактируемые профили, для которых требуется выполнить разделку. Объекты подсвечиваются, а их наименования появляются на Панели свойств.

2. Выберите формообразующий профиль. Для этого активизируйте переключатель

Формообразующий профиль и укажите профиль .

Повторное указание редактируемого профиля в модели или удаление его из списка объектов на Панели свойств отменяет выбор.

3. Чтобы редактируемые профили имели зазор с формообразующим профилем, введите или задайте счетчиком его значение от 0 до 10 мм в поле **Зазор**.

Зазор – расстояние между поверхностью формообразующего профиля и эквидистантной ей поверхности (рисунок 2.23). Поверхность стыка образуется в результате пересечения эквидистантной поверхности формообразующего профиля и редактируемого профиля.

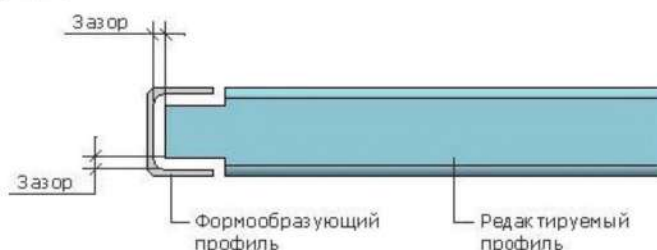



Рисунок 2.23. Образование зазора при стыковой разделке

Зазор можно изменить в окне модели, перемещая мышью характерную точку, которая находится на первом редактируемом профиле, или задавая значение в поле над точкой.


При выборе профилей необходимо учитывать, что тела формообразующего и редактируемого профилей с учетом зазора должны пересекаться.

4. Чтобы завершить построение, нажмите кнопку **Создать объект** .

За один вызов команды **Стыковая разделка** можно построить разделку для нескольких групп профилей.

Если на профиле была ранее построена разделка, выполнение команды **Стыковая разделка** автоматически удаляет разделку и строит ее заново.

Если в результате выполнения команды (с учетом величины зазора) происходит рассечение редактируемого профиля на части, то по умолчанию в модели остаются большие части профилей. Чтобы оставлять все части, выберите вариант **Оставлять все части** на вкладке **Конструкция** диалога **Конфигурация**.

Чтобы прервать выполнение команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

6.3. КОМАНДЫ ПОСТРОЕНИЯ ПЛАСТИН И РЕБЕР ЖЕСТКОСТИ

6.3.1. КОМАНДА ПЛАСТИНА

Позволяет строить прямоугольные пластины и размещать их в модели.

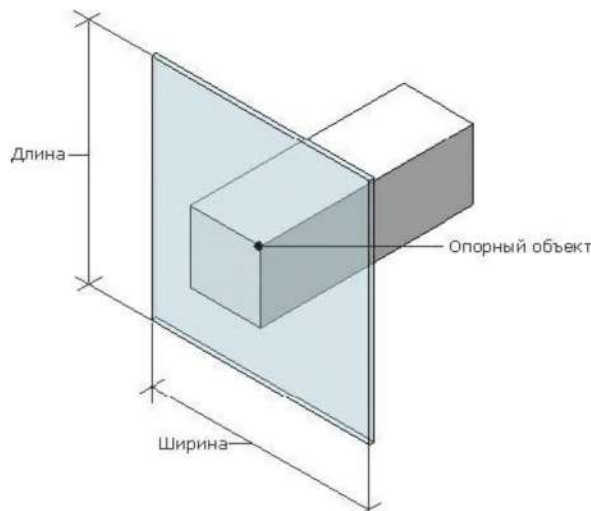


Рисунок 2.24. Пример построения пластины с размещением в вершине профиля

Для вызова команды нажмите кнопку **Пластина**  на инструментальной панели

Оборудование: Металлоконструкции.

Чтобы построить пластину и разместить ее на объекте, выполните следующие действия.

1. Задайте параметры текущего сортамента одним из способов:
 - выбором экземпляра сортамента из Справочника – при помощи переключателя

Выбрать из Справочника ;

- вручную – путем ввода значения толщины в поле **Толщина**;
- копированием параметров и свойств пластины, ранее созданной в документе.

2. Разместите пластину одним из способов:

- в точечном объекте и параллельно заданной плоскости

Укажите в окне модели опорный объект – точку или позиционирующую точку другого объекта модели, а затем плоскость или грань, параллельно которой нужно разместить пластину.

- на расстоянии от объектов в заданной плоскости

Укажите в окне модели плоскость или грань, на которой нужно разместить пластину. Задайте расстояния и угол поворота на вкладке **Размещение**.

Для переключения между вкладками служат значки над фантомом объекта: вкладка

Параметры , вкладка **Размещение** .

3. Если требуется сменить позиционирующую точку, выберите ее из списка **Позиционирующая точка** или щелкните по нужной точке мышью.


4. Задайте размеры пластины вводом или заданием счетчиком значений в поле **Длина** и **Ширина**.


5. Чтобы сменить направление, в котором откладывается толщина пластины, используйте переключатели группы **Направление**:


Средняя плоскость  – симметрично в обе стороны (способ по умолчанию);

Прямое направление  – в одну сторону;

Обратное направление  – в противоположную сторону.

Чтобы отменить выбор объектов, нажмите кнопку **Указать заново**  на Панели специального управления и выберите объекты заново.

6. Чтобы завершить построение, нажмите кнопку **Создать объект** .
За один вызов команды Пластина можно построить несколько пластин.

Чтобы прервать выполнение команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

РАЗМЕЩЕНИЕ ОБЪЕКТА

Выбор параметров размещения объекта (пластины, группы отверстий) производится на вкладке **Размещение** Панели свойств.

После того как указаны опорный объект и плоскость, их наименования отображаются в полях **Опорный объект** и **Плоскость** Панели свойств. В полях **Объект 1** и **Объект 2** отображаются объекты для отчета расстояний, выбранные автоматически – прямолинейные ребра объекта **Плоскость**, если они имеются, или координатные плоскости.

На фантоме объекта появляется Элемент СК. На объекте **Плоскость** подсвечиваются **Объект 1** и **Объект 2**.

Чтобы разместить объект, задайте параметры вводом значений в поля **Угол поворота**, **Расстояние 1** и **Расстояние 2** Панели свойств или перемещением Элемента СК за дугу, стрелку или сферу.

Если вращать Элемент СК за дугу, то можно задать угол, величина которого будет кратной 5°. Настройка шага угла выполняется на вкладке **Общие** диалога **Конфигурация**.

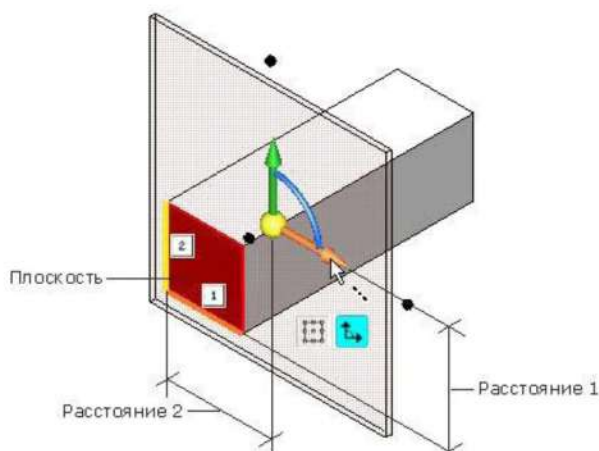


Рисунок 2.25. Смещение относительно ребер профиля

Чтобы повернуть объект так, чтобы стрелка Элемента СК стала направлена по существующему объекту модели, на вкладке **Размещение** щелкните мышью по стрелке, а затем по объекту.

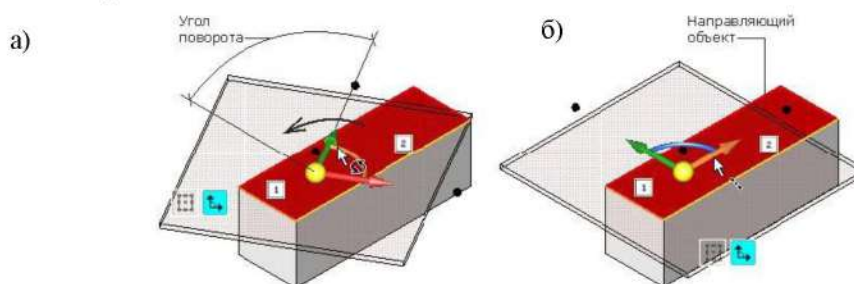


Рисунок 2.26. Поворот пластины при помощи Элемента СК: а) вращением за дугу, б) указанием направляющего объекта

Смена позиционирующей точки пластины выполняется на вкладке Параметры, переход на которую можно, щелкнув мышью по ее значку в окне модели.

Таблица 2.7

Элементы управления вкладки Размещение

Иконка на инструментальной панели	Элемент	Описание
	Опорный объект	Опорный объект служит для привязки создаваемого объекта к точечному объекту или позиционирующей точке другого объекта модели. При активизированном переключателе система ожидает указания точки. В поле Опорный объект отображается ее наименование. Чтобы сменить опорный объект, активизируйте переключатель и повторите выбор. Замечание. Если первым выбран плоский объект и не требуется привязки создаваемого объекта к какой-либо точке, то указывать опорный объект необязательно. Переходите к заданию параметров смещения.
	Плоскость	При активизированном переключателе система ожидает указания плоского объекта – плоскости или грани. В поле Плоскость отображается наименование объекта. После указания объекта на фантоме появляется Элемент СК, а на Панели свойств становятся доступны поле Угол поворота и группы элементов Объект 1 и Объект 2 . Чтобы сменить объект, активизируйте переключатель и повторите выбор.
	Угол поворота	Поле угла поворота пластины в ее плоскости относительно своей позиционирующей точки. Значение можно ввести или задать счетчиком.
	Группа Объект 1/Объект 2	Служит для задания расстояний от объектов. По умолчанию в полях Объект 1 или Объект 2 отображаются наименования объектов, выбранных системой автоматически после указания объекта Плоскость . Чтобы сменить объект, активизируйте переключатель Объект 1 или Объект 2 и укажите в модели плоский объект или кривую, после чего наименование появится в поле объекта. Чтобы отменить выбор Объекта 1 или Объекта 2 , активизируйте переключатель и щелкните мышью в окне модели вне объекта. В поле появится текст Объект не определен .
	Расстояние 1/ Расстояние 2	Поле расстояния от Объекта 1 или Объекта 2 до размещаемого объекта. Значение можно ввести или задать счетчиком.

6.3.2. КОМАНДА РЕБРО ЖЕСТКОСТИ

Позволяет строить ребра жесткости (многоугольные, треугольные, прямоугольные) и размещать их на гранях профилей и других объектах— плоскостях, плоских и цилиндрических гранях модели.

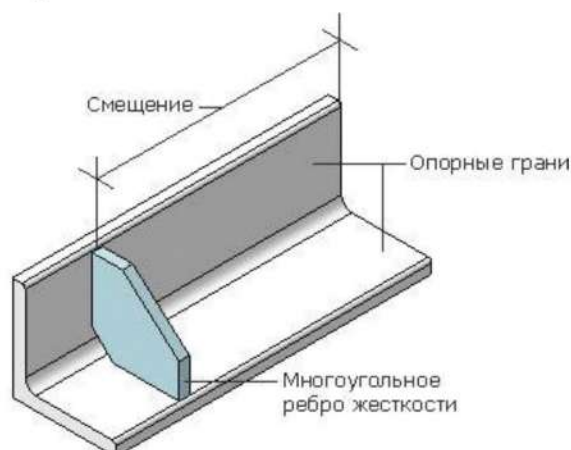


Рисунок 2.27. Пример построения ребра жесткости со смещением от начальной точки профиля

Для вызова команды нажмите кнопку **Ребро жесткости**  на инструментальной панели **Оборудование: Металлоконструкции**.

Чтобы построить ребро жесткости, выполните следующие действия.

1. Задайте параметры текущего сортамента одним из способов:

- выбором экземпляра сортамента из Справочника – при помощи переключателя

Выбрать из Справочника ;

- вручную – путем ввода значения толщины в поле Толщина или при помощи характерных точек;


- копированием параметров и свойств пластины, ранее созданной в документе.

2. Для выбора формы ребра жесткости активизируйте переключатель группы

Форма ребра:

Многоугольное ребро , (способ по умолчанию),

Треугольное ребро ,

Прямоугольное ребро .

3. Укажите в окне модели опорные грани, которые будут соединены ребром жесткости:

- непараллельные плоские грани и плоскости,
- цилиндрические грани, оси которых непараллельны.

Количество опорных граней зависит от формы ребра. Для ребер **всех форм** достаточно указания двух граней.

При создании **прямоугольного** ребра возможно указание трех опорных плоских граней. В этом случае ребро будет примыкать к ним вплотную. Для корректного построения необходимо последовательно выбирать грани, избегая указания подряд двух параллельных объектов. Например, для швеллера следует указать полку, стенку, а затем противоположную полку профиля или заменяющие их объекты.

Объекты подсвечиваются, а их наименования появляются в списке на панели **Опорные грани**. Ребро с текущими параметрами отображается на экране в виде фантома. Щелчок мышью по значку на фантоме ребра сменяет его форму.

Повторное указание опорной грани в модели или удаление ее из списка объектов на Панели свойств отменяет выбор.

4. Чтобы отредактировать размеры ребра, нажмите кнопку **Размеры...** на Панели свойств.

На экране появляется диалог **Размеры**, позволяющий изменить параметры ребра выбранной формы.


5. Чтобы сменить направление, в котором откладывается толщина ребра, используйте переключатели группы **Направление:**

Средняя плоскость  – симметрично в обе стороны (способ по умолчанию);

Прямое направление  – в одну сторону;

Обратное направление  – в противоположную сторону.

6. Чтобы перебрать возможные варианты положения ребра, воспользуйтесь переключателями группы **Положение ребра:**

Расположить по центру  – положение в середине между границами объекта (способ по умолчанию);


Сдвинуть в обратном направлении  – положение на одном краю объекта;


Сдвинуть в прямом направлении  – положение на противоположном краю объекта.

Количество вариантов зависит от типа и расположения опорных объектов.


7. Чтобы сместить ребро жесткости относительно своего начального положения, введите величину смещения в поле **Смещение**. Элемент находится на Панели свойств, если указаны плоские опорные грани.

Введите величину углового смещения в поле **Угол**. Элемент находится на Панели свойств, если одна из указанных опорных граней цилиндрическая.

Чтобы отменить выбор объектов, нажмите кнопку **Указать заново**  на Панели специального управления и выберите объекты заново.

8. Чтобы завершить построение, нажмите кнопку **Создать объект** .

За один вызов команды Пластина можно построить несколько пластин.

Чтобы прервать выполнение команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

ДИАЛОГ РАЗМЕРЫ

Диалог появляется на экране после нажатия кнопки **Размеры...** на Панели свойств команды **Ребро жесткости**.

В диалоге находится окно просмотра текущего ребра и таблица, в которой перечислены параметры и их значения.

Чтобы изменить размеры, выполните следующие действия.

1. Дважды щелкните левой клавишей мыши в ячейке столбца **Значение** изменяемого размера и введите значение.

2. После внесения изменений нажмите кнопку **ОК**.

После закрытия диалога размеры для текущего ребра жесткости будут изменены.

РАЗМЕЩЕНИЕ РЕБРА ЖЕСТКОСТИ

При размещении ребра жесткости необходимо учитывать следующее.

Ребро строится в плоскости, перпендикулярной опорным граням. Сторона размещения ребра выбирается автоматически со стороны указания грани.

Если в качестве опорного объекта указана плоскость, то возможен выбор стороны размещения ребра относительно этой плоскости. Щелчок мыши по стрелке Элемента СК позволяет сменить сторону размещения на противоположную.

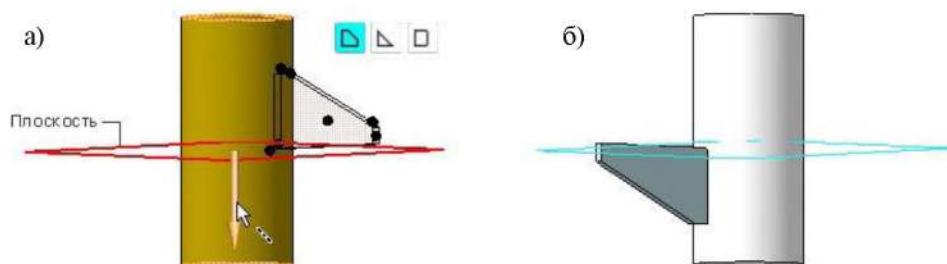


Рисунок 2.28. Размещения ребра относительно опорной плоскости: а) выбор стороны, б) результат выбора

Если указана цилиндрическая грань, то плоскость ребра будет проходить через ось цилиндра.

Переключатели группы **Положение ребра** позволяют задать варианты расположения ребра в крайних положениях для отсчета величины смещения.

- Если обе грани плоские, возможны три варианта положения – на краях и в середине грани. Поле **Смещение** позволяет задать расстояние промежуточного положения ребра.
- Если указаны две плоскости, то вариантов расположения нет – положение задается смещением от начала координат в направлении линии пересечения плоскостей.

- Если указана цилиндрическая грань, то возможны два положения – на противоположных сторонах цилиндрической грани или ее продолжения по окружности.

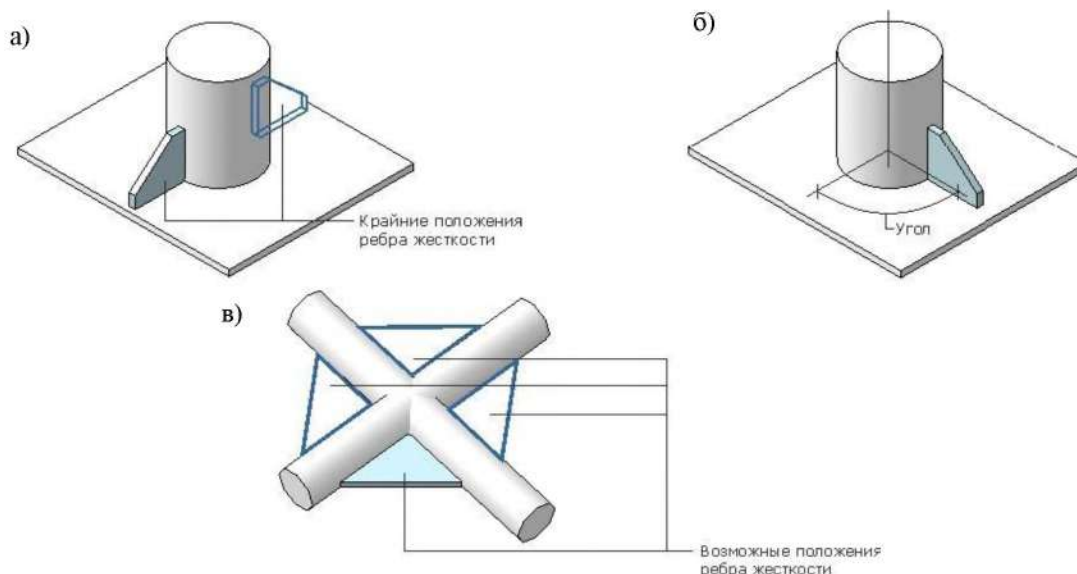


Рисунок 2.29. Варианты размещения ребра жесткости

Поле **Угол** позволяет задать угол промежуточного положения ребра (рисунок 2.29б).

Если указаны две цилиндрические грани, оси которых пересекаются, то возможны четыре положения (рисунок 2.29в).

6.4. КОМАНДЫ СОЗДАНИЯ ФАСОК, ПАЗОВ И ОТВЕРСТИЙ

6.4.1. КОМАНДА ФАСКА

Позволяет строить фаски на пластинах.

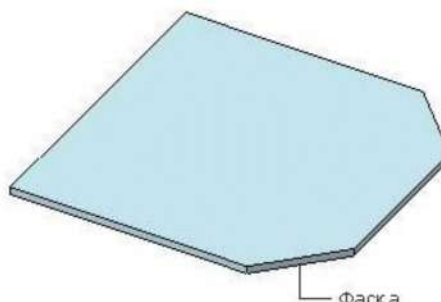


Рисунок 2.30. Пример построения фасок

Для вызова команды нажмите кнопку **Фаска**  на инструментальной панели **Оборудование: Металлоконструкции**.

Чтобы построить фаску, выполните следующие действия.

1. Укажите расположение фасок. Для этого щелкните мышью по позиционирующим точкам в углах пластины аналогично указанию точек для построения пазов.

Точка подсвечивается при подведении к ней курсора. После указания точки в модели появляется фантом фаски (если при заданных параметрах построение возможно). Выбранная точка закрашивается.

Повторное указание позиционирующей точки отменяет ее выбор.

2. Задайте параметры фаски. Для этого выберите способ построения, активизировав переключатель группы **Способ построения**:

Построение по стороне и углу 

Построение по двум сторонам 

Если фаска строится по стороне и углу, введите или задайте счетчиком в поле **Длина 1** длину стороны фаски, а в поле **Угол** – угол между этой стороной и поверхностью фаски. Если построение выполняется по двум сторонам, то введите их длины.

Параметры фаски можно изменить в окне модели, перемещая мышью характерные точки, которые находятся на первом из указанных объектов. Также можно задать значение параметра в поле над соответствующей ему точкой.

3. Чтобы поменять местами стороны фаски, включите опцию **Изменить направление**. После этого сторона фаски с **Длиной 1** займет положение другой стороны.

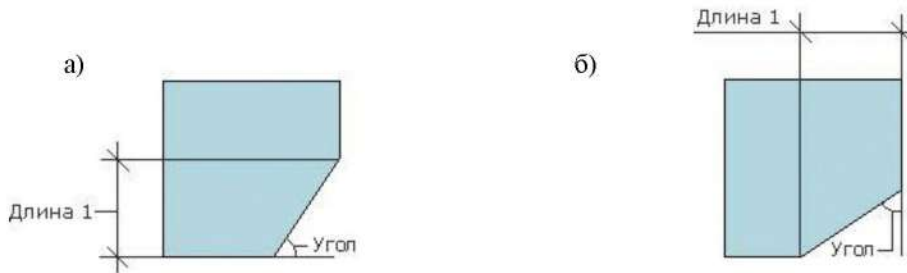





Рисунок 2.31. Параметры фаски для способа По стороне и углу: а) по умолчанию, б) после изменения направления

Чтобы отменить выбор объектов, нажмите кнопку **Указать заново**  на Панели специального управления и выберите объекты заново.

4. Чтобы завершить построение, нажмите кнопку **Создать объект** .

За один вызов команды **Фаска** можно построить фаски на нескольких пластинах.

Чтобы прервать выполнение команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

6.4.2. КОМАНДА ПАЗ

Позволяет строить пазы на профилях и пластинах.

Паз в сечении имеет форму прямоугольника со скруглением. Пазы вырезаются в углах пластины перпендикулярно ее поверхности или на торцах профиля перпендикулярно образующей в направлениях осей координат сечения.



Рисунок 2.32. Примеры построения паза на профиле: а) в направлении вертикального ребра сечения, б) в направлении горизонтального ребра сечения

Для вызова команды нажмите кнопку **Паз**  на инструментальной панели **Оборудование: Металлоконструкции**.

Чтобы построить паз, выполните следующие действия.

1. Укажите расположение пазов. Для этого щелкните мышью по позиционирующим точкам пластины или профиля.

Точка подсвечивается при подведении к ней курсора. После указания точки в модели появляется фантом выреза (если при заданных параметрах построение возможно). Выбранная точка закрашивается.

Повторное указание позиционирующей точки отменяет ее выбор.

По умолчанию строится паз без скругления.

2. Выберите форму паза, активизировав переключатель группы Тип или щелкните мышью по значку на фантоме объекта:

Тип 1 

Тип 2 

Тип 3 

Если выбран вариант **Тип 1**, введите или задайте счетчиком в поля **Длина 1** и **Длина 2** длины сторон паза. Если выбран вариант **Тип 2** и **Тип 3**, задайте также радиус и диаметр скругления, соответственно.

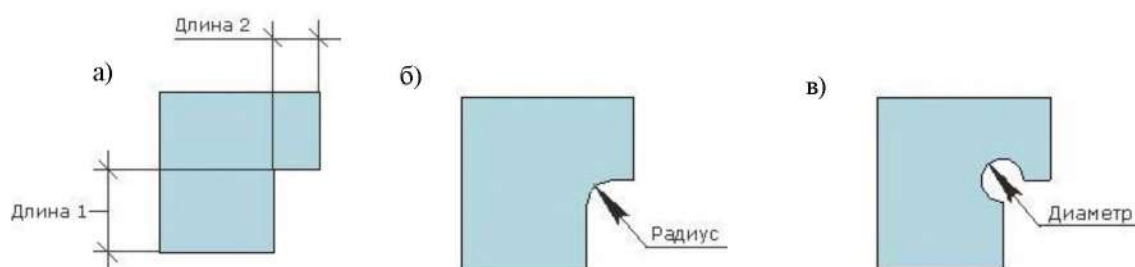


Рисунок 2.33. Типы формы паза: а) Тип 1, б) Тип 2, в) Тип 3

3. Чтобы поменять местами стороны паза, включите опцию **Изменить направление**. После этого сторона паза с **Длиной 1** займет положение стороны с **Длиной 2**.

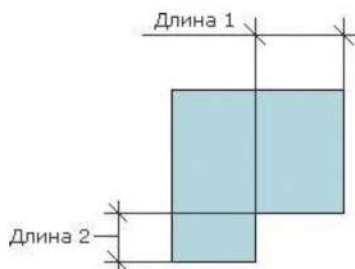




Рисунок 2.34. Параметры паза Типа 1 после смены направления

Чтобы отменить выбор объектов, нажмите кнопку **Указать заново**  на Панели специального управления и выберите объекты заново.

4. Чтобы завершить построение, нажмите кнопку **Создать объект** .

За один вызов команды Паз можно построить пазы на нескольких объектах.

Чтобы прервать выполнение команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

РАЗМЕЩЕНИЕ ПАЗА

Размещение паза выполняется указанием позиционирующей точки, а его направление определяется автоматически.

Пластина при построении паза имеет четыре позиционирующие точки – в каждом углу. Паз строится перпендикулярно плоскости пластины и проходит через выбранную точку.



Рисунок 2.35. Пример построения паза на пластине: а) указание точки, б) результат операции

Профиль при построении паза имеет также четыре позиционирующие точки – с каждой стороны сечения. Паз строится перпендикулярно образующей профиля и проходит через граничную точку сечения с выбранной стороны.

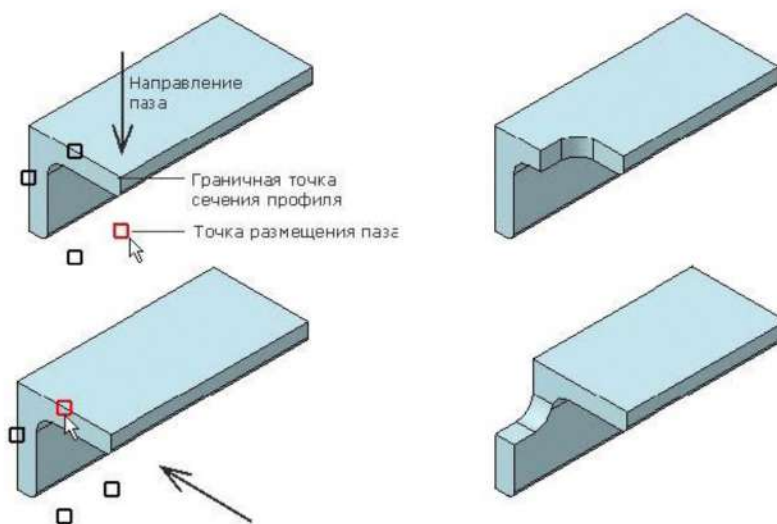


Рисунок 2.36. Примеры построения пазов на профиле: а) в вертикальном направлении, б) в горизонтальном направлении

Если указать несколько точек, то будет построено несколько одинаковых пазов.

Положение позиционирующих точек для каждого объекта (пластины, профиля) неизменно – оно определяется параметрами объекта (длиной и шириной пластины, размерами сечения профиля), заданными при их создании, и не меняется после построения паза, фаски, отсечения плоскостью.

6.4.3. КОМАНДА ГРУППА ОТВЕРСТИЙ

Позволяет строить цилиндрические отверстия на объектах модели. Отверстия строятся группой и располагаются в узлах параллелограммной сетки.

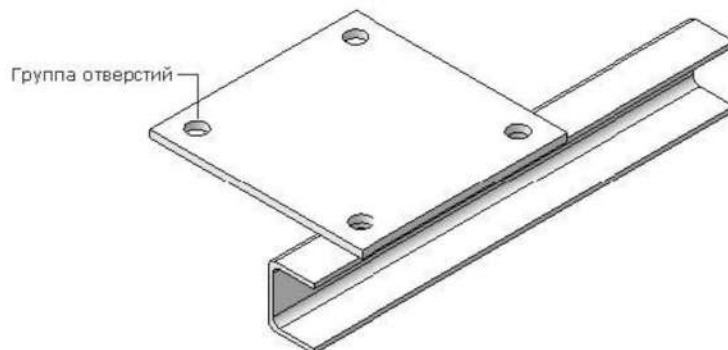


Рисунок 2.37. Пример построения группы из 4-х отверстий

Для вызова команды нажмите кнопку **Группа отверстий**  на инструментальной панели Оборудование: Металлоконструкции.

Чтобы построить группу отверстий, выполните следующие действия.


1. Укажите грани объектов, на которых требуется построить отверстия. Могут быть указаны грани, лежащие в одной плоскости или в параллельных плоскостях.

Наименования объектов появляются в списке **Объекты**.

2. Укажите диаметр отверстий. Для этого введите или задайте счетчиком значения в поле **Диаметр**.

3. Если требуется, чтобы отверстия не были сквозными, а были построены до плоскости, включите опцию **Ограничивающая плоскость**.




На Панели свойств появятся элементы управления для выбора плоскости.

При активизированном переключателе **Плоскость, ограничивающая глубину группы отверстий**  и укажите плоский объект. Наименование объекта появляется в поле на Панели свойств. Глубина отверстий на фантоме изменяется.

Чтобы отменить ограничение плоскостью, выключите опцию **Ограничивающая плоскость**.

4. Задайте параметры размещения группы отверстий на вкладке Размещение.


5. Задайте параметры отверстий внутри группы на вкладке Группа отверстий.

Для переключения между вкладками служат значки над фантомом объекта: вкладка **Параметры** , вкладка **Размещение** , вкладка **Группа отверстий** .


Вы можете изменять параметры отверстий (диаметр, размещение, параметры группы) в окне модели при помощи характерных точек или Элемента СК, делая активной вкладку, предусматривающую эту настройку.

Чтобы отменить выбор объектов, нажмите кнопку **Указать заново** на Панели специального управления и выберите объекты заново.

Вы можете включить или выключить отображение фантома отверстий. Для этого нажмите кнопку **Показать фантом элемента**  на Панели специального управления.

6. Чтобы завершить построение, нажмите кнопку **Создать объект** .

За один вызов команды Группа отверстий можно построить несколько групп отверстий.

Чтобы прервать выполнение команды, нажмите кнопку **Прервать команду** .

РАЗМЕЩЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ ВНУТРИ ГРУППЫ

Размещение отверстий внутри группы производится на вкладке **Группа отверстий** Панели свойств. Группа представляет собой ряды отверстий, расположенные на расстоянии шага друг от друга.

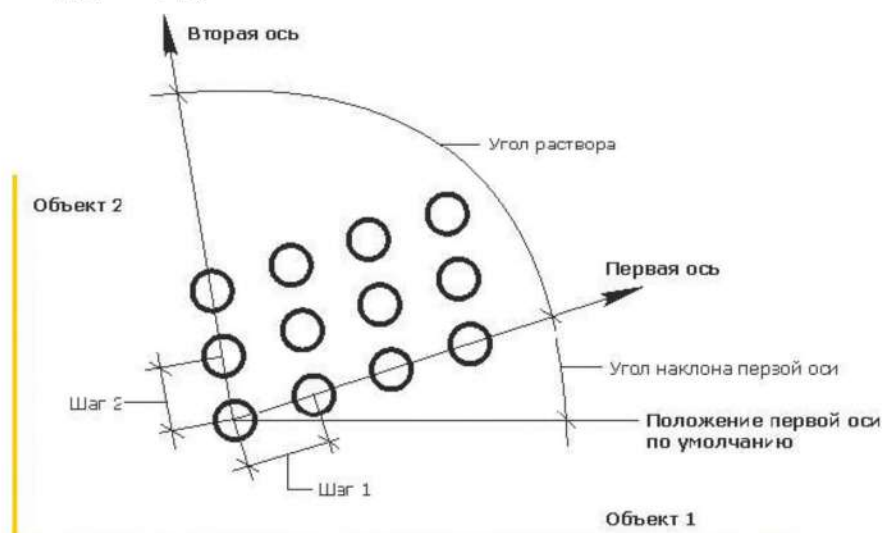



Рисунок 2.38. Параметры группы отверстий

Чтобы настроить параметры группы, выполните следующие действия.

При активизированном переключателе **Первая ось**  задайте параметры группы по первой оси.

Направление первой оси

По умолчанию направление первой оси выбирается параллельным **Объекту 1**, а в поле **Ось** отображается текст **Автоопределение**.

Задайте направление оси одним из способов.


- Введите в поле **Наклон** значение угла между первой осью и ее умолчательным положением (угол наклона первой оси).
- Укажите в Дереве модели или в окне модели в качестве направляющего объекта прямолинейный либо плоский объект или цилиндрическую либо коническую поверхность.


Шаг вдоль первой оси

Введите в поле **N1** количество отверстий в направлении первой оси.

Введите в поле **Шаг1** значение шага между отверстиями.

В группе **Режим 1** активизируйте переключатель, соответствующий введенному значению шага.

Если активен переключатель **Шаг между соседними экземплярами** , то это значение воспринимается как расстояние между центрами соседних отверстий.

Если активен переключатель **Шаг между крайними экземплярами** , то это значение воспринимается как расстояние между центрами первого и последнего отверстий.

Удаление/восстановление отверстий внутри группы

Включите опцию **Список удаленных**, чтобы перейти в режим удаления/восстановления отверстий.

После этого в окне модели появляются характерные точки и номера отверстий.

В окне модели щелкните мышью по характерной точке того отверстия, которое требуется удалить или восстановить.

Если производится удаление отверстия, то его фантом исчезает, а номер появляется в **Списке удаленных** на Панели свойств.

Если производится восстановление отверстия, то его фантом появляется, а номер исчезает из Списка удаленных.

Восстановить удаленное отверстие можно другим способом:


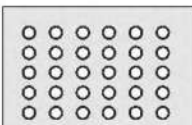

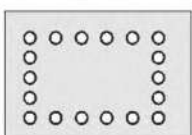
- Выделите в **Списке удаленных** нужное отверстие.
- Нажмите кнопку **Восстановить** над списком.

Варианты групп отверстий

В таблице 2.8 представлены схемы вариантов групп отверстий.

Таблица 2.8


Варианты групп отверстий

Иконка на инструментальной панели	Вариант	Расположение отверстий в группе
	Стандартная схема	
	Удалять копии внутри сетки	

Иконка на инструментальной панели	Вариант	Расположение отверстий в группе
	Копировать только вдоль осей	
	Шахматный порядок – сдвиг вдоль оси 1	
	Шахматный порядок – сдвиг вдоль оси 2	

По умолчанию на фантоме отображается расположение отверстий по стандартной схеме. При выборе другой строки списка расположение отверстий в окне модели изменяется.

Параметры второй оси

Чтобы задать параметры второй оси, активизируйте на Панели свойств переключатель **Ось 2** .

Задайте направление второй оси группы отверстий, выполнив такие же действия, как и для первой оси (см. выше). Различие состоит только в параметре Угол раствора (вместо параметра Наклон), означающем угол между осями группы.

Параметры шага вдоль второй оси аналогичны параметрам шага вдоль первой оси (см. выше). Для их задания используйте поля и переключатели N 2, Шаг 2 и Режим 2.

Контрольные вопросы.

1. Виды библиотек Компас.
2. Построение шлицевого соединения.
3. Построение профиля металлоконструкции по кривой.
4. Построение профиля металлоконструкции по эскизу.
5. Разделка стыков металлоконструкции.
6. Построение вала в библиотеке Валы и механические передачи.
7. Построение шпоночного паза.
8. Построение передачи зубчатой цилиндрической.
9. Построение передачи зубчатой конической.
10. Как изменить форму паза в библиотеке металлоконструкции.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения материала программы предусматривает активное использование современных инновационных образовательных технологий. Формы обучения: индивидуальные и групповые. Методы обучения:

- работа с преподавателем, - работа в коллективе обучающихся,
- самостоятельная работа.

При освоении дисциплины используются следующие виды активной и интерактивной форм обучения для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций:

- совместное погружение в проблемное поле;
- обсуждение сложных вопросов и проблем;
- работа в малых группах; - разборы конкретных ситуаций и т.д. Процесс освоения дисциплины предусматривает следующие работы:

освоения дисциплины предусматривает следующие работы:

1. Контактная работа (аудиторная работа: лекционные, практические, мастер-классы, консультации);
2. Самостоятельная работа;
3. Контрольные мероприятия (промежуточные и итоговые аттестации).

Методические указания для обучающихся по лекционным занятиям по модулю

Лекция является наиболее экономичным способом передачи учебной информации, т.к. при этом обширный материал излагается концентрировано, в логически выдержанной форме, с учетом характера профессиональной деятельности обучаемых. Лекция закладывает основы научных знаний в обобщенной форме. На лекционных занятиях преподаватель:

- знакомит обучающихся с общей методикой работы над курсом;
- дает характеристику учебников и учебных пособий, знакомит слушателей с обязательным списком литературы;
- рассказывает о требованиях к промежуточной аттестации;
- рассматривает основные теоретические положения курса;
- разъясняет вопросы, которые возникли у обучающихся в процессе изучения курса. Лекционное занятие преследует 5 основных дидактических целей:
- информационную (сообщение новых знаний);
- развивающую (систематизация и обобщение накопленных знаний);
- воспитывающую (формирование взглядов, убеждений, мировоззрения);
- стимулирующую (развитие познавательных и профессиональных интересов);
- координирующую с другими видами занятий.

В процессе прослушивания лекций очень важно умение обучающихся конспектировать наиболее значимые моменты теоретического материала. Конспект помогает внимательнее слушать, лучше запоминать в процессе записи, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к лабораторным занятиям и промежуточной аттестации. В этой же тетради следует записывать неясные вопросы, требующие

уточнения на занятии. Рекомендуется в тетради отвести место для словаря, куда в алфавитном порядке вписываются специальные термины и пояснения к ним.

Методические указания для обучающихся по практическим занятиям по модулю

Практическое занятие – форма систематических учебных занятий, с помощью которых обучающиеся изучают тот или иной раздел определенной научной дисциплины, входящей в состав учебного плана.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение заданий проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях обучающийся не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении заданий нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если обучающийся видит несколько путей решения проблемы, то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы. Решение проблемных заданий или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждого учебного задания должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данного задания. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение заданий данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

При подготовке к практическим занятиям следует использовать основную литературу из представленного списка, а также руководствоваться приведенными указаниями и рекомендациями. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу, обозначенную как «дополнительная» в представленном списке. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий.

Обучающемуся рекомендуется следующая схема подготовки к занятию:

1. Проработать конспект лекций;
2. Прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу;
3. Ответить на вопросы плана семинарского занятия;

4. Выполнить домашнее задание;
5. Проработать тестовые задания и задачи;
6. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В процессе подготовки изучают рекомендованные преподавателем источники литературы, а также самостоятельно осуществляют поиск релевантной информации.

Методические указания для обучающихся по мастер-классам

Одной из современных педагогических форм, позволяющих демонстрировать новые возможности профессионализма, является мастер-класс.

Целью проведения мастер-класса является демонстрация достижений специалиста как подлинного мастера в своей области.

Мастерство — это всегда высокий профессионализм, большой и разнообразный опыт определенной деятельности, обширные познания теории и практики в конкретной сфере. Основной принцип мастер-класса: «Я знаю, как это сделать, и я научу вас». К особенностям проведения мастер-класса можно отнести следующие:

- основная форма взаимодействия со слушателями — сотрудничество, сотворчество, совместный поиск;
- формы, методы, технологии работы в процессе проведения мастер-класса участникам не навязываются, а предлагаются;
- на одном из этапов мастер-класса слушателям предлагается самостоятельная работа в малых группах, создающая условия для включения всех в активную деятельность и позволяющая провести обмен мнениями.

Задачи мастер-класса:

- передача педагогом-мастером своего опыта путем прямого и комментированного показа последовательности действий, методов, приемов;
- совместная отработка приемов решения поставленной в программе мастер-класса проблемы;
- рефлексия собственного профессионального мастерства участниками мастер-класса;
- оказание помощи участникам мастер-класса в определении задач саморазвития, самообразования и самосовершенствования

Перед началом мастер-класса обучающиеся должны пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале за технику безопасности.

Мастер разбивает задание на ряд задач. Группам предстоит придумать способ их решения. Причём участники свободны в выборе метода, темпа работы, пути поиска. Каждому предоставляется независимость в выборе пути поиска решения, дано право на ошибку и на внесение корректив.

Когда группа выступает с отчётом о выполнении задачи, важно, чтобы в отчёте были задействованы все. Это позволяет использовать уникальные способности всех участников мастер-класса, даёт им возможность самореализоваться, что позволяет учесть и включить в работу различные способы познания каждого педагога.

Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе по дисциплине (модулю)

Достижение целей эффективной подготовки обучающихся и развитие профессиональных компетенций невозможно без их целеустремленной самостоятельной работы. Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих систем, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации.

Основная цель данного вида занятий состоит в обучении методам самостоятельной работы с учебным материалом, нормативно-правовыми актами, научной литературой, с ситуационными задачами, развитие способности самостоятельно повышать уровень профессиональных знаний, реализуя специальные средства и методы получения нового знания, и использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности. Состав самостоятельной работы:

1. Подготовка к лекционным и практическим занятиям:
 - чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);
 - составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;
 - работа с конспектом;
 - подготовка вопросов для самостоятельного изучения
2. Подготовка к лабораторным занятиям:
 - работа со справочниками и др. литературой;
 - формирование отчета о выполнении лабораторного занятия;
 - подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению по результатам лабораторного занятия;
3. Подготовка к мастер-классам:
 - обучающиеся должны ознакомиться с анонсом мероприятия, предусмотренных программой мастер-класса;
 - необходимо предварительно ознакомиться со структурой предприятия, на базе которого будет проводиться мастер-класс, основными направлениями, которыми занимается предприятие или компания.
4. Подготовка к промежуточной и итоговой аттестациям:
 - повторение всего учебного материала модуля
 - аналитическая обработка текста; периодического, продолжающегося издания или сборника как составная часть его основного текста.

Методические указания для обучающихся по промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине (модулю)

В период подготовки к промежуточной и итоговой аттестации обучающихся вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только закрепляют полученные знания, но и получают новые. Подготовка обучающегося к аттестации включает в себя три этапа:

- самостоятельная работа в течение курса;

- непосредственная подготовка в дни, предшествующие промежуточной и итоговой аттестации по темам курса;

- подготовка к ответу на вопросы.

Подготовка к аттестации осуществляется на основании списка вопросов по изучаемому курсу, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернет. Литература для подготовки к промежуточной аттестации рекомендуется преподавателем. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух источников. Обучающийся вправе сам придерживаться любой из представленных в литературе точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации.

Основным источником подготовки к промежуточной и итоговой аттестации является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к аттестации обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем. Для подготовки к аттестации преподаватель проводит консультацию по возникающим вопросам. Промежуточная аттестация проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный материал. По окончании ответа преподаватель может задать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы. Оценка качества подготовки обучающихся осуществляется в двух основных направлениях: оценка уровня освоения дисциплин и оценка уровня сформированности компетенций обучающихся. Предметом оценивания являются знания, умения и практический опыт обучающихся.

Положительно будет оцениваться стремление обучающихся изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам.