



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)**

Факультет Машиностроительные технологии и оборудование

Кафедра Технологии формообразования и художественная обработка материалов

Составитель:      доцент кафедры ТФиХОМ

Церна И.А.

**ЛЕКЦИИ**

по дисциплине

«Основы графического моделирования»

(основное содержание)

Ростов-на-Дону

2019

## 1. Синхронная технология моделирования

### 1.1. Особенности, возможности и структура модулей системы Solid Edge

#### *Синхронная технология как эффективный инструмент трехмерного моделирования*

Синхронная технология моделирования разработана на основе геометрического ядра [Parasolid](#) и набора интегрированных модулей [D-Cubed](#). Рассмотрим подробнее особенности синхронной технологии трехмерного моделирования [1].

До создания синхронной технологии существовали два основных способа 3D моделирования.

Первый способ – параметрические системы с деревом построения, которые исторически были первыми. Их примерами являются Solid Edge, Pro/ENGINEER, Inventor, SolidWorks и многие другие. Моделированию с деревом построения уже более 30 лет и данный метод хорошо знаком большинству конструкторов.

Второй способ – системы без дерева построения или системы прямого моделирования, такие, как CoCreate или IronCad.

В системах с деревом построения модель в процессе ее создания и редактирования подразделяется на конструктивные элементы, которые управляются размерами и геометрическими связями (параметрами), находящимися в эскизах этих элементов. Эти конструктивные элементы по мере построения модели последовательно добавляются в так называемое дерево построения и связываются отношениями «родитель-потомок». В связи с этим изменения геометрии сводятся к изменению заранее predetermined параметров и за счет этого оказываются надежными и предсказуемыми. Однако достижение такой предсказуемости поведения модели требует предварительного планирования построения с учетом того, как именно будет редактироваться модель, и любые незапланированные изменения могут потребовать значительных переделок и больших затрат времени на пересчет всего дерева построения.

Системы прямого моделирования не используют конструктивные элементы и практически не поддерживают управление моделью при помощи размеров и геометрических взаимосвязей. Однако такие системы работают быстро и гибко, особенно при проведении самых различных изменений, разумеется, если их геометрическое ядро способно их выполнить.

Очевидно, что каждая из таких систем имеет как преимущества, так и существенные недостатки.

Например, системы параметрического моделирования на основе дерева подразумевают жесткую привязку конструктора к этому дереву, а также совершенно ясное понимание того, каким образом была построена модель, какие связи есть между элементами, какие параметры являются управляющими и т.п. Вследствие этого любое изменение в такую модель, во-первых, занимает достаточное время в связи с неизбежным перестроением (т.к. в режиме редактирования дерево построения находится в состоянии «отката»), во-вторых, оно может привести к полному «краху» модели и потребовать значительное время на исправление. Бо-



лее того, относительно сложные модели может править только тот конструктор, который является создателем этой модели. Если встает задача редактирования чужой модели, то подчас конструктору гораздо проще построить ее заново, чем пытаться ее отредактировать. Все это подразумевает достаточно высокую квалификацию конструкторов, работающих в системах с деревом построения.

Системы прямого моделирования, хотя и имеют большую гибкость и позволяют быстро вносить изменения в геометрию, испытывают трудности с геометрически сложными элементами (например, сложные отверстия, массивы по кривым, тонкостенные оболочки и т.п.) и с точным размерным контролем геометрии, т.к. такие системы не обладают достаточным набором инструментов для параметрического редактирования.

Синхронная технология — это новый инновационный и уникальный подход, реализованный только в продуктах Siemens PLM Software (Solid Edge и NX™). Синхронная технология объединяет скорость и гибкость прямого моделирования с точностью параметрического, что сокращает затраты времени на создание и редактирование моделей, т.е. в ней реализованы лучшие стороны как параметрического моделирования, так и прямого (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Синхронная технология объединяет лучшие черты моделирования на основе дерева построения со свободой прямого моделирования

Синхронная технология — это, в основном, технология прямого моделирования для простых операций (типа перетаскивания или поворота граней модели) с элементами параметрического моделирования для геометрически более сложных конструктивных элементов, а также с возможностью точного размерного контроля за счет управляющих 3D-размеров и геометрических взаимосвязей между 3D-объектами.

В основе синхронной технологии лежит синхронный решатель. Данный уникальный решатель синхронно и в реальном масштабе времени контролирует

геометрические взаимосвязи (касание, концентричность, копланарность и т.д.), конструктивные элементы, управляющие 3D-размеры и всю геометрию, что предоставляет грандиозные возможности создания и редактирования моделей.

Уникальная технология Текущих правил анализирует грани 3D-модели, затронутые операцией редактирования (рис. 1.2), автоматически вычисляет возможные геометрические связи (А) и автоматически их поддерживает, что позволяет абсолютно точно сохранять геометрический «замысел» модели. В синхронной среде Solid Edge можно добавлять управляющие 3D-размеры (размерные связи) непосредственно на 3D-геометрию, минуя создание 2D-эскизов (В).

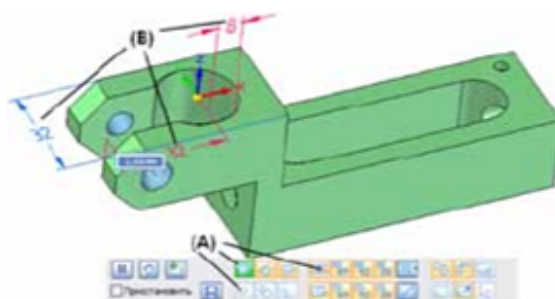


Рис. 1.2. Текущие правила и управляющие 3D-размеры – уникальные инструменты синхронного моделирования

В Solid Edge с синхронной технологией конструктивные элементы хранятся в коллекции, а не в линейном дереве, как это реализовано в традиционных САПР на основе дерева, и представляют собой всего лишь набор граней (рис. 1.3). Элементы геометрии можно выделять, редактировать или удалять без ущерба для скорости перестроения всей модели. В процессе изменения перетаскиванием грани или вводом нового значения 3D-размера перестраивается только необходимая часть геометрии, а не вся модель. Поскольку пересчет выполняется локально, скорость редактирования существенно возрастает и не зависит от сложности модели и количества конструктивных элементов.

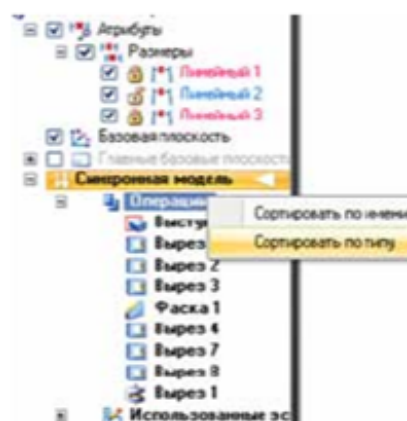


Рис. 1.3. Коллекция синхронных конструктивных элементов, являющихся набором граней, которые можно сортировать, менять порядок без последствий для 3D-модели



Система Solid Edge гарантирует совместимость синхронной технологии с проектами, разработанными ранее в полностью параметрической среде (рис. 1.4).

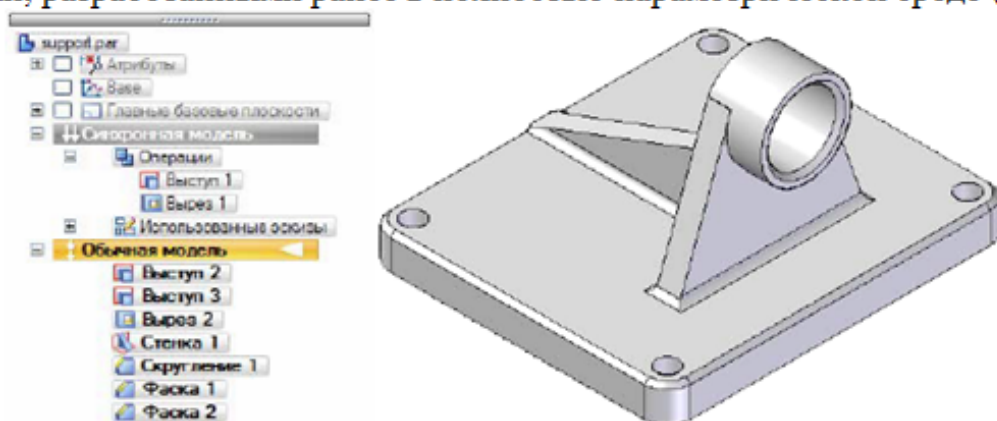


Рис. 1.4. Пример модели с синхронными и обычными элементами

### *Назначение и возможности рабочих сред Solid Edge*

Solid Edge – система автоматизированного проектирования от Siemens PLM Software, предназначенная для проектирования изделий в таких областях, как машиностроение, приборостроение, энергетика, электроника, проектирование технологических линий, производство технологической оснастки, потребительских товаров и др. [2].

Solid Edge состоит из нескольких модулей – так называемых *сред*, каждая из которых отвечает за один из аспектов или этапов автоматизированного проектирования изделий. Кратко рассмотрим состав сред системы Solid Edge [2].

1. Основная среда проектирования в Solid Edge носит наименование **Деталь** и, как следует из названия, предназначена для проектирования моделей различных деталей с учетом технологии ее изготовления. В процессе проектирования конструктор создает модель из конструктивно-технологических элементов, последовательно воплощая замысел.

2. Для решения задачи автоматизации проектирования деталей из листовых материалов предназначена специальная среда **Листовая деталь**. Среда позволяет проектировать детали непосредственно в контексте сборки, а также автоматически получать развертки на такие детали.

3. Среда **Сборка** позволяет конструктору собирать и компоновать сборочные узлы из деталей и подборок методами «снизу вверх» и «сверху вниз». В этой среде возможна отработка вариантного проектирования с анализом различных конструктивных решений, а также быстрая замена деталей согласно запомненному методу размещения. Поддерживается работа с семействами сборок, что дает возможность вести параллельную работу над конструктивными вариантами одного и того же изделия, отличающимися как набором, так и взаимным расположением компонентов сборки.

В контексте сборки есть возможность проектирования детали, адаптирующей к окружающей геометрии сборки.

4. В среде **Чертеж** инженер создает конструкторскую документацию на свою деталь или сборку с обеспечением ассоциативной связи чертежей и моделей. Помимо основного набора средств выполнения видов, разрезов, сечений, простановки размеров и поясняющих надписей, среда отслеживает изменения в моделях и оповещает о них, а также обладает механизмом восстановления моделей по имеющимся чертежам в электронном виде. Система Solid Edge обладает полной поддержкой ЕСКД в части построения видов, разрезов, сечений, выполнения различных обозначений, системы допусков и посадок и прочего, а также содержит предварительно настроенные шаблоны и форматы документов, шрифты и спецсимволы, выполненные в соответствии с ЕСКД.

5. За выполнение инженерных расчетов и анализ конструкций отвечает среда **Solid Edge Simulation** совместно с решателем NX™ NASTRAN и системой построения конечно-элементных моделей Femap™. Среда позволяет анализировать статическую прочность конструкций, формы собственных колебаний, устойчивость, теплообмен в стационарном режиме.

6. Для создания разнесенных видов, отражающих последовательность сборки, ее состав и взаимосвязи сборочных компонентов, существует специальная среда **Разнесение – Закраска – Анимация**. Созданные с ее помощью трехмерные виды и чертежи используются при составлении руководств по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту изделий, а фотореалистичные изображения изделий с наложенными текстурами при различных моделях освещения – в рекламных брошюрах, каталогах и презентациях. Среда полностью ассоциативна – все изменения сборки отражаются на ее разнесенном виде. Она поддерживает возможности анимации работы механизмов и последовательности сборки-разборки, что повышает наглядность пособий, создаваемых для инженеров по эксплуатации и обслуживанию изделий.

7. Проектирование кабельной и жгутовой разводки в составе конструкции изделия производится в Solid Edge в рамках среды **Электропроводка**. Основой для проектирования служит электрическая схема, созданная в специализированных электротехнических САПР, из которой вычленяются список компонентов и таблица соединений. Далее автоматически прокладываются трассы проводов и кабелей, которые пользователь затем объединяет в жгуты.

8. Среда **Рамные и ферменные конструкции** автоматизирует процесс проектирования сварных металлоконструкций из стандартных профилей (уголков, двутавровых балок, швеллеров, труб и т. д.).


9. Среда **Пресс-формы** дает возможность создавать законченные комплекты технологического оснащения для литья деталей из пластмасс.



## 1.2. Интерфейс и основные команды Solid Edge

### Области окна Solid Edge

Необходимо отметить, что интерфейс системы выполнен в соответствии с современной концепцией построения программ под ОС Microsoft Windows, отличительной особенностью которой является наличие таких элементов управления, как кнопка приложения, панель быстрого запуска и лента команд [2].

Управление файлами моделей обеспечивается кнопкой приложения . Окно системы Solid Edge содержит следующие основные области (рис. 1.5).

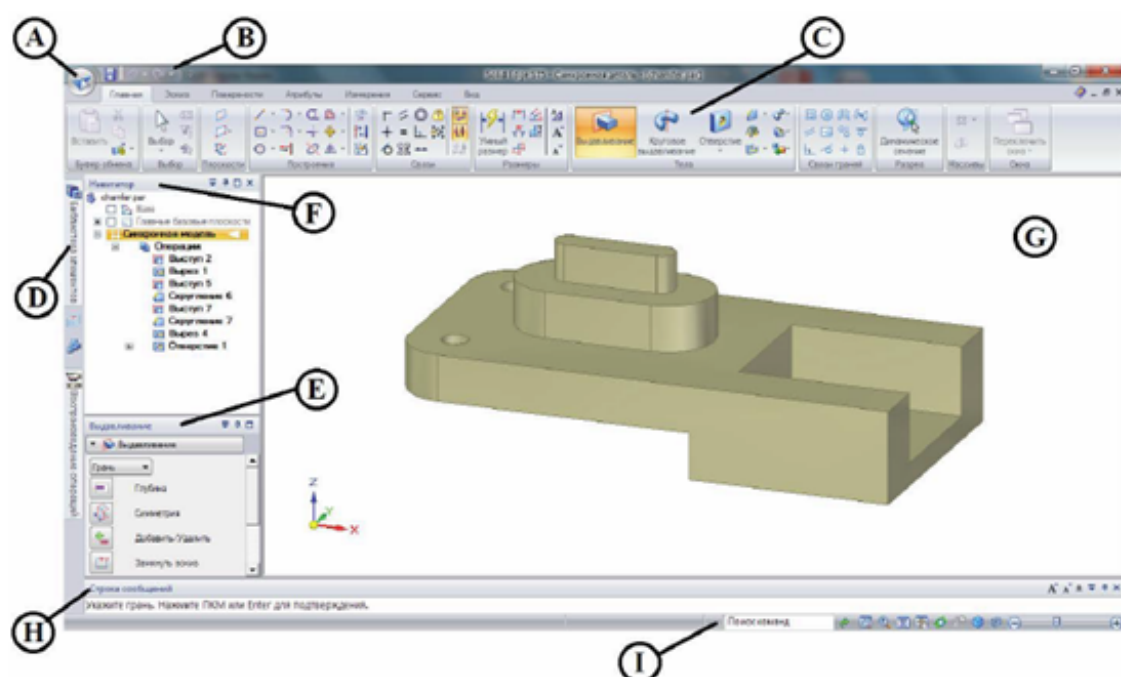


Рис. 1.5. Основные области окна Solid Edge

А – кнопка приложения, открывает доступ к командам управления документами и параметрам Solid Edge.

В – настраиваемая панель быстрого доступа, содержит наиболее часто используемые команды. По умолчанию содержит команды управления документами и команду настройки сочетаний клавиш, ленты команд и радиального меню.

С – лента команд. Команды функционально разбиты на вкладки согласно пунктам расположенного выше меню (**Главная**, **Эскиз**, **Поверхности** и т. д.). Внутри каждой вкладки команды организованы по группам (например, вкладка **Главная** – группы **Построения**, **Связи**, **Размеры** и т. д.). В группах располагаются сами кнопки команд, организованные как в виде обычных кнопок, так и раскрывающихся списков и кнопок-флажков.

Д – расположенная слева панель с набором закладок (запаркованных окон), реализующих ряд функций по работе с открытым в данный момент документом – навигатор, список слоев, семейство деталей, воспроизведение модели (показ последовательности создания модели в режиме анимации) и прочее.

Е – меню команды, содержит поля для ввода данных и настройки параметров исполняемой команды. Может быть вертикальным запаркованным окном (рис. 2.1) либо горизонтальной плавающей панелью инструментов (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Меню команды в виде плавающего окна

Меню команды – одна из отличительных особенностей системы Solid Edge. Она последовательно проводит пользователя по всему процессу выполнения команды, реализуя естественный порядок построения конструктивного элемента и избавляя от коллизий, связанных с неправильной последовательностью задания параметров команды. При этом всегда можно вернуться к ранее выполненному шагу и откорректировать построение. При вертикальном расположении окна меню процесс задания параметров команды выполняется сверху вниз, при горизонтальном – слева направо.

F – навигатор, в модели детали содержит принадлежащие модели конструктивные элементы, эскизы, базовые плоскости, размеры и системы координат, атрибуты, организованные в виде дерева, которое отражает последовательность создания модели. В дереве есть разделы синхронной и обычной модели. Навигатор модели детали используется для выбора элементов, изменения порядка их создания, а также для отображения или скрытия элементов. В режиме сборки в верхней панели навигатора отображается дерево компонентов активной сборки, среди которых могут быть детали, под сборки, базовые плоскости сборки и эскизы сборки, а в нижней – связи, наложенные на выбранную деталь или под сборку.

Навигатор может быть либо запаркованной закладкой панели D (рис. 2.1), либо плавающим окном и располагаться в пределах графического окна.

G – графическое окно, где отображается модель детали, сборки или чертеж, с которым в настоящий момент производится работа.

H – строка сообщений, отображающая системные сообщения, подсказки (в том числе сочетания горячих клавиш) и запросы по текущей выбранной команде. Возможна прокрутка сообщений в окне.

I – строка состояния. Содержит функционал управления отображением модели, включая управление видами, поворот, сдвиг, линейку изменения масштаба и прочее. Здесь же расположен инструмент **Поиск команд**. Состав строки состояния настраивается по щелчку правой кнопкой мыши в пустом поле строки.

Окна панели D, строку сообщений и меню команды можно запарковать, то есть прикрепить к выбранным краям экрана.

### *Построение плоских графических элементов*

Команды построения плоских графических элементов в системе Solid Edge располагаются во вкладке **Эскиз**, группа **Построения** (рис. 1.7). Список основных доступных построений приведен в табл. 1.5 [2].



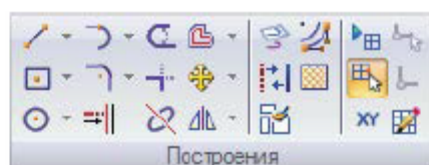


Рис. 1.7. Команды группы **Построения**

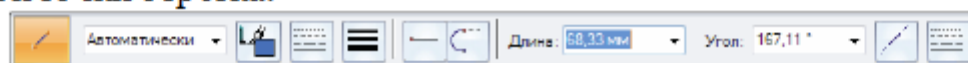
Таблица 1.1. Основные команды построения плоских графических элементов

Группа построений	Команды группы построений	Описание
 Линии и точки	Отрезок Кривая Точка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Построить отрезок по двум точкам</li> <li>• Построить B-сплайновую кривую по нескольким точкам</li> <li>• Построить точку</li> </ul>
 Прямоугольники, многоугольники	Прямоугольник по центру Прямоугольник по 2 точкам Прямоугольник по 3 точкам Многоугольник по центру	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Построить прямоугольник по центральной точке и расстоянию до угла</li> <li>• Построить прямоугольник по двум точкам, определяющим его диагональ</li> <li>• Построить прямоугольник по трем точкам, определяющим его стороны</li> <li>• Построить многоугольник по центральной точке и радиусу описанной окружности либо перпендикуляру к его стороне</li> </ul>
 Окружности и эллипсы	Окружность по центру Окружность по 3 точкам Касательная окружность Эллипс по центру Эллипс по 3 точкам	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Построить окружность по точке центра и точке, определяющей ее радиус</li> <li>• Построить окружность по трем принадлежащим ей точкам</li> <li>• Построить окружность по точке касания элемента и точке, определяющей центр окружности</li> </ul>
 Дуги	Касательная дуга Дуга по 3 точкам Дуга по центру	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Построить касательную дугу</li> <li>• Построить дугу по трем принадлежащим ей точкам</li> <li>• Построить дугу по центру и двум принадлежащим ей точкам</li> </ul>
 Скругления и фаски	Скругление Фаска	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Построить скругление между двумя элементами</li> <li>• Построить фаску между двумя прямолинейными элементами</li> </ul>

Особенности построения отдельных графических элементов с использованием меню команды описаны далее.

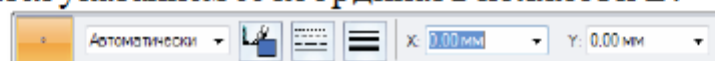
Отрезок можно построить, указав в графическом окне начальную точку, а в полях меню команды – длину отрезка (А) и угол его наклона (В). Также команду создания отрезка можно переключить из режима **Отрезок – Отрезок (С)** в режим

**Отрезок – Дуга (D)**, что удобно для быстрого перехода к построению дуги из конечной точки отрезка.



С D А В

Точка строится указанием ее координат в полях А и В.

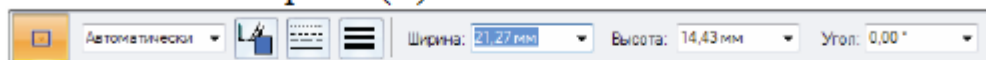


А В

Прямоугольник можно построить тремя различными командами, отличающимися способами указания точек в графическом окне:

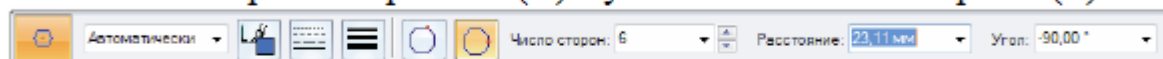
- *по центру*: первая точка – центр, вторая – один из углов;
- *по двум точкам*: первая точка – один из углов, вторая – диагональный угол;
- *по трем точкам*: первая точка – один из углов, вторая – соседний угол, третья – диагональный угол относительно первой точки.

В полях меню команды можно указать ширину (А), высоту (В) прямоугольника и угол наклона его стороны (С).



А                      В                      С

Многоугольник создается командой с двумя режимами – созданием по вершине (радиусу описанной окружности, А) и по перпендикуляру из центра к стороне (В). Задаются число сторон (С, больше 3), радиус окружности или нормаль в зависимости от выбранного режима (D) и угол наклона этого отрезка (Е).

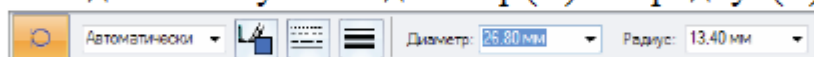


А    В                      С                      D                      E

Окружность строится тремя различными командами. В графическом окне указывается:

- *по центру*: первая точка – центр, вторая – конечная точка радиуса;
- *по трем точкам*: три принадлежащие окружности точки в произвольном порядке;
- *касательная*: первая точка – точка касания, принадлежащая уже существующему элементу, вторая – точка центра окружности.

В полях команды можно указать диаметр (А) или радиус (В) окружности.

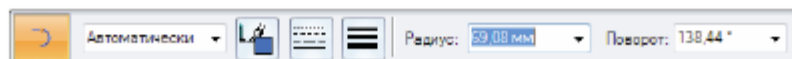


А                      В

Дуга строится в трех режимах. В графическом окне выбирается:

- *касательная*: первая точка – точка касания, принадлежащая уже существующему элементу, вторая – конечная точка дуги;
- *по трем точкам*: три принадлежащие дуге точки в произвольном порядке;
- *по центру*: первая точка – центр дуги, вторая – конечная точка дуги, определяющая ее радиус, третья – еще одна конечная точка дуги.

В полях меню команды для касательной дуги и дуги по центру можно указать радиус (А) и угловой размер (В) дуги, для дуги по трем точкам – только радиус (А).



А                      В

### *Модификация элементов командами редактирования*

Команды редактирования элементов располагаются в группе **Построения** на вкладках **Главная** и **Эскиз**. Их описание представлено в табл. 1.2 [2].



Таблица 1.2. Команды редактирования элементов

Группа команд редактирования	Элементы группы команд редактирования	Описание
Продлить до пересечения	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Продлить элементы до ближайшего пересечения</li> </ul>
Отсечь	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отсечь части элементов</li> </ul>
Отсечь до угла	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отсечь или продлить элементы до образования угла</li> </ul>
Разбить	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разбить элемент в указанной точке</li> </ul>
Эквидистанта	Эквидистанта Эквидистантный контур	<ul style="list-style-type: none"> <li>Создать элемент, эквидистантный существующему</li> <li>Создать эквидистантный контур по выбранной геометрии</li> </ul>
Переместить	Переместить Повернуть	<ul style="list-style-type: none"> <li>Переместить элементы на точно заданное расстояние</li> <li>Повернуть выбранные элементы</li> </ul>
Зеркально отразить	Зеркально отразить Масштабировать Растянуть	<ul style="list-style-type: none"> <li>Зеркально отразить выбранные элементы</li> <li>Масштабировать выбранные элементы относительно базовой точки</li> <li>Растянуть элементы, пересекающие ограничивающий контур</li> </ul>

### *Команды работы с геометрическими связями*

Связи позволяют задавать ориентацию геометрических элементов относительно других элементов или базовых плоскостей и сохранять эту ориентацию при модификации геометрии модели. Команды работы с геометрическими связями находятся на вкладках **Главная** и **Эскиз** в группе **Связи** (рис. 1.8) [2].

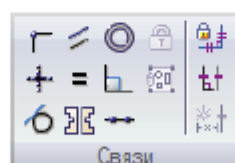




Рис. 1.8. Команды работы с геометрическими связями

На рис. 1.8. сверху вниз и слева направо приведены команды:

- Соединить** – присоединить один элемент к другому в характерной точке.
- Горизонталь/Вертикаль** – выровнять отрезок или две точки по вертикали или горизонтали.
- Касание** – сделать два элемента касательными.
- Параллельность** – сделать два элемента параллельными.
- Равенство** – сделать два элемента или размера равными.
- Симметрия** – сделать два элемента симметричными.
- Концентричность** – совместить центры двух дуг или окружностей.

-  Перпендикуляр – сделать отрезок перпендикулярными другому элементу.
-  Коллинеарность – сделать два элемента коллинеарными.

### *Команды простановки размеров*

Работу с эскизом завершает этап образмеривания, то есть создания размерных связей между элементами эскиза [2].

Команды простановки размеров располагаются в группе **Размеры** на вкладках **Главная**, **Эскиз** и **Атрибуты** (рис. 1.9 и табл. 1.3).

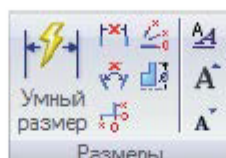








Рис. 1.9. Команды простановки размеров

Таблица 1.3. Команды простановки размеров

Команды	Описание
 Умный размер Умный размер	Строит линейные и угловые размеры для элементов разных типов в зависимости от контекста выбора. <i>Для одного элемента:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>длина или угол линии;</li> <li>радиус или диаметр окружности;</li> <li>длина, угол, радиус и диаметр дуги;</li> <li>радиус эллипса или кривой.</li> </ul> <i>Для двух элементов:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>между двумя линейными элементами;</li> <li>между двумя круговыми элементами</li> </ul>
 Расстояние между	Строит размеры, которые обозначают расстояние между элементами или характерными точками
 Угол между	Строит размеры, которые обозначают значение угла между элементами или характерными точками
 Смещение от базы	Строит размеры, которые обозначают расстояние от базовой точки до одной или нескольких характерных точек или элементов
 Угол от базы	Помещает угловой размер между точкой центра, осью и измеряемой точкой
 Симметричный диаметр	Используется для построения размера, обозначающего расстояние от осевой линии до элемента или характерной точки, которое умножается на два и отображается как значение диаметра

В среде синхронного проектирования могут присутствовать два типа размеров – управляющие (зафиксированные) и зависимые (управляемые, или свободные). По умолчанию размеры в синхронном эскизе создаются как управляющие.

Зафиксированные размеры имеют тот же цвет, что и значки связей (по умолчанию – красный). Управляемые размеры отображаются тем же цветом, что и геометрия эскизов (по умолчанию – синий).



## 2. Моделирование деталей

### 2.1. Создание исходных тел

#### *Команды создания исходных тел*

Для создания 3D-модели в среде традиционной детали Solid Edge сначала требуется оценить основную форму детали, разработать план построения модели и определить основные параметры [2].

Это утверждение в общем случае справедливо и при работе в синхронной среде за некоторыми исключениями: вам не нужно думать какие связи вы будете накладывать между конструктивными элементами, так как этих связей просто нет. Тем не менее, рекомендуется общую форму детали формировать в самом первом конструктивном элементе, который называется «исходным телом».

Чтобы определить форму первого конструктивного элемента, нужно создать область, образованную замкнутым контуром эскиза, затем выбрать эту область для построения исходного тела с помощью команд «Выдавливание» или «Круговое выдавливание».

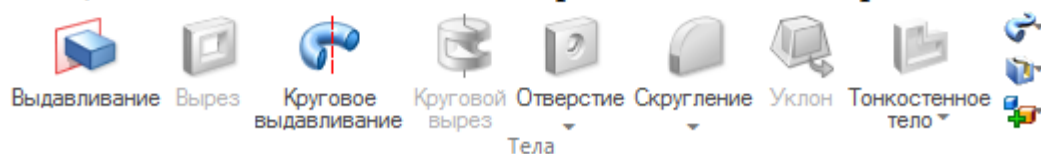
После создания исходного тела можно добавить или удалить материал, определяя другие конструктивные элементы.

В общем случае для создания исходного тела в Solid Edge можно использовать следующие команды:

- Выступ (выдавливание),
- Круговой выступ (круговое выдавливание),
- Выступ по направляющим,
- Выступ по сечениям,
- Спиральный выступ,
- Утолщение поверхности.

Команды построения тел в Solid Edge располагаются на вкладке **Главная** в группе **Тела**. Некоторые команды, такие как **Выдавливание** и **Круговое выдавливание**, представлены отдельными кнопками, прочие же представляют собой раскрывающиеся группы команд, например **Отверстие**, **Скругление**, **Добавить материал**, **Удалить материал** и прочие.

Часть этих команд в случае создания исходного тела не активна и не может применяться, так как в модели еще нет твердотельной геометрии:



Для построения исходного тела рассмотрим следующие команды:

- **Выдавливание** (выступ);
- **Круговое выдавливание** (выступ);
- **Добавление материала по направляющим**;
- **Добавление материала по сечениям**;
- **Добавление материала по спирали**;

### *Исходное тело выдавливания*

Построение с помощью инструмента **Выбор** (рис. 2.1) [2].

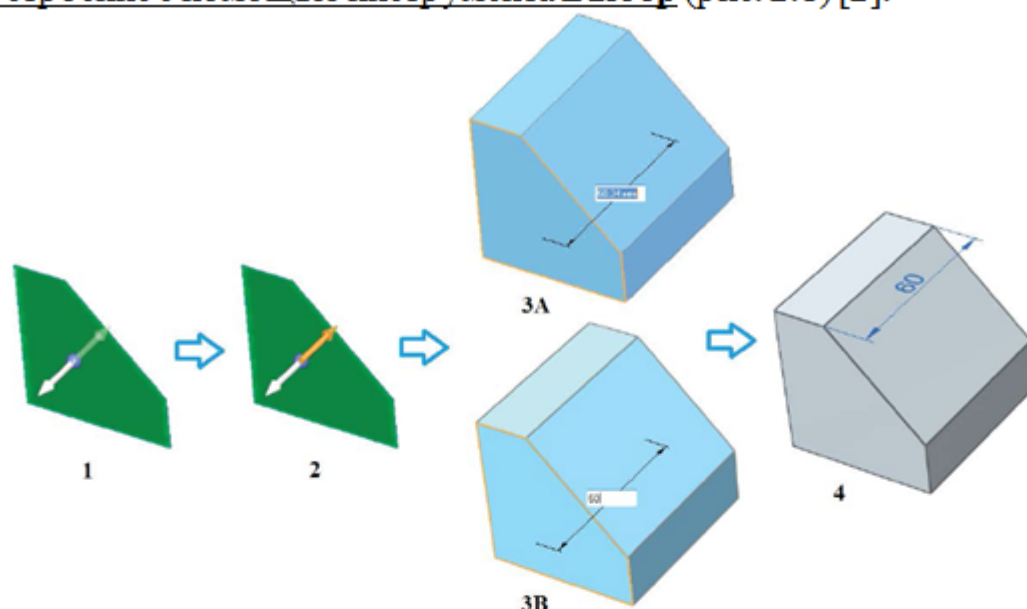


Рис. 2.1. Построение исходного тела выдавливания с помощью инструмента **Выбор**

1. Выбираем область с помощью инструмента **Выбор**.
2. Задаем сторону (направление) выдавливания щелчком ЛКМ по одной из осей появившегося манипулятора.
3. Задаем глубину выдавливания перемещением курсора, добиваясь приблизительного значения глубины (А) либо вводим точное значение в динамическом поле ввода (В).
4. Нажимаем ЛКМ или клавишу **Enter** для завершения создания тела.

Построение с помощью команды **Выдавливание** (рис. 2.2) [2].

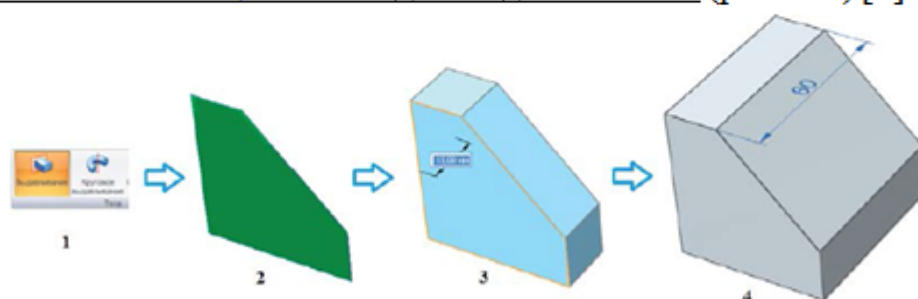


Рис. 2.2. Построение исходного тела выдавливания с помощью инструмента **Выдавливание**

1. Запускаем команду **Выдавливание**.
2. Выбираем область щелчком ЛКМ по ней, затем щелкаем ПКМ или нажимаем клавишу **Enter** для подтверждения выбора.
3. Дальнейшие построения аналогичны пп. 3, 4 при использовании инструмента **Выбор**. Редактирование значения глубины осуществляем аналогично.



### *Исходное тело кругового выдавливания*

Построение с помощью инструмента **Выбор** (рис. 2.3) [2].

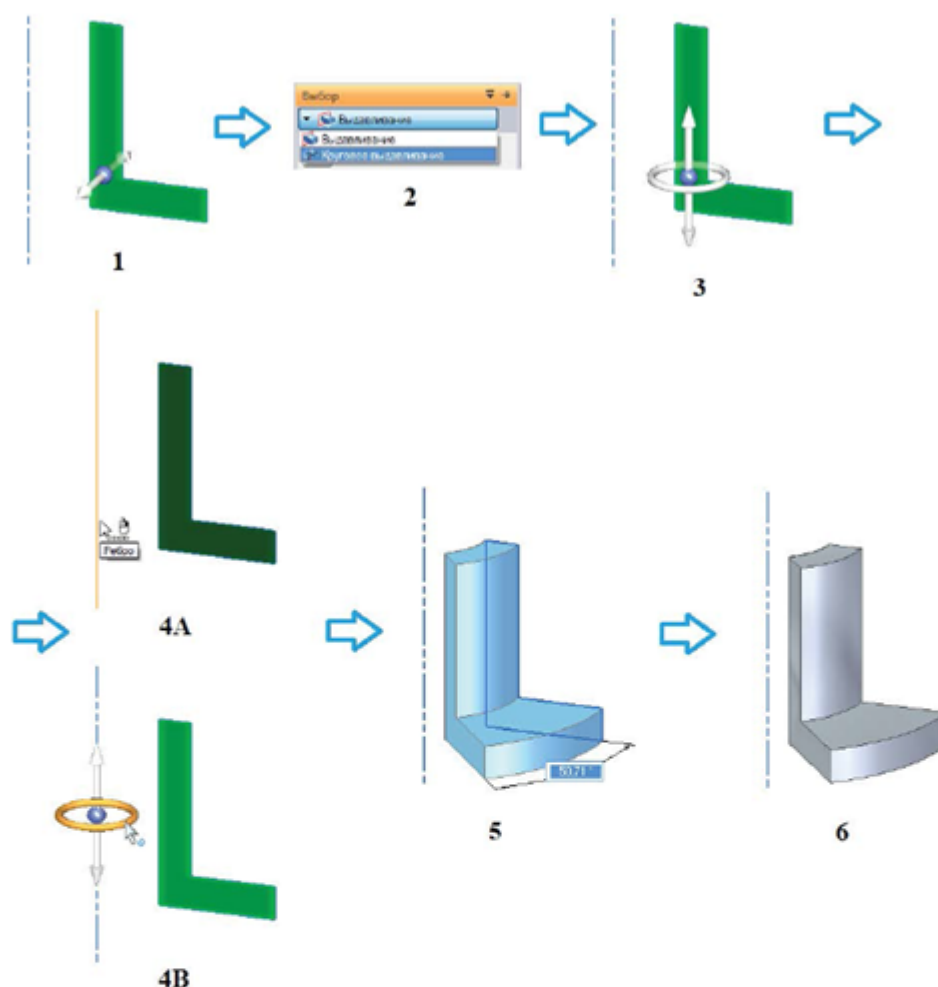


Рис. 2.3. Построение исходного тела кругового выдавливания с помощью инструмента **Выбор**

1. Выберите область с помощью инструмента **Выбор**. Появится одноосевой манипулятор.

2. Выберите **Круговое выдавливание** в раскрывающемся списке меню команды.

Манипулятор изменит свою форму – в нем выделятся центральная ось и тор.

4. Задайте ось вращения: щелкните по любому элементу манипулятора, выберите ось и щелкните ЛКМ для подтверждения (А) либо перетащите центральную точку манипулятора на выбранную ось и выберите тор на манипуляторе (В). Начнется динамическое построение тела.

5. Задание стороны и угла поворота при круговом выдавливании аналогично построению тела линейного выдавливания с помощью инструмента **Выбор** (см. пп. 3, 4 и примечание к ним выше).

Выбрав в раскрывающемся списке опций глубины **360 градусов**, можно сразу построить замкнутое тело вращения (рис. 2.3.10).

Построение с помощью команды **Круговое выдавливание** (рис. 2.4) [2].

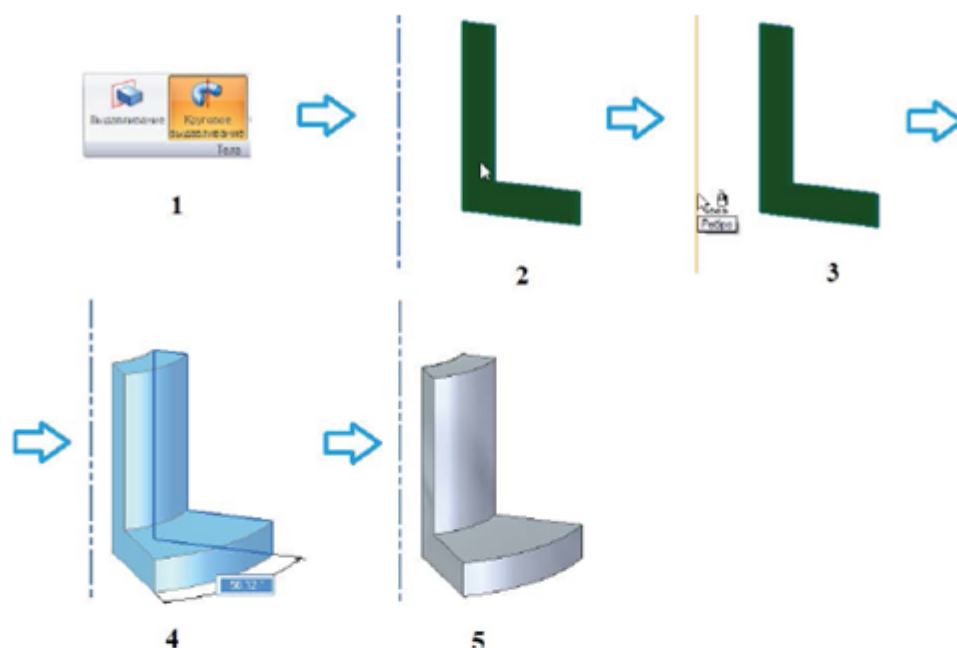


Рис. 2.4. Построение исходного тела кругового выдавливания с помощью инструмента **Круговое выдавливание**

1. Запустите команду **Круговое выдавливание**.
2. Выберите область и щелкните ПКМ или клавишу **Enter** для подтверждения.
3. Задайте ось вращения – выберите ребро.
4. Дальнейшие построения аналогичны процедуре построения тела линейного выдавливания с применением инструмента **Выбор** (см. пп. 3, 4 и примечание к ним выше).

### ***Параметры команд выдавливания***

При создании простых тел выдавливания часто бывает необходимо задать дополнительные параметры построения, что в системе Solid Edge выполняется при обращении к меню команды [2].

Как уже упоминалось при описании интерфейса системы Solid Edge, меню команды может быть представлено в виде вертикального запаркованного окна либо горизонтального ленточного меню (рис. 2.5) [2].

В данном окне, или меню, в графическом виде представлены различные опции и параметры, необходимые для построения тел. Рассмотрим основные параметры, относящиеся к построению тел выдавливания.

**А.** Отображает выбранную для исполнения в настоящий момент команду или группу сходных команд, из которых можно сделать выбор на начальном этапе построения. После выбора области с помощью инструмента **Выбор** в раскрыва-



ющемся списке доступны две команды: **Выдавливание** и **Круговое выдавливание**. Здесь и далее в списках параметров выбранная опция помечена галочкой, прочие – соответствующими иконками (рис. 2.6).

**В.** Позволяет непосредственно выбрать **грань** (область) для выдавливания либо определить контур, выделяя последовательно отдельные **элементы** или сразу выделив **цепочку** элементов (рис. 2.7).

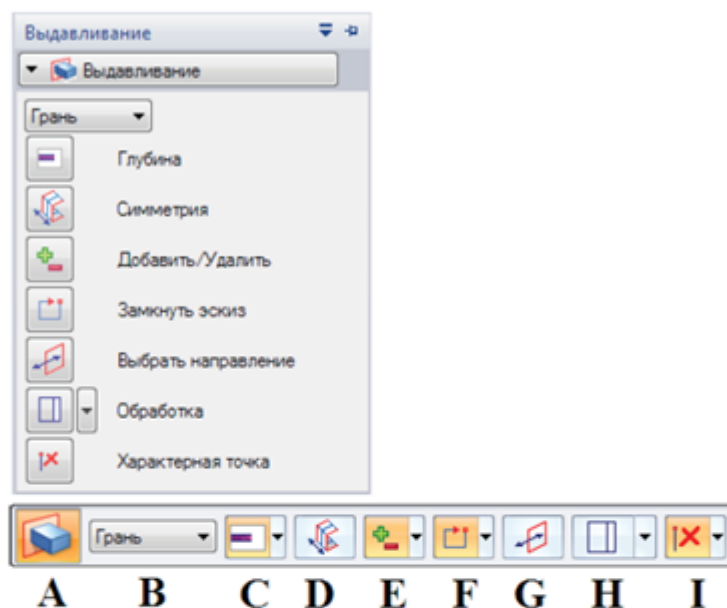


Рис. 2.5. Представление меню команды

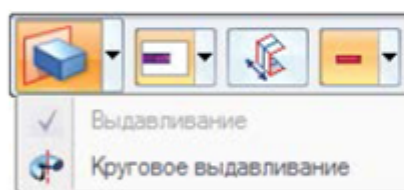


Рис. 2.6. Раскрывающийся список выбора двух команд: **Выдавливание** и **Круговое выдавливание**

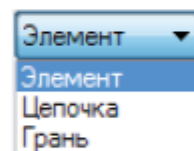


Рис. 2.7. Раскрывающийся список выбора элементов, определяющих область выдавливания

**С.** Определяет **глубину** выдавливания, отсчитываемую с выбранной стороны от плоскости эскиза. Возможные значения:



**Ограниченное расстояние** – выдавливание на расстояние, задаваемое в динамическом поле ввода или щелчком мыши;



**Насквозь** – выдавливание насквозь через все поверхности, которые пересекает тело при построении;









**До границы** – выдавливание до ближайшей поверхности;






**От/До** – выдавливание от одной поверхности или базовой плоскости до другой, явно указываемых с помощью мыши. Одной из ограничивающих поверхностей может быть плоскость эскиза.

**Д.** Позволяет выдавливать/удалять материал **симметрично** в обе стороны от плоскости эскиза.

**Е.** Определяет режим операции – **добавление** либо **удаление** материала. По умолчанию включена опция **Автоматически**  , при которой система сама распознает направление перемещения курсора – от тела модели или к телу; опции **Добавить**  / **Удалить**  принудительно включают режим добавления/удаления материала соответственно.

**Ф.** Указывает, надо ли **замыкать** эскиз в том случае, если он не замкнут. Этот параметр позволяет в некоторых случаях управлять усечением соседних граней при построении выреза. Пример приведен на рис. 2.8. При построении детали **А** эскиз – **замкнутый**  и соседние грани модели включаются в эскиз. Деталь **В** строится с **открытым** эскизом , соседние грани модели игнорируются, и усечению подвергаются дополнительные грани.

**Г.** Позволяет переключать **направление** добавления или удаления материала – **внутри** области или **за ее границы**.

**Н.** Дает возможность провести дополнительную обработку создаваемого тела – **дополнить его уклоном**  или **уклоном с радиусом** . По умолчанию тело создается **без обработки** .

**І.** Протяженность конструктивного элемента можно ограничить с помощью **характерной точки**, принадлежащей уже существующей геометрии. Данный параметр позволяет указать распознаваемый тип характерной точки (рис. 2.9). Для различных команд набор доступных характерных точек может отличаться.

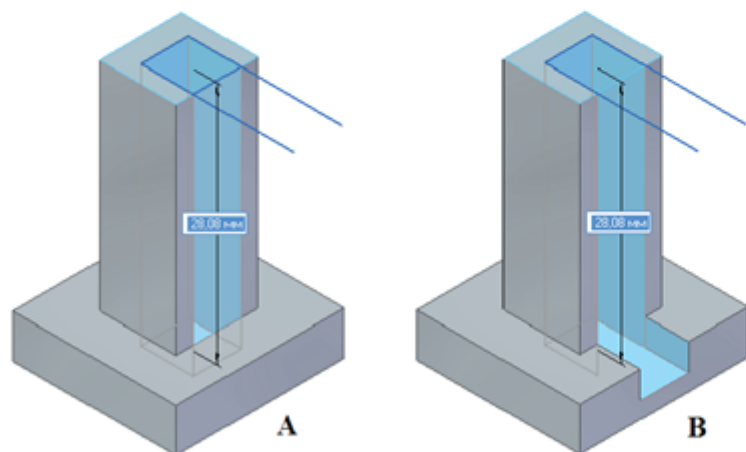


Рис. 2.8. Построение детали с замкнутым (А) и открытым (В) эскизами










	Центр и точка на конце
	Все
	Точка на конце
	Точка центра
	Средняя точка
	Точка касания
	Точка силуэта
	Точка правки
	Нет

Рис. 2.9. Типы характерных точек

### *Выступы и вырезы по направляющим*

Команды построения выступов и вырезов расположены в двух раскрывающихся списках группы **Тела** на вкладке **Главная** (рис. 2.10) [2].

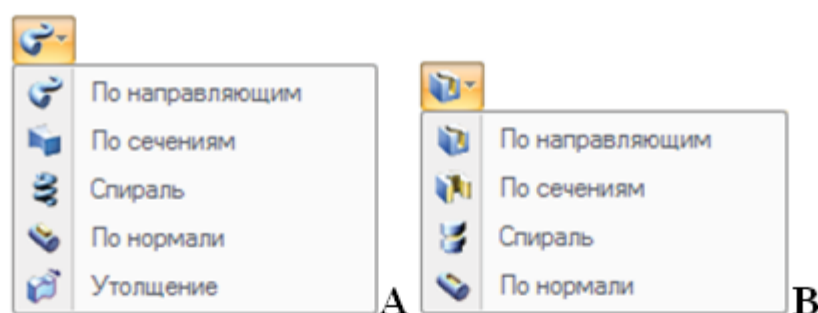


Рис. 2.10. Команды построения сложных выступов (А) и вырезов (В)

Команда создает тело (выступ) либо удаляет материал (вырез), протягивая сечение вдоль направляющей кривой (трассы). В самом простом варианте одно сечение протягивается вдоль одной направляющей, в более сложных – количество направляющих может достигать трех, а число сечений может быть неограниченным. Трассы и сечения можно выбирать из элементов существующих эскизов, ребер существующей геометрии и их производных элементов, а также элементов вспомогательной геометрии.

Порядок задания параметров команды следующий:

1. После щелчка ЛКМ по иконке команды появляется окно **Параметры направляющих и сечений** (рис. 2.11), в котором задается количество направляющих и сечений, параметры ориентации сечений относительно трассы, параметры слияния граней, параметры масштабирования сечения вдоль трассы и закручивания вокруг нее (параметры масштабирования и закручивания становятся доступны только после выполнения всех шагов команды).

Нажатие на кнопку **ОК** открывает доступ к меню команды. Снова вызвать это окно всегда можно, нажав кнопку **Параметры** в левом верхнем углу меню команды.

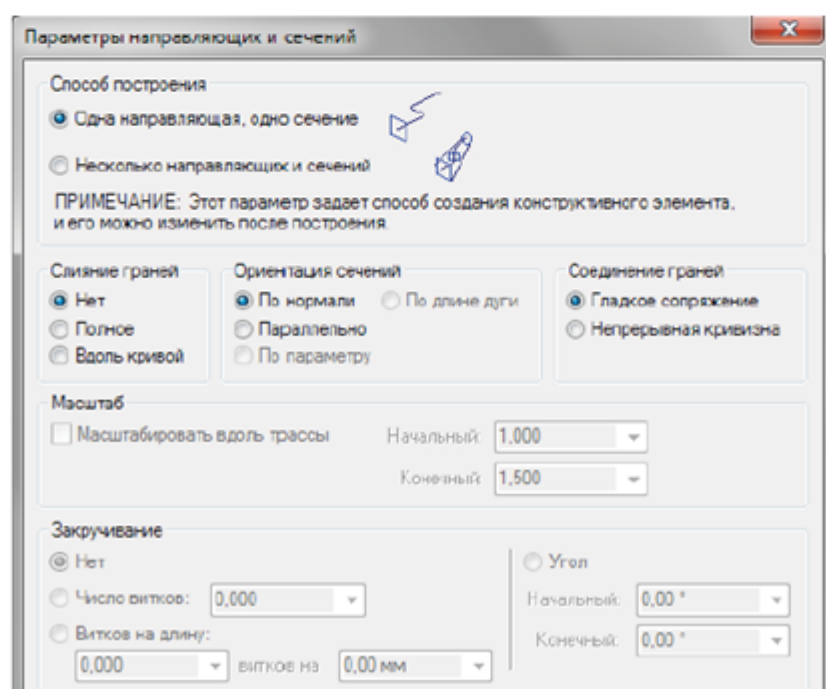


Рис. 2.11. Окно **Параметры направляющих и сечений**



2. Меню этой и всех прочих команд данного раздела организовано по иерархическому принципу – вводимые параметры сгруппированы по шагам, и пользователь автоматически получает доступ к последующему шагу только после корректного задания параметров на предыдущем. Каждый шаг имеет вид раскрывающейся панели параметров со своим заголовком. До момента выхода из команды всегда можно вернуться на предыдущий шаг, щелкнув по его заголовку, и внести необходимые изменения. Так, для команд создания выступа/выреза по направляющим в меню (рис. 2.12) предусмотрены шаги **Трасса**, **Сечение** и **Выбрать ось** (для закручивания сечения вдоль трассы).

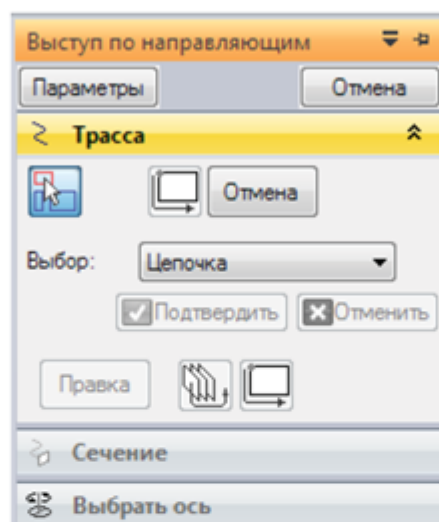





Рис. 2.12. Меню команды **Выступ по направляющим**, шаг **Трасса**

На шаге **Трасса** необходимо щелчком ЛКМ выбрать элемент, цепочку, контур или грань, образующие замкнутую или открытую кривую. Если используется более одной направляющей, необходимо выполнение условия гладкости выбираемых кривых. Переход от выбора одной направляющей к другой осуществляется с помощью кнопки **Подтвердить** или щелчка ПКМ, а принудительный переход к следующему шагу после окончания выбора – с помощью кнопки **Дальше**, которая заменяет собой кнопку **Отмена** в правом верхнем углу меню команды (рис. 2.12). Если задана одна направляющая или указаны все три, переход осуществляется автоматически.

3. На шаге **Сечение** с помощью щелчка ЛКМ аналогично трассе выбирается одно или несколько замкнутых плоских или неплоских сечений, протягиваемых вдоль трассы. Плоскости, в которых расположены сечения, обязательно должны пересекать направляющие. Если сечение представляет собой непериодический элемент, при его задании необходимо одновременно указать начальную точку, чтобы избежать нежелательного закручивания выступа/выреза. В процессе указания сечений начальные точки соединяются пунктирной линией. Изменить назначенные точки можно с помощью кнопки . Система выстраивает сечения в порядке указания их пользователем. При необходимости изменить порядок обхода

сечений следует нажать кнопку  и воспользоваться открывшимся окном **Порядок сечений**.

4. Когда необходимый и достаточный набор параметров введен, кнопка **Дальше** сменяется на кнопку **Результат**. Ее нажатие или щелчок ПКМ завершает построение. Если введены все возможные параметры, построение выступа/выреза производится автоматически, и кнопку **Результат** нажимать не требуется. Выход из команды – щелчок ПКМ или нажатие кнопки **Готово**, которая сменяет кнопку **Результат**. До ее нажатия можно изменять параметры построения на каждом шаге.

5. Если сечений больше одного, то на шаге **Выбрать ось** становится доступной кнопка , которая открывает диалоговое окно **Назначение вершин**. В этом окне можно управлять несколькими наборами соединяемых вершин различных сечений, управляя тем самым закручиванием протягиваемого элемента.

Протягивание по трассе выступа через несколько сечений показано на рис. 2.13.

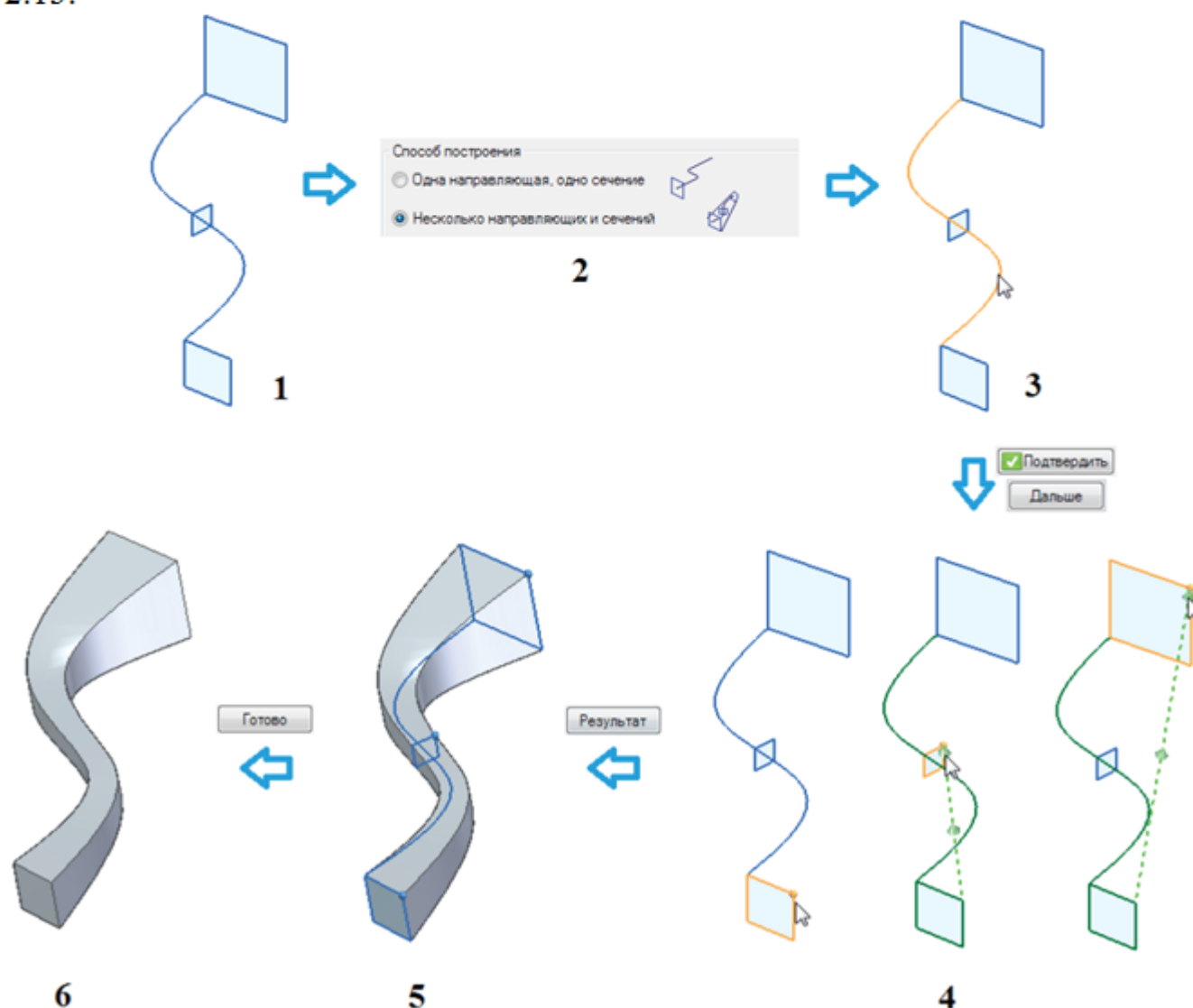


Рис. 2.13. Построения выступа по одной направляющей через несколько сечений

Отличие от предыдущего построения заключается в выборе параметра **Несколько направляющих и сечений** (2), принудительном переходе к заданию сечений с помощью кнопки **Дальше** и задании нескольких сечений со своими начальными точками (4).

### *Выступы и вырезы по сечениям*

Данные команды строят выступ/вырез, протягивая его по набору сечений. Команды работают подобно созданию выступа/выреза по направляющим при следующих отличиях [2]:

- сначала задается набор сечений, затем, при необходимости, направляющие;
- сечений должно быть не менее двух;
- каждое сечение обязательно должно быть плоским;
- в качестве сечений можно использовать точки, включив такую опцию при выборе элементов сечения;
- создаваемый элемент может строиться без направляющих, а может иметь одну направляющую и более;
- каждая направляющая должна быть непрерывной, гладкой и касаться всех сечений;
- для замкнутых элементов по сечениям все направляющие должны быть замкнутыми;
- направляющие кривые не могут пересекаться, но могут сходиться в одной точке на первом или последнем сечении.

Принципы ввода параметров на шагах задания сечений и направляющих аналогичны рассмотренным выше командам создания выступа/выреза. С помощью шага **Размеры объекта** можно дополнительно управлять созданием замкнутого тела, а также граничными условиями – формой элемента по сечениям в районе первого и последнего сечений.

### *Спираль и спиральный вырез*

Команды соответственно строят выступ/вырез, протягивая сечение по спиральной направляющей. Саму направляющую строить не нужно – достаточно указать сечение и ось. Команда выполняется следующим образом (на примере спирали-выступа) [2]:

1. После щелчка ЛКМ по иконке команды необходимо указать в графическом окне последовательно сечение и прямолинейную ось направляющей и подтвердить выбор, после чего станут доступны все параметры и опции меню команды (рис. 2.14), при этом в графическом окне появится быстрое меню задания количества витков и шага, а также стрелка указания направления. Кнопка **Сечение и ось** в любой момент доступна в меню команды.

2. Кнопка **Параметры спирали** открывает соответствующее окно (рис. 2.3.27). В нем выбираются метод построения (длина оси и шаг, длина оси и число витков, шаг и число витков) и соответствующие параметры, направление витков



(левая или правая спираль), наличие/отсутствие конусности (для построения конической спирали), а также постоянный либо переменный (с прогрессией) шаг спирали. Метод построения можно выбрать также из раскрывающегося списка непосредственно в меню команды.

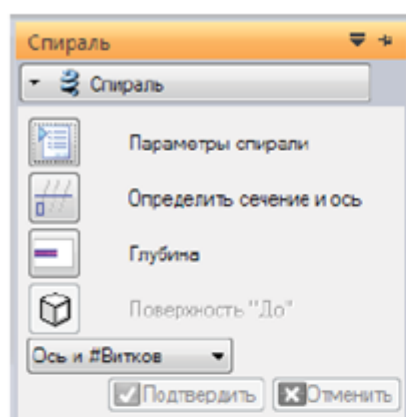


Рис.2.14. Меню команды  
**Спиральный выступ**

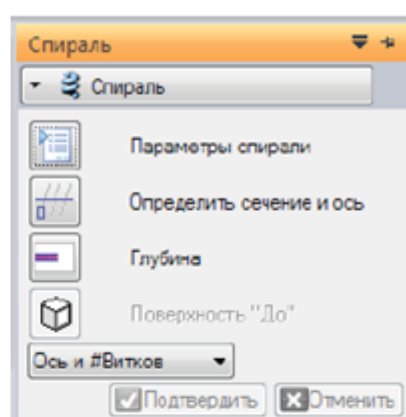


Рис. 2.15 Окно  
**Параметры спирали**

3. После ввода необходимых параметров и нажатия кнопки **ОК** соответствующим образом изменяются геометрия спирали и быстрое меню. В параметрах глубины меню команды можно ограничить спираль выбранной поверхностью существующей геометрии (опция **От/До** с последующим указанием в графическом окне поверхности **До**).

4. Щелчок ПКМ завершает выполнение команды.

На рис. 2.16 представлено построение пружины круглого сечения с указанием числа витков и шага между ними.

После построения спирали ее числовые параметры и профили можно отредактировать, выделив спираль и щелкнув ЛКМ по ее текстовому маркеру (5).

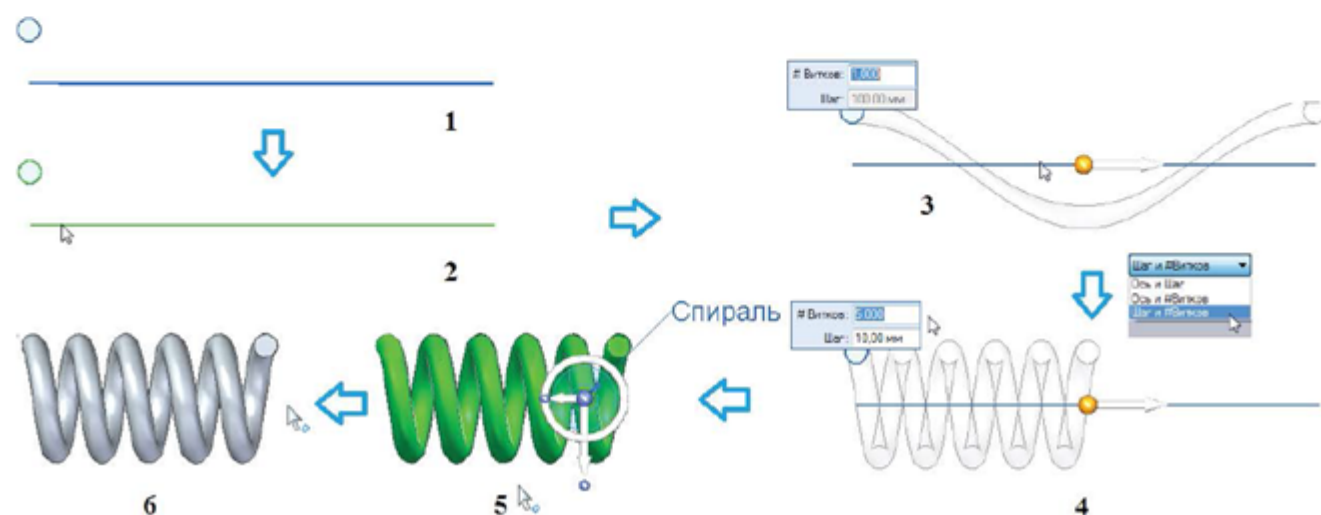


Рис. 2.16. Пример построения спирали

## 2.2. Создание процедурных элементов

В Solid Edge к функциональным элементам относят элементы обработки, выполняемые, как правило, на заключительном этапе создания модели [2]. К ним относятся: отверстия, скругления, фаски, гладкие сопряжения, уклоны, оболочки и элементы деталей из пластика (стенка, сеть ребер, кромка, решетка).

Среди этих элементов в синхронной технологии выделяется класс элементов, называемых *процедурными*. В отличие от обычных, процедурные элементы позволяют в любой момент редактировать параметры, на основе которых они были созданы. При изменении параметров элемент локально перестраивается, не затрагивая остальную модель.

К процедурным элементам в Solid Edge с синхронной технологией относятся отверстия, скругления, оболочки и массивы.

### Построение отверстий

За построение отверстий отвечает команда **Отверстие** (группа **Тела** на вкладке **Главная**) [2]. Отверстия в синхронной среде строятся динамически на любой грани модели. Одной командой можно создать несколько отверстий на одной или нескольких различных гранях, при этом параметры первого создаваемого отверстия будут определять набор параметров всех остальных отверстий группы. Отверстия, созданные в рамках одной команды, помещаются в одну группу в навигаторе (рис. 2.17). Изменение одного из отверстий группы автоматически изменит параметры всех остальных ее отверстий.

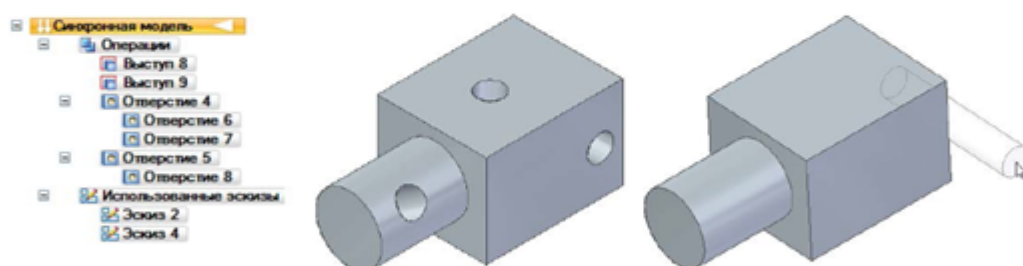


Рис. 2.17. Построение нескольких отверстий в рамках одной команды

Вне тела модели создаваемое отверстие отображается прозрачным телом в виде вычитаемого объема. Внутренние поверхности отверстия в теле модели отображаются синим цветом. Ось отверстия всегда направлена по нормали к грани в точке размещения курсора, а само отверстие – внутрь детали.

Можно построить следующие типы отверстий (рис. 2.18): простое (А), с резьбой (В), коническое (С), с цилиндрической зенковкой (D), с конической зенковкой (Е). В рамках одной операции можно построить группу отверстий только одного типа. Каждому выбранному типу отверстия соответствует свой набор параметров, которые задаются в окне **Параметры отверстия**. Вызов окна осуществляется при нажатии кнопки **Параметры отверстия** в меню команды.

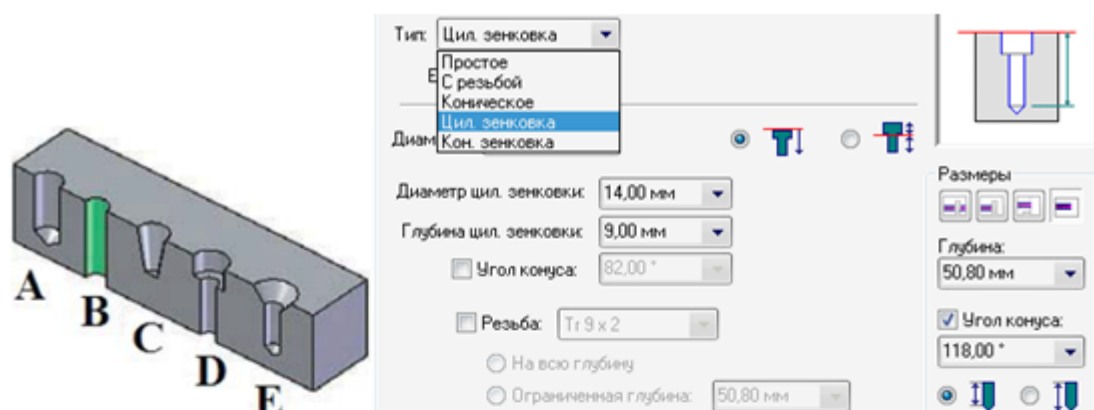



Рис. 2.18. Типы отверстий и окно **Параметры отверстия**

### *Построение скруглений*

В синхронной среде команда **Скругление**  позволяет создавать только скругления ребер с постоянным радиусом [2].

Переменный радиус скругления, а также гладкое сопряжение ребер, граней и их сочетаний реализуется с помощью команды **Сопряжение** , которая не входит в группу команд построения процедурных элементов. Команды находятся в раскрывающемся списке кнопки **Скругление**.

Примеры построения скруглений постоянного и переменного радиуса показаны на рис. 2.19.

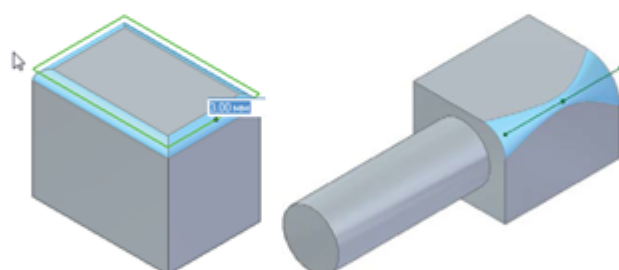




Рис. 2.19. Построение скруглений постоянного и переменного радиуса

### *Построение фасок*

Фаски строятся при помощи команд **Фаска с равными высотами**  и **Фаска с разными высотами**  из раскрывающейся кнопки **Скругление** [2]. Следует избегать построения фасок как элементов профиля – это нарушает логику формообразования и может усложнить последующее изменение модели.

Команда **Фаска с равными высотами** требует указания элементов для создания фаски и ввода радиуса в динамическом поле ввода. Можно выбрать отдельные ребра, цепочку ребер или грань (в этом случае фаска будет построена по всем ребрам грани).

Команда **Фаска с разными высотами** позволяет задать параметры фаски более гибко.



Кнопка **Параметры** в меню команды позволяет сделать выбор между двумя вариантами задания: угол и высота (по умолчанию) либо две высоты (рис. 2.20).

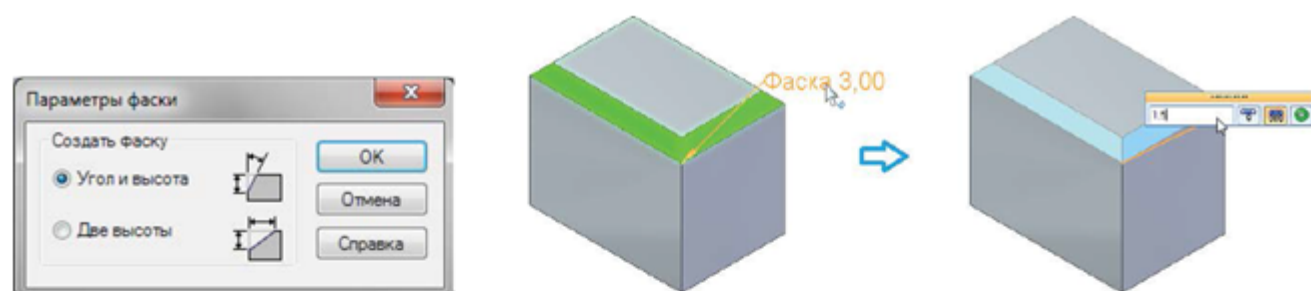



Рис. 2.20. Варианты построения и редактирования фаски

В первом варианте задается грань, содержащая ребра для фаски, после чего выбираются ребра, с которых будет снята фаска, задаются высота и угол фаски. Высота отсчитывается по выбранной грани, угол откладывается от нее же.

Во втором варианте значение, введенное в поле **Высота 1**, применяется к выбранной грани, а значение в поле **Высота 2** – к смежной.

Для редактирования всех граней фаски надо выбрать щелчком ЛКМ фаску или ее грань/грани, щелкнуть по текстовому маркеру размера фаски, ввести новое значение, нажать клавишу **Enter** и затем ЛКМ для выхода из команды (рис. 2.20).

### *Построение оболочек*

В синхронной среде построение оболочек выполняется при помощи команды **Тонкостенное тело**  в следующем порядке (рис. 2.21) [2].

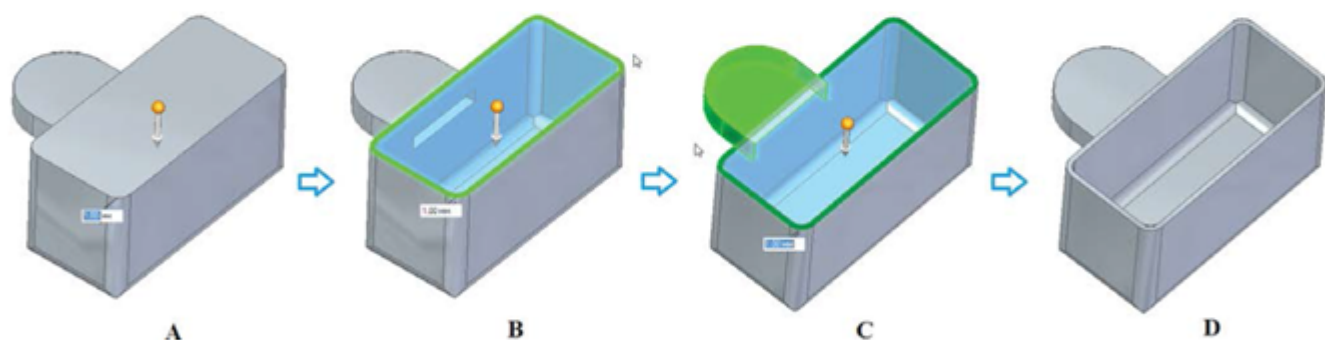




Рис. 2.21. Построение оболочки с исключением граней

Задаем общую толщину стенок тела и направление (щелчком ЛКМ по стрелке), в котором откладывается толщина (рис. 2.21А). При указании направления толщины от тела тонкие стенки будут смещены наружу от его поверхности.

Указываем открытые грани (одну или несколько), которые будут удалены из исходного тела (В).

Добавляем или исключаем грани оболочки, которые образуют область, исключаемую из создания тонкостенного тела, с помощью кнопки **Добавить / Исключить грани**  в меню команды (С). Результат представлен на рис. 2.21D.

Для редактирования оболочек используются:

- изменение толщины стенок, которое проводится аналогично редактированию фасок с выбором всего тонкостенного тела либо отдельных граней;
- добавление исключенных граней, которое выполняется повторным запуском команды Тонкостенное тело после создания оболочки (кнопка Добавить/Исключить грани изменит свой вид на  и позволит добавлять грани вместо их исключения).

### *Построение массивов*

Массив – процедурный элемент Solid Edge, с помощью которого родительский элемент или набор элементов размножается по прямоугольнику или вдоль кривой, заполняет область или отражается зеркально. Соответствующие команды массива располагаются в группе **Массивы** на вкладке **Главная** и становятся доступны только после выбора геометрии для размножения [3].

Между массивом копий и родительскими элементами существует ассоциативная связь. При изменении родительских элементов массив перестраивается, при удалении – удаляется целиком.

Родительский набор элементов массива может включать в себя несколько конструктивных элементов. Например, вы можете создать массивы конструктивных элементов на основе эскиза, такие как выступ (А), отверстие (С) и скругление (В) за одну операцию (рис. 2.22).

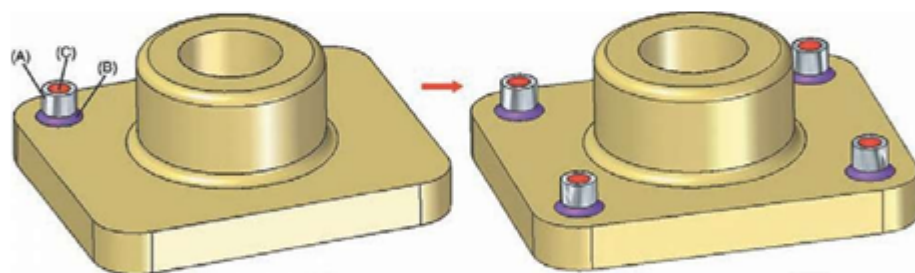


Рис. 2.22. Создание массива

Все команды создания массивов в Solid Edge с синхронной технологией зависимы от порядка действий пользователя и используют процедуру выполнения «объект — действие». То есть, для создания массива необходимо сначала выбрать геометрию, которую вы хотите размножить с помощью массива, и только после этого команды массива становятся активными.

#### Прямоугольный массив [3].

Команда «Прямоугольный массив» строит прямоугольный массив выбранных элементов. Родительским элементом массива можно выбрать конструктивные элементы (в том числе массивы), грани и их наборы и тела модели. Например, можно построить отверстие, а после этого сделать прямоугольный массив отверстий, используя построенный элемент как родитель-



ский для построения массива. В свою очередь построенный массив можно использовать в качестве родительского элемента для нового массива.

**Замечание.** Массивы ассоциативно связаны со своими родительскими элементами. Если вы измените родительские элементы, произойдет обновление массива. Если вы удалите родительские элементы, массив будет удален.

Можно исключить из массива отдельные элементы, чтобы создать необходимые места, свободные от элементов. При этом вы в любое время можете вернуть их обратно.

В режиме «Вписать» задается количество элементов по X и Y, а также ширина и высота массива (рис. 2.23). Интервалы между элементами массива по горизонтали и вертикали вычисляются автоматически.

В режиме «Заполнить» задается расстояние между элементами по X и Y, а также ширина и высота массива. Количество элементов по горизонтали и вертикали вычисляется автоматически. В режиме «Заполнить» массив заполняется с указанным расстоянием между элементами, но последняя строка/столбец не помещается в массив (элементы не отображаются), если количество элементов по X или Y не является целым числом.

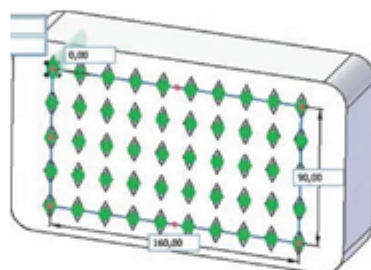


Рис. 2.23. Прямоугольный массив – Вписать

### Круговой массив [3].

Команда «Круговой массив» строит круговой массив выбранных элементов. Для его задания требуется указать размножаемый родительский элемент и построить профиль массива (окружность или дуга) (рис. 2.24).

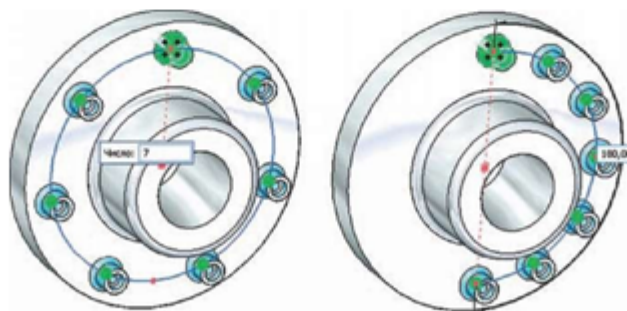


Рис. 2.23. Круговой массив

Исключение, удаление и добавление элементов кругового массива выполняется кнопкой «Отключить элементы» в быстром меню. Она позволяет не создавать отдельные элементы кругового массива. Вы можете отключить



элементы как при создании, так и при последующем редактировании массива. Поведение кругового массива при отключении либо удалении элементов полностью аналогично прямоугольному массиву.

Редактируя существующий массив, вы можете с помощью кнопки «Добавить в массив» в быстром меню добавить в массив новые элементы. Например, вы добавили скругление (А) (рис. 2.25) к родительскому элементу уже после того, как был создан массив.

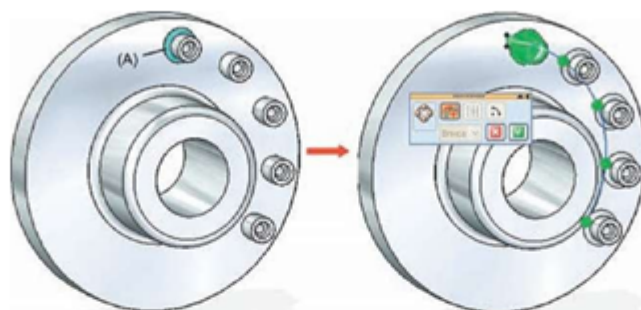


Рис. 2.25. Добавление элементов в круговой массив

### Массив вдоль кривой [3].

Команда «Массив вдоль кривой» создает массив выбранных элементов вдоль заданной кривой. В качестве родительских элементов массива можно использовать конструктивные элементы, грани, наборы граней, поверхности и тела модели. Вы можете управлять тем, как массив будет расположен на кривой, настраивая параметры, такие как начальная точка и тип преобразования, а также число экземпляров, интервал и ориентация.

Массив элементов можно создать вдоль плоской кривой, пространственной кривой или вдоль ребра модели. Например, вы можете построить массив элементов (А) вдоль эскиза (В) (рис. 2.26).

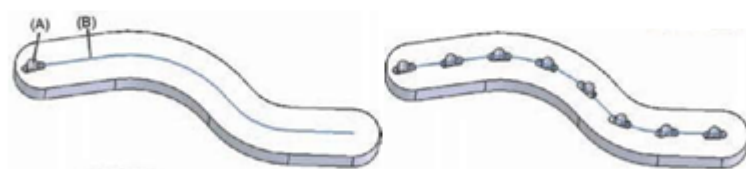
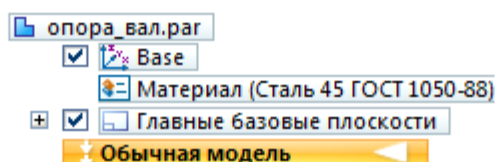


Рис. 2.26. Массив вдоль кривой

### *Выбор материалов*

Марка и свойства материала моделируемой детали задаются начальным кликом ПКМ по строке «Материал» в Навигаторе



и далее в окне «Таблица материалов» в закладке «Свойства материала» [3]:

<ul style="list-style-type: none"> <li>Сталь 15пс ГОСТ 1050-88</li> <li>Сталь 18кп ГОСТ 1050-88</li> <li>Сталь 20 ГОСТ 1050-88</li> <li>Сталь 20А ГОСТ 19277-73</li> <li>Сталь 20кп ГОСТ 1050-88</li> <li>Сталь 20пс ГОСТ 1050-88</li> <li>Сталь 25 ГОСТ 1050-88</li> <li>Сталь 30 ГОСТ 1050-88</li> <li>Сталь 35 ГОСТ 1050-88</li> <li>Сталь 40 ГОСТ 1050-88</li> <li><b>Сталь 45 ГОСТ 1050-88</b></li> <li>Сталь 50 ГОСТ 1050-88</li> </ul>	<table> <tr> <td>Плотность</td><td>7803,000 кг/м<sup>3</sup></td></tr> <tr> <td>Коэф. тепл. расширения</td><td>0,0000 /С</td></tr> <tr> <td>Теплопроводность</td><td>0,047 кВт/м-С</td></tr> <tr> <td>Удельная теплоемкость</td><td>469,000 Дж/кг-С</td></tr> <tr> <td>Модуль упругости</td><td>199999,996 МПа</td></tr> <tr> <td>Число Пуассона</td><td>0,000</td></tr> <tr> <td>Предел текучести</td><td>360,000 МПа</td></tr> <tr> <td>Предел прочности</td><td>610,000 МПа</td></tr> </table>	Плотность	7803,000 кг/м <sup>3</sup>	Коэф. тепл. расширения	0,0000 /С	Теплопроводность	0,047 кВт/м-С	Удельная теплоемкость	469,000 Дж/кг-С	Модуль упругости	199999,996 МПа	Число Пуассона	0,000	Предел текучести	360,000 МПа	Предел прочности	610,000 МПа
Плотность	7803,000 кг/м <sup>3</sup>																
Коэф. тепл. расширения	0,0000 /С																
Теплопроводность	0,047 кВт/м-С																
Удельная теплоемкость	469,000 Дж/кг-С																
Модуль упругости	199999,996 МПа																
Число Пуассона	0,000																
Предел текучести	360,000 МПа																
Предел прочности	610,000 МПа																

Если в предлагаемой таблице свойств отсутствуют необходимые данные (число Пуассона, коэффициент теплового расширения), то пользователь может добавить их самостоятельно по данным справочников.

### *Определение физических свойств объектов проектирования*

Для определения физических свойств объектов проектирования необходимо вызвать таблицу свойств последовательным нажатием кнопок «Измерения» главного ленточного меню и «Физические свойства» в группе «Измерения».

Для объекта проектирования определяются масса, объем, площадь поверхности, координаты центров масс и геометрического центра, моменты инерции относительно координатных осей, главные моменты инерции и радиусы инерции:

Физические свойства

×

☐ Задать свойства

Система координат:  

Среда модели

Материал  
 Имя:  

Сталь 45 ГОСТ 1050-88

 Плотность:  

7810,000 кг/м<sup>3</sup>

Изменить

Точность (от 0 до 1.0):  

0,99

☒ Обновить при сохранении файла

Общие

Главные

Масса:  

2,208 кг

Объем:  

282743,339 мм<sup>3</sup>

Площадь поверхности:  

24504,42 мм<sup>2</sup>

Центр масс
 

☐ Показать символ
 

cm

Геометрический центр
 

☐ Показать символ
 

cv

X: 

0,00 мм

 Y: 

0,00 мм

 Z: 

50,00 мм

X: 

0,00 мм

 Y: 

0,00 мм

 Z: 

50,00 мм

Моменты инерции
 

Ixx: 

0,008 кг-м<sup>2</sup>

 Iyy: 

0,008 кг-м<sup>2</sup>

 Izz: 

0,001 кг-м<sup>2</sup>

Ixy: 

0,000 кг-м<sup>2</sup>

 Ixz: 

0,000 кг-м<sup>2</sup>

 Iyz: 

0,000 кг-м<sup>2</sup>

Физические свойства актуальны.
 

Обновить

Заккрыть

Сохранить как

Справка

### 3. Моделирование деталей листовой штамповки


#### 3.1. Моделирование листовых деталей

##### *Построение фигурных фланцев*

В Solid Edge можно создавать листовые детали и их развертки с использованием обычной и синхронной сред моделирования с использованием [3]:

1. построения пластин, фланцев, фигурных фланцев, вырезов и отверстий.
2. инструмента IntelliSketch для точных построений.

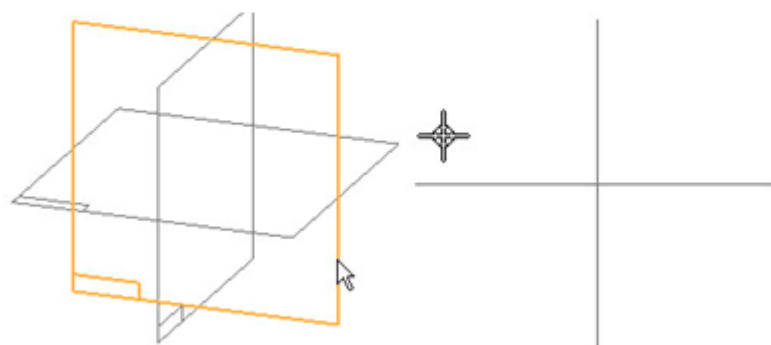
Рассмотрим порядок создания листовой детали в обычной среде моделирования.


Выберите закладку "Главная">группа "Листовая деталь">список "Фигурный фланец">"Фигурный фланец" .

Команда "Фигурный фланец" используется для построения последовательности поверхностей, соединенных между собой сгибами. Сначала вы построите профиль (связанную цепочку отрезков и дуг), затем зададите направление и расстояние проецирования профиля, чтобы создать грани детали и сгибы.

Система добавит толщину материала в указанном направлении для создания граней и рассчитает характеристики сгиба между гранями.

Выберите базовую плоскость для построения профиля фигурного фланца. Поместите курсор на базовую плоскость и когда она подсветится, нажмите левую кнопку мыши. Откроется окно профиля, ориентированное параллельно выбранной базовой плоскости.




Команда "Отрезок"  в группе "Построения" на закладке "Главная" должна быть активна. Если это не так, нажмите кнопку "Отрезок" в группе "Построения".

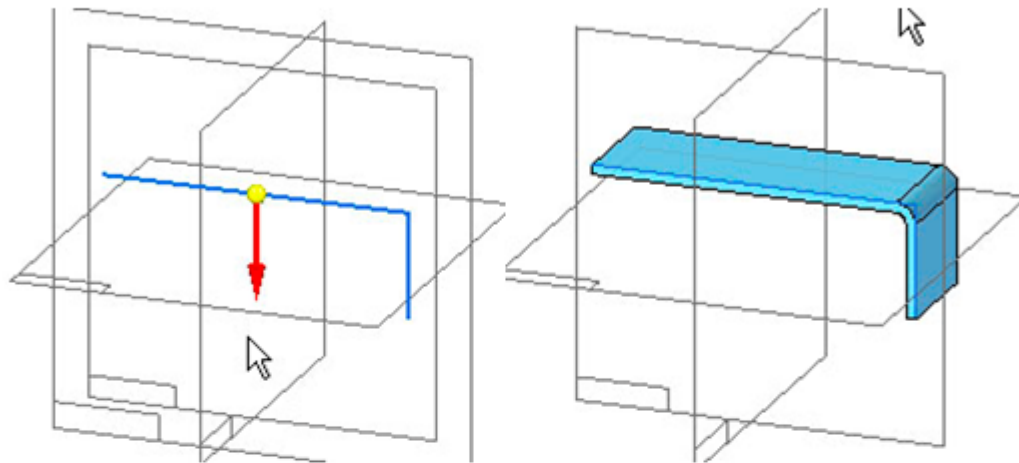
Постройте профиль фланца, как показано на рисунке.



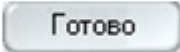


Выберите закладку "Главная">группа "Закрывать">"Закрывать эскиз" .

У построенного профиля появилась стрелка. Стрелка может указывать вниз или вверх в зависимости от того, где располагается курсор. Стрелка указывает направление, в котором будет отложена толщина фланца. Поместите курсор, как показано на рисунке, и щелкните левой кнопкой мыши. Переместите курсор по экрану и в ходе динамического изменения размера фланца введите его протяженность 35 мм.




Обратите внимание, что между плоскими гранями система автоматически построила сгиб.

Нажмите кнопку "Готово" .

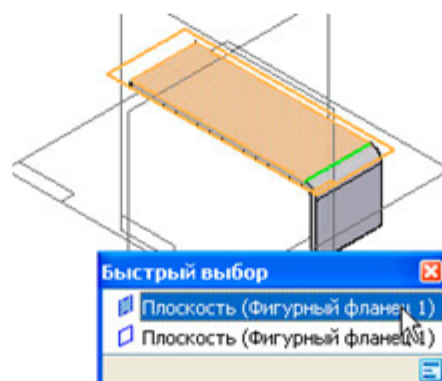
### *Построение пластин*

Добавим материал к верхней грани детали [3].

Выберите закладку "Главная">группа "Листовая деталь">"Пластина" .

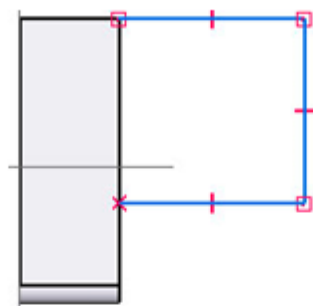
Команда "Пластина" позволяет построить плоскую пластину и присоединить ее к уже существующей кромке детали. Вы начнете с задания плоскости пластины и затем построите плоский профиль в этой плоскости. В конце вы укажете направление, в котором откладывается толщина пластины.


Поместите курсор на грань, показанную подсвеченной на рисунке и выберите ее.



Команда "Отрезок" в группе "Построения" на закладке "Главная" должна быть активна. Если это не так, нажмите кнопку команды в группе "Построения".

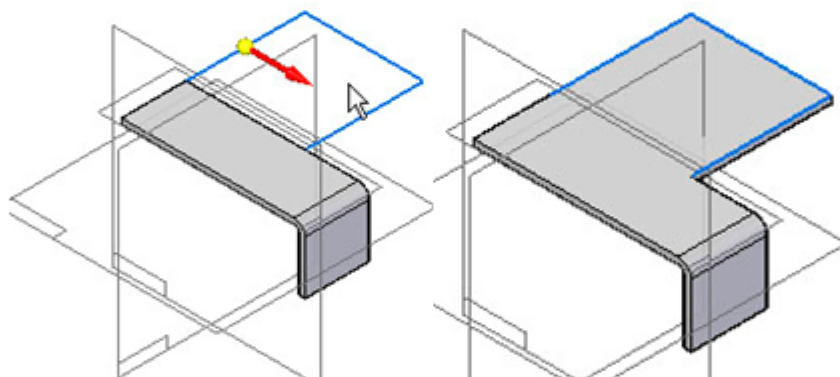
Постройте от верхнего правого угла грани профиль из трех отрезков, как показано на рисунке.




Закройте эскиз" .

У построенного профиля появилась стрелка. Стрелка может указывать в одну или другую сторону, в зависимости от положения курсора. Эта стрелка показывает, с какой стороны будет добавлен материал при построении пластины.


Поместите курсор так, чтобы стрелка показывала внутрь профиля, и щелкните левой кнопкой мыши.



Завершите построение пластины нажатием кнопки .

Материал добавляется внутрь профиля так, что пластина объединяется с существующей гранью детали. Толщина на пластине автоматически добавляется в нужную сторону.

### *Построение простых фланцев*

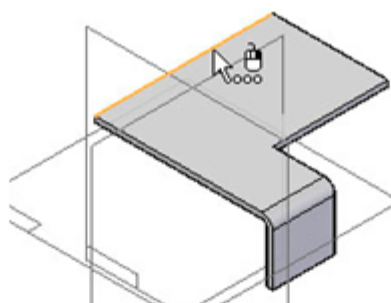
Выберите закладку "Главная">группа "Листовая деталь">"Фланец" .


Команда "Фланец" добавляет сгиб и соседнюю грань, соединенную сгибом с существующей гранью листовой детали [3].

Фланец, которые вы постройте, является самым простым фланцем. Это прямоугольник, длина которого совпадает с длиной ребра детали.

Выберите левое ребро верхней грани, как показано на рисунке.

Когда подсветится нижнее или верхнее ребро, нажмите левую кнопку мыши



Выберите необходимую форму фланца, например "Материал снаружи" кнопкой .

Этот параметр определяет, что фланец будет расположен снаружи от линии сгиба.

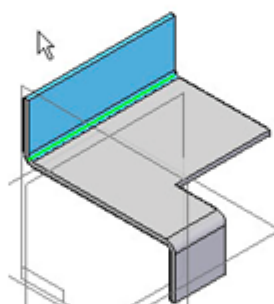
Переместите курсор вверх и обратите внимание, что прямоугольник показывает профиль нового фланца.


В поле длины фланца введите 35 и нажмите Enter.

Переместите курсор вверх и обратите внимание, что теперь длина фланца строго равна 35 мм, но он может быть построен вверх или вниз.

Поместите курсор, как показано на рисунке, нажмите левую кнопку мыши.

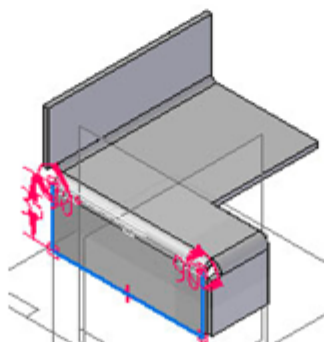
Обратите внимание, что команда "Фланец" автоматически строит профиль фланца.



Завершите построение нажатием кнопки .


### *Выбор параметров разгрузки углов сгибов*

При построении фланцев необходимо задать параметры разгрузки углов. Рассмотрим эту задачу на примере, показанном на рисунке [3].



Обратите внимание, что разгрузка угла в месте нового фланца соответствует контурному фланцу, построенному ранее. Эти углы не разгружены.



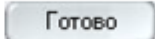
Нажмите кнопку "Параметры" .

Убедитесь, что в окне "Параметры фланца" включен параметр "Разгрузка угла" и имеет значение "Только сгиб".



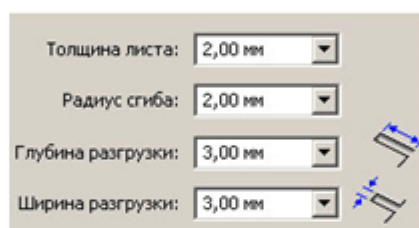
Нажмите ОК.

Обратите внимание, что разгрузка угла работает на обоих смежных фланцах, а не только на том, который вы построили.

В меню команды нажмите кнопку "Готово" .

Выберите меню приложения>"Атрибуты">"Таблица материалов".

На закладке "Тип" в окне "Таблица материалов" Solid Edge задайте толщину материала и радиус сгиба в значение 2 мм.



Обратите внимание, что также можно изменить величину глубины и ширины разгрузки. Эти свойства также редактируются для индивидуального сгиба; однако, если вы редактируете свойства для отдельных сгибов, к ним не будут применяться глобальные свойства из этой таблицы.

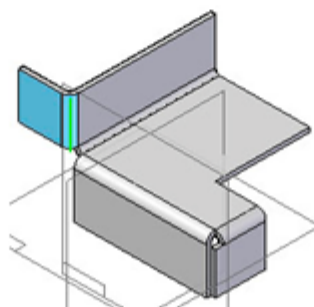
Обратите внимание, что коэффициент пластичной зоны стандартно равен 0,3300 и он применяется к каждому сгибу. Также для расчета каждого сгиба можно использовать таблицу сгибов или альтернативные формулы.

В диалоговом окне "Таблица материалов" нажмите кнопку "Применить к модели".

Толщина материала и радиус сгиба будут применены к детали.


### *Редактирование фланцев*

Построим описанным выше способом фланец, как показано на рисунке [3].

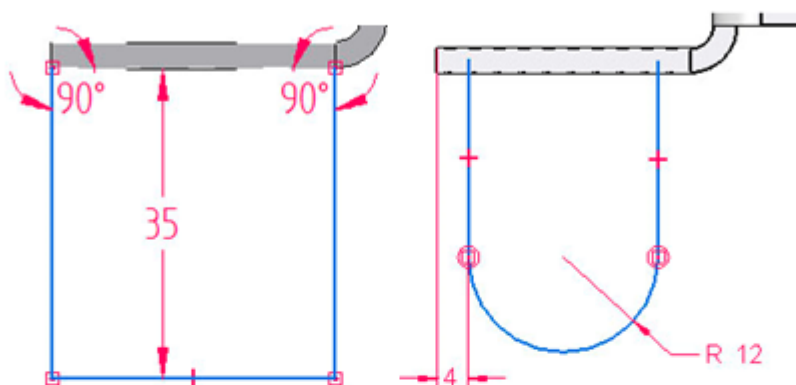


Построенный фланец имеет профиль в виде прямоугольника, длина которого совпадает с длиной ребра детали.

Фланец, который надо построить, должен иметь более сложный профиль. Вы можете использовать шаг "Построить профиль" в меню команды "Фланец", чтобы изменить стандартный прямоугольный профиль, построенный системой

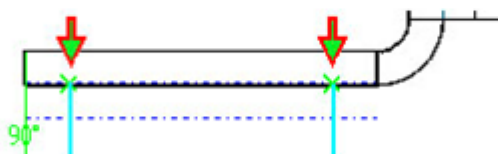
Откройте профиль фланца командой «Профиль» .


Удалите построенный прямоугольный профиль клавишей Delete и постройте требуемый профиль по примеру на рисунке.



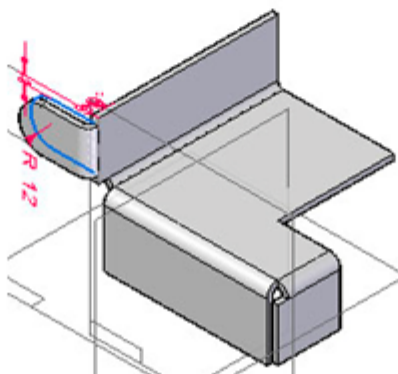
При построении профиля, концы обоих отрезков должны быть соединены с нижней пунктирной линией. Вы можете сделать это сами или Solid Edge сделает это автоматически. В последнем случае построение вертикальных линий следует начинать в теле фланца выше нижней пунктирной линии его контура.

Далее при закрытии окна профиля свободные концы вертикальных отрезков автоматически укорачиваются и определяются связи соединения, как показано ниже




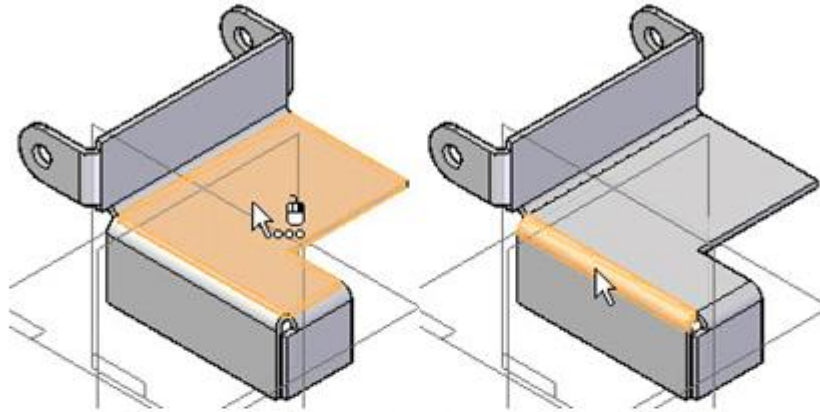
Выбираем закладку "Главная">группа "Закреть">"Закреть эскиз" . Получаем фланец с новой формой и размерами. Завершаем команду кнопкой


Готово

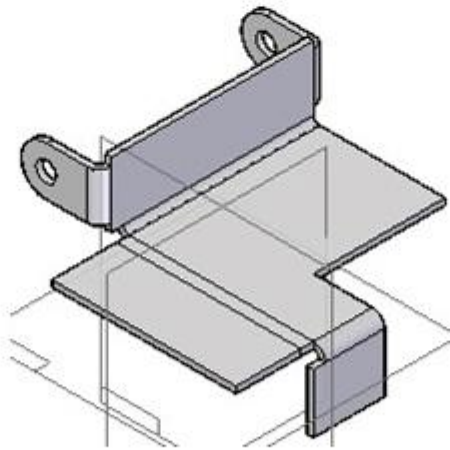


### Создание разверток

Для построения разверток созданных листовых деталей необходимо разогнуть их фланцы [3]. Для этого выберите закладку "Главная">группа "Листовая деталь">список "Сгиб по линии">"Разогнуть" . Выберите грань детали, которая останется в неизменном положении при разворачивании и сгибы для изменения:



Нажмите кнопку «Подтвердить» .  
Нажмите последовательно кнопки "Результат" и "Готово".



Команда "Разогнуть" позволяет разогнуть несколько сгибов сразу. В данном случае был разогнут только один выбранный сгиб.


Далее, последовательно разгибая все фланцы, строится развертка созданной листовой детали.



## 4. Моделирование сборок

### 4.1. Создание моделей сборок

#### *Типы элементов для размещения в сборке*

Трехмерные модели сборок создаются в Solid Edge в рабочей среде «Сборка ISO». В сборки Solid Edge можно поместить любые типы твердотельных деталей, используя закладку «Библиотека деталей»  в Навигаторе сборки (рис. 1) [3].

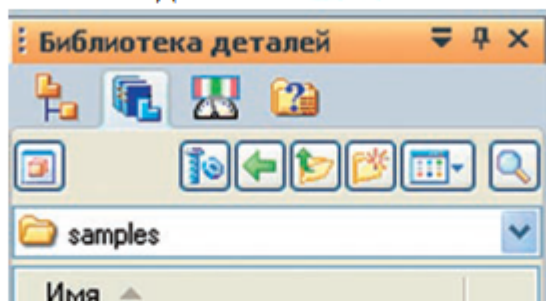


Рис. 1. Закладка «Библиотека деталей»

Чтобы поместить в сборку файлы, созданные в других системах САД, их необходимо сначала преобразовать в файлы деталей Solid Edge. Вы можете помещать в сборку другие детали (PAR), листовые детали (PSM) или сборочные единицы (ASM).

Процесс размещения и позиционирования компонента в сборке заключается в добавлении нескольких сборочных связей относительно уже существующих компонентов сборки. Как правило, для полного позиционирования детали в сборке, т.е. для лишения ее всех степеней свободы, достаточно добавления 2 – 4 связей в зависимости от условий размещения детали и ее геометрии.

#### *Порядок размещения деталей в сборке*

Чтобы начать процесс размещения детали, выберите нужную деталь на закладке «Библиотека деталей» и затем перетащите ее мышью в окно сборки. Вы можете также дважды щелкнуть мышью на имени детали на закладке «Библиотека деталей» в Навигаторе [3].

Размещение первой детали в сборке является важным моментом. Первая деталь служит основой, на которой будет строиться вся сборка. Поэтому первая деталь должна по возможности представлять собой основной компонент сборки.

Положение первой детали фиксируется, поэтому первой надо выбирать деталь с известным положением, например, основание, корпус и т.п.

В момент размещения первой детали она автоматически позиционируется таким образом, что ее начало координат совпадает с началом координат сборки. Затем к ней автоматически добавляется связь «Зафиксировать».

Хотя Solid Edge и позволяет легко модифицировать детали в процессе работы над сборкой, модель первой детали должна быть как можно более завершен-

ной. И хотя вы можете удалять детали из сборки и изменять их связи, первая добавленная деталь не должна удаляться, поскольку все остальные компоненты сборки связаны именно с ней. И в случае ее удаления вы можете полностью нарушить все сборочные связи сборки. Для их восстановления может понадобиться значительное время.

Если существует надобность в перемещении первой детали, сначала удалите ее связь «Зафиксировать». Затем к первой детали, базовым плоскостям сборки и последующим деталям можно применить другие сборочные связи.

Замечание. В некоторых случаях бывает необходимо размещение нескольких деталей подряд, зафиксированных относительно начала координат сборки. Это можно легко сделать, перетаскивая детали из закладки «Библиотека деталей» с нажатой клавишей Ctrl.

### *Отображение вспомогательной геометрии*

Эта команда позволяет на шаге вставки детали в сборку задать отображение вспомогательной геометрии, имеющейся в детали или подсборке (рис. 2) [3].

Если вы хотите наложить связь между, например, базовыми плоскостями детали и сборки или между заранее созданными компонентами эскиза, между поверхностью и плоскостью, кривой и кромкой и т.п., то включение отображения соответствующей геометрии на шаге добавления детали сэкономит время на выбор нужного вспомогательного объекта.

Вы можете отобразить вспомогательную геометрию и после добавления компонента в сборку. Для этого вызовите контекстное меню, щелкнув ПКМ в пустом месте графической области, и выберите «Показать все» и далее нужный тип вспомогательной геометрии (рис. 3).



Рис. 2. Отображение вспомогательной геометрии

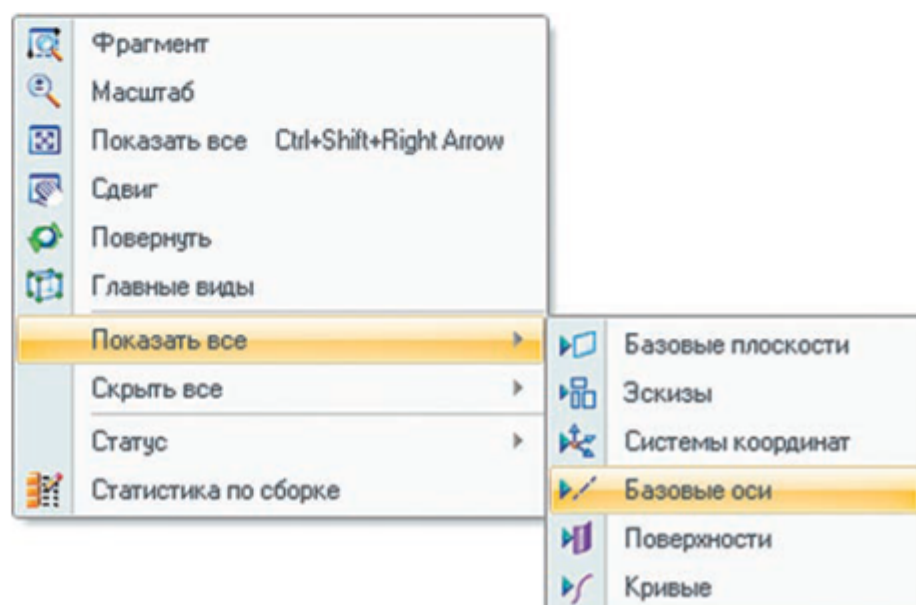


Рис. 3. Отображение вспомогательной геометрии из контекстного меню

### Типы сборочных связей

Сборка — это набор деталей и/или подборок, позиционированных определенным образом друг относительно друга [3].

Детали или под сборки могут быть полностью позиционированы или иметь степени свободы для перемещения или вращения. Синхронная среда сборки в Solid Edge содержит инструменты для размещения и позиционирования деталей друг относительно друга, а также для моделирования деталей и сборочных единиц в контексте сборки. Для выполнения этих задач есть полноценный набор сборочных связей (рис. 4).

Команды добавления связей находятся на закладке «Главная» в группе команд «Связи», а также в меню команды «Собрать компоненты».

Среда синхронной сборки в Solid Edge ST имеет ряд особенностей и преимуществ, которые позволяют вносить изменения в сборку гораздо быстрее, чем в традиционной среде сборки.

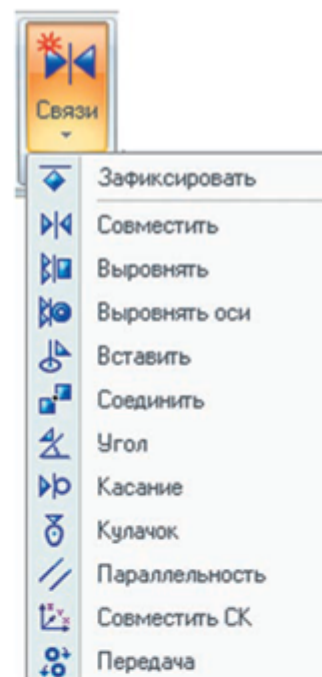


Рис. 4. Типы сборочных связей

### Свойства связей «Совместить грани», «Выровнять грани», «Выровнять оси»

Эти связи используются чаще других связей в сборках. Меню команды для добавления сборочных связей «Совместить» и «Выровнять» приведено на рис. 5, для сборочной связи «Выровнять оси» — на рис. 6 [3].

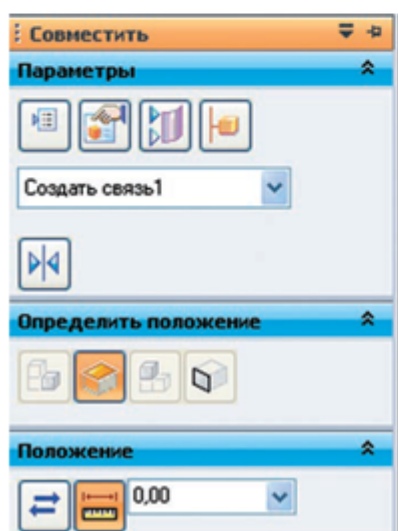


Рис. 5. Меню команд «Выровнять» и «Совместить»

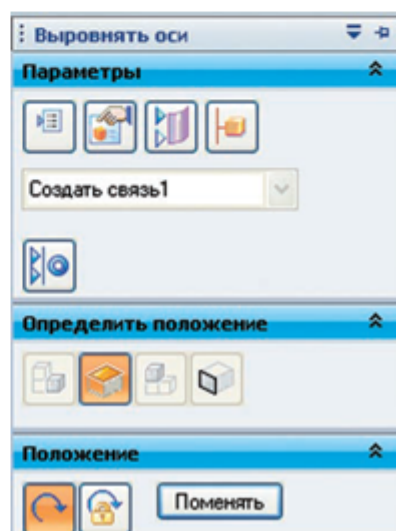


Рис. 6. Меню команды «Выровнять оси»



Связь выравнивания отличается от связи совмещения тем, что при совмещении векторы нормалей двух связываемых граней направлены навстречу друг другу, в случае же выравнивания векторы нормалей направлены в одну сторону.

Шаг «Параметры» в меню команды сборочных связей содержит кнопки параметров размещения компонента в сборке, режимы использования сборочных связей и управления умной вставкой, а также кнопки активизации компонентов, отображения вспомогательной геометрии и выбора сборочной связи из списка.

Шаг «Определить положение» в меню команды позволяет выбрать грани для наложения связи и в размещаемой детали, и в ответных деталях в сборке.

Шаг «Положение» позволяет задать плавающее или фиксированное смещение и его величину между гранью помещаемой детали и гранью ответной детали в сборке. Для сборочной связи «Выравнивание осей» на этом шаге можно задать режим разрешения или запрещения вращения вокруг оси. Например, при размещении болта можно путем наложения всего лишь одной связи выравнивания осей убрать сразу две степени свободы: радиальное смещение и поворот вокруг оси.

Плавающее смещение определяет взаимную ориентацию двух граней, но их точное относительное положение определяется другими деталями в сборке.

Фиксированное смещение задает не только взаимную ориентацию двух граней, но и точное расстояние между ними, равное величине смещения. При этом величина смещения является управляющей величиной для положения детали.

Величины и плавающего, и фиксированного смещений автоматически добавляются в таблицу переменных сборки. При этом из таблицы можно управлять только величиной фиксированного смещения.

Кнопка «Поменять» появляется в режиме умной вставки и позволяет ориентировать деталь симметрично относительно грани, перед тем как вы выберете окончательное положение детали. Вы можете также использовать клавишу Tab для выбора нужного решения.

### *Свойства связи «Умная вставка»*

Помимо перечисленных традиционных сборочных связей можно использовать команду «Умная вставка» [3]. Параметры связей и команда «Умная вставка» расположены в списке «Тип связей» в Меню команды «Собрать компоненты».

Команда «Умная вставка» сокращает шаги, требуемые для позиционирования деталей связями совмещения, выравнивания и выравнивания осей по сравнению с традиционным процессом. Так как многие детали размещаются с использованием именно этих связей, «Умная вставка» подходит в большинстве случаев.

При использовании команды «Умная вставка» вы сначала выбираете поверхность или ребро на размещаемой детали. Затем вы выбираете поверхность или ребро на ответной детали в сборке и предоставляете алгоритму умной вставки определить наиболее подходящий тип связи. Например, если вы выбрали плоские грани на размещаемой детали и детали из сборки, программа выберет связь совмещения или выравнивания. После выбора элемента размещаемой детали, эта деталь будет отображена в сборке с использованием наиболее близкого решения.

Если выбранные грани больше подходят для связи совмещения, будет выбрано совмещение (рис. 7).

Если выбранные грани больше подходят для связи выравнивания, будет выбрано выравнивание (рис. 8).

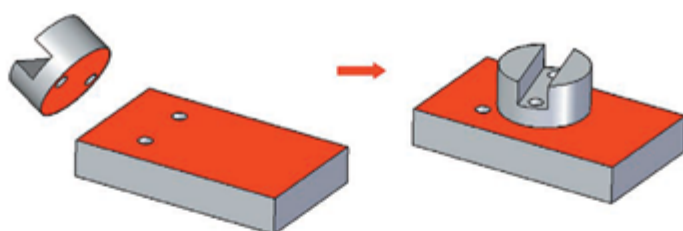


Рис. 7. Умная вставка - выравнивание

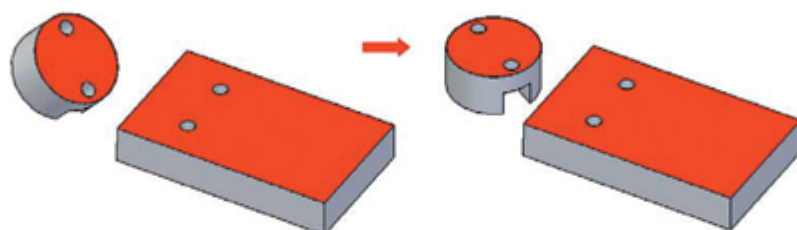


Рис. 8. Умная вставка - совмещение

Кнопка «Поменять» в меню команды позволяет выбрать другое решение. Для выбора других решений вы можете также использовать клавишу Tab.

При размещении сборочной единицы командой «Умная вставка» или в режиме сокращения шагов ее детали должны быть активизированы до наложения связей на их поверхности. Если подсборка еще не активизирована, вы можете использовать кнопку «Активизировать» в меню команды «Собрать компоненты» для активизации той детали, которая содержит нужную поверхность.

Режим «Умная вставка» особенно полезен при помещении крепежа, например, болтов в отверстиях. При размещении детали с помощью выравнивания осей вы не можете использовать круговую кромку при позиционировании. Но при помощи команды «Умная вставка» вы можете использовать круговые кромки на обеих деталях для однозначного размещения детали за два шага.

При использовании «Умной вставки» вы также можете перемещать или поворачивать размещаемую деталь. Чтобы переместить деталь, перетащите ее мышью в нужное место. Чтобы повернуть деталь, удерживайте нажатой клавишу Ctrl при перетаскивании ЛКМ. Если на деталь уже наложены какие-либо связи, то ее перемещение или поворот будут ограничены оставшимися степенями свободы.

### *Традиционный процесс позиционирования деталей*

В традиционном процессе вы проходите все шаги, необходимые для размещения детали, с использованием связей в сборке, при этом активны все кнопки в меню команды «Собрать компоненты» на шаге «Определить положение» [3]:

1. Выбор сборочной связи,
2. Выбор грани или кромки размещаемой детали,



3. Выбор ответной детали в сборке,
4. Выбор грани или кромки на ответной детали,
5. Подтверждение выбора.

Новым пользователям этот процесс дает полное понимание процесса позиционирования деталей. Меню команды и строка сообщений помогают вам и направляют ваши действия при позиционировании компонента в сборке.

Традиционный процесс заменяет «Умную вставку» в тех случаях, когда вы используете такие связи, которые команда «Умная вставка» не распознает: угол, кулачок, передача, параллельность и касание.

### *Навигатор сборки*

Навигатор сборки представляет собой иерархическую структуру сборки [3].

Он наглядно отображает структуру сборки и всех входящих в нее сборочных единиц и деталей.

С его помощью можно быстро оценить состав и иерархию деталей, сборочных единиц, стандартных деталей и пр.

Навигатор можно использовать для активизации и редактирования по месту детали или под сборки, чтобы внести изменения в выбранный компонент, наблюдая при этом все остальные компоненты сборки.

Навигатор можно использовать для скрытия либо отображения компонентов сборки.

Навигатор позволяет просматривать, изменять и удалять сборочные связи, определяющие положение компонентов, а также изменять порядок деталей в сборке и диагностировать проблемы, возникшие в сборке.

Закладка «Навигатор» доступна при работе со сборкой или подсборкой в пределах текущей сборки (рис. 9).

В среде сборки Навигатор разделен на две панели. В верхней панели отображается дерево компонентов активной сборки. Компоненты дерева могут включать в себя: детали, сборочные единицы, стандартные детали, базовые плоскости и эскизы сборки.

В нижней панели показаны связи, наложенные на деталь или подсборку, выбранную в верхней панели (рис. 9).

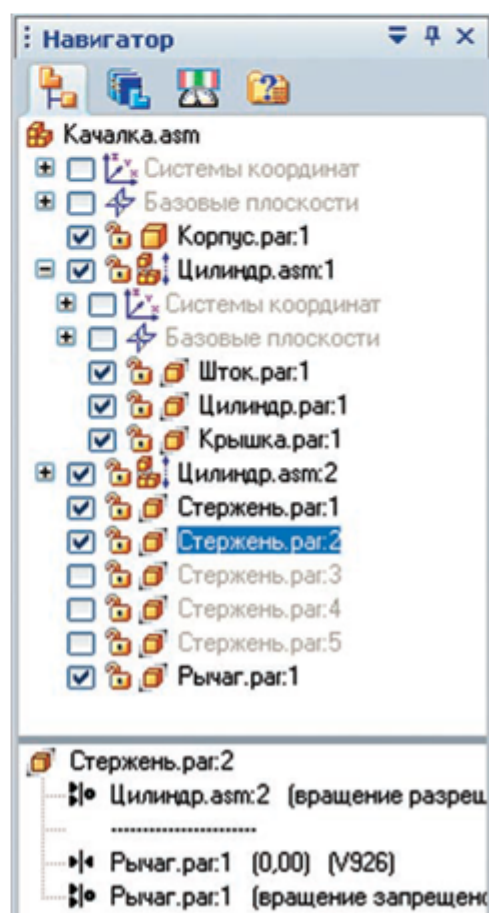


Рис. 9. Навигатор сборки



### Изменение режима отображения компонентов сборки

Для управления отображением компонентов сборки можно использовать верхнюю панель Навигатора. Например, чтобы было удобнее помещать новую деталь в сборку, можно скрыть часть мешающих деталей и подборок. Вы можете использовать кнопки-галочки рядом с названием компонентов сборки в Навигаторе (рис. 8.12) для управления отображением компонентов или команды контекстного меню «Скрыть»/«Отобразить» для выбранного компонента.

Цвет текста в Навигаторе также указывает, отображен компонент или скрыт. На рис. 12 показано, что скрыты 3 компонента «Стержень». Слева от их наименования не показана галочка (компоненты скрыты), текст названия отображен серым цветом.

Верхнюю панель Навигатора можно использовать для выполнения таких действий, как:

- просмотр компонентов сборочных единиц в полной или свернутой форме с помощью значка «+»;
- выбор компонентов для выполнения последующих действий с помощью ЛКМ;
- определение текущего состояния компонентов сборки с помощью значков компонентов;
- определение последовательности создания сборки с помощью нижней панели Навигатора;
- изменение порядка деталей в пределах одноуровневой сборки с помощью перетаскивания детали ЛКМ в нужное место сборки;
- переименование базовых плоскостей, эскизов и систем координат с помощью команды контекстного меню «Переименовать» или клавиши F2.

Если поместить курсор на компонент в верхней панели Навигатора, компонент выделяется в графическом окне. Если выбрать компонент, он также будет выбран в графическом окне. Это позволяет идентифицировать имя компонента в Навигаторе с его отображением в графическом окне. Текущая сборка самого высокого уровня не подсвечивается (если указать ее в Навигаторе), т.к. это сильно снижает производительность при работе с большими сборками.

В больших сборках выделение и выбор компонентов может снизить производительность; управлять производительностью можно на закладке «Сборка» диалогового окна «Параметры». Например, есть параметры, позволяющие упростить отображение подсвеченных и выбранных компонентов в графическом окне и выключить подсветку компонентов в графическом окне при помещении на них курсора в Навигаторе.

### *Сборки с традиционными и синхронными документами*

При совместном использовании в документе сборки традиционных и синхронных компонентов действуют некоторые ограничения [3].

– Создание новых деталей по месту. Создавать детали по месту вы можете только того же типа (традиционные или синхронные), что и текущая сбор-

ка. Например, при работе в синхронной сборке список шаблонов в диалоговом окне «Создать по месту» будет содержать только шаблоны синхронных деталей. Если же вам нужно создать новый традиционный документ, используйте команду «Создать» из меню приложения, а затем добавьте его в сборку при помощи закладки «Библиотека деталей».

– Редактирование в контексте сборки. Редактировать детали в контексте сборки вы можете только того же типа (традиционные или синхронные), что и текущая сборка. Например, если текущая сборка является синхронной, то вы можете редактировать только синхронные детали и под сборки, используя команду «Правка» из контекстного меню Навигатора. Традиционные детали и под сборки можно открыть только вне контекста, используя команду «Открыть» из контекстного меню Навигатора. При попытке открыть в контексте сборки документ, тип которого не совпадает с текущим документом, отобразится диалоговое окно с предупреждением о несоответствии типов.

– Операции синхронного перемещения/вращения. Операции синхронного моделирования доступны только для синхронных деталей в синхронных сборках. Операции синхронного моделирования недоступны для синхронных деталей в традиционных сборках и для традиционных деталей в синхронных сборках.

– Конструктивные элементы в сборке. В синхронной сборке недоступны команды создания конструктивных элементов в сборке. В традиционных сборках вы не можете модифицировать синхронные детали при помощи ассоциативных конструктивных элементов сборки. Если синхронная деталь попадет в выбранный набор для ассоциативного конструктивного элемента сборки, то откроется диалоговое окно с предупреждением о невозможности модификации синхронной детали.

– Использование дополнительных приложений Solid Edge.

Синхронные сборки не поддерживают работу в таких приложениях Solid Edge, как «Рамные и ферменные конструкции», «Электрожгутовка», «Трубопровод», «Справочник инженера», «Движение», «Пресс-формы».


Создание семейств деталей и семейств сборок недоступно в синхронном режиме.

Синхронные сборки и синхронные детали не поддерживают любые виды транзитивности, хотя позволяют выполнять копирование (например, команда «Транзитивная копия»).








Если окно "Параметры сварного шва" не открывается автоматически, в меню команды "Сварной шов" выберите "Параметры" .


Установите в диалоговом окне "Параметры сварного шва" следующие значения:

1. Установите тип "Равные высоты".
2. Положение знака "Снизу".
3. В поле "Высота 1" введите 8.
4. Установите знак замкнутой линии .
5. Нажмите кнопку ОК.


### *Создание сплошного сварного шва*

В меню команды задайте режим выбора "Цепочка" [3].

Поместите курсор над сопрягаемой поверхностью первой детали и выберите ее, как показано на рис. 3.

В меню команды нажмите кнопку "Подтвердить" (зеленая галочка) .

Поместите курсор над сопрягаемой поверхностью второй детали и выберите ее, как показано на рис. 4.

В меню команды нажмите кнопку "Подтвердить" (зеленая галочка) .

В меню команды нажмите кнопку "Результат".

В меню команды нажмите кнопку "Готово".

Обратите внимание, что разбиение шва отображается цветом, отличным от цвета деталей в сборке (рис. 5).

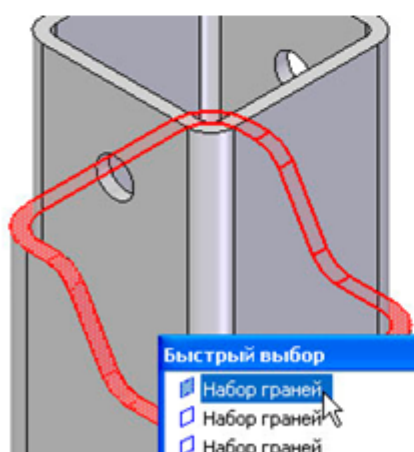


Рис. 3

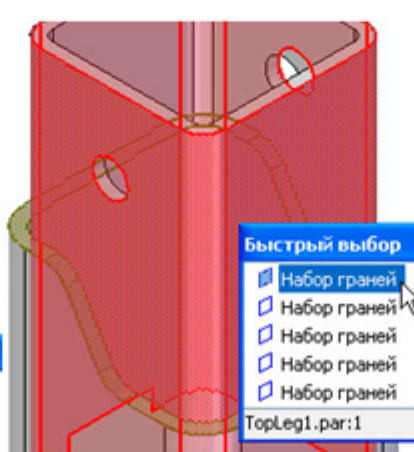


Рис. 4

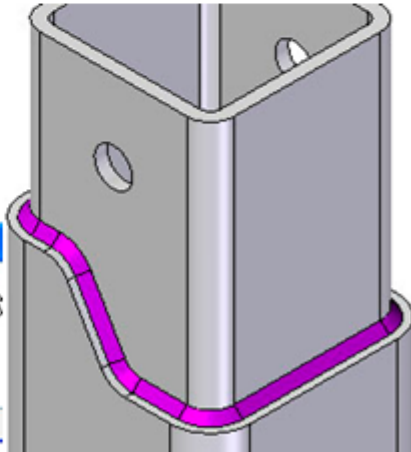



Рис. 5

### *Создание прерывистого сварного шва*

Полученный сварной шов может быть преобразован из сплошного в прерывистый [3].

Выберите закладку "Операции">группа "Операции в сборке">"Разбить шов" .


В диалоговом окне "Параметры разбиения" установите следующие режимы:  
В поле "Выполнить" выберите "Разбиение".

Установите длину разрыва 57,2.

Установите длину шва 50.

В диалоговом окне "Параметры разбиения" нажмите кнопку "ОК".

В графическом окне выберите ребро сварного шва так, как показано на рис. 6, чтобы задать начальную точку разбиения шва и определить направление прерывистого шва.

В меню команды нажмите кнопку "Подтвердить" (зеленая галочка)  и получите прерывистый сварной шов (рис. 7). В меню команды нажмите кнопку "Готово".

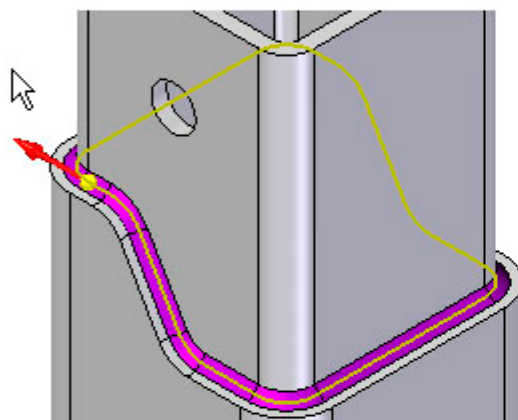


Рис. 6

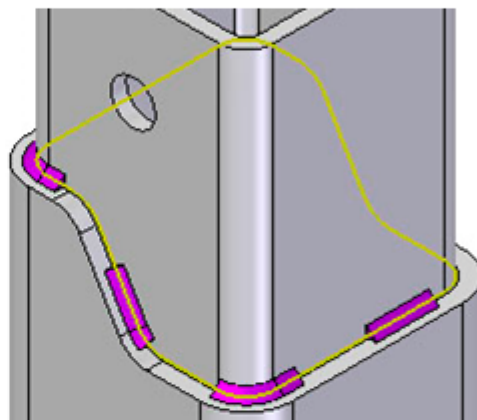


Рис. 7

### *Создание сварного шва с разделкой кромок*

Для создания такого шва необходимо подготовить сопрягаемые поверхности деталей с помощью операции «Фаска» [3].

Выберите закладку "Операции"→группа "Операции в сборке"→список "Скругление"→"Фаска".

В диалоговом окне "Параметры" включите параметр "Простые конструктивные элементы в сборке" и нажмите ОК.

При использовании этого режима, вся геометрия конструктивного элемента создается в документе сборки (профили и твердые тела).

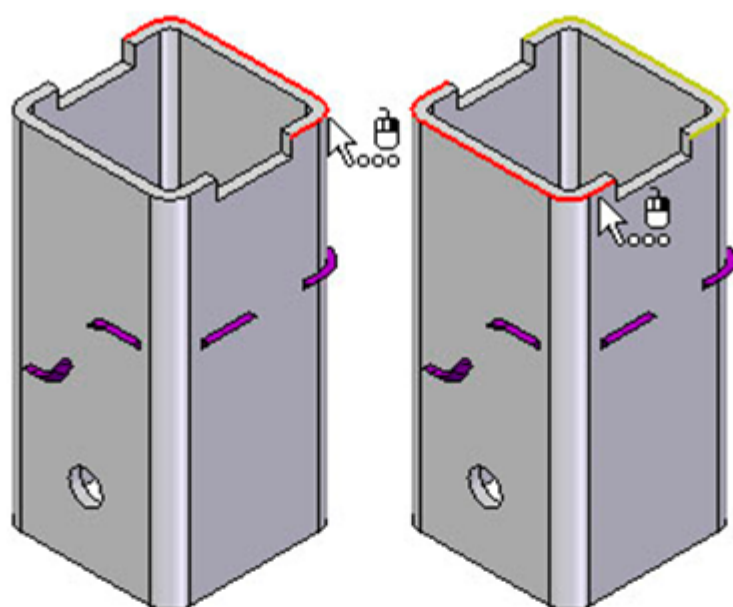
При использовании режима "Ассоциативные конструктивные элементы в сборке", геометрия профиля создается в сборке, но построение твердых тел происходит в связанных документах деталей с использованием транзитивных связей.


В меню команды "Фаска" нажмите кнопку "Параметры фаски" и проверьте, что в окне "Параметры фаски" включен параметр "Равные высоты".

В меню команды "Фаска" задайте режим выбора "Цепочка".

В меню команды, в поле "Высота" введите 7 и нажмите Enter.

Выберите обрабатываемые ребра на сопрягаемых деталях как показано на рисунке.





Сварной шов с разделкой кромок между основанием и верхней поверхностью детали создается выбором закладки "Операции"→группа "Операции в сборке"→"Шов с разделкой кромок" .


Если появилось диалоговое окно "Параметры шва с разделкой кромок", нажмите ОК, чтобы его закрыть

В меню команды "Шов с разделкой кромок" задайте режим выбора "Цепочка".

Используя инструмент быстрого выбора, выберите цепочку поверхностей обрабатываемой детали, как показано на рис. 8.


В меню команды нажмите кнопку "Подтвердить" (зеленая галочка) .

В меню команды задайте режим выбора "Цепочка". Используя инструмент быстрого выбора, выберите цепочку поверхностей детали *TopLeg1.par*, как показано на рис. 9. В меню команды нажмите кнопку "Подтвердить" (зеленая галочка) .

В меню команды задайте режим выбора "Цепочка". Укажите верхнее ребро поверхности, выбранной вами на предыдущем шаге, как показано на рис. 10. В меню команды нажмите кнопку "Подтвердить" (зеленая галочка) .

В меню команды задайте режим выбора "Цепочка".

Укажите нижнее ребро поверхности, выбранной вами на предыдущем шаге, как показано на рис. 11.

В меню команды нажмите кнопку "Подтвердить" (зеленая галочка) .

Вы должны определить необходимые параметры для шва с разделкой кромок.



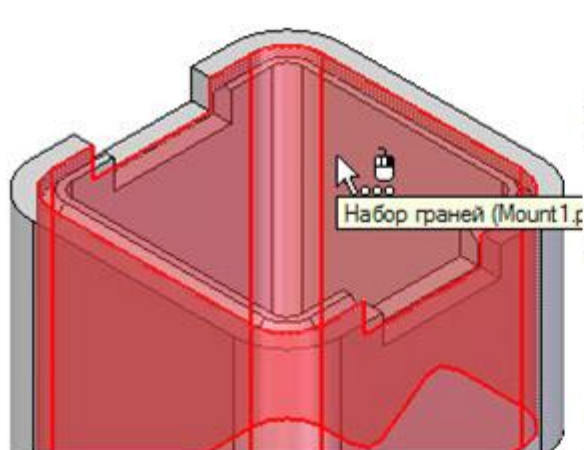


Рис. 8

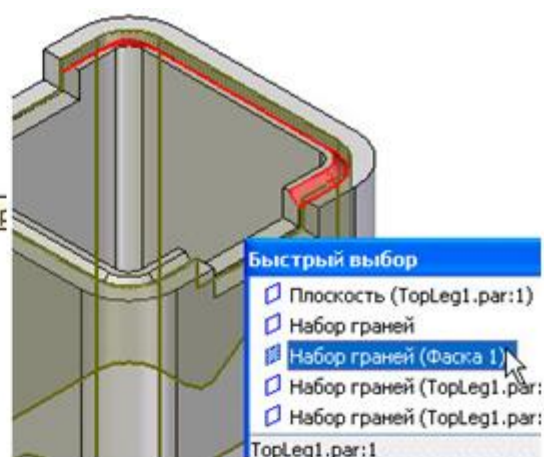


Рис. 9

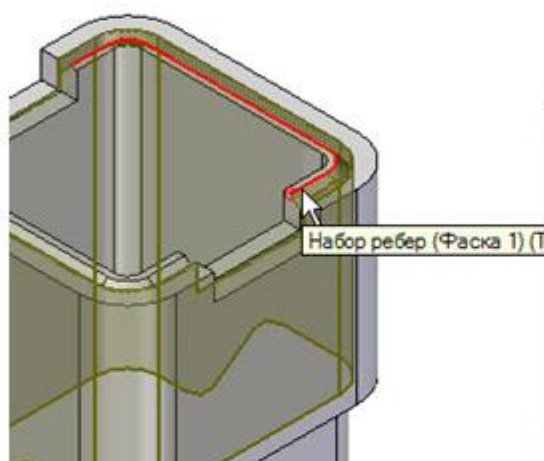


Рис. 10

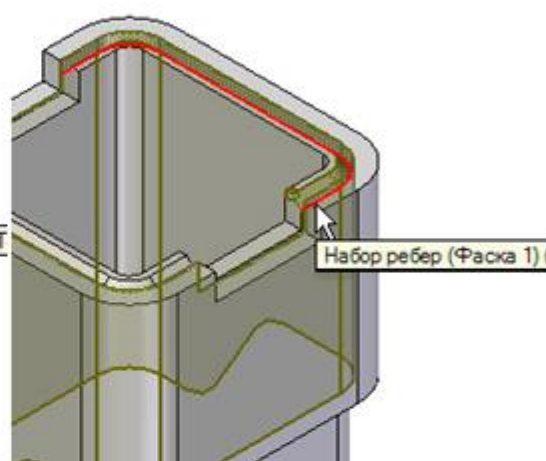
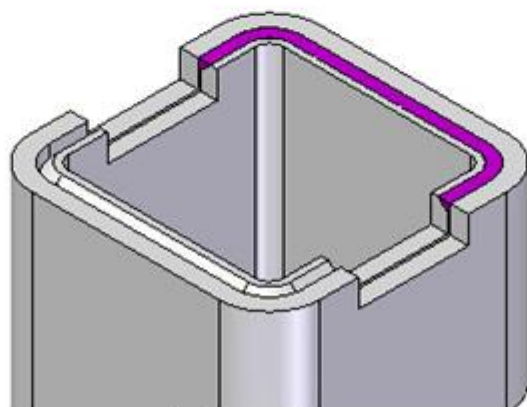


Рис. 11

Шов с разделкой кромок использует технологию проецирования для создания сварного шва по выбранным поверхностям и ребрам.

В меню команды нажмите кнопку "Результат".



В меню команды нажмите кнопку "Готово".

### *Обозначение сварки на ребрах*

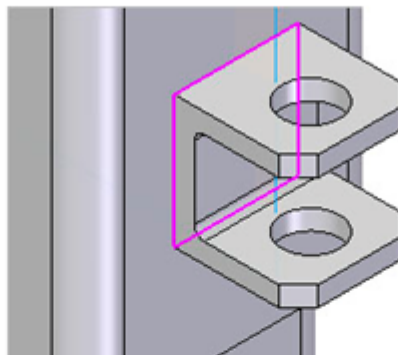
Вы можете также обозначить сварной шов без создания модели сварного шва, используя команду "Обозначить сварку" [3].



Вы определите атрибуты знака сварки, а затем укажете нужные ребра.

Впоследствии в среде "Чертеж" вы можете командой "Сварка" извлечь информацию о сварном шве из сборки и поместить обозначение сварки на чертеже.

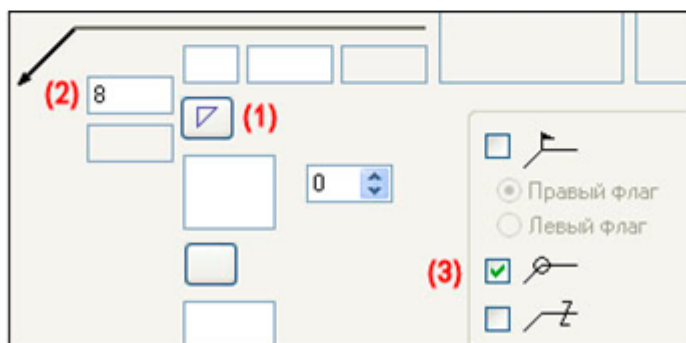
Ребра, помеченные командой "Обозначить сварку", будут отображены в сборке другим цветом. Они также будут подсвечены на чертеже, когда будет выбрана команда "Обозначение сварки".


Далее вы перейдете к определению атрибутов знака сварки и выбору ребер, как показано на рисунке.



Выберите закладку "Операции">группа "Операции в сборке">"Обозначить сварку" . Или выберите "Параметры"  в меню команды "Обозначить сварку", если диалоговое окно "Атрибуты знака сварки" не открывается автоматически.

В диалоговом окне "Атрибуты знака сварки" задайте параметры, как показано на рисунке:



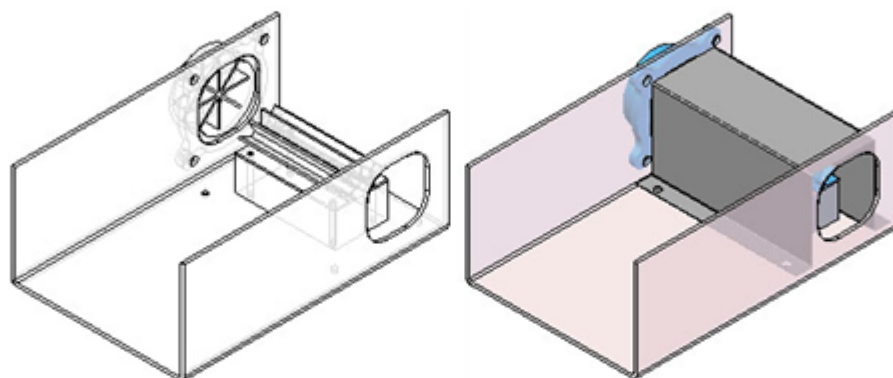
1. Выберите знак сварки из списка символов для обозначения сварки.
2. В поле "Размер шва", расположенном в левой части знака сварки, введите 8 для указания размера шва.
3. Установите знак замкнутой линии 
4. Нажмите кнопку ОК.

### 4.3. Транзитивное моделирование в сборке

#### *Особенности построения деталей в контексте сборки*

В системе Solid Edge с синхронной технологией транзитивное моделирование деталей в контексте сборки реализуется организацией ассоциативных связей между геометриями проектируемой дочерней детали и родительской детали сборки в рамках нисходящего проектирования [4].

Создание детали в контексте сборки осуществляется «по месту» с построением профилей методом включения ребер из других деталей сборки. Рассмотрим такую возможность на примере создания листовой детали в контексте сборки узла «корпус вентилятора».




Сборка состоит из корпуса, на котором установлен вентилятор, блока питания и радиатора. Вы построите листовую деталь кожуха вентилятора для направления потока воздуха на радиатор.


#### *Активизирование деталей в сборке*

В зависимости от текущих настроек документ сборки может быть открыт активизированным или деактивизированным. Стандартно при открытии сборки все детали деактивизируются [4].


Это значит, что для повышения эффективности работы Solid Edge документы детали и под сборки были прочитаны, чтобы отобразить данные, но они не хранятся в памяти.

Чтобы включить геометрию из одной детали в другую, вы должны активизировать детали в сборке.

Выберите закладку "Главная">группа "Выбор">"Выбор" .

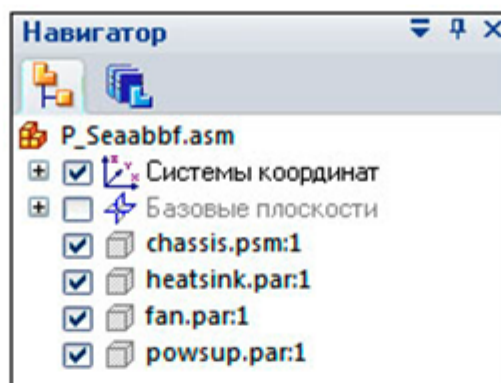
Задайте критерий выбора в значение "Видимые детали" .

Поместите курсор в графическое окно и щелкните правой кнопкой мыши, чтобы открыть контекстное меню.

В контекстном меню выберите "Активизировать" , чтобы активизировать выбранные детали.





Обратите внимание, что значки рядом с именами деталей в Навигаторе изменились, показывая, что детали активизированы.



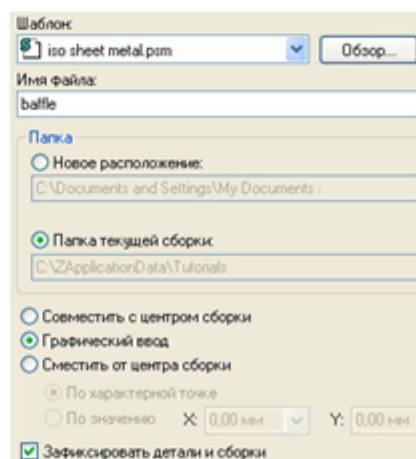
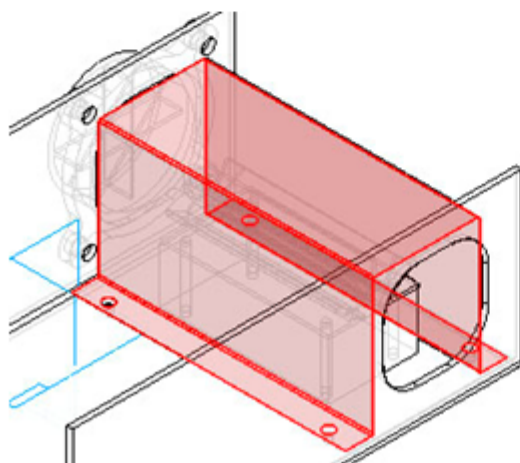
### Создание файла новой детали по шаблону

Приступаем к созданию новой листовой детали в контексте сборки, показанной на рисунке [4].

Выбираем закладку "Главная" → группа "Сборка" → "Создать деталь по месту" . Команду "Создать деталь по месту" можно найти также на закладке "Библиотека деталей"  в Навигаторе.

В диалоговом окне "Создать деталь по месту" выполняем следующее, как показано на рисунке:

1. Выбираем шаблон документа *iso sheet metal.psm*.
2. Задаем имя нового файла: *baffle*.
3. Для параметра "Папка" задаем значение: Папка текущей сборки.
4. Выбираем параметр "Графический ввод", который позволяет определить ориентацию базовых плоскостей для новой детали.
5. Выбираем параметр "Зафиксировать детали и сборки".
6. Нажимаем "Создать и изменить".



Примечание: Если при установке Solid Edge в качестве стандартной была выбрана английская система единиц, используйте кнопку "Обзор шаблонов", что-

бы задать файл шаблона *iso sheet metal.psm*, который вы можете выбрать на закладке "Еще" в окне "Создать".

Прежде всего новая деталь должна иметь базовую плоскость X-Y.

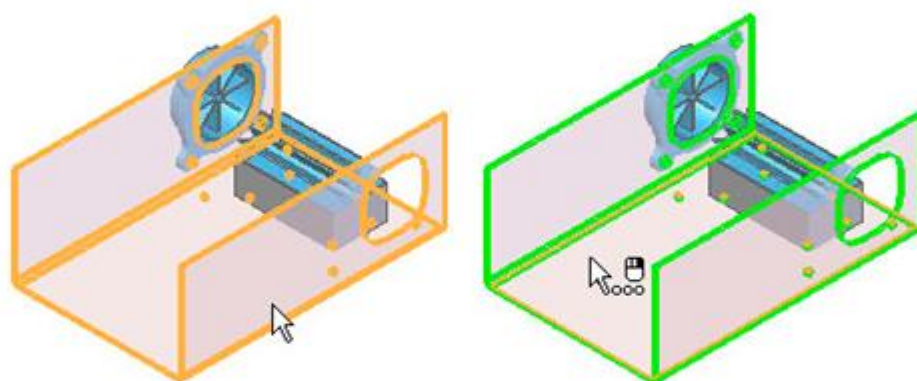
### *Создание системы координат новой детали*

Вы привяжете базовые плоскости к поверхности детали в сборке [4].

Поместите курсор на корпус. Когда она подсветится, как показано на рисунке А, щелкните кнопкой мыши.

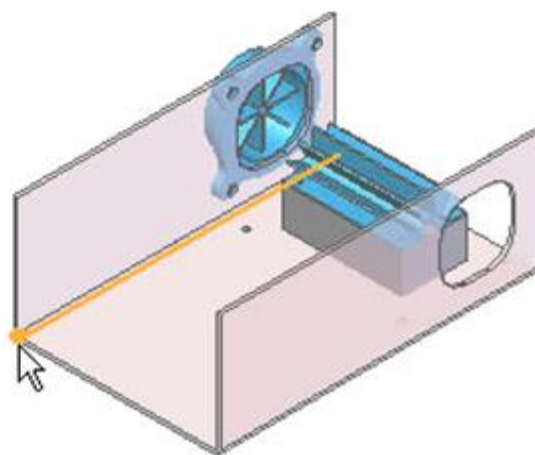
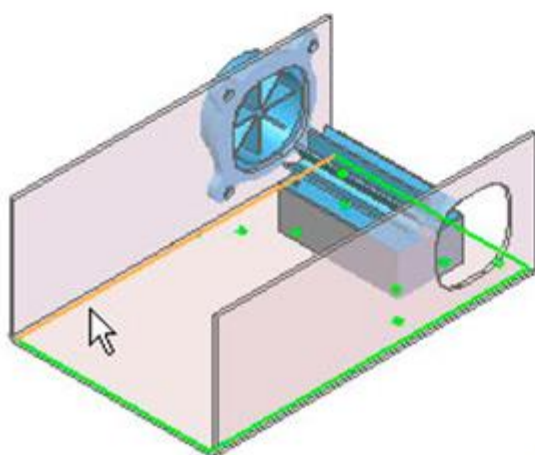
Поместите курсор на грань, показанную подсвеченной на рисунке, остановите его и обратите внимание, что вид курсора изменился, показывая возможность неоднозначного выбора.

Щелкните правой кнопкой мыши, чтобы открыть список быстрого выбора. Перемещая курсор по элементам списка, обратите внимание, что подсвечиваются различные элементы модели. Заметьте, что при перемещении курсора мыши по списку объектов в окне быстрого выбора, соответствующие детали подсвечиваются в рабочем окне.



Используя инструмент быстрого выбора, выберите сначала плоскую грань, а затем ребро, как показано на рисунке В.

Поместите курсор мыши так, чтобы начало оси X было в левой части, как показано на рисунке, и щелкните левой кнопкой мыши.



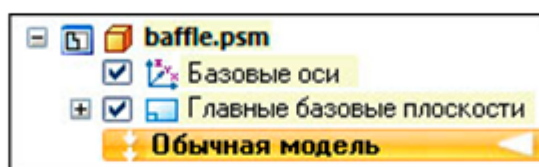


Поместите курсор мыши в средней точке ребра и щелкните левой кнопкой мыши. Таким образом, вы определите начало координат для новой детали.

В среде листовой детали открывается новый файл листовой детали, созданный на основе шаблона `iso sheet metal.psm`.

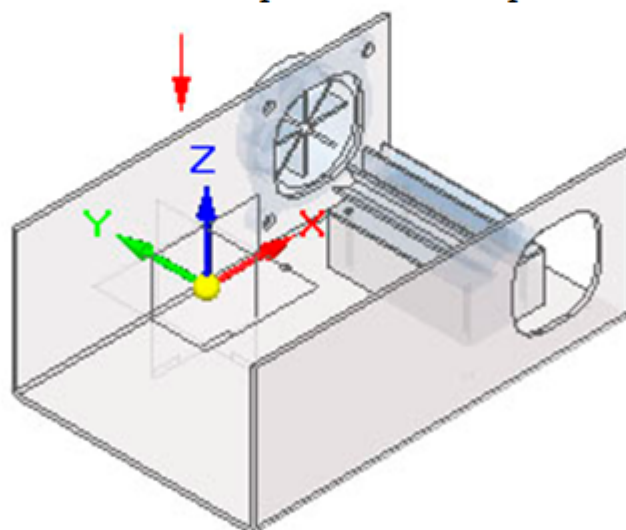
### *Особенности построений в контексте сборки*

Убедитесь, что вы находитесь в обычной среде. Поместите курсор мыши в графическое окно. Щелкните правой кнопкой мыши. Если есть параметр для перехода в синхронную среду, выберите инструмент "Выбор" для выхода. Если есть параметр для перехода в обычную среду, выберите этот параметр [4].




Убедитесь, что главные базовые плоскости отображаются, иначе включите их флажки в Навигаторе для отображения.

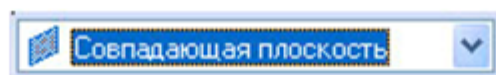
Отобразите главные базовые плоскости в файле `baffle.psm`. Заметьте, что базовые плоскости расположены в центре системы координат `baffle.psm`.



Также обратите внимание, что сборка продолжает отображаться. В процессе работы бывает полезно визуализировать ориентацию новой детали в сборке.

Выберите закладку "Главная" → группа "Листовая деталь" → список "Фигурный фланец" → "Фигурный фланец" .



Убедитесь, что в меню команды "Фигурный фланец", в списке "Основа для построения" установлен параметр "Совпадающая плоскость".

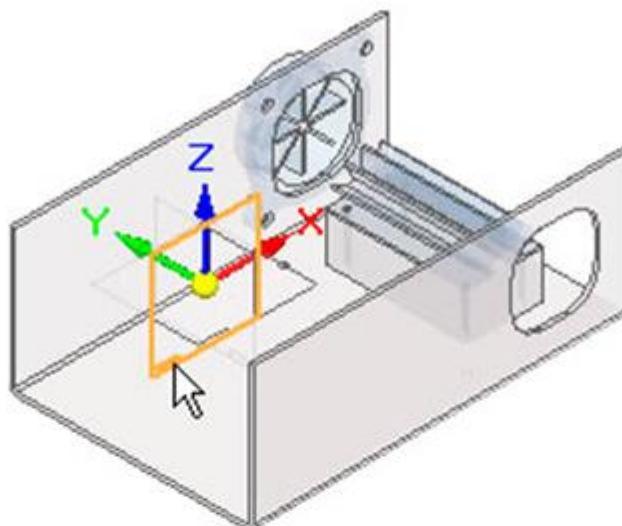


Выберите базовую плоскость, как показано на рисунке.

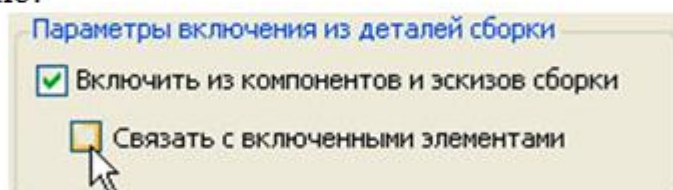


### *Порядок и параметры включения деталей из сборки*

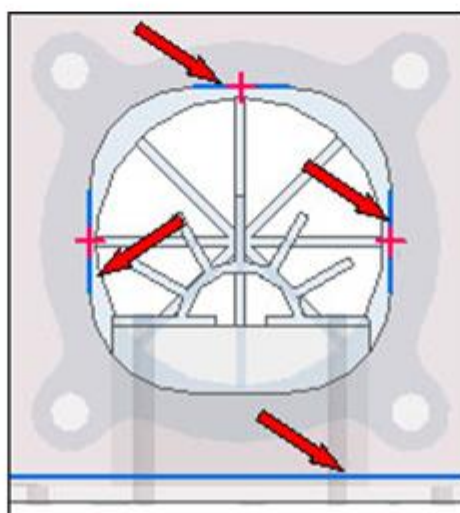
Выберите закладку "Главная" → группа "Построения" → "Включить" .  
Если диалоговое окно "Параметры" не открылось автоматически, то в меню  
команды "Включить" нажмите кнопку "Параметры" , чтобы открыть его [4].




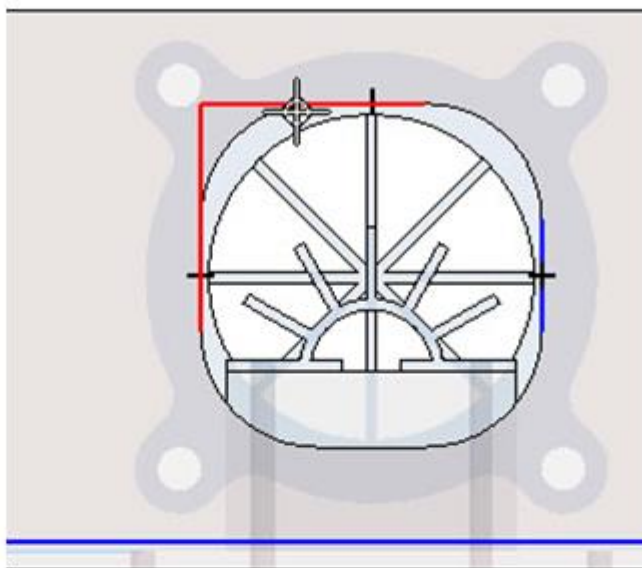
Убедитесь, что в окне параметров режим "Связать с включенными элементами" выключен. Для этой детали вы не будете включать ребра других деталей сборки ассоциативно.



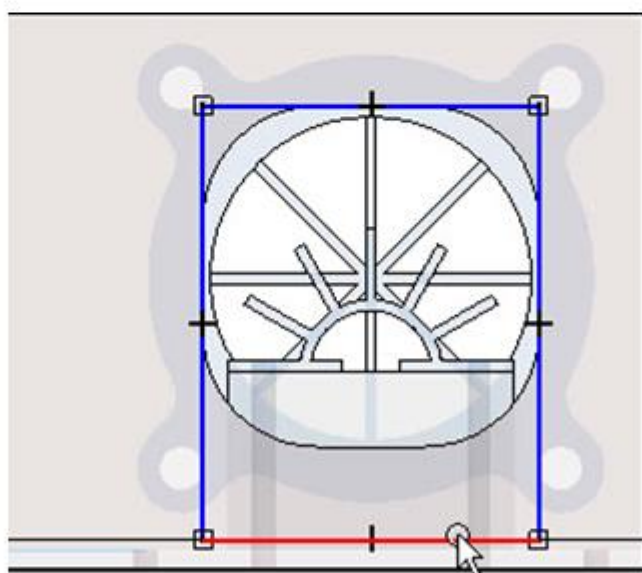
Выберите мышью четыре ребра, как показано на рисунке.




Выберите закладку "Главная">группа "Построения">"Отсечь до угла" .  
Выберите левый вертикальный отрезок.  
Выберите верхний горизонтальный отрезок.




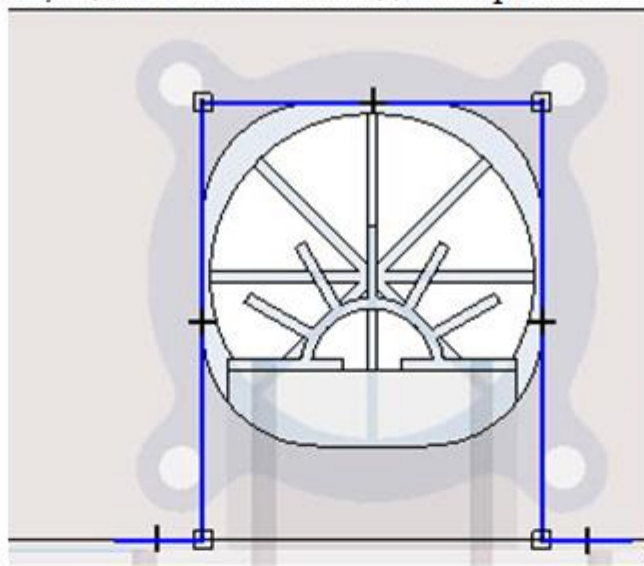
Отрезки будут продлены до пересечения  
Продлите остальные отрезки так, чтобы они образовали прямоугольник




### *Порядок создания элементов новой детали*

Выберите закладку "Главная">группа "Выбор">"Выбор" .  
Выберите нижний горизонтальный отрезок прямоугольника.  
Удалите нижний горизонтальный отрезок клавишей Delete.

Постройте два горизонтальных отрезка профиля детали от нижних концов вертикальных отрезков, задав в меню команды «Отрезок»  значения 25 мм.



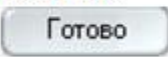
Выберите закладку "Главная">группа "Заккрыть">"Заккрыть эскиз" 

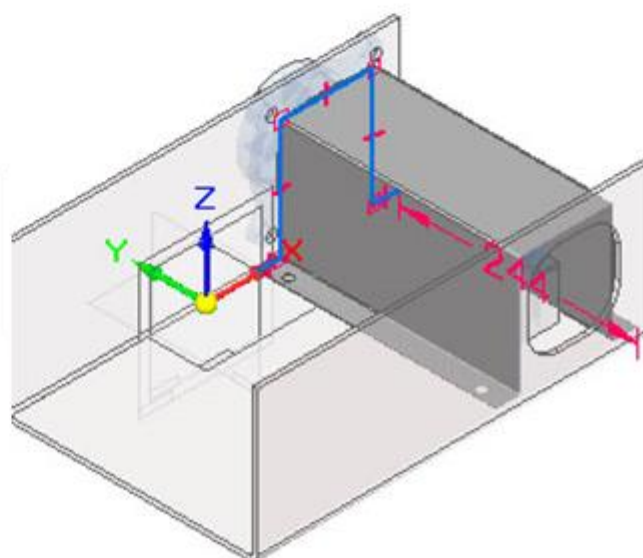
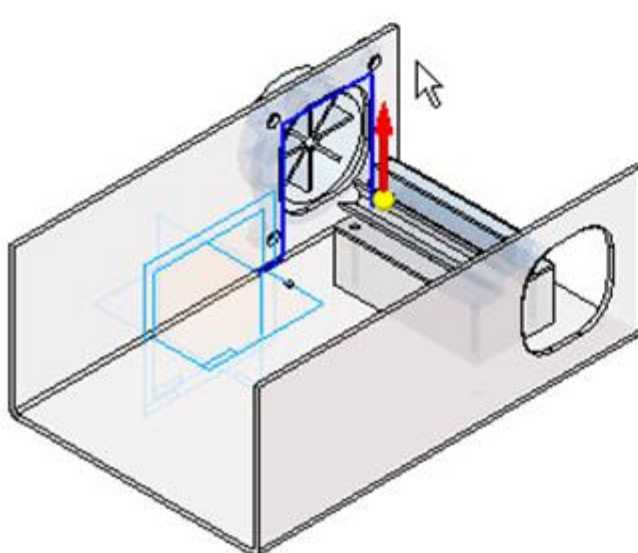
У построенного профиля появилась стрелка. Направление стрелки зависит от положения курсора. Стрелка указывает направление, в котором будет отложена толщина фланца.

Поместите курсор выше профиля, и когда стрелка укажет вверх, щелкните левой кнопкой мыши.

В меню команды, в поле длины фланца введите 244 и нажмите Enter.

Поместите курсор справа от профиля и щелкните левой кнопкой мыши.

В меню команды "Фигурный фланец" нажмите кнопку "Готово"  :





## 5. Выпуск чертежей

### 5.1. Создание чертежей деталей и сборок

#### *Типы чертежных видов*

Создание чертежей по трехмерным моделям деталей и сборок осуществляется в рабочей среде «Чертеж ISO» [4].

Вход в рабочую среду «Чертеж ISO» может осуществляться как выбором этой среды из стартового меню системы Solid Edge (для моделей нужной детали), так и из контекстного меню при выборе нужной детали непосредственно в сборке (рис. 1).

Если вы создаете чертеж с ассоциативными видами по 3D-модели, то Solid Edge позволяет создавать следующие типы чертежных видов:

- проекционные,
- дополнительные (по стрелке),
- выносные (зависимые и независимые),
- разрезы и сечения,
- местные разрезы (вырывы),
- виды с разрывом,
- местные виды,
- разнесенные виды (для сборки).

Команды создания ассоциативных чертежных видов находятся на закладке «Главная» в группе команд «Чертежные виды».

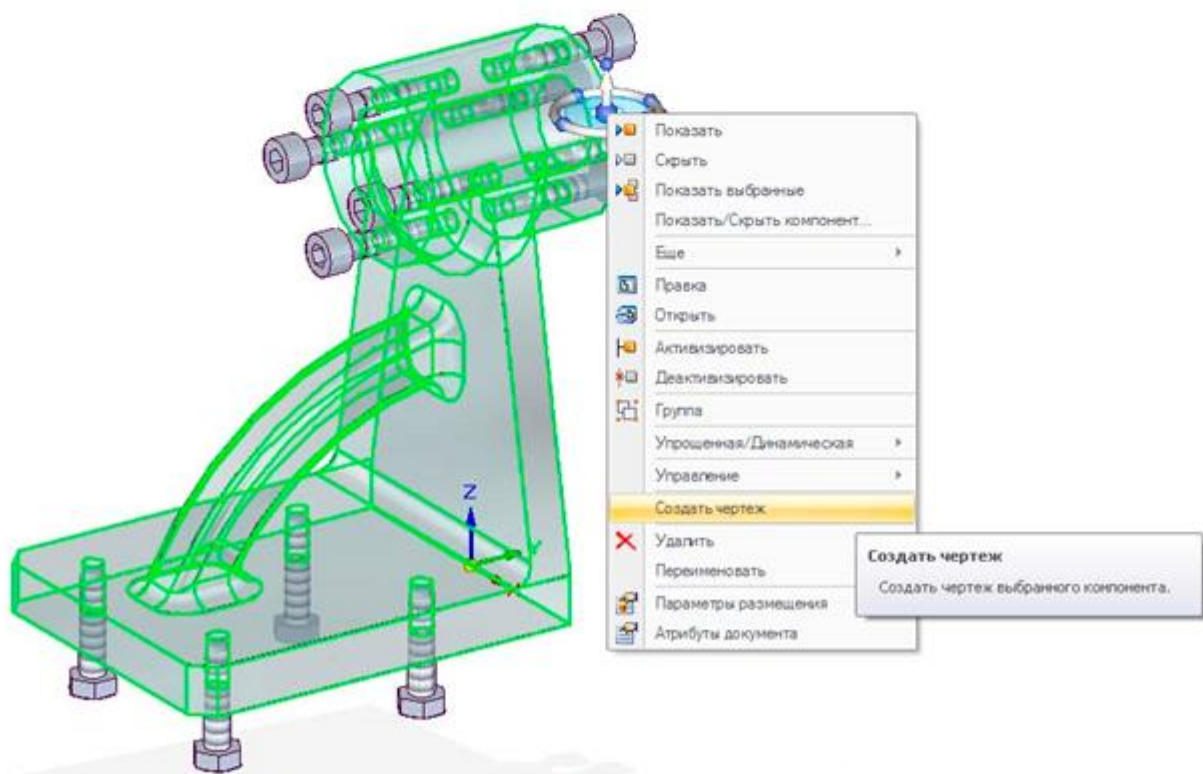


Рис. 1. Меню выбранной детали в сборке

## *Элементы оформления листа чертежа*

Чертеж, созданный в Solid Edge, имеет расширение файла DFT. Любой документ чертежа Solid Edge содержит три типа листов, которые управляются с помощью закладок внизу графической области:

– лист 2D-модели (A) (рис. 2), который является эквивалентом пространства плоской модели. Здесь вы чертите, образмериваете и добавляете обозначения в модель в масштабе 1:1;

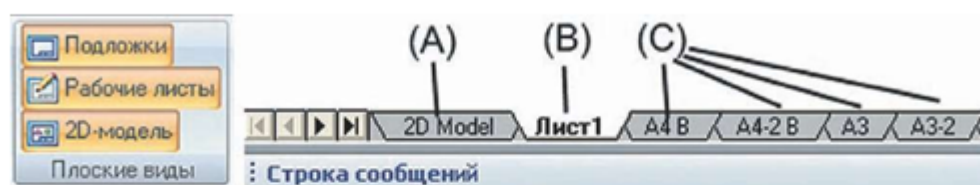


Рис. 2. Типы листов

– один или несколько рабочих листов (B), где непосредственно размещаются ассоциативные чертежные виды по 3D-моделям, либо виды 2D-модели, помещенные с помощью команды «Вид 2D-модели». Вы можете переключаться между рабочими листами, щелкая по их закладкам внизу чертежа;

– листы подложки (C), которые содержат рамку чертежного формата и основную надпись для рабочих листов.

Кнопки управления отображением типов листов находятся на закладке «Вид» в группе команд «Плоские виды». По умолчанию, когда вы открываете новый лист чертежа, отображаются только рабочие листы. Если вам нужно внести изменения в основную надпись, то нажмите кнопку «Подложки», выберите нужную подложку внизу графической области и отредактируйте ее. Затем отключите отображение подложек и снова вернитесь на рабочий лист. Шаблон чертежа Solid Edge уже содержит все основные подложки в соответствии с требованиями ЕСКД.

Рамки чертежных форматов и основные надписи выполнены в виде блоков. Можно задать свои собственные блоки или вносить изменения в существующие, чтобы добиться соответствия стандартам вашего предприятия. Если вы вносите изменения в существующий блок основной надписи, изменения автоматически передаются на все форматы листа.

Если надо изменить формат чертежа в процессе работы с ним, требуется только сменить подложку с помощью контекстного меню рабочего листа внизу чертежа, затем в появившемся окне выбрать нужную подложку.

## *Вспомогательные инструменты построения*

Команда «Сетка» позволяет выполнять точные 2D-построения на листе чертежа. Она отображает серию пересекающихся линий или точек и показывает координаты X и Y, позволяя строить и изменять элементы относительно заданного начала координат. В момент построения вы можете привязываться к узлам и линиям сетки. Команду «Сетка» можно использо-



вать со всеми командами 2D-построения. Инструменты настройки параметров сетки находятся в группе команд «Построения» на закладке «Эскизы» [4].

Solid Edge позволяет вести 2D-построения в ассоциативном режиме или без него. Если вы используете ассоциативный режим, Solid Edge автоматически выполняет привязку создаваемых объектов к характерным точкам и линиям чертежа. Режим ассоциативности можно включить либо отключить в любое время в процессе работы над чертежом. Это можно сделать с помощью кнопки «Наложение связей» в группе команд «Помощники» на закладке «Сервис». Вы можете также включить или отключить отображение значков связей с помощью команды «Обозначения связей» на закладке «Вид» в группе команд «Показать».

Наложением ассоциативных связей в Solid Edge управляет инструмент IntelliSketch.

Solid Edge обеспечивает полный набор инструментов для образмеривания ассоциативных чертежных видов и плоских чертежей. Команды нанесения размеров находятся в группе команд «Размеры».

### *Проекционные и выносные виды*

Как правило, чертеж включает в себя непосредственно саму геометрию вида, размеры и обозначения, технические требования, таблицы, а также другую информацию [4].

На чертежном листе можно разместить любое число видов одной или нескольких деталей. Вы всегда можете изменить параметры выбранного чертежного вида с помощью команды контекстного меню вида «Атрибуты».

Построение видов детали начинается с команды «Мастер чертежных видов» для создания главного вида детали или сборки. Она находится в группе команд «Чертежные виды» на закладке «Главная» (рис. 3). Как правило, главным является первый вид, помещенный на чертеж. Чаще всего он является родительским для создания всех остальных видов чертежа.

Мастер чертежных видов последовательно отображает ряд диалоговых окон. Параметры этой команды зависят от того, запустили вы ее из среды чертежа или из среды модели.



Рис. 3. Мастер чертежных видов



Создав один или несколько начальных видов, их можно использовать для построения других видов, используя команды проекционных и дополнительных видов, выносных видов, разрезов и местных разрезов. Перечисленные виды, в свою очередь, можно использовать для создания новых видов.

После того, как с помощью Мастера чертежных видов на чертежном листе размещены чертежные виды, можно использовать команду «Главные проекции» для создания дополнительного ортогонального или изометрического вида на основе уже существующих чертежных видов.

Ориентация вновь создаваемого вида определяется положением курсора мыши. Например, чтобы создать новый проекционный вид детали, используя существующий ортогональный вид, сначала выберите исходный вид, затем поместите курсор справа, слева, сверху или снизу от выбранного вида, чтобы создать новый ортогональный вид, или поместите курсор по диагонали от исходного вида для создания изометрического вида.

### *Разрезы и сечения*

После создания вида детали вы можете использовать его для создания разреза. Разрез демонстрирует внутреннюю структуру трехмерной модели детали или сборки. Разрез в Solid Edge можно создать с помощью команд «Разрез» и «Местный разрез» [4].

Прежде чем создать вид с разрезом с помощью команды «Разрез», вы должны создать линию секущей плоскости на нужном виде детали, используя команду «Секущая плоскость».

После нажатия кнопки «Секущая плоскость» программа запрашивает вас о виде детали для размещения. Это может быть один из основных, вспомогательных или выносных видов. Укажите вид щелчком.

Линия секущей плоскости строится с помощью стандартного набора инструментов Solid Edge для плоского черчения. После выбора команды «Секущая плоскость» и вида детали Лента команд обновится и покажет команды для построения линии секущей плоскости.

Линия секущей плоскости может состоять из одного отрезка (простая) или из нескольких отрезков и дуг (составная). Для ломаных линий из нескольких элементов существуют некоторые ограничения:

- сегменты линии должны соединяться в концевых точках;
- ломаная не должна быть замкнутой или иметь самопересечения;
- дуги, входящие в составную линию секущей плоскости, не должны быть крайними элементами этой линии;
- любые дуги из линии секущей плоскости должны стыковаться с линейными отрезками с обоих концов дуги.

Вы можете точно располагать линию секущей плоскости относительно геометрии вида с помощью геометрических взаимосвязей. В этом слу-

чае при изменении геометрии детали линия секущей плоскости автоматически перестроится, вызвав автоматическое перестроение разреза.

После того, как вы завершили построение линии, нажмите кнопку «Закрыть секущую плоскость» на вкладке «Главная»

### *Чертежные виды с разрывом*

Можно создать виды с разрывом, используя команду «Создать разрыв». Эту команду можно эффективно использовать для создания более компактных чертежных видов для длинномерных деталей типа валов [4].

Командой «Создать разрыв» из контекстного меню чертежного вида задайте область, которую хотите полностью удалить из вида детали. Затем задайте две ограничивающие линии (A) и (B) (рис. 4), которые будут определять область для удаления. В меню команды укажите тип разрыва (горизонтальный или вертикальный), стиль линии разрыва и значение зазора между ними и нажмите кнопку «Готово».

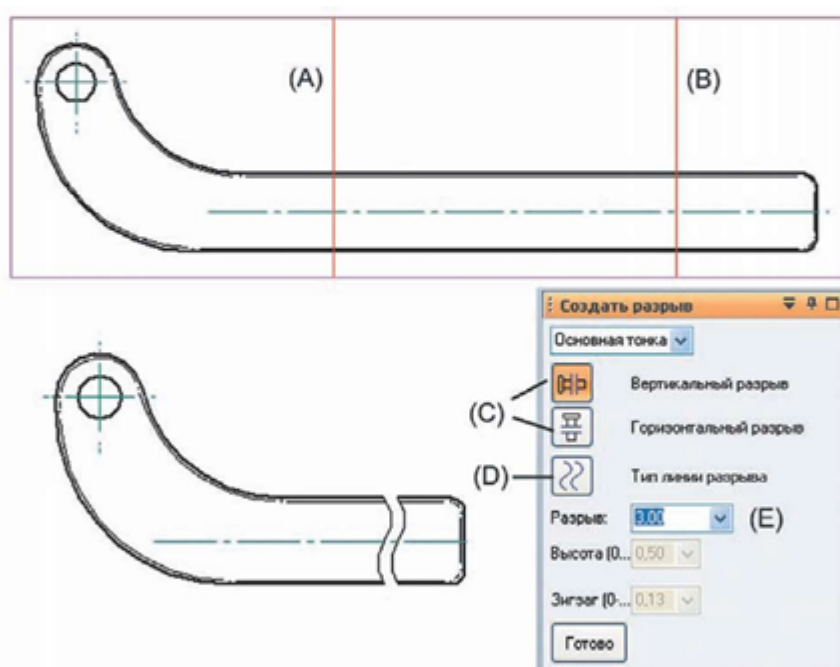


Рис. 4. Создание вида с разрывом

### *Атрибуты чертежных видов*

Атрибуты чертежных видов определяют каждый параметр отображения чертежного вида или вида 2D-модели. Они устанавливаются и изменяются в диалоговом окне «Атрибуты чертежного вида», которое запускается командой «Атрибуты» из контекстного меню вида [4].

Это диалоговое окно содержит много вкладок, состав которых определяется для чертежных видов в зависимости от их типа: точные или упрощенные (рис. 5).

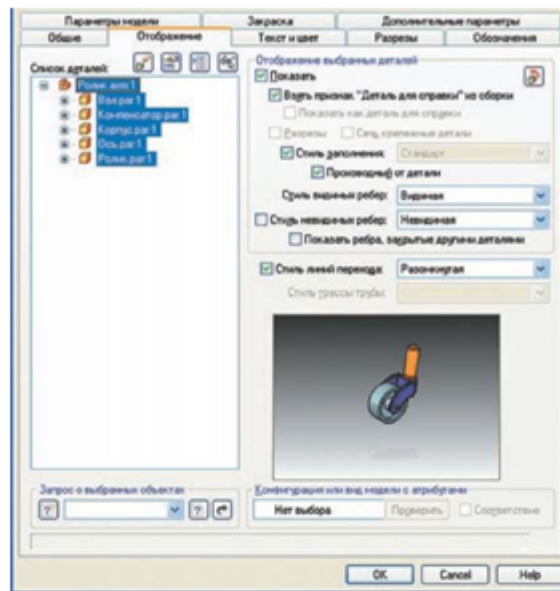


Рис. 5. Окно атрибутов чертежного вида

**Закладка «Общие»** — задает имя вида, масштаб и параметры отображения, а также несколько опций управления размерами.

**Закладка «Отображение»** — задает отображение деталей, ребер, разрезов и вспомогательной геометрии на видах детали. Она недоступна при выборе вида 2D-модели.

**Закладка «Текст и цвет»** — задает параметры текста заголовка вида и стиль заголовка вида или выносного вида.

**Закладка «Разрезы»** — отображает список разрезов, доступных на чертежном виде. Разрезы появляются здесь только в том случае, если они определены в 3D-модели с помощью команды «Разрез» из группы команд по работе с атрибутами. Эта закладка доступна лишь для точных видов.

**Закладка «Обозначения»** — задает отображение обозначений: осевых линий, линий разнесения для разнесенных сборок.

**Закладка «Параметры модели»** — управляет возможностью помещения на вид упрощенной или развернутой модели (для листовой детали).

**Закладка «закраска»** — содержит параметры закрашки чертежного вида.

**Закладка «дополнительные параметры»** — задает дополнительные параметры отображения и обработки чертежного вида. Значения этих параметров имеют приоритет по сравнению с одноименными параметрами диалогового окна «Дополнительные параметры отображения ребер» (меню приложения, закладка «Отображение ребер», кнопка «Дополнительно»).

### *Манипулирование чертежными видами*

После создания чертежных видов вы сохраняете возможность манипулирования ими для создания необходимой компоновки чертежа [4].

#### **Масштабирование, перемещение и поворот**



Вы можете изменить масштаб чертежного вида с помощью его меню команды. Выберите вид и введите новое значение масштаба в его меню команды и нажмите Enter.

Чертежные виды используют тот же масштаб, что был у видов, использованных для их создания. Если вы масштабируете вид, связанный с другими видами проекционной связью, то изменится масштаб всех связанных видов. Если же вы не хотите менять масштаб всех связанных видов, то сначала отмените проекционную связь для вида с помощью команды «Отменить выравнивание» из контекстного меню вида.

Вы можете перемещать чертежные виды для лучшего размещения на чертежном листе. Чтобы переместить вид, щелкните на нем ЛКМ и перетащите его на новое место. При этом связанные виды, имеющие выравнивание с перемещаемым видом, также переместятся.

Вы можете повернуть чертежный вид с помощью команды «Повернуть» в группе команд «Построения» на закладке «Эскиз» (рис. 6). Вы также можете использовать параметр «Угол поворота» в атрибутах чертежного вида на закладке «Общие» для поворота чертежного вида. Если вы поворачиваете вид, он теряет выравнивание относительно исходного вида. Чтобы восстановить исходную ориентацию повернутого вида, используйте команду «Выравнивать» в контекстном меню вида.

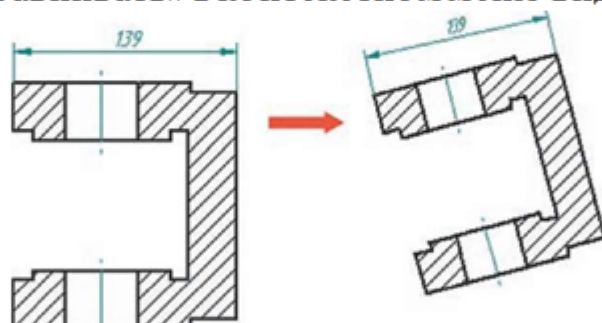


Рис. 6. Поворот чертежного вида

Проставленные размеры поворачиваются вместе с видом. Горизонтальные и вертикальные оси размера остаются горизонтальными и вертикальными, но уже в системе координат повернутого вида.

Для повернутого вида нельзя выполнить такие операции, как усечение или разрыв, а также построить разрез или выносной вид.

Команды «Главные проекции», «Секущая плоскость», «Дополнительный вид» не могут использовать повернутый вид для создания дополнительных видов.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Solid Edge с синхронной технологией – будущее 3-D моделирования уже сегодня. Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. © 2011. 95 с.
2. Шахнов В.А., Зинченко Л.А., Соловьев В.А., Курносенко А.Е. Основы конструирования в Solid Edge. Пособие по проектированию изделий в приборостроении. – М.: ДМК Пресс.2014. – 272 с.: ил.
3. Р.В. Хохленков. Solid Edge с синхронной технологией. М: ДМК Пресс. 2010.
4. Боргоньен Р. Учимся 3D-моделированию вместе с Solid Edge. . – М.: ДМК Пресс.2012. – 594 с.: ил.