

ЗАО «Новокраматорский машиностроительный завод»

Отдел Развития Персонала и Управления Знаниями

**УТВЕРЖДАЮ:**

Зам.генерального директора по  
экономическим вопросам

\_\_\_\_\_ Ю.В.Чибисов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008 г.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

*Выполнение инженерно-графических работ в среде  
Solid Works 2008*

**Часть 2**

*Принципы работы и управления сборками*

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник ОРПиУЗ

Б.И.Ворочек

Главный конструктор ПО

Ю.Н.Белобров

**РАЗРАБОТАЛ:**

Ведущий конструктор ОГК ПО

В.С.Севастьянов

Краматорск, 2008 г.

## Глава 11

### Создание сборок и работа с ними

#### Содержание

<b>11. Создание сборок и работа с ними</b> .....	<b>3</b>
<b>11.1 Рабочее окно документа "Сборка"</b> .....	<b>5</b>
<b>11.2 Создание сборки методом "Снизу Вверх"</b> .....	<b>6</b>
Стандартные сопряжения .....	10
Дополнительные сопряжения.....	17
Механические сопряжения .....	21
<b>11.3 Оптимальные приемы работы с сопряжениями</b> .....	<b>26</b>
<b>11.4 Создание Нового узла в Дереве конструирования</b> .....	<b>29</b>
<b>11.5 Разбиение узла сборки</b> .....	<b>31</b>
<b>11.6 Редактирование Подборок и вложенных Компонентов</b> <b>сборок</b> .....	<b>32</b>
<b>11.7 Сборка механизма Клещи методом "Снизу Вверх"</b> .....	<b>33</b>
<b>11.8 Свободные  и жесткие  узлы сборки</b> .....	<b>40</b>
<b>11.9 Создание сборки методом "Сверху Вниз"</b> .....	<b>43</b>
<b>11.10 Создание и использование Библиотеки</b> <b>проектирования</b> .....	<b>47</b>
Инструменты Библиотеки проектирования .....	49
Работа с содержимым папки Библиотека проектирования .....	50
<b>11.11 Перемещение отдельных компонентов</b> .....	<b>51</b>
Перемещение компонентов с Системой координат .....	52
Перемещение компонента с помощью Менеджера свойств .....	54
<b>11.12 Вращение отдельных компонентов</b> .....	<b>56</b>
Вращение компонента с Системой координат .....	57
Вращение компонента с помощью Менеджера свойств.....	59
<b>11.13 Анализ конфликтов между компонентами</b> .....	<b>60</b>
Определение конфликтов .....	60
Определение величины динамического зазора .....	64
Физическая динамика в анализе конфликтов .....	68
<b>11.14 Удаление компонентов и узлов</b> .....	<b>72</b>
Удаление компонента (узла) главного уровня сборки.....	72
Удаление компонента (узла) из под сборки.....	75
<b>11.15 Создание массивов компонентов</b> .....	<b>75</b>
Массив линейных компонентов  .....	75
Массив круговых компонентов  .....	79

Массив компонентов, управляемых элементами 	82
<b>11.16 Зеркальное отображение компонентов</b> 	<b>85</b>
Шаг 1: Выбор объектов зеркального отображения	88
Шаг 2: Присвоение имени компоненту	90
Шаг 3: Ориентация компонентов	92
<b>11.17 Упрощение сборок</b>	<b>94</b>
Скрытие компонентов 	94
Изменение условий прозрачности 	96
Гашение компонентов 	97
Режим Погасить скрытые компоненты 	98
Упрощенная загрузка больших сборок	100
<b>11.18 Проверка на наличие интерференции</b> 	<b>104</b>
<b>11.19 Создание конфигураций сборок</b> 	<b>108</b>
Практическое использование конфигураций компонентов в сборках	112
<b>11.20 Создание разнесенного вида сборки</b> 	<b>117</b>
Менеджер свойств команды Вид с разнесенными частями 	118
Создание видов с разнесенными частями	120
Управление видом сборки	122
Редактирование видов с разнесенными частями	123
Добавление линий разнесения 	124
<b>11.21 Вопросы для самопроверки</b>	<b>126</b>
<b>11.22 Общие вопросы</b>	<b>128</b>
<b>11.23 Задания для самостоятельной работы</b>	<b>131</b>
11.23.1. Клапан обратный (рис.12.129)	131
11.23.2. Клапан предохранительный (рис.12.130)	133
11.23.3. Вентиль запорный (рис.12.131)	135
11.23.4. Вентиль запорный угловой (рис.11.132)	138
<b>11.24 Ответы на вопросы для самопроверки</b>	<b>140</b>

## 11. СОЗДАНИЕ СБОРОК И РАБОТА С НИМИ

Под сборкой в программе принято понимать трехмерную модель изделия или сборочной единицы, состоящей из двух или более компонентов, собранных вместе соответственно их рабочему положению.

Структурными единицами сборки, как явствует из определения, являются **компоненты**. Компоненты сборки могут включать в себя как отдельные детали, так и другие сборки, называемые **узлами сборки**. Для большинства операций поведение компонентов одинаково для обоих типов. Компоненты связаны с файлом сборки. Документы сборки имеют расширение **.sldasmzz**.

Процесс создания сборки состоит в последовательном добавлении в сборку созданных ранее и сохраненных компонентов. При этом различают два метода создания сборки:

- "снизу-вверх", или "метод контрольной сборки", когда в создаваемую модель вставляются ранее созданные компоненты. Метод проектирования сборок "снизу вверх" является традиционным, более распространенным и предпочтительным методом проектирования. При помощи этого метода создаются документы отдельных деталей, которые затем размещаются в сборке. На них имеются ссылки как на внешние компоненты. При использовании данного метода проектирования детали создаются в режиме *Part (Деталь)* и хранятся в файлах с расширением **.sldprt**. Когда все детали сборки спроектированы, следует открыть документ сборки (**.sldasm**) и вставить все детали при помощи инструментов режима *Assembly (Сборка)*. Когда все компоненты вставлены, они сводятся в сборку при помощи сопряжений. Основное преимущество данного метода проектирования заключается в том, что компоненты проектируются независимо и между ними можно легко поддерживать взаимосвязи. Следовательно, данный метод проектирования позволит вам уделить больше внимания отдельным компонентам. Кроме того, этот метод проектирования предпочтителен при работе с большими сборками или сборками со сложными компонентами;
- "сверху-вниз", или метод проектирования деталей в контексте сборки. При использовании метода

проектирования сборок "сверху вниз" все детали создаются в документе одной сборки. Таким образом, метод проектирования сборок "сверху вниз" в корне отличается от метода проектирования сборок "снизу вверх". Если использовать данный метод проектирования, работа начнется в документе сборки, и с помощью геометрии одной детали можно будет определять геометрию другой.

При добавлении компонента (либо отдельной детали, либо узла сборки) файл компонента связывается с файлом сборки. Компонент появляется в сборке, однако данные о нем остаются в исходном файле компонента, поэтому сборка обновляется при внесении любых изменений в файл компонента.

Добавленному в сборку компоненту необходимо придать проектное положение. Это достигается с помощью специального механизма, который в программе принято называть созданием сопряжений между ним и добавленными раньше компонентами.

В работе со сборкой, особенно со сложной сборкой с большим количеством компонентов, в ряде случаев возникают трудности при определении взаимосвязей между компонентами. Поэтому для лучшего восприятия взаимосвязей между компонентами предусмотрены возможности управления прозрачностью компонентов, использование механизма интерференции, разнесения компонентов на некоторые расстояния друг от друга, связи разнесенных компонентов специальными линиями разнесения и др.

Существенное влияние на эффективность создания сборки оказывает использование стандартных деталей и особенно крепежных изделий. Поэтому в программе для решения этой задачи предусмотрен весьма эффективный механизм.

В процессе создания компонентов и сборки могут быть допущены ошибки различного рода, которые могут препятствовать нормальной работе сборки. Поэтому в программе предусмотрены специальные механизмы для выявления упомянутых ошибок.

Некоторые сборки могут состоять из сотен компонентов. Работа с такими сборками, как правило, отличается некоторыми особенностями. Поэтому в программе существует понятие режима большой сборки. Режим большой сборки можно включить в любое время. Кроме того, можно установить ограничение количества компонентов, при достижении которого режим большой сборки будет включаться автоматически. Однако режим большой сборки имеет и свои теневые стороны. Поэтому при возможности большую

сборку упрощают, например, путем переключения видимости, изменением состояния погашения и др.

В проектировании изделий широко используются конфигурации. Под конфигурациями понимают различные варианты модели детали или сборки, созданные в одном документе. Можно использовать конфигурации, чтобы создавать ряды моделей с разными размерами, компонентами или другими параметрами и управлять ими.

### 11.1 Рабочее окно документа "Сборка"

Рабочее окно документа **Сборка** (рис.11.1) лишь незначительно отличается от рабочего окна документа **Деталь**.

В заглавной строке вместо имени детали стоит присвоенное по умолчанию имя сборки — *Сборка* (с порядковым номером)

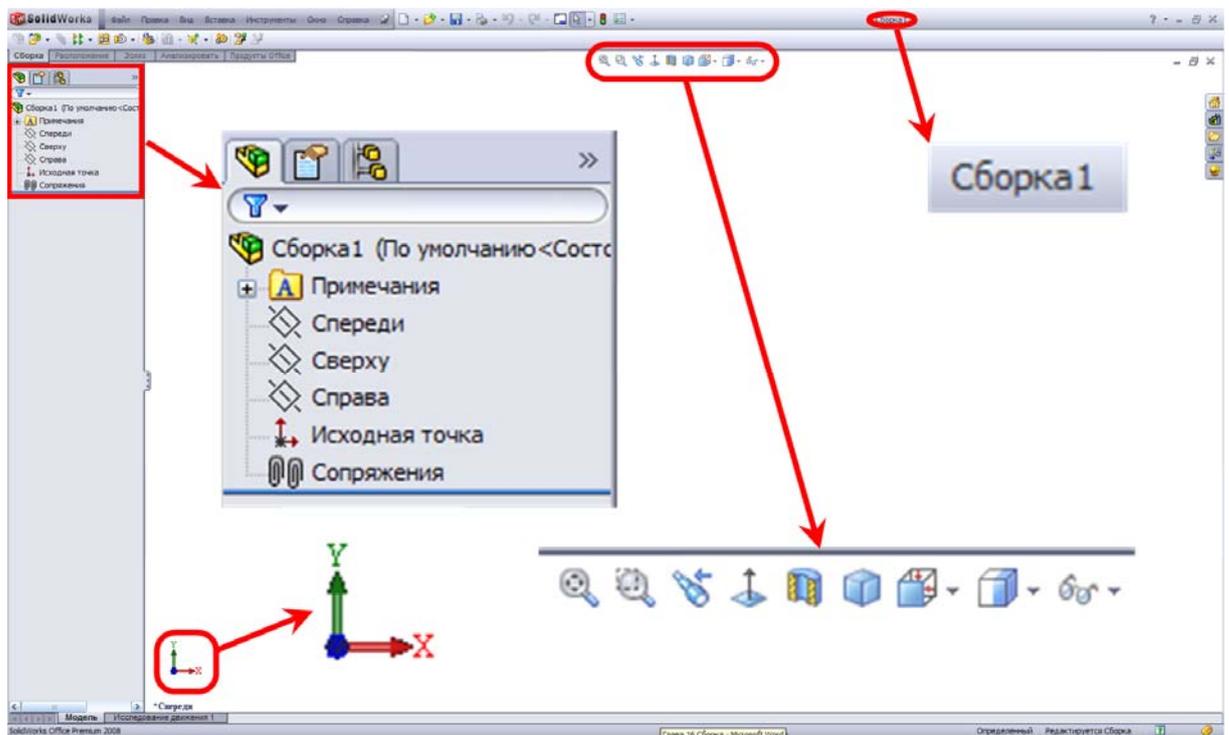


Рис. 11.1 Рабочий стол Сборки

В заглавной строке *Дерева конструирования* выводится маркер  и присвоенное по умолчанию имя документа — *Сборка* (с порядковым номером), а перечень его элементов дополнен элементом  *Сопряжения*, в котором отображаются создаваемые в процессе сборки взаимосвязи (см.рис.11.1).

Команды для выполнения сборочных операций представлены в каскадных меню **Вставка** и **Инструменты**, а их инструменты — в панели **Сборка**, расположенной в **Диспетчере команд** (рис.11.2).

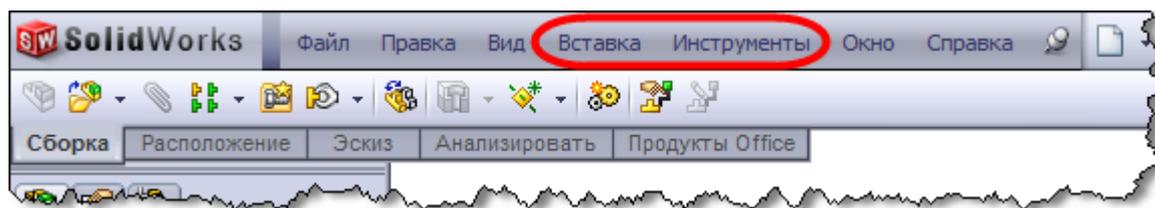


Рис. 11.2 Панель Сборка в Диспетчере команд.

В процессе создания сборки команды управления экранном отображением располагаются в верхней средней части **Рабочего окна Сборки** (см.рис.11.1), точно так же, как это было в рабочем окне **Детали**. Другие панели инструментов могут отображаться в **Диспетчере команд** по мере возникновения в них необходимости.

## 11.2 Создание сборки методом "Снизу Вверх"

Метод "снизу вверх" назван так потому, что сама по себе "сборка" считается верхом идеи конструктора. Другими словами, все, что проектируется в бюро, делается ради сборки. А самой элементарной составляющей любой сборки является деталь – компонент в определениях *Solid Works*.

Процесс создания сборки состоит в последовательном добавлении компонентов (в том числе и первого из них). Для создания сборки в общем случае в нее необходимо добавить соответствующие компоненты, расположить их относительно друг друга в предусмотренном проекте порядке и зафиксировать их положение.

В процессе выполнения перечисленных операций в ряде случаев возникает необходимость в решении различных сопутствующих задач, например переупорядочения компонентов, редактирование компонентов в контексте сборки, использование автокрепей и др.

Создание сборки, подобно созданию Детали, начинается с открытия шаблона документа (рис.11.3). Вызвав команду **Создать** , расположенную в **Стандартном меню** (см.рис.11.2) *Solid Works*, необходимо выбрать соответствующий раздел панели **Новый документ Solid Works** и щёлкнуть по клавише **ОК**.

Для создания сборки методом "снизу вверх" лучше всего настроить *Solid Works* таким образом, чтобы при вызове шаблона **Сборка** автоматически осуществлялся вызов команды **Вставить компоненты** . Если же потребуется добавить некоторые компоненты в создаваемую сборку позже, то данную команду можно вызвать либо из **Главного меню**:

Вставка → Компонент → Из файла ,

либо выбрать инструмент **Вставить компоненты**  в панели **Сборка**.

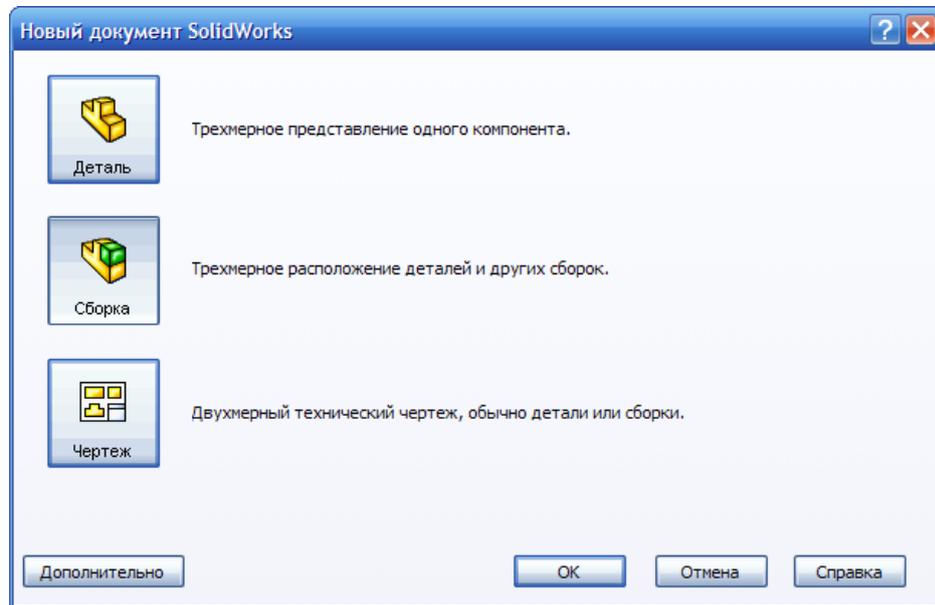
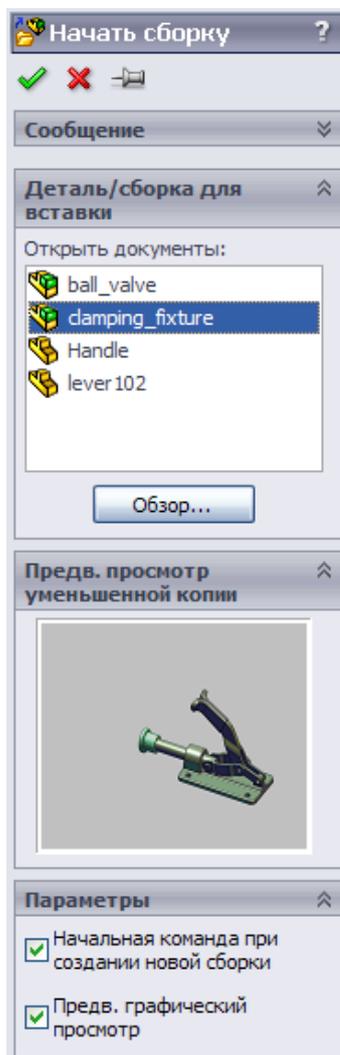


Рис. 11.3 Панель Новый документ Solid Works



Диалоговое окно команды **Вставить компоненты**  представлено на рис.11.4 и состоит из раскрывающихся панелей:

- **Деталь/Сборка для вставки** содержит два параметра:
  - *Открыть документы* – отображает список из ранее открытых, в данную сессию работы с *Solid Works*, документов, доступных к открытию.
  - *Обзор* - выводит диалоговое окно *Открыть* общепринятого в *Windows Explorer* типа, содержащее файлы компонентов, позволяющее найти и выбрать требуемые файлы компонентов, расположенные на жестких дисках компьютера.

Рис. 11.4 Диалоговое окно команды **Вставить компоненты**

- **Параметры** диалогового окна содержат следующие параметры, определяющие порядок работы с этой командой:
  - **Предварительный просмотр** - управляет предварительным просмотром выбранного в списке окна **Открыть документы** компонента, при вставке его в **Графическую область** документа (рис.11.5).
  - **Начальная команда при создании новой сборки** - управляет автоматическим открытием диалогового окна **Вставить компонент**  после открытия документа **Сборка**. Автоматическое открытие упомянутого диалогового окна происходит, если при закрытии документа в предыдущем сеансе этот параметр был включен.

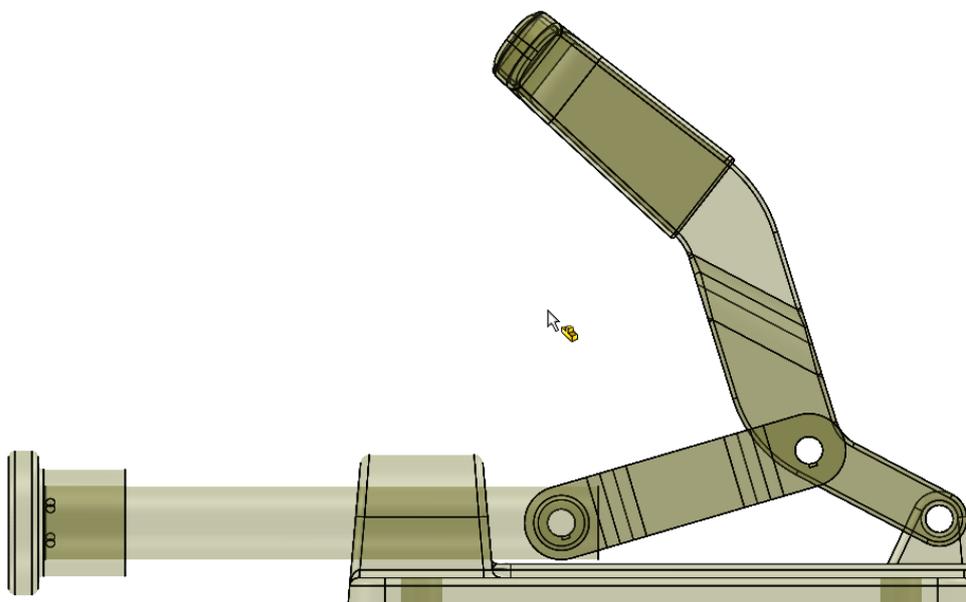
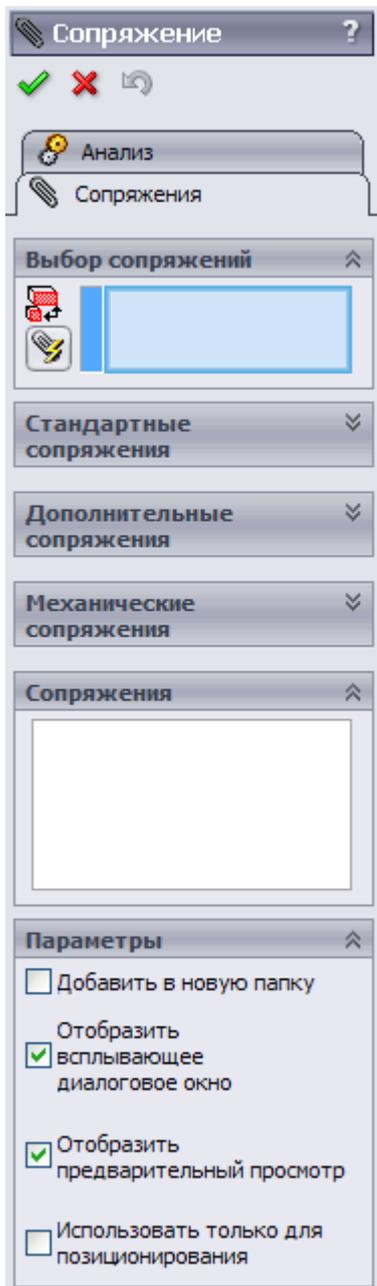


Рис. 11.5 Вставляемый в Сборку компонент в режиме его предварительного просмотра.

Придание компонентам предусмотренного проектом положения в сборке осуществляется с помощью создания соответствующих сопряжений. С понятием *сопряжение* мы уже знакомы на этапе построения Эскиза, только там это называлось *Добавить взаимосвязь* между элементами эскиза.

Создание сопряжений осуществляется командой **Сопряжения** , представленной в каскадном меню **Вставка** (инструмент команды под именем **Условия сопряжения** находится в панели **Сборка**). Диалоговое окно команды представлено на рис.11.6.

В *Solid Works 2008* все сопряжения разбиты на три самостоятельные группы, собранные по специальным признакам:



- **Стандартные сопряжения;**
- **Дополнительные сопряжения;**
- **Механические сопряжения.**

Прежде, чем рассмотреть сопряжения, принадлежащие выделенным группам, рассмотрим общие для всех их панели и настраиваемые параметры.

Панель **Выбор сопряжений** содержит параметр *Объекты для сопряжений* , предназначенный для задания сопрягаемых объектов, а также параметр *Режим множественных сопряжений* , предназначенный для сопряжения нескольких компонентов с общим объектом одной операцией. В качестве объектов сопряжения, при создании сборок, могут выступать:

- Грани компонентов;
- Кромки компонентов;
- Вершины компонентов;
- Вспомогательные оси и плоскости компонентов;
- Стандартные плоскости (как сборки, так и каждого компонента в отдельности).

Рис. 11.6 Диалоговое окно команды **Сопряжения**

Панель **Сопряжения** содержит окно, в котором отображаются все сопряжения, которые были добавлены, пока открыто окно *Менеджер свойств (Property Manager)* или все редактируемые сопряжения. Если в окне **Сопряжения** имеется несколько сопряжений, то можно выбрать одно из них для его изменения.

Панель **Параметры** управляет режимом визуализации процесса сборки при выборе объектов сопрягаемых компонентов.

- ✓ **Добавить в новую папку.** Если этот параметр выбран, то все новые сопряжения будут отображаться в отдельной папке в группе  *Сопряжения* в *Дереве конструирования (Feature Manager)*. Если этот параметр отключен, то новые сопряжения отображаются в группе  *Сопряжения* сплошным списком, в порядке их создания.
- ✓ **Показать раскрывающееся диалоговое окно.** Когда этот параметр выбран, то при добавлении стандартных сопряжений в **Графической области** отображается всплывающая панель инструментов **Сопряжение** (рис.11.7). Когда этот параметр отключен, то стандартные сопряжения добавляются в окне *Менеджер свойств (Property Manager)*.



Рис. 11.7 Всплывающая панель инструментов *Сопряжение*

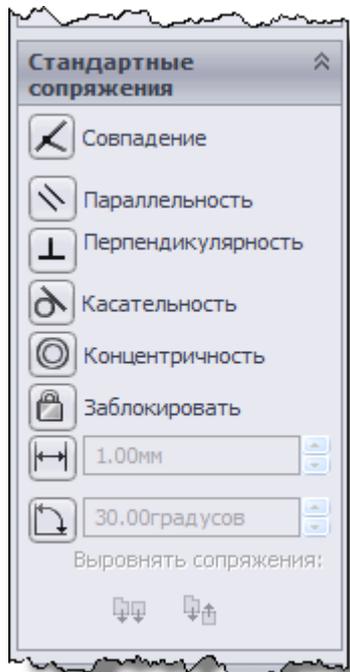
- ✓ **Предварительный просмотр.** Когда выбран этот параметр, если при этом выбрано достаточно элементов для получения правильного сопряжения показывается предварительный просмотр взаимного положения компонентов, согласно выбранным для сопряжения объектам.
- ✓ **Использовать только для позиционирования.** Когда этот параметр выбран, компоненты перемещаются в положение, определяемое сопряжением, но сопряжение не добавляется в *Дерево конструирования (Feature Manager)*. Сопряжение появится в окне **Сопряжения**, чтобы можно было изменить компоненты или переместить их в нужное положение, однако в *Дереве конструирования (Feature Manager)*, в группе  *Сопряжения*, при закрытии окна *Менеджера свойств (Property Manager)* ничего не появляется.

Рассмотрим более подробно типы сопряжений, которые могут использоваться в *Solid Works* при создании сборок, используя для этого метод "снизу вверх".

### Стандартные сопряжения

Панель **Стандартные сопряжения** (рис.11.8) содержит следующие параметры:

 **Совпадение.** Выбранные грани, кромки и плоскости (в комбинации друг с другом или с одной вершиной) разделяют одну и ту же бесконечную линию. Две вершины соприкасаются. В Таблице 11.1 представлены допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжения **Совпадение**.



 **Параллельность.** Располагает выбранные объекты так, чтобы они были одинаково направлены и находились на постоянном расстоянии друг от друга. В Таблице 11.2 представлены допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжения **Параллельность**.

 **Перпендикулярность.** Выбранные элементы располагаются под углом  $90^\circ$  друг к другу. В Таблице 11.3 представлены допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжения **Перпендикулярность**.

Рис. 11.8 Панель со Стандартными сопряжениями.

 **Касательность.** Выбранные элементы соприкасаются (как минимум один элемент должен быть цилиндрическим, коническим или сферическим). **Касательность**.

 **Концентричность.** Выбранные элементы приобретают общую ось. В Таблице 11.5 представлены допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжения **Концентричность**.

 **Заблокировать.** При выборе сопряжения блокировки сохраняется положение и ориентация двух компонентов. Один компонент полностью ограничен другим и наоборот. Действие сопряжения блокировки подобно формированию неподвижного узла между двумя компонентами (см. далее).

 **Расстояние.** Выбранные элементы расположены на заданном расстоянии. Значением по умолчанию является текущее расстояние между выбранными объектами.

✓ **Переставить размер** – Задаёт реверс направления размера. Параметр доступен, когда выбран параметр

сопряжения **Расстояние**. Задавая тип сопряжения в *Менеджере свойств (Property Manager)* – для выбора этого параметра необходимо установить флажок в открывающемся при этом окне. Если же параметр задается во всплывающей панели *Сопряжения* (см.рис.11.7), то данный параметр представлен в ней командой *Переставить размер* .

В Таблице 11.6 представлены допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжение **Расстояние**.

 **Угол**. Располагает выбранные компоненты под заданным углом друг к другу. В Таблице 11.7 представлены допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжение **Угол**.

**Выровнять сопряжения**. Параметр содержит две установки (рис.11.9):

 **Выровнен** — векторы нормалей или векторы осей для выбранных граней направлены одинаково;

 **Не выровнен** – векторы нормалей или векторы осей для выбранных граней направлены в разные стороны.

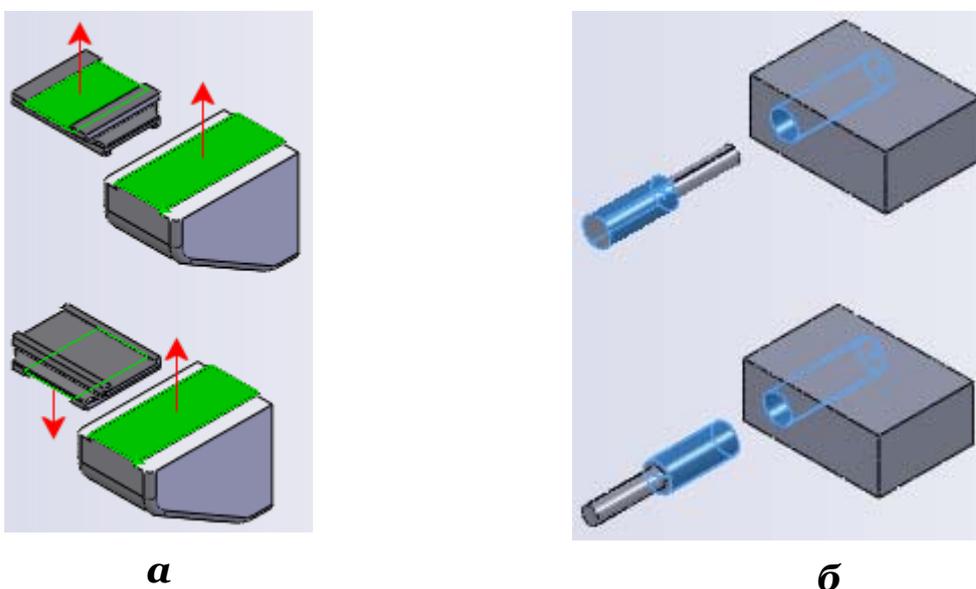


Рис. 11.9 Выравнивание плоских граней и цилиндрических поверхностей

Параметр **Выровнять сопряжения** на всплывающей панели *Сопряжения* (см.рис.11.7) представлен командой *Переставить сторону*  (рис.11.9, а).

Для цилиндрических элементов вектор оси (который нельзя увидеть) при помощи параметра **Выровнять сопряжения** изменяет ориентацию расположения одного компонента по отношению к другому, как это показано на рис.11.9, б.

Зная характерные особенности стандартных сопряжений сам процесс создания сборки можно представить в виде, широко известной любому пользователю, такой компьютерной игры, как "Тетрис". Т.е. процесс моделирования изделия из ранее созданных деталей заключается в точном позиционировании элементов изделий по отношению друг к другу (см.раздел 11.4).

Допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжения **Совпадение**

Таблица 11.1

Объекты сопряжений	Кулачковое	Круговая/Дугообразная кромка	Конус	Кривая	Цилиндр	Вытянутая бобышка	Линия	Плоскость	Точка	Сфера	Поверхность
Кулачковое									•		
Круговая/Дугообразная кромка		•	•		•			•			
Конус		•	•						•		
Кривая									•		
Цилиндр		•					•		•		
Вытянутая бобышка									•		
Линия					•		•	•	•		
Плоскость		•					•	•	•		
Точка	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Сфера									•		
Поверхность									•		

Допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжения **Параллельность**

Таблица 11.2

Объекты сопряжений	Конус	Цилиндр	Вытяжка	Линия	Плоскость
Конус	•	•		•	
Цилиндр	•	•	•	•	
Вытянутая бобышка	•	•	•	•	
Линия	•	•	•	•	•
Плоскость				•	•

Допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжения **Перпендикулярность**

Таблица 11.3

Объекты сопряжений	Конус	Цилиндр	Вытяжка	Линия	Плоскость
Конус	•	•		•	
Цилиндр	•	•	•	•	
Вытянутая бобышка	•	•	•	•	
Линия	•	•	•	•	•
Плоскость				•	•

Допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжения **Касательность**

Таблица 11.4

Объекты сопряжений	Кулачковое	Конус	Цилиндр	Вытяжка	Линия	Плоскость	Сфера	Поверхность
Кулачковое			•			•		
Конус				•		•	•	
Цилиндр	•		•	•	•	•	•	•
Вытянутая бобышка			•			•		
Линия			•				•	
Плоскость	•	•	•	•			•	•
Сфера		•	•		•	•	•	
Поверхность			•			•		

Допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжения **Концентричность**

Таблица 11.5

Объекты сопряжений	Круговая/Дугобразная кромка	Конус	Цилиндр	Линия	Точка	Сфера
Круговая/Дугобразная кромка	•	•	•	•		
Конус	•	•	•	•	•	
Цилиндр	•	•	•	•	•	•
Линия	•	•	•			•
Точка		•	•			•
Сфера			•	•	•	•

Допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжения **Расстояние**

Таблица 11.6

Объекты сопряжений	Конус	Кривая	Цилиндр	Линия	Плоскость	Точка	Сфера
Конус	•						
Кривая						•	
Цилиндр			•	•	•	•	
Линия (ось)			•	•	•	•	•
Плоскость			•	•	•	•	•
Точка		•	•	•	•	•	•
Сфера			•	•	•	•	•

Допустимые комбинации объектов, к которым возможно применение сопряжения **Угол**

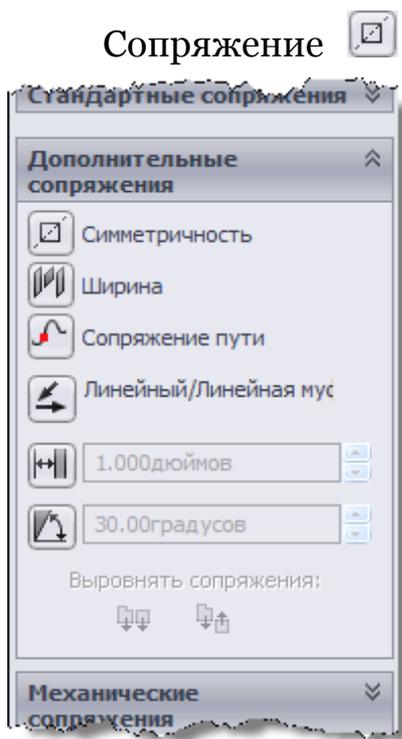
Таблица 11.7

Объекты сопряжений	Конус	Цилиндр	Вытянутая бобышка	Линия	Плоскость
Конус	•	•		•	
Цилиндр	•	•	•	•	
Вытянутая бобышка	•	•	•	•	
Линия	•	•	•	•	
Плоскость					•

## Дополнительные сопряжения

В *Solid Works 2008* в список дополнительных сопряжений были выделены такие сопряжения, которые связывают модель создаваемого механизма взаимным положением отдельных его частей компонентов (рис.11.10), а именно:

 **Симметричность** - располагает два похожих элемента симметрично по отношению к плоскости или плоской грани.



Сопряжение  **Симметричность** делает два похожих элемента симметричными относительно плоскости или плоской грани компонента, плоскости или сборки.

Сопряжение **Симметричность** можно выполнять для следующих объектов:

- Точки, например, вершины или точки эскиза;
- Линии, например, кромки, оси или линии эскиза;
- Плоскости или плоские грани;
- Сферы с равными радиусами
- Цилиндры с равными радиусами

Рис. 11.10 Панель Дополнительных сопряжений в Диалоговом окне команды Сопряжение

При назначении сопряжения  **Симметричность** обратите внимание на следующие моменты, касающиеся особенностям работы с ним:

- Сопряжения **Симметричность** не выполняют зеркального отражения всего компонента относительно плоскости симметрии, а только устанавливают связь между выбранными объектами.

На рисунке 11.11 две выделенные грани (на первой детали – внутренняя грань) симметричны относительно выделенной плоскости *Спереди*. Обратите внимание на то, что два компонента перевернуты друг относительно друга. Это обусловлено тем, что симметричны только выделенные грани, а не все грани обоих компонентов.

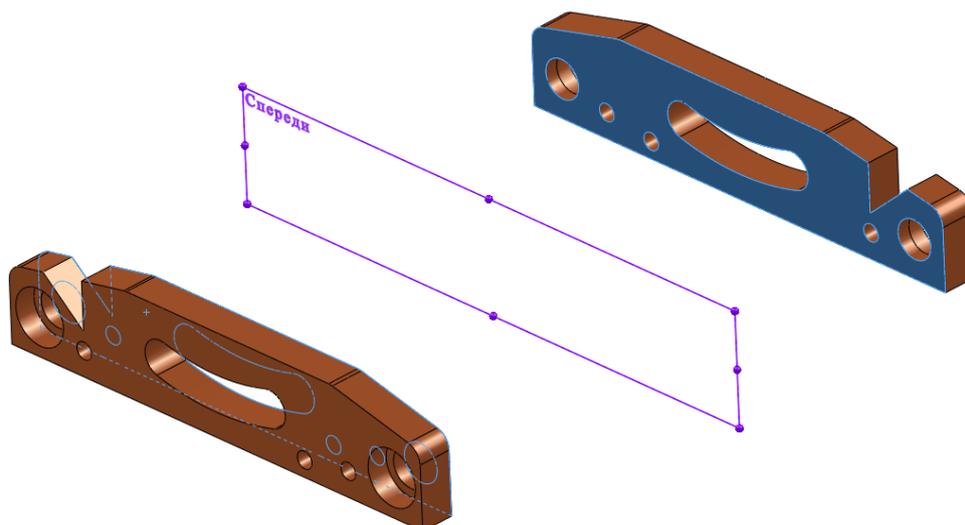
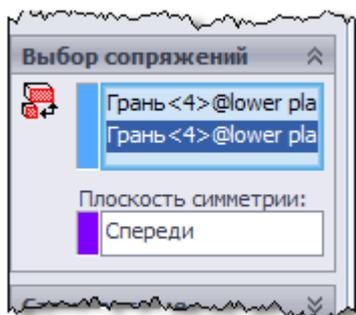


Рис. 11.11 Использование Сопряжения Симметричность для установки компонентов в заданное положение

Назначая сопряжение **Симметричность** необходимо, активизировав панель **Дополнительные сопряжения**, в окне выбора объектов для сопряжения указать грани, подлежащие выравниванию, а также установить **Плоскость симметрии**, относительно которой будут выполняться указанные инструментом действия.



В качестве плоскости симметрии может выступать как Стандартная (Вспомогательная) плоскость, так и плоская грань компонента.

Рис. 11.12 Выбор объектов для назначения типа сопряжения Симметричность

 **Ширина** – располагает симметрично грани вставляемого в канавку тела, относительно плоских граней базовой детали(ей).

С помощью сопряжения ширины выступ центрируется по ширине канавки.

Канавки могут включать:

- Две параллельные плоские грани;
- Две непараллельные плоские грани (с уклоном или без уклона)

Выступы могут включать:

- Две параллельные плоские грани;
- Две непараллельные плоские грани (с уклоном или без уклона);

- Одну цилиндрическую грань или ось.

Компоненты выравниваются таким образом, чтобы выступ располагался по центру между гранями канавки.

Выступ можно преобразовывать вдоль центральной плоскости канавки и поворачивать вокруг оси, перпендикулярной центральной плоскости.

Сопряжение ширины не позволяет выполнять преобразование выступа или его поворот из стороны в сторону.

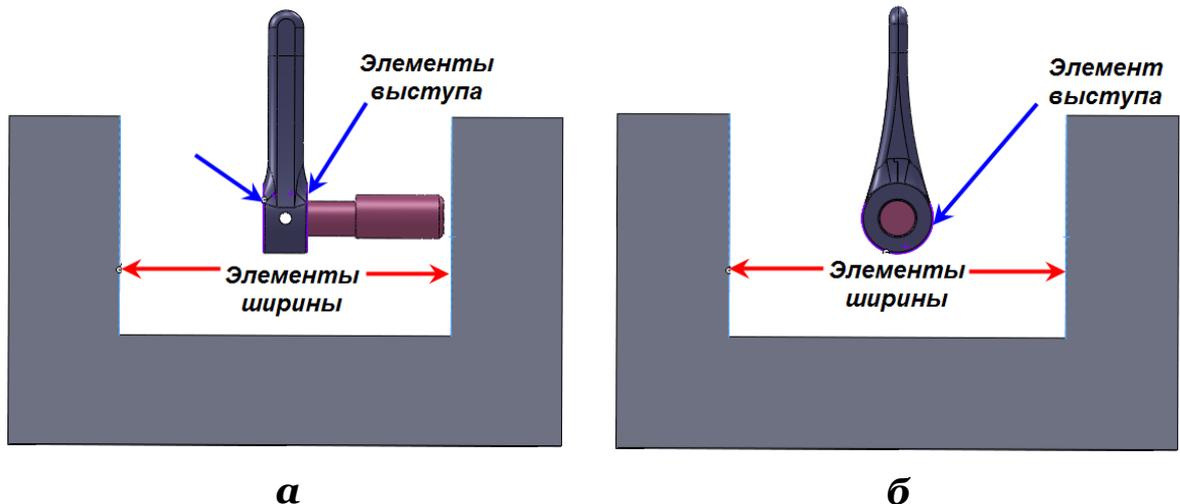
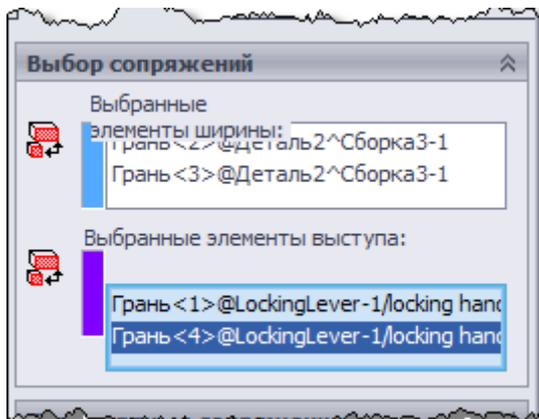


Рис. 11.13 Примеры использования сопряжения Ширина



Отличительной особенностью сопряжения **Ширина** является необходимость последовательного выбора Элементов ширины (т.е. определения границ канавки), а затем, в отдельном окне, Элементов выступа (рис.11.14).

Рис. 11.14 Выбор элементов сопряжения Ширина

 **Сопряжение пути** - Ограничивает выбранную точку на компоненте по отношению к пути.

**Сопряжение пути** ограничивает выбранную точку компонента по пути. Путь определяется путем выбора в сборке одного или нескольких объектов. Можно определить шаг, отклонение и откат компонента при прохождении пути.



**Линейный/Линейная муфта** - устанавливает взаимосвязь между перемещением одного компонента и перемещением (смещением) другого компонента.



**Предел** - Сопряжения позволяют компонентам перемещаться в заданном диапазоне значений для сопряжений **Расстояние** и **Угол** (рис.11.15). Указывается начальное **Расстояние**  или **Угол** , а также **максимальное**  и **минимальное**  значения (рис.11.16) назначаемых параметров.

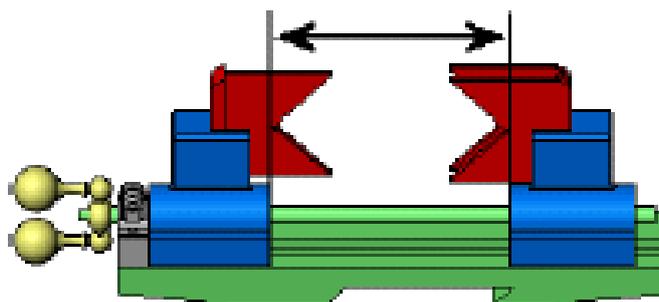
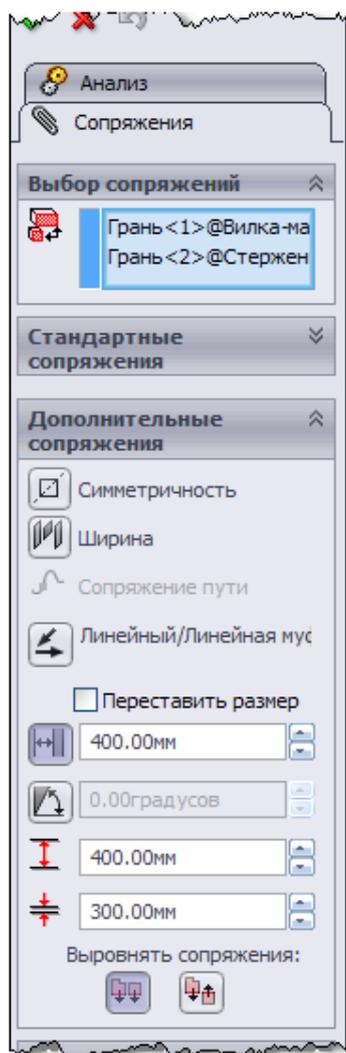


Рис. 11.15 Использование ограничений перемещения компонентов

Для проверки работоспособности клещевого зажима (рис.11.17, **а**, **б**) было использовано сопряжение **Предел (расстояние)**, позволившее установить диапазон возможностей спроектированного механизма в пределах заданного значения хода гидроцилиндра.

Результаты исследований представленные на рис.11.17 показывают крайние положения механизма при ходе рабочего органа на расстояние 100 мм.

Рис. 11.16 Настройка пределов перемещения компонента

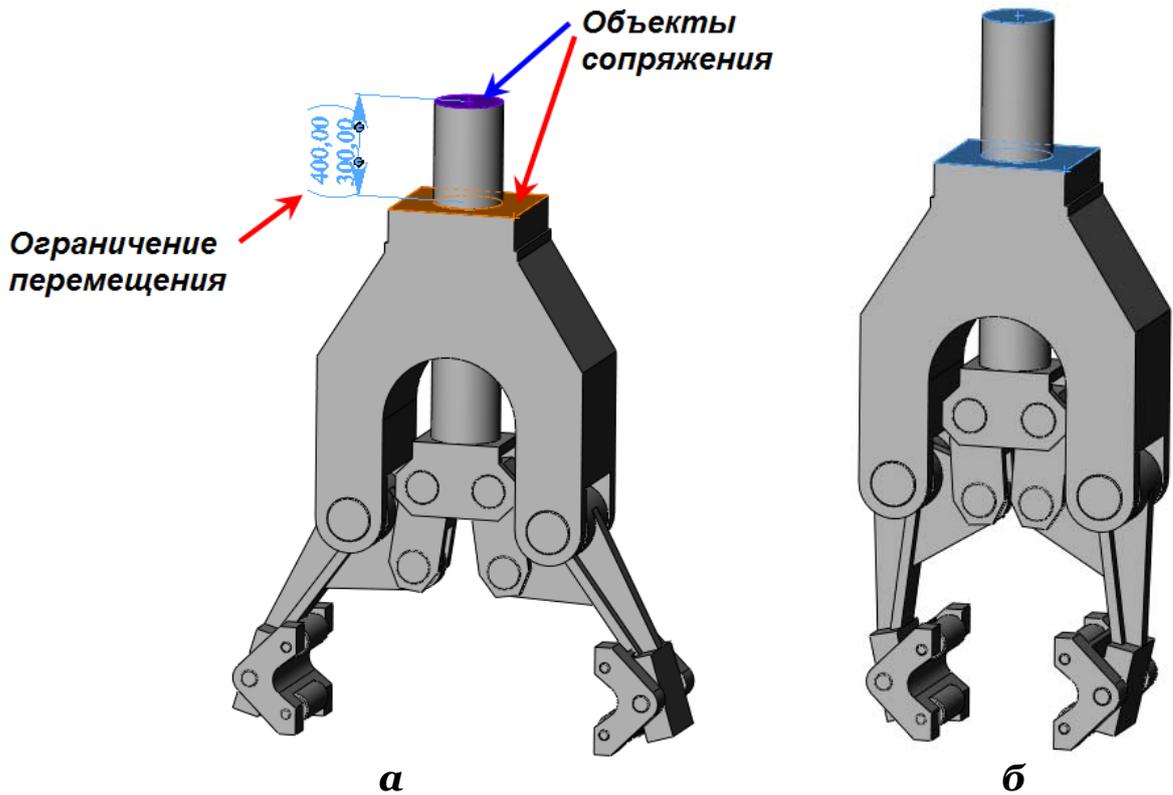
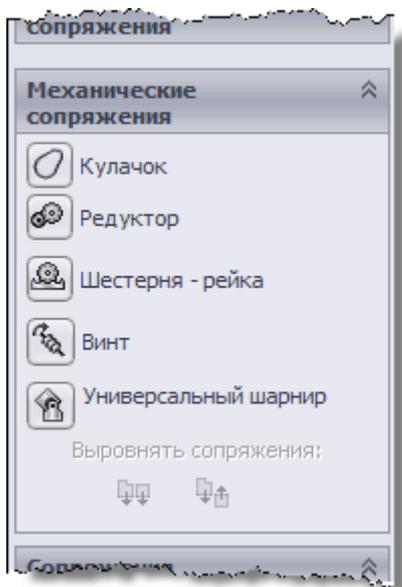


Рис. 11.17 Положение рычагов клещей при перемещении штанги на 100 мм.

### Механические сопряжения

В группу механических сопряжений были выделены все те сопряжения, которые устанавливают некую механическую взаимосвязь между отдельными компонентами сборки.

К числу такого рода сопряжений относятся:



**Кулачок** – устанавливает контакт между объектами, обеспечивая между ними неразрывную касательную связь.

Сопряжение *толкателя клапана* - это тип сопряжения **Касательности** или **Совпадения**. С его помощью можно сопрягать *цилиндр*, *плоскость* или указывать ряд таких касательных вытянутых поверхностей, какие могут быть на *кулачке*.

Рис. 11.18 Панель Механических сопряжений Диалогового окна команды Сопряжения.

Профиль кулачка можно выполнить из *линий, дуг и сплайнов*, при этом они должны быть касательными друг по отношению к другу и составлять единый замкнутый контур.

На рис.11.19 представлен фрагмент диалогового окна сопряжения **Кулачок**, отвечающий за выбор сопряжений объектов контактирующих компонентов. Для того, чтобы облегчить выбор касательных граней кулачка, можно воспользоваться функцией автоматического выбора касательности, для чего, нажав правой кнопкой мыши на одной из поверхностей кулачка, выберите в контекстном меню функцию *Выберите касательность*. Таким образом, будут выбраны все линии перехода между смежными гранями кулачка (рис.11.20).

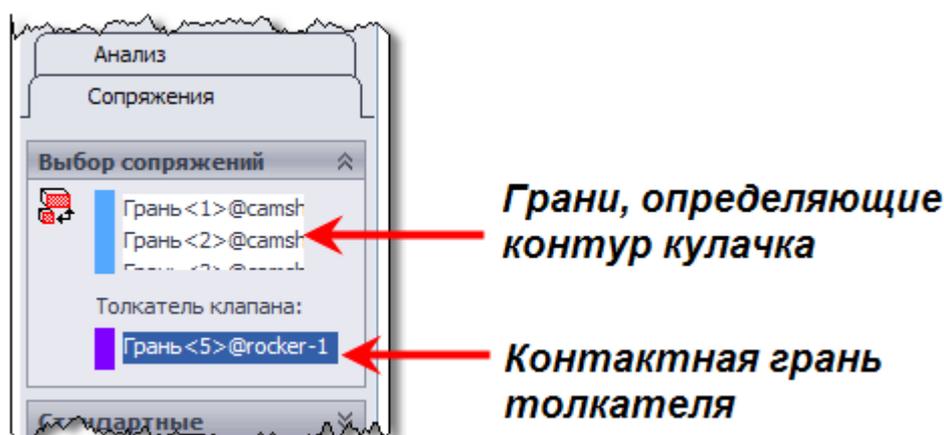


Рис. 11.19 Диалоговое окно сопряжения Кулачок

После того, как будет установлено сопряжение **Кулачок**, между выбранными объектами установится связь, заставляющая объект *толкатель* следовать движению, задаваемому гранями кулачка (рис.11.20, **а** и **б**).

 **Редуктор** – сопряжение располагает два компонента так, чтобы они могли вращаться по отношению друг к другу вокруг выбранных осей с частотой, определяемой передаточным отношением зубчатого зацепления.

Допустимые выбираемые элементы вращения для сопряжений зубчатой передачи включают: цилиндрические и конические грани, оси и линейные кромки.:

Можно также выполнить сопряжение любых двух компонентов, для которых требуется выполнить вращение друг относительно друга. Не обязательно выполнять сопряжение двух зубчатых колес, при помощи данного типа сопряжения можно смоделировать фрикционную передачу.

Аналогично другим типам сопряжений, сопряжения зубчатая передача не предотвращает интерференцию или конфликты между компонентами, поэтому при моделировании зубчатых колес не обязательно вычерчивать точный профиль зуба и впадины.

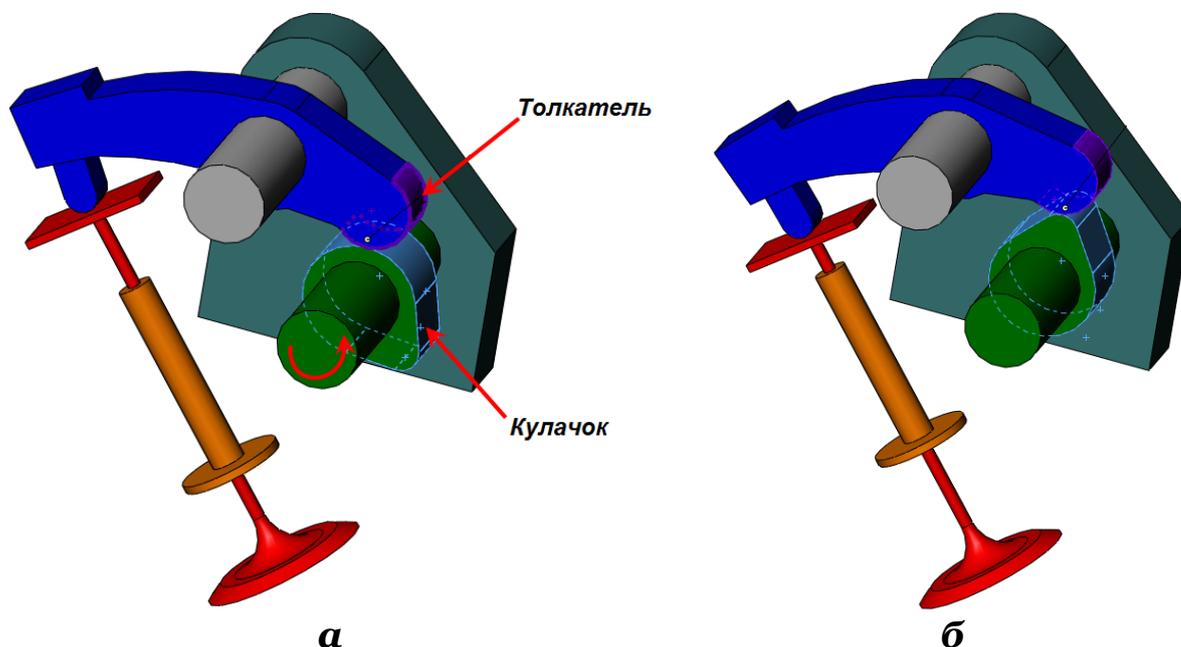
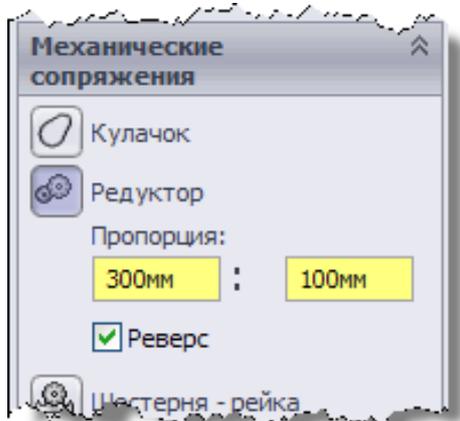


Рис. 11.20 Моделирование работы кулачкового механизма



Величина передаточного отношения (*Пропорция*) в моделируемой передаче определяется (рис.11.21) соотношением числа зубьев, либо диаметрами окружностей, входящих в контакт между собой (для зубчатых зацеплений – это диаметры делительной окружности колеса и шестерни)

Рис. 11.21 Параметры сопряжения Редуктор

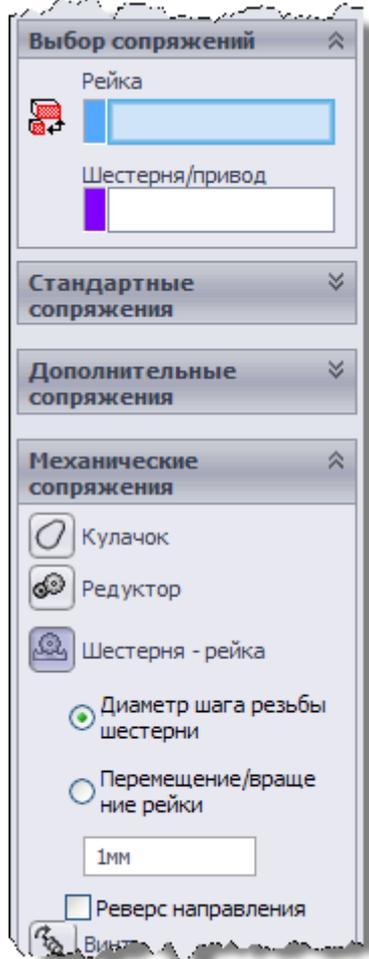
*Solid Works* присваивает пропорцию для сопряжения **Редуктор** в зависимости от величины радиусов выбранных цилиндрических граней или круговых кромок.

 **Шестерня-рейка.** В сопряжении **Шестерня-Рейка** линейное перемещение одного компонента (*рейки*) влечет преобразование его в круговое движение другого компонента (*шестерни*) и наоборот.

Такой тип сопряжения можно использовать для любых двух компонентов, чтобы регулировать их движение относительно друг

друга. Аналогично сопряжению **Редуктор**, компоненты, входящие в зацепление, не должны обладать зубьями.

Определяя **Выбор сопряжений**, следует учитывать следующие правила:



- Для объекта, описываемого в сопряжении как **Рейка**, можно принимать любую линейную кромку, линию эскиза, осевую линию, ось или цилиндр.
- Для объекта **Шестерня/привод** в качестве объекта, определяющего вращательное движение компонента, можно принимать: цилиндрическую грань, круговую кромку или кромку дуги, окружность или дугу эскиза, ось или повернутый элемент.

В разделе **Механические сопряжения** каждый полный оборот шестерни, рейка преобразует в расстояние, равное  $\pi$ , помноженное на диаметр шестерни. При этом, диаметр или расстояние можно указывать путем выбора:

✓ **Диаметра шага шестерни.** Диаметр выбранной шестерни отображается в поле.

✓ **Перемещение/вращение рейки.** Диаметр выбранной шестерни, помноженный на  $\pi$ , отображается в поле.

Рис. 11.22 Настраиваемые параметры сопряжения Шестерня - рейка

**Винт** – Винтовое сопряжение концентрично ограничивает два компонента и добавляет шаговое отношение между вращением одного компонента и перемещением второго.

Перемещение одного компонента по оси заставляет другой компонент вращаться в соответствии с шаговым отношением. И наоборот, вращение одного компонента вызывает перемещение другого.

При назначении сопряжения **Винт**  в поле **Объекты сопряжения**  следует указать оси вращения двух компонентов, выполняющих роль гайки и винта (рис.11.23), однако "резьбу", в её

натуральном представлении, на цилиндрических объектах выбранных компонентов нарезать не нужно.

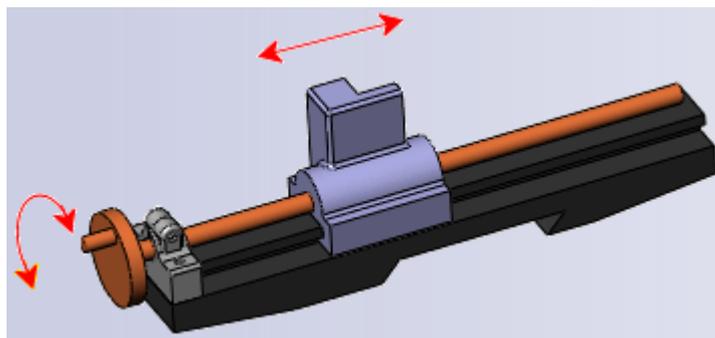
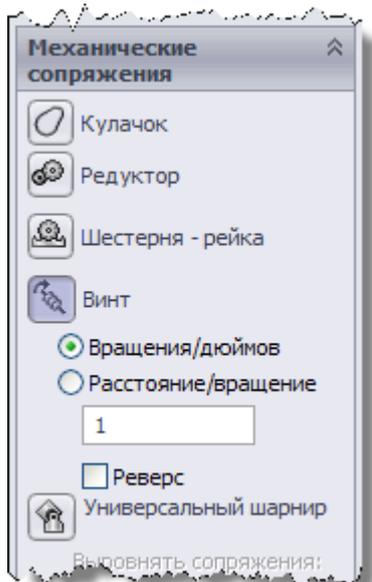


Рис. 11.23 Использование Винтового сопряжения при анализе работы механизма.

В разделе **Механические сопряжения**, для исполнения данного вида сопряжения, потребуется назначить следующие параметры (рис.11.24):



✓ *Вращения/<единица\_длины>* - здесь указывается количество вращений одного компонента на единицу длины перемещения другого компонента. (См. Часть 3. Глава 16 Настройки Solid Works).

✓ *Расстояние/вращение* - устанавливается расстояние перемещения единиц длины одного компонента за один оборот вращение другого компонента.

✓ *Реверс* – изменяет направление движения компонентов по отношению друг к другу.

Рис. 11.24 Блок настройки параметров сопряжения Винт.

 **Универсальный шарнир.** При выборе этого сопряжения вращение одного компонента (входного вала) вокруг своей оси обусловлено вращением другого компонента (выходного вала) вокруг собственной оси (рис.11.25).

При назначении сопряжения **Универсальный шарнир**  в поле *Объекты сопряжения*  следует указать оси вращения двух компонентов, выполняющих роль входного и выходного валов.

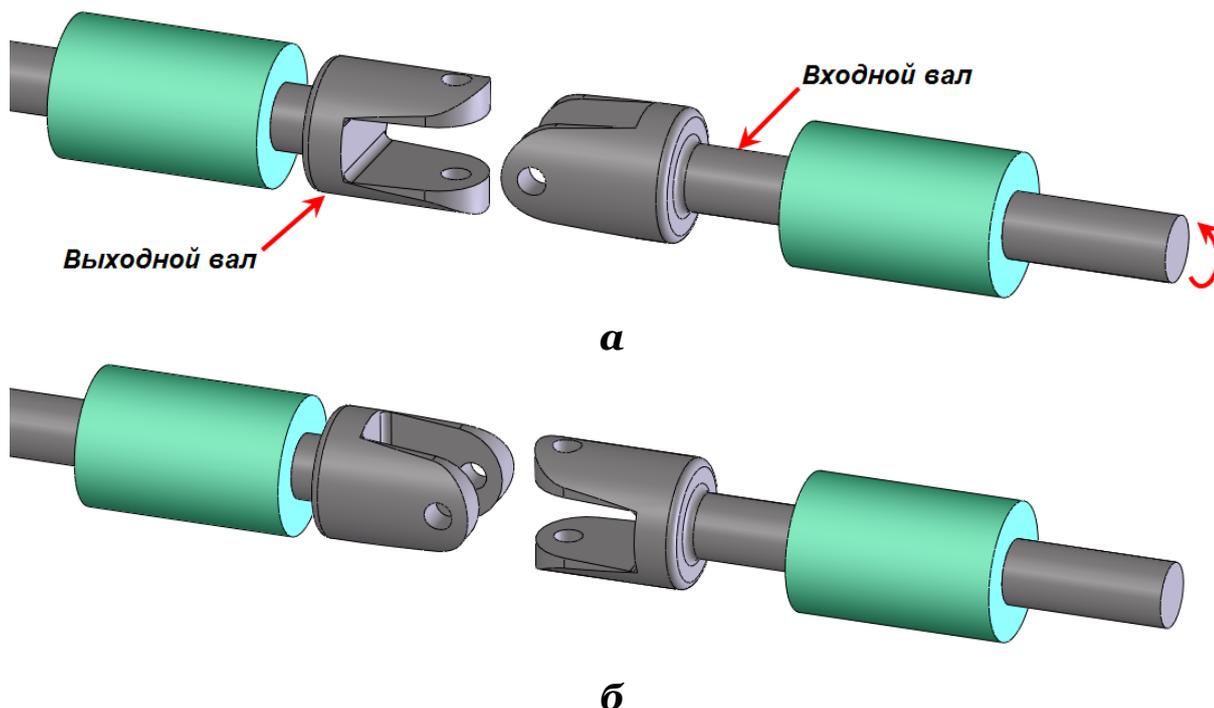


Рис. 11.25 Взаимодействие валов при наложении между ними сопряжения Универсальный шарнир

### 11.3 Оптимальные приемы работы с сопряжениями

В процессе проектирования механизма конструктор может допускать, на первый взгляд незначительные, ошибки. Однако несоблюдение элементарных правил выполнения сопряжений, беспорядочное их применение к собираемым элементам сборки может привести к серьёзным затруднениям при работе с моделями *Solid Works* и тогда никакой, даже суперсовременный компьютер, не справится с той задачей, которую Вы перед ним поставите.

Вероятно, представленные ниже, рекомендации покажутся не серьёзными, чтобы беспрекословно их исполнять. Однако, постарайтесь привыкнуть к этим правилам и Вы перестанете замечать, как, сами того не подозревая, облегчите себе и вашему компьютеру выполнение поставленной задачи.

Итак, вот то небольшой набор правил, которые следует запомнить и строго им следовать:

✓ **Предпочтительно**, когда это возможно, **создавать сопряжения между компонентом и одним или двумя зафиксированными компонентами или ссылками**. Длинные цепочки компонентов дольше решаются и больше подвержены ошибкам сопряжений (рис.11.26).

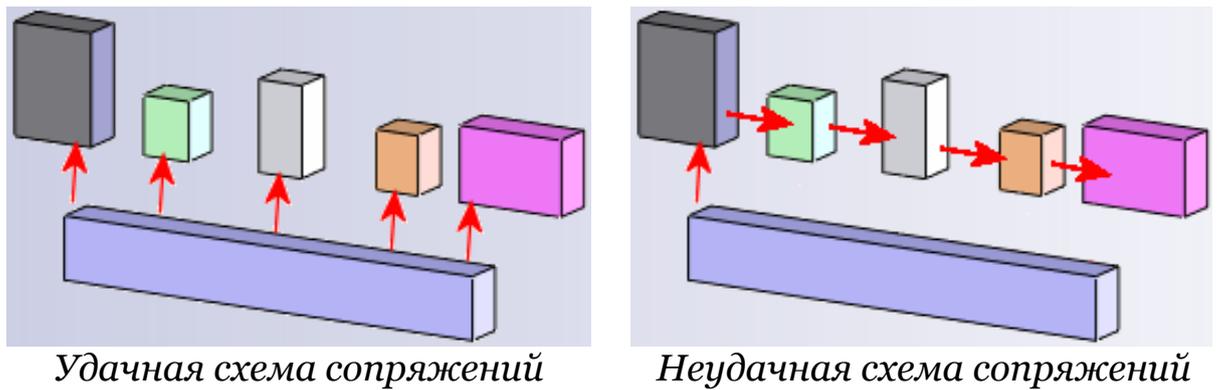


Рис. 11.26 Оптимизация схемы сопряжений

✓ **Не создавайте петли сопряжений**, это приводит к конфликтам при добавлении последующих сопряжений (рис.11.27).

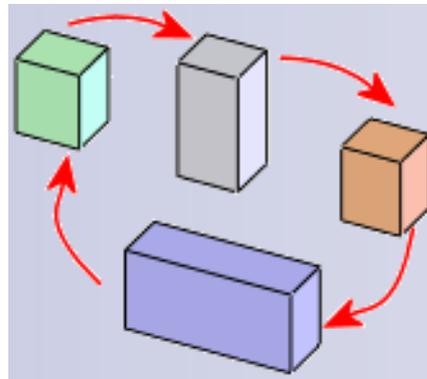
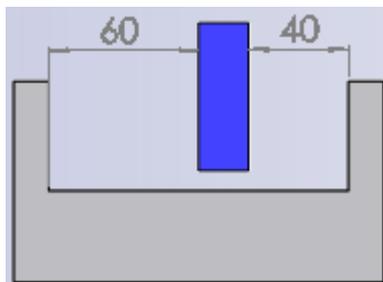


Рис. 11.27 Петля сопряжений

✓ **Не допускайте повторения сопряжений**. Несмотря на то, что *Solid Works* допускает некоторые повторяющиеся сопряжения (все, кроме сопряжений *Расстояние* (рис.11.28) и *Угол*), такие сопряжения дольше решаются и делают схему сопряжений более сложной для понимания и диагностики в случае возникновения ошибки.



В данной модели сборки некоторая степень свободы для синего блока определена с использованием двух сопряжений расстояния, которые переопределяют модель. Несмотря на то, что сопряжения геометрически допустимы (ни одно из них не нарушено), модель является переопределенной.

Рис. 11.28 Пример сопряжения, переопределяющего сборку

✓ **Переместите компоненты, чтобы проверить доступные им степени свободы.**

✓ **Используйте реже сопряжения ограничения**, т.к. их решение занимает долгое время.

✓ **Исправляйте ошибки сразу при их возникновении**. Добавление сопряжений никогда не исправляет ранее произошедшие ошибки сопряжений.

✓ **Переместите компоненты в правильную позицию и ориентацию прежде, чем добавлять сопряжения**, т.к. это дает возможность инструменту решения сопряжений правильно расположить компоненты.

✓ **Если компонент является причиной возникшей ошибки, предпочтительнее удалить все его сопряжения и воссоздать их заново, нежели подвергать каждое из них анализу**. Это особенно применимо к конфликтам "выровнен/не выровнен" и направление размера (можно поменять направление, которое подлежит измерению). Используйте команду **Просмотреть сопряжения** или разверните компонент в *Дереве конструирования*, используя опцию **Отобразить дерево, Просмотреть сопряжения и зависимости**, чтобы просмотреть все сопряжения компонента.

✓ Когда это возможно, **полностью определите расположение каждой детали в сборке**, кроме тех случаев, когда вам необходимо двигать деталь для визуализации движения сборки. Сборки со многими степенями свободы долго решаются, имеют менее предсказуемое поведение при перемещении деталей и подвержены лжеошибкам (ошибки исчезают при перетаскивании). Переместите компоненты, чтобы проверить доступные им степени свободы.

✓ **Перетаскивание компонента иногда привязывает его и таким образом исправляет ошибки сопряжений**.

✓ **Процесс погашения и высвечивания сопряжений с ошибками иногда исправляет ошибки сопряжений**.

При создании сопряжений с деталями, содержащими контекстные элементы (элементы, чья геометрия ссылается на другие компоненты сборки), **избегайте создания круговых ссылок**.

Конфликты сопряжений возникают при создании взаимосвязей в контексте эскиза и последующего создания сопряжений типа *Расстояние* с использованием компонентов и объектов, которые используют взаимосвязи эскиза. Конфликт возникает, поскольку сопряжение *Расстояние* пытается раздвинуть грани, в то время как взаимосвязь в контексте эскиза пытается сдвинуть эти грани.

Такие конфликты сопряжений выражаются в медленном перестраивании модели, "увеличивающихся" деталях, "передвигающихся" *Исходных точках* и неправильных видах чертежа.

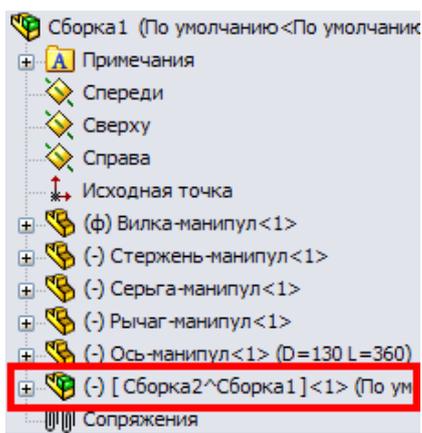


**Примечание:** Конфликты возникают, когда сопряжение конфликтует с существующей в контексте взаимосвязью. Для недопущения возникновения подобной ситуации можно создавать детали в контексте сборки без ссылки на другую геометрию. Такие детали не приводят к конфликту при удалении сопряжения *На месте*.

#### 11.4 Создание Нового узла в Дереве конструирования

Нередко, при проектировании какого-либо оборудования приходится сталкиваться с задачей формирования нового узла, входящего в состав данной машины (сборки). В таком случае, вне зависимости от метода построения сборки, необходимо воспользоваться возможностью, предоставляемой *Solid Works* по выполнению данной процедуры.

Создавая в *Дереве конструирования* сборки узла (машины) еще одну сборку (подсборку), мы тем самым задаем ей свойства сборки более низкого уровня, входящей в состав главной сборки, имя которой указано в самом начале *Дерева конструирования*.



Для того, чтобы создать подсборку, нужно вызвать команду **Новый узел** , расположенную в панели **Сборка** или **Вставка** → **Компонент** → **Новый узел**  из **Главного меню**.

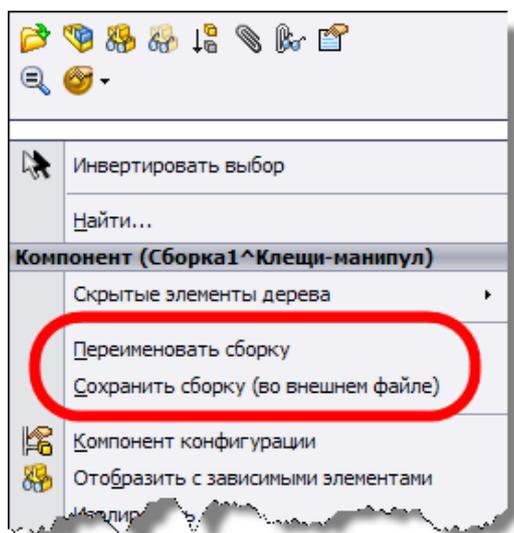
При этом, в *Дереве конструирования* появляется новый компонент, с именем по умолчанию – [Сборка <n>] (рис.11.29).

Рис. 11.29 *Дерево конструирования с Новым узлом.*

**Примечание:** *Solid Works 2008* имеет возможность сохранять вновь образованные в процессе проектирования компоненты и новые узлы непосредственно в теле файла общей сборки. Для того, чтобы конструктор имел возможность отличать отсоединенный файл компонента от встроенного в файл сборки, имя нового компонента в *Дереве конструирования* указывается в квадратных скобках, а знак «^» в

имени новой сборки указывает на её принадлежность к той сборке, которая имеет более высокий уровень.

В *Solid Works* имеется возможность выполнить переименование вновь созданного в контексте сборки узла, присвоив ему более созвучное имя, отвечающее функциональному назначению сборки в проектируемой конструкции.



Для того, чтобы переименовать сборку с именем по умолчанию, например, [Сборка 2] в сборку с именем [Механизм рычажный], нужно, щелчком правой кнопки мыши на имени [Сборка 2], вызвать контекстное меню, откуда выбираем команду *Переименовать сборку* (рис.11.30) и в открывшемся для редактирования окне вводим требуемое имя новой сборки.

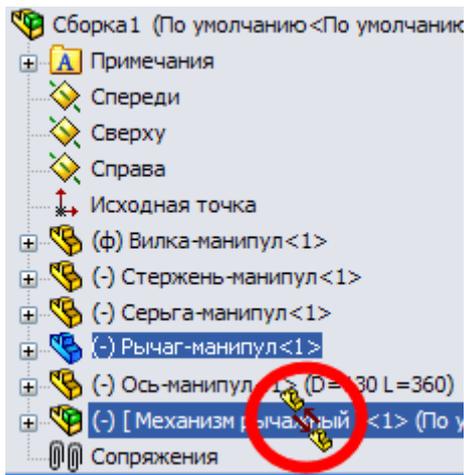
Рис. 11.30 Переименование вновь созданного узла

**Примечание:** Чтобы выделить в самостоятельный файл созданный в контексте узел сборки, требуется щелчком правой клавиши мыши вызвать контекстное меню и выбрать там пункт *Сохранить сборку (во внешнем файле)*, как это показано на рис. 11.30.

Теперь, если собираемые в новый узел компоненты уже были загружены на **Рабочий стол** и находятся в *Дереве конструирования*, их необходимо «перенести» в созданную сборку, т.е. придать им свойства принадлежности к данному узлу.

Для этого, удерживая левой кнопкой мыши перемещаемую деталь, переносим её на имя узла (подсборки), где ей определено новое место размещения так, чтобы появился значок , обозначающий возможность такого перемещения компонента в новую сборку (рис.11.31).

Отпустив, в этом положении курсора, левую клавишу мыши, тем самым, вставляем перемещаемый файл компонента как бы в папку нового узла, определяя его принадлежность тому узлу, в который он был помещен в *Дереве конструирования*.



Перенеся все компоненты по *Дереву конструирования* во вновь созданную подсборку, сама подсборка по прежнему остается свободной, т.е. имеет возможность перемещаться по **Рабочей области** стола свободно, в любом направлении, имея все 6 степеней свободы.

Рис. 11.31 Перемещение компонента

Для того, чтобы определиться с позиционированием нового узла относительно базовых деталей всего механизма, необходимо, используя команды инструмента  **Сопряжения**, назначить условия сопряжений между элементами означенных компонентов.

Следует помнить, что в данном случае можно назначить условия сопряжений только для компонентов, принадлежащих разным конструкциям. Компоненты одной и той же подсборки не могут быть назначены для сопряжений, когда их редактирование осуществляется на уровне, более высоком, чем рассматриваемая подсборка.

### 11.5 Разбиение узла сборки

Разбиение узла сборки означает, что компоненты узла становятся компонентами текущей сборки.

Когда Вы разбиваете узел, он удаляется из сборки верхнего уровня, и компоненты этого узла становятся компонентами сборки верхнего уровня.

Чтобы разбить узел сборки:

- 1) Выделите его в *Дереве конструирования*;
- 2) Вызовите контекстное меню
- 3) Выберите команду **Разбить узел** (рис.11.32)

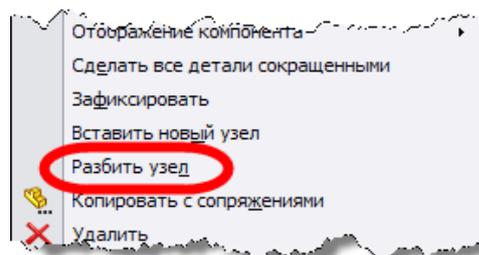


Рис. 11.32 Вызов команды для разбиения узла и вывода его компонентов на верхний уровень сборки.

Узел будет удален из *Дерева конструирования*, а его компоненты будут отображаться в *Дереве* как компоненты сборки верхнего уровня.

### 11.6 Редактирование Подборок и вложенных Компонентов сборки

В какой-то момент работы над проектом возникает потребность во внесении изменений в конструкцию того или иного компонента, добавления или изменения условий сопряжения элементов между собой. Очень часты случаи, подобно описанному в предыдущем разделе, когда перемещенные в новый узел компоненты требуют установления сопряжений между компонентами данной под сборки.

Во всех этих, а также ряде подобных ситуациях, выполняется операция, осуществляемая командой  **Редактировать деталь**. Эту команду можно вызвать из панели инструментов **Сборка**, либо из контекстного меню (рис.11.33), открывающегося



на поверхности **Рабочего стола** после щелчка любой из клавиш (левой или правой) мыши на редактируемом компоненте/сборке.

Рис. 11.33 Малое контекстное меню

Как только компонент или сборка будут взяты на редактирование, это сразу же будет отражено в *Дереве конструирования* главной сборки путем выделения цветом (рис.11.34) текстовой части дерева редактируемого компонента

Как видно из представленного рисунка, на редактирование был взят встроенный в главную сборку узел под названием *Механизм рычажный*. Это означает, что на принадлежащие ему компоненты могут быть наложены определенные условия сопряжения, однако сами компоненты *Рычаг* и *Серьга* отредактированы быть не могут, на что указывает цвет их имен.

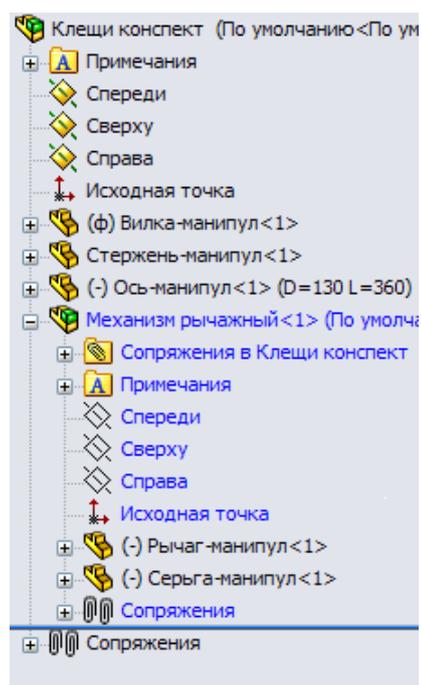


Рис. 11.34 Дерево конструирования взятого на редактирование компонента сборки

Для того, чтобы взять на редактирование любой из Компонентов, вне зависимости от их местонахождения, необходимо воспользоваться такой же процедурой, что и была описана ранее, т.е. щелчком мыши выбрать компонент подлежащий редактированию и в контекстном ли меню (см.рис.11.33) или из панели **Сборка** вызвать команду  **Редактировать деталь**.

Более того, если Вам известны конкретные Эскиз или Определение какой-то детали, подлежащие редактированию, то можно сразу же (как это следует из рис.11.33) вызывать именно эти команды –  **Редактировать эскиз** или  **Редактировать определение**, а они, в свою очередь, автоматически вызовут на редактирование данный компонент.

Выход из режима редактирования Компонента или Подборки осуществляется путем повторного нажатия на иконку команды  **Редактировать деталь**, расположенную на панели **Сборка**.

### 11.7 Сборка механизма Клещи методом "Снизу Вверх"

Для того, чтобы на практике закрепить материал, представленный в предыдущем разделе, рассмотрим пример сборки механизма **Клещи** (рис.11.35) методом "Снизу Вверх".

В процессе работы над собираемым узлом нами будут использованы как *Стандартные*, так и *Дополнительные* сопряжения, однако разобрать все типы сопряжений нам не удастся. Основной задачей, стоящей перед нами при выполнении данного задания, будет научиться использовать сопряжения в процессе сборки. Зная же основное назначение типов сопряжений, и действия ими выполняемые, на практике будет легко использовать эти команды по назначению.

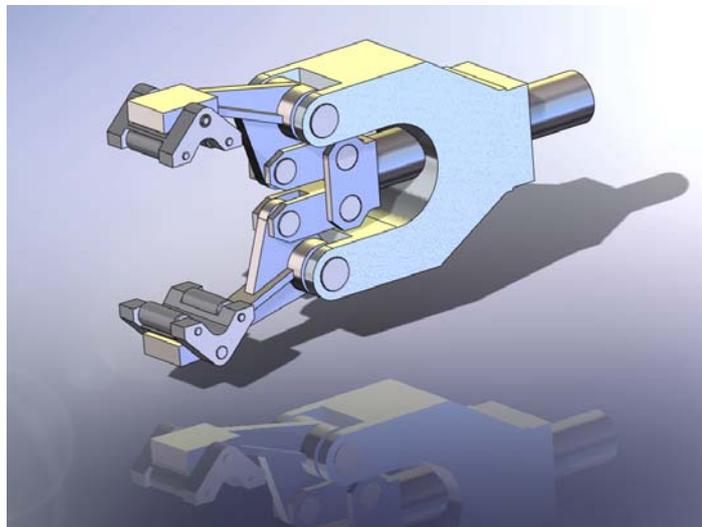


Рис. 11.35 Клещи в сборе

Не трудно понять, что принцип работы клещей основан на перемещении центральной штанги, приводящей в движение рычажный механизм клещей.

Весь механизм расположен в его корпусе, следовательно, он и будет являться базовой деталью данной сборки, первой в неё устанавливаемой. Для этого, загрузив шаблон сборки из **Главного меню**: *Файл* → *Новый* → *Сборка*:

- 1) Входим в команду **Вставить компоненты**  (см. раздел 11.2, рис.11.4) и, нажав кнопку *Обзор*, выбираем папку, где хранятся заранее подготовленные файлы деталей Клещей.
- 2) Выбираем файл *Вилка-манипулятор.sldprt* и переносим его на Рабочий стол, привязавшись к *Исходной точке* в *Дереве конструирования* сборки.
- 3) На **Рабочем столе** появится вставляемая деталь, исходная точка которой, а также все её Стандартные плоскости (Плоскости 1, 2 и 3), будут совпадать с *Исходной точкой* и плоскостями *Спереди*, *Сверху* и *Справа* (рис.11.36). В дальнейшем нам это пригодится.

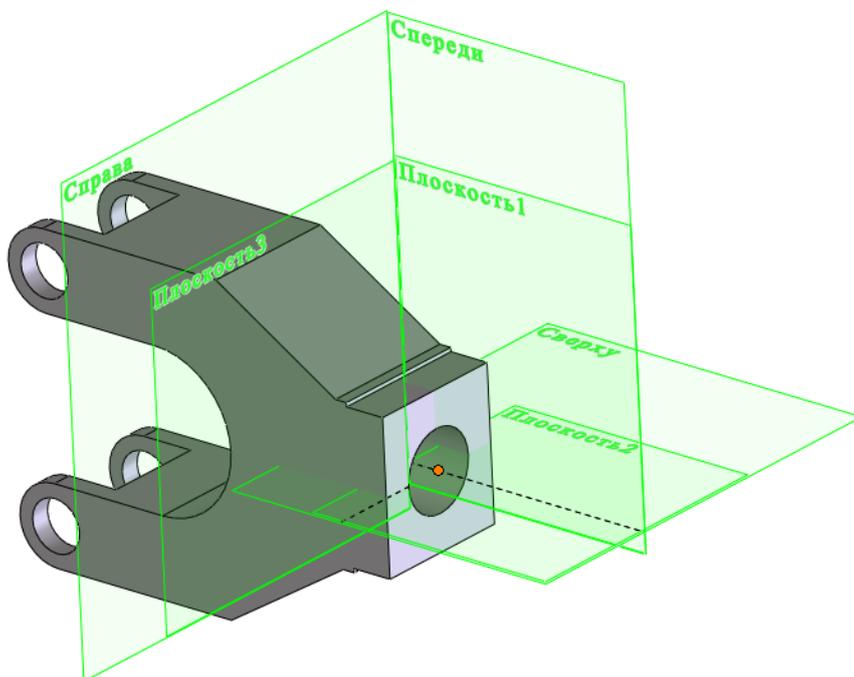
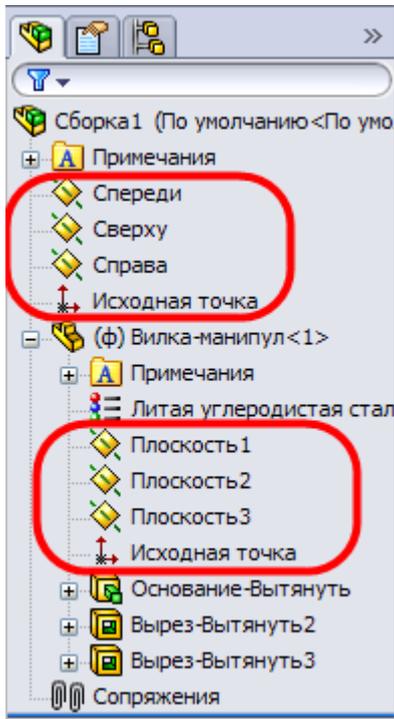


Рис. 11.36 Совпадение плоскостей Сборки и Детали.

- 4) В *Дереве конструирования* (рис.11.37) появится ссылка на деталь *Вилка-манипулятор*, при этом перед именем детали будет стоять префикс **(Ф)**.

**Примечание:** Каждый компонент можно развернуть или свернуть, чтобы просмотреть его подробное описание, нажав на знак  $\oplus$  рядом с именем компонента. Для того, чтобы свернуть все элементы в дереве, правой кнопкой мыши нажмите в любой части дерева и выберите **Свернуть элементы**.



В сборке можно использовать один и тот же компонент несколько раз. При каждом добавлении в сборку такого компонента число  $\langle n \rangle$  увеличивается на единицу.

В *Дереве конструирования* имя компонента может содержать префикс, предоставляющий информацию о состоянии его взаимосвязей с другими компонентами. Используются следующие префиксы:

- (-) недоопределен
- (+) переопределен
- (ф) зафиксирован
- (?) не решен

Отсутствие префикса означает, что положение компонента полностью определено.

Рис. 11.37 *Дерево конструирования проектируемого узла*

- 5) Аналогичным образом, но уже без каких-либо привязок, просто на **Рабочий стол** (рис.11.36), "выкладываем" детали Клещей: *Стержень манипулятора* (●), *Серьга манипулятора* (●), *Рычаг манипулятора* (●) и *Ось* (●).
- 6) Исходя из конструкции Клещей (см.рис.11.35) явствует, что захват заготовки осуществляется при помощи симметрично расположенных рычажных механизмов, которые можно выделить в самостоятельный узел, который формируем в *Дереве конструирования*, вызвав с панели **Сборка** (или *Вставка* → *Компонент*) команду **Новый узел** .

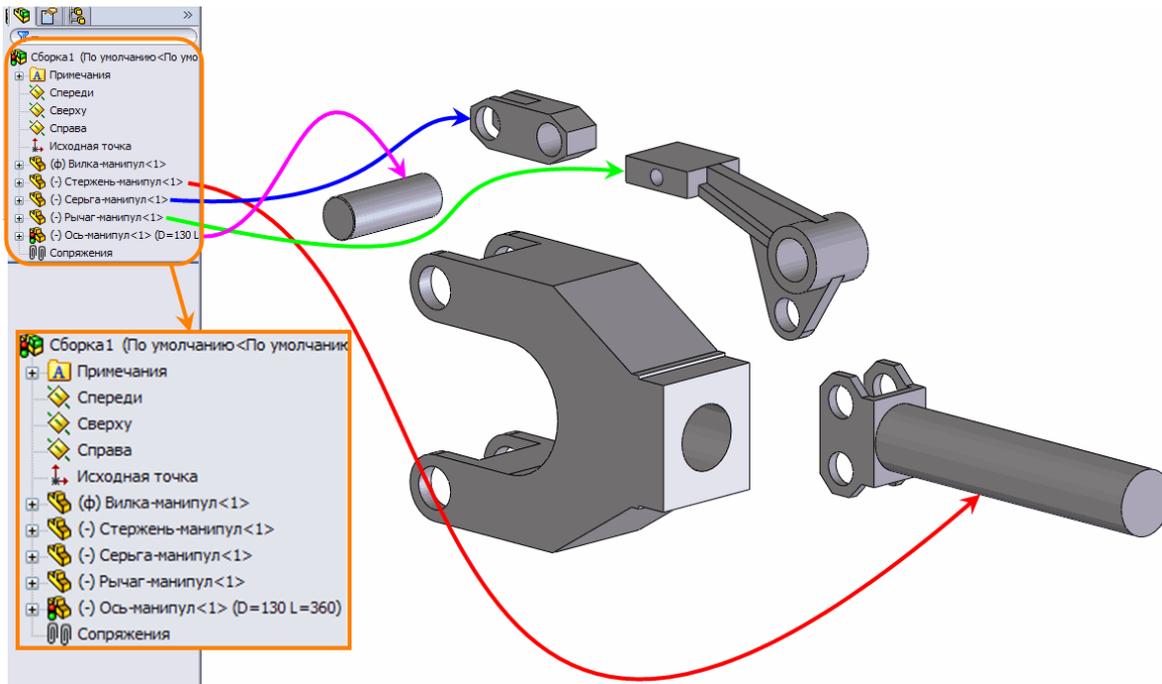


Рис. 11.38 Подготовленный к работе Рабочий стол.

7) В Дереве конструирования появляется новый компонент, с именем по умолчанию – [Сборка 2] (рис.11.39).

8) Переименуем [Сборка 2] в [Механизм рычажный], для чего щелчком правой кнопки мыши на имени [Сборка 2] вызываем контекстное меню, откуда выбираем команду Переименовать сборку.

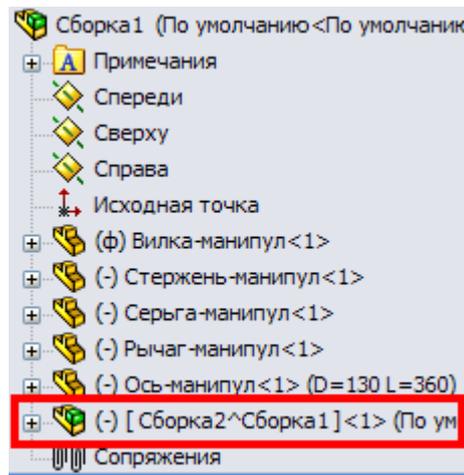


Рис. 11.39 Дерево конструирования с Новым узлом.

9) Переносим детали рычажного механизма: Рычаг манипулятора и Серьга манипулятора, в новый узел Механизм рычажный (см.раздел 11.3).

10) После переноса компонентов рычажного механизма Дерево конструирования приобретает следующий вид, как показано на рис.11.40.

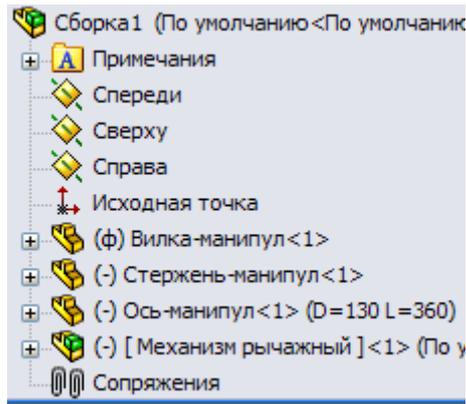


Рис. 11.40 Новое Дерево конструирования

11) Из панели **Сборка** вызываем команду  **Сопряжения** и назначаем сопряжения между компонентами главной сборки:

- ✓  **Концентричность** между цилиндрическими частями:
  - Стержень манипулятора (1) и центральное отверстие (2) Вилки манипулятора (рис.11.41);
  - Осью манипулятора (3) и отверстием  $\varnothing 130$  (4) Вилки манипулятора (рис.11.41).

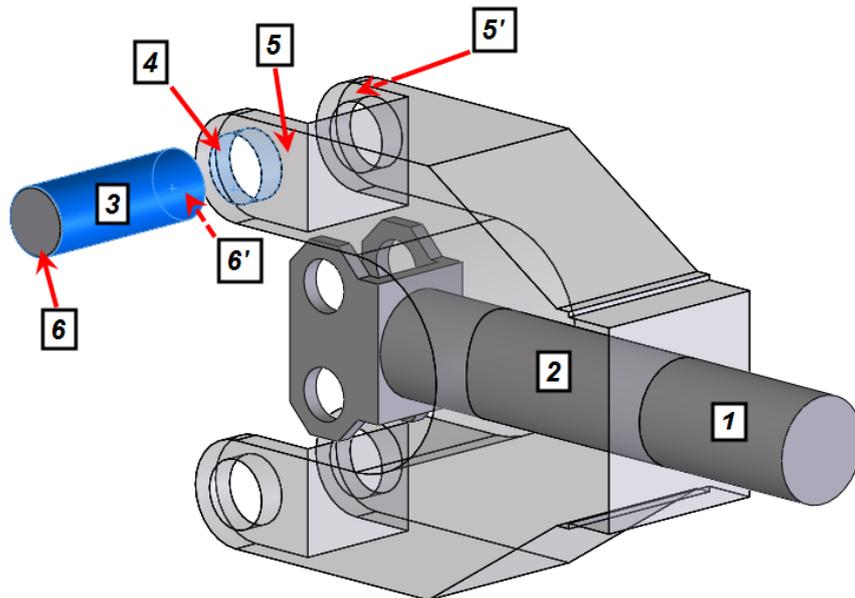


Рис. 11.41 Назначение условий сопряжение между компонентами сборки Клещи.

- ✓  **Ширина** между торцевыми стенками (5–5') Вилки манипулятора и (6–6') Оси манипулятора.

Для последующей сборки механизма клещей нам потребуется собрать его рычажный механизм, посему "берем" **Механизм рычажный** на редактирование (см.раздел 11.5).

12) По технологии, представленной п.1-3 вызываем на **Рабочий стол** следующие детали (рис.11.42):

- *Захват манипулятора;*
- *Ролик манипулятора (2 шт.);*
- *Ось манипулятора, содержащего в теле файла изделия конфигурации: D = 30 мм (2 шт.); D = 50 мм (1 шт.); D = 100 мм, L = 130 мм (1 шт.); D = 100 мм, L = 210 мм (1 шт.).*

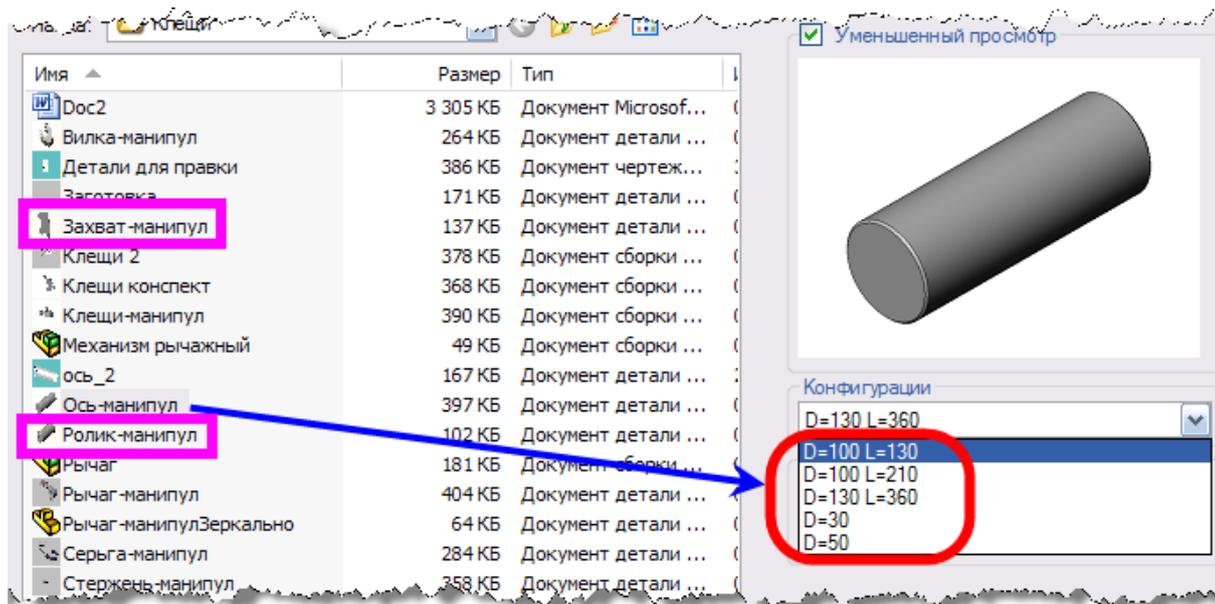
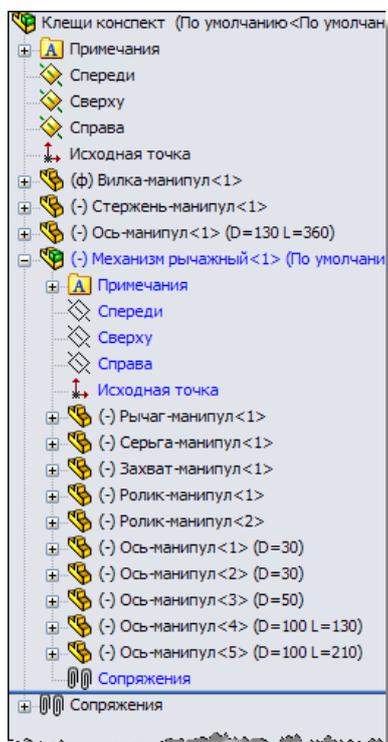


Рис. 11.42 Введение новых компонентов в состав под сборки Механизм рычажный

В результате выполняемых операций по вводу в состав изделия **Механизм рычажный** новых компонентов, все они будут "попадать" в выбранную для редактирования под сборку (рис.11.43).



13) Не выходя из режима редактирования **Механизма рычажного** входим в команду **Сопряжения** и назначаем сопряжения для только что введенных в под сборку компонентов: для цилиндрических поверхностей - **Концентричность**, а для торцевых граней сопряжение **Ширина** (рис.11.44).

Рис. 11.43 Дерево конструирования Механизм рычажный с добавленными в него компонентами (см.п.12)

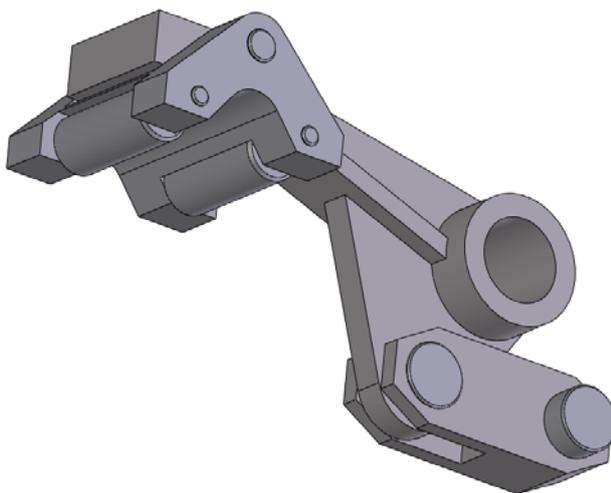


Рис. 11.44 Узел Механизм рычажный после назначения сопряжений между его компонентами

14) Выводим *Механизм рычажный* из режима его редактирования, нажав на кнопку-иконку команды  **Редактировать деталь** на панели **Сборка**.

15) Устанавливаем *Механизм рычажный* в *Вилку манипулятора*, производя сопряжения на уровне главной сборки. Для этого назначаем сопряжения  **Концентричность** между осями механизмов и отверстиями под них, а выравнивание по ширине пазов осуществляем при помощи сопряжения  **Ширина**. Результат описанных действий представлен на рис.11.45.

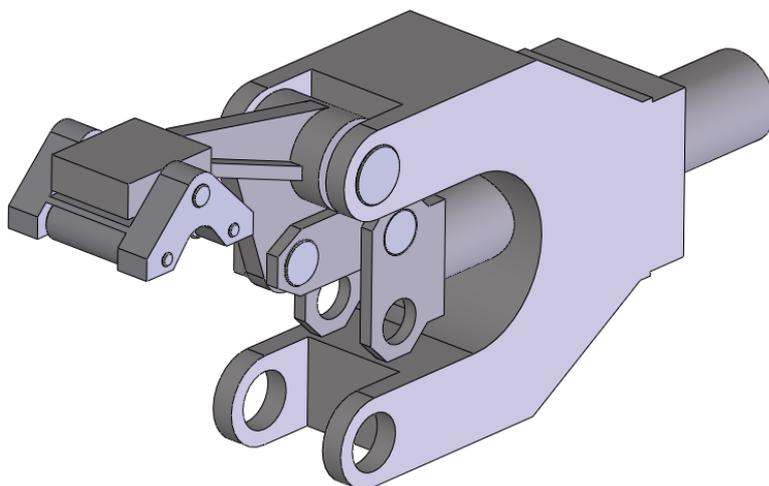


Рис. 11.45 Клещи с установленным в него Механизмом

16) Для окончательной сборки Клещей устанавливаем второй узел рычажного механизма. Поскольку сам по себе узел создан и сохранен нами в виде самостоятельного файла сборки, то на **Рабочий стол** мы можем его вызвать, подметив *Механизм рычажный* в *Дереве конструирования* и, удерживая клавишу **Ctrl**,

перетащить подборку в **Графическую область** построения (рис.11.46).

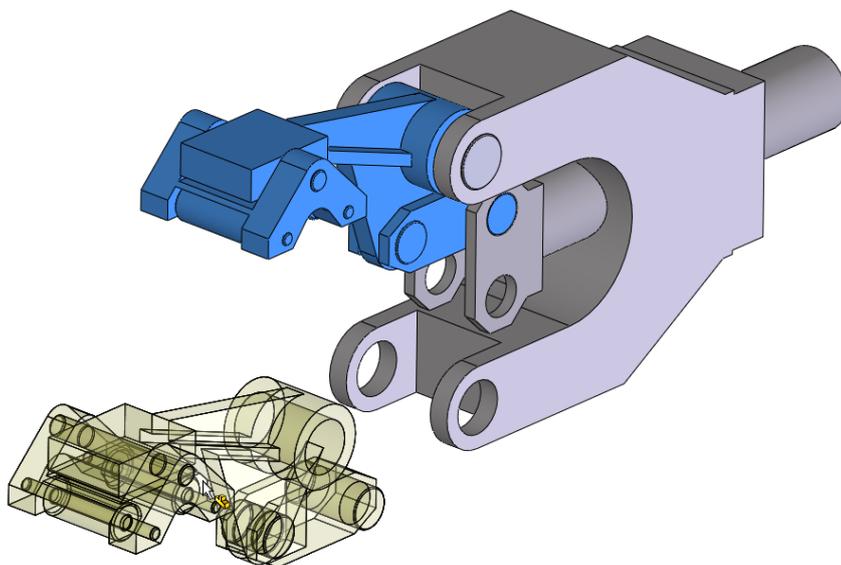


Рис. 11.46 Добавление в Графическую область и Дерево конструирования копии подборки механизма.

17) Используя те же инструменты сопряжений, что и в п.15, устанавливаем второй рычажный механизм Клещей в отверстия Вилки и Стержня манипулятора

### 11.8 Свободные и жесткие узлы сборки

Не смотря на то, что собранный нами механизм (рис.11.47) является законченной, с точки зрения компоновки, сборкой, окончательно ставить точку в вопросе проектирования устройства еще рано, поскольку нами еще не решен вопрос проверки собранных Клещей на предмет их работоспособности.

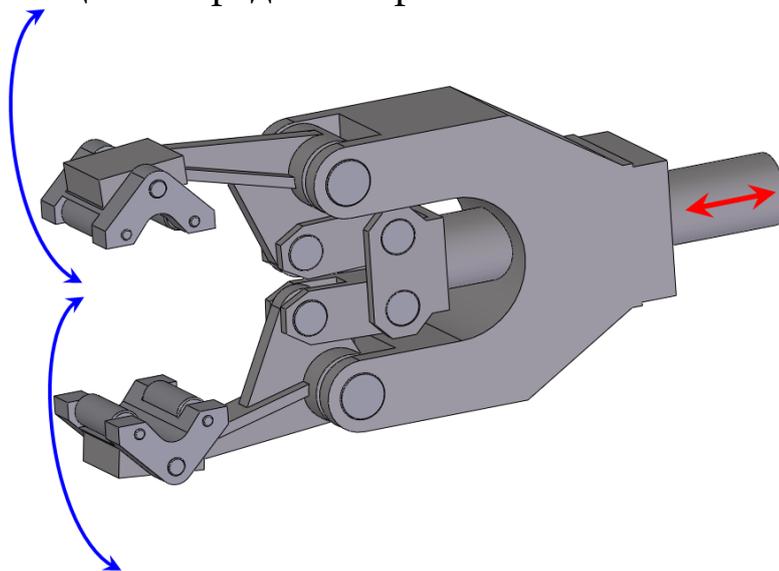


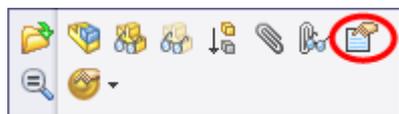
Рис. 11.47 Окончательно собранный механизм Клещей и кинематика их работы.

Проверка работоспособности механизма проводится в несколько этапов. Первоначально мы должны решить принципиальный для нас вопрос работоспособности спроектированного механизма, т.е. ответить на главный вопрос: "Работает ли механизм должным образом, как это было задумано изначально?"

Для этого нужно заставить рычажный механизм работать (см.рис.11.47), приводя его в движение от поступательно перемещающегося *Стержня манипулятора*.

Как это часто бывает, конструктор, разрабатывающий самостоятельный подвижный узел, например гидроцилиндр, накладывает на него соответствующие работе механизма сопряжения, при этом ЕГО узел "работает" и работает как надо. Однако, как только этот узел устанавливается в главную сборку, сразу же возникают проблемы – механизм становится неподвижным, как будто все компоненты слились в единую деталь. Это происходит потому, что все компоненты данной под сборки решены и полностью определены.

Чтобы установленные в главную сборку новые узлы могли работать, как это им предписано конструкцией, нужно сделать эти узлы **свободными**. Для этого, в *Дереве конструирования* щелчком левой клавиши мыши на имени узла вызывается контекстное меню (рис.11.48), откуда выбирается команда



*Свойства компонента* , при этом открывается окно свойств данного узла сборки (рис.11.49).

Рис. 11.48 Вызов свойств компонента узла сборки

По умолчанию, полностью решенный узел является жестким элементом конструкции, а потому в поле *Решить* (см.рис.11.49) он имеет пометку *Точно*. В *Дереве конструирования* такой узел представлен иконкой – .

Установив флажок в позицию *Свободно* (см.рис.11.49) мы тем самым освобождаем его от внешних связей главной сборки, подчиняя движения встроенных в узел компонентов законам (сопряжениям), описанным на уровне самого узла. При этом в *Дереве конструирования* такой узел отмечается значком – .

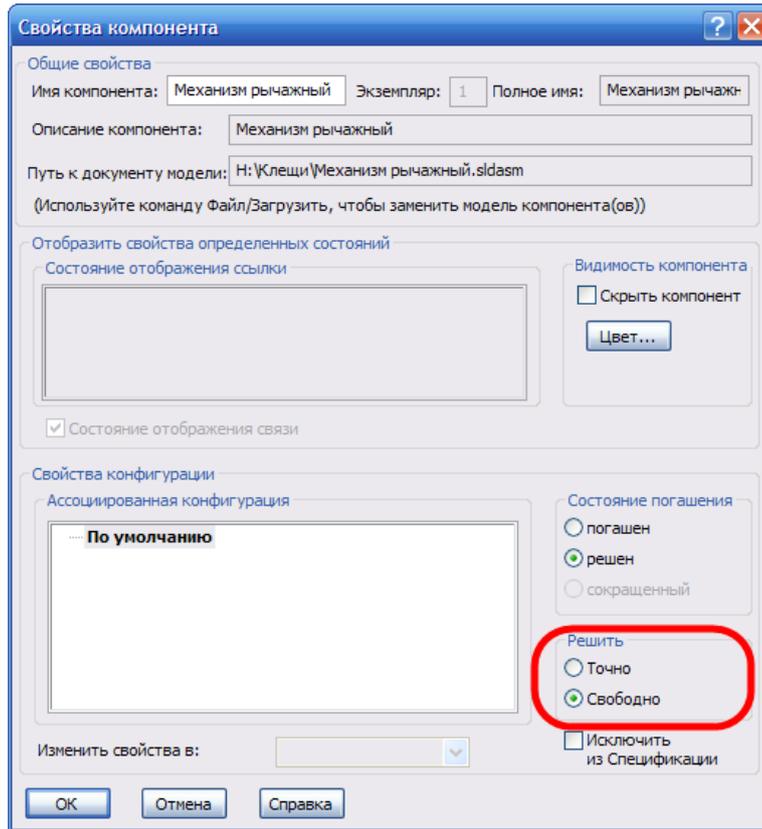


Рис. 11.49 Панель свойств компонента – узла сборки.

При использовании свободных узлов сборки  необходимо учитывать следующее:

- ✓ **Сопряжения.** Сопряжения в свободном узле решаются одновременно с сопряжениями родительской (главной) сборки. Поэтому перемещение или вращение компонента узла не нарушает сопряжения в узле или его родительской сборке. Компонент перемещается только в пределах своих степеней свободы в соответствии со своими сопряжениями.

- ✓ **Несколько экземпляров.** Можно добавить несколько экземпляров узла сборки, используя конфигурацию родительской (главной) сборки. Некоторые экземпляры можно сделать **точными** , а другие **свободными**  (рис.11.50). Также разные экземпляры могут иметь различные положения компонентов узла сборки.

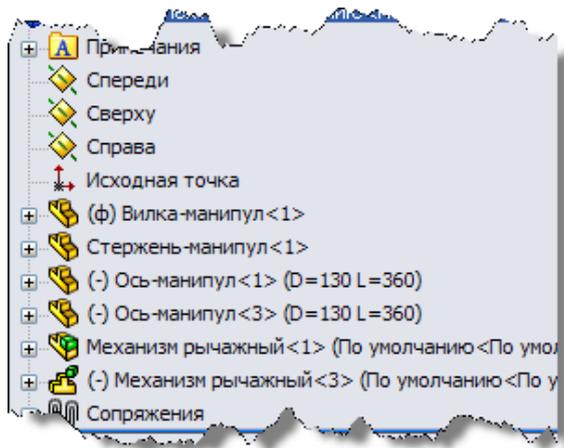


Рис. 11.50 Фрагмент Древа конструирования

### 11.9 Создание сборки методом "Сверху Вниз"

Как уже было сказано ранее, рассматриваемый метод позволяет проектировать конструкцию изделия, добавлять в неё новые компоненты, опираясь на уже имеющиеся в проектируемой сборке детали.

Отличительной особенностью данного метода является отсутствие сопряжений, определяющих местоположение и взаимосвязь создаваемых компонентов относительно других элементов конструкции. Вернее сказать – все сопряжения заменяются одним единственным сопряжением **На месте** – полностью определяющим положение компонента в проектируемом узле.

Рассмотрим вопросы создания сборок по методу "**Сверху Вниз**" на примере проекта *Рама*. Конечно, можно долго спорить, с чего начинается проектирование изделия, поэтому будем считать, что в общих чертах эта *Рама* видится нами так, как она представлена на рис. 11.51.

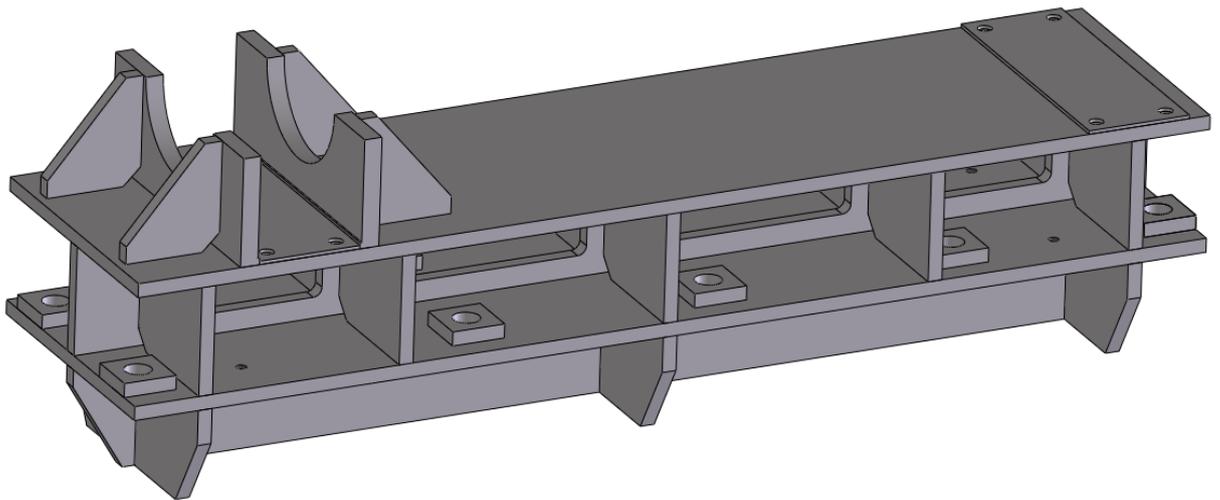


Рис. 11.51 Рама – сварная конструкция.

Главным принципом проектирования изделия – сборки по методу "**Сверху Вниз**" является создание (или вставка в создаваемую сборку уже существующего) базового компонента, относительно которого ведется дальнейшее построение других компонентов сборки. Как говорит народная мудрость: "Были бы кости, а мясо само нарастет..."

Итак, зная все основные параметры проектируемого изделия, силовую схему распределения нагрузки её элементов и определившись с габаритами конструкции, начинаем процесс проектирования:

- 1) Создаем новый документ: *Файл* → *Новый*  → *Сборка* или вызываем команду *Создать новый*  → *Сборка* из **Стандартного меню** *Solid Works*.
- 2) Если в *Solid Works* сделаны настройки, допускающие при создании нового файла сборки автоматически вызывать команду **Вставить компоненты** , то Вам придется отказаться от выполнения данной операции, нажав клавишу *Отмена* .
- 3) Для устранения в последующем всякого рода недоразумений, сохраним, пока еще "пустую", сборку на жестком диске под именем *Рама гидроцилиндра*.
- 4) Вызываем команду **Создать новую деталь**  из панели **Сборка** или же, воспользовавшись **Главным меню**: *Вставка* → *Компонент* → *Новая деталь* .

В *Дереве конструирования* появляется "пустой" файл с именем по умолчанию (ф) [*Деталь <n>^Рама гидроцилиндра*].

- 5) Выберем одну из доступных к использованию *Стандартных плоскостей* (*Спереди*, *Сверху* или *Справа*).

В *Дереве конструирования* "пустой" файл создаваемой детали входит в режим редактирования, т.е. становится синего цвета (рис.11.52), при этом *Solid Works* автоматически входит в режим создания эскиза на выбранной для этого плоскости.

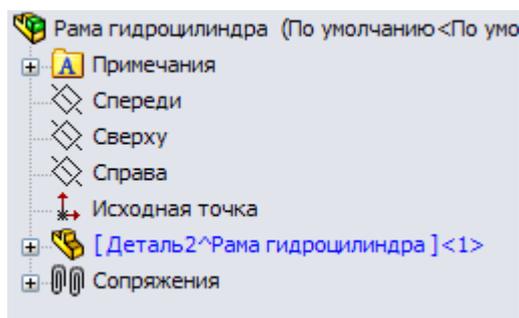


Рис. 11.52 Создание новой детали в контексте сборки

- 6) Создадим деталь, переименовав её сразу же в *Плита* и, опять-таки, во избежание непредвиденных последствий, сохраним в виде самостоятельного, а не встроенного в файл сборки, файла.

В процессе создания компонентов сборки нам не обязательно сразу прорабатывать все мелочи будущей детали до конца. Можно лишь создавать основу проектируемого изделия, а все тонкости оставить на потом. Так, на примере будущей *Рамы гидроцилиндра*, нами была создана лишь плита основания всей Рамы, представляющая собой прямоугольник размерами  $V \times H \times L = 780 \times 40 \times 3100$  мм.

7) Выходим из режима редактирования детали *Плита*.



**Примечание:** Обратите внимание на папку Сопряжения, расположенную в Дереве конструирования. Раскрыв её Вы не увидите привычных по предыдущим разделам сопряжений, определяющих положение спроектированной детали, хотя отсутствие каких-либо знаков перед именем компонента (см. раздел 11.6) говорит в пользу того, что данная деталь сборки полностью определена. Все сопряжения заменены единственным – На месте (рис.11.53)

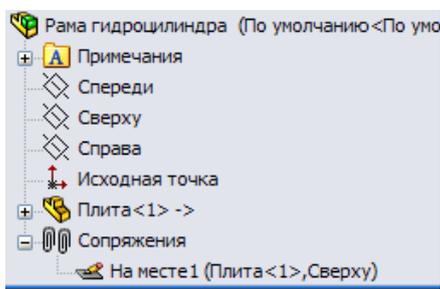


Рис. 11.53 Сопряжение созданного в контексте сборки компонента

- 8) Согласно "идеи", параллельно только что установленной *Плите*, на расстоянии 350 мм расположена еще одна, точно такая же по размерам деталь. Поэтому, используя принцип построения сборки "*Снизу Вверх*" вызываем на **Рабочий стол** из *Дерева конструирования* (см. разделы 11.2 и 11.6) еще одну *Плиту* и при помощи сопряжений устанавливаем её на заданном расстоянии, одновременно выравнивая края обеих *Плит* в одной плоскости (рис.11.54).
- 9) Продолжая процесс проектирования изделия, вносим изменения в конструкцию, добавляя к уже установленным компонентам другие, необходимые для обеспечения работоспособности элементы. Одновременно с этим, при необходимости, вносим корректировки в уже созданные ранее компоненты, беря их на редактирование.

В результате наших трудов была построена модель *Рамы*, представленной на рис.11.54, а *Дерево конструирования* этой модели показано на рис.11.55.

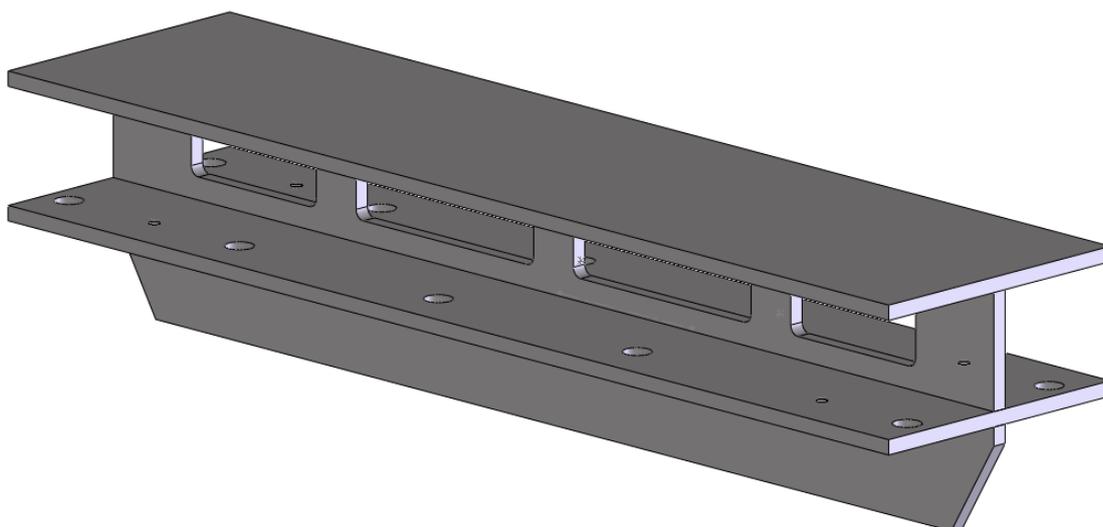
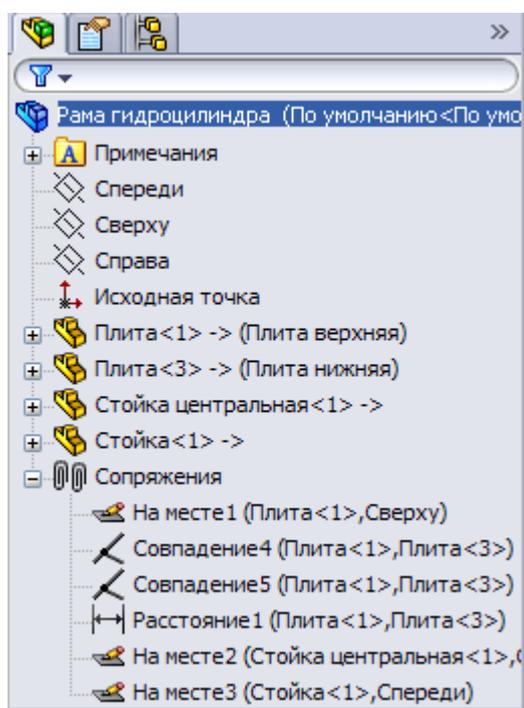


Рис. 11.54 Цифровая модель конструкции Рамы гидроцилиндра



Не трудно заметить, что в *Дереве конструирования* некоторые компоненты в конце имени имеют отметку "->". Это означает, что данный компонент был построен непосредственно в контексте данной сборки и имеет единственное сопряжение - "*На месте*".

Однако мы помним, что две *Плиты* были установлены по разному: первая плита – "*На месте*", а вторая – вызвана на **Рабочий стол** из папки проекта (см.п.8).

Рис. 11.55 Дерево конструирования Рамы гидроцилиндра

Поскольку для второй *Плиты* (нижней) была использована модель той же самой первой *Плиты*, то в имени второй *Плиты* также присутствует знак "->", как следствие причастности второй *Плиты* к истории создания первой.

Кроме того, мы можем видеть, что *Плиты*, помимо того, что они имеют одинаковые габаритные размеры, отличаются между собой конфигурациями: *Плита верхняя* имеет чистую поверхность, а на *Плите нижней* имеются отверстия. Из-за таких различий *Плитам* были присвоены соответствующие конфигурации, которые отражаются в имени компонента и указываются в скобках в конце имени (см. рис.11.55).

Рассматривая пример построения модели *Рамы гидроцилиндра*, мы убедились в том, что трудно построить цифровой прототип будущего изделия исключительно одним способом – "*Сверху Вниз*". В процессе моделирования нередко возникают ситуации, когда требуется вставить в сборку какой-либо уже существующий компонент, сделанный ранее.

Самым распространенным примером установки таких компонентов могут служить крепежные изделия, применяемые чуть ли не в каждой сборке. Согласитесь, что глупо было бы создавать модель *Болта, Гайки, Шайбы* и т.д. всякий раз, когда потребуется установить стандартизированные изделия в создаваемую сборку.

Для того, чтобы конструктор имел возможность использовать изделия (детали или узлы), стандартизированные на данном предприятии или просто регулярно применяемые при проектировании оборудования (например, колесные пары, тормоза колодочные и т.п.) разработчики *Solid Works* дали возможность конструктору самому создавать собственную **Библиотеку проектирования**.

### 11.10 Создание и использование Библиотеки проектирования



Вкладка **Библиотека проектирования**  расположена на **Панели задач** (рис.11.56) и является центральным месторасположением для таких многократно используемых элементов, как *Детали, Сборки* и *Эскизы*.

Рис. 11.56 Панель задач Solid Works

В свою очередь, вкладка **Библиотека проектирования**  состоит из нескольких специфических разделов, которые позволяют использовать как собственные разработки, так и разработки пользователей всего мира<sup>1</sup>:

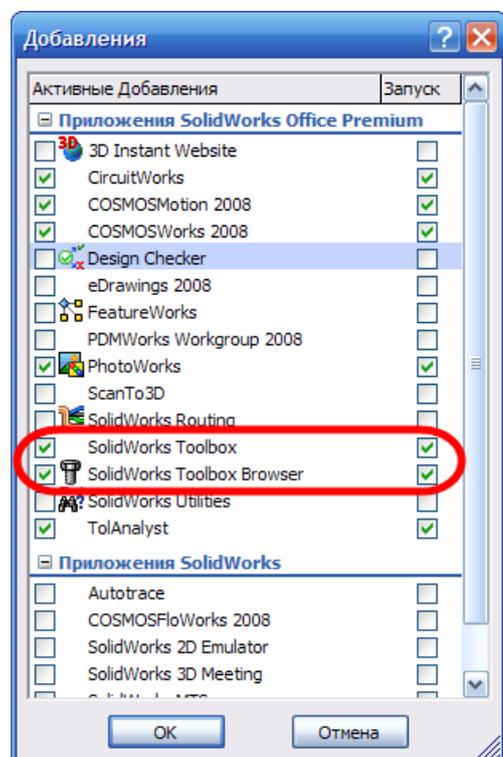
 **Библиотека проектирования** – Содержит подпапки, заполняемые программой *Solid Works* такими многократно используемыми элементами, как детали, блоки и примечания;

<sup>1</sup> Для использования 3D моделей фирм-разработчиков продукции, а также моделей, предоставляемых пользователями для свободного их использования, требуется подключение к сети *Internet*.

Каждый пользователь может самостоятельно организовать у себя на рабочем месте или на выделенном сервере специальную папку, например *SW\_Paletter* (рис.11.57), чтобы туда "складывать" свои наработки и использовать их по мере необходимости.



Рис. 11.57 Панель и папки Библиотек проектирования



### **Toolbox –**

Специализированная программа, поставляемая разработчиком *Solid Works* по отдельному контракту, при помощи которой легко и быстро можно выбрать и вставить в сборку содержащийся в его библиотеке стандартизованный компонент (поддерживает ГОСТ). Чтобы получить доступ к содержимому (только если имеется лицензия на *Toolbox*), необходимо установить и добавить браузер *Solid Works Toolbox*, выбрав в **Главном меню: Инструменты → Добавления... → Solid Works Toolbox и Solid Works Toolbox Browser** (рис.11.58).

Рис. 11.58 Подключение браузера *Solid Works Toolbox*.



**3D Content Central** – Находясь непосредственно в среде *Solid Works* применить в проектируемом изделии **3D** модели от поставщиков компонентов и отдельных лиц во всех основных форматах *CAD*<sup>2</sup>.

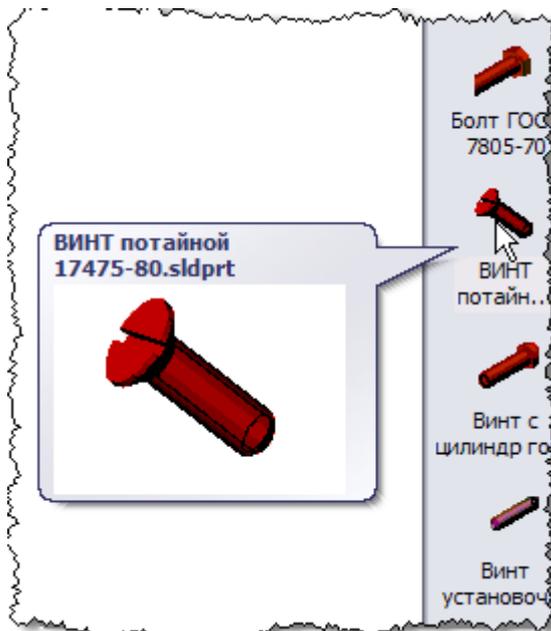
<sup>2</sup> Требуется подключение к *Internet*.



**Содержимое Solid Works** – Дополнительное содержимое *Solid Works* для блоков, маршрута и сварных деталей.

Для того, чтобы загрузить указанные шаблоны, нужно, удерживая нажатой клавишу **Ctrl**, выбрать нужный **zip**-файл.

Выбирая требуемый для вставки в сборку компонент, пользователь осуществляет переходы по папкам (см.рис.11.57), находя требуемую ему деталь, при этом *Solid Works* предоставляет возможность не ошибиться с выбором требуемого компонента, показывая выбираемый компонент в режиме предварительного просмотра (рис.11.59).



Предварительный просмотр примечаний, моделей и элементов отображается в всплывающих подсказках, включая файлы **.dwg**. но не файлы **.dxf**. Если недоступен ни один сохраненный предварительный вид, то закладка отобразится в общем виде .

Рис. 11.59 Предварительный просмотр компонента при выборе его для вставки в сборку из Библиотеки проектирования

### Инструменты Библиотеки проектирования

На вкладке **Библиотека проектирования** представлены следующие инструменты, при помощи которых можно создавать и редактировать собственную библиотеку стандартизированных деталей (см.рис.11.59):



**Добавить в библиотеку** – Добавление данных (файлы компонентов) в **Библиотеку проектирования**.



**Добавить месторасположение файла** – Добавление существующей папки во вкладку **Библиотека проектирования**



**Создать новую папку** – Создание новой папки на диске и на вкладке **Библиотека проектирования**

 **Обновить** – Обновление вида на вкладке **Библиотека проектирования**

Для того, чтобы *Solid Works* "знал", где находится папка с файлами нормализованных компонентов, ему необходимо указать путь её местонахождения. Путь к папке **Библиотеки проектирования** можно указать из **Главного меню**:

*Инструменты* → *Параметры* → *Настройки пользователя*  
→ *Месторасположение файлов*.

Подробнее о настройках *Solid Works* будет рассказано в Главе 16 **Настройки *Solid Works***.

**Работа с содержимым папки Библиотека проектирования**

Для того, чтобы вызвать находящуюся в **Библиотеке проектирования** деталь или узел и ввести их в состав проектируемой сборки нужно, открыв библиотеку (см.рис.11.57) найти требуемый компонент (см.рис.11.59) и, удерживая его левой клавишей мыши, перенести на **Рабочий стол**.

При этом, вставляемая в сборку деталь будет отображаться в **Графической области** в режиме предварительного просмотра. Если применяемый компонент имеет несколько конфигураций своего исполнения, то вместе с предварительным просмотром на экране появится список возможных для выбора исполнений применяемого изделия (рис.11.60).

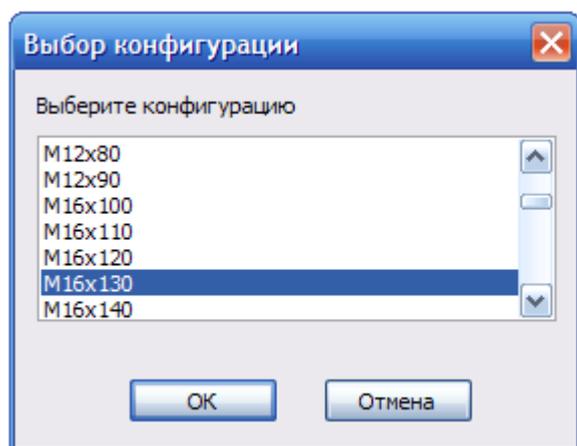


Рис. 11.60 Выбор конфигурации исполнения и добавление стандартизированного изделия в состав сборки.



**Примечание:** Выбирая требуемое исполнение компонента, следует помнить, что имена конфигураций компонента расположены в алфавитном порядке. Это означает, что при выборе, например, крепежных элементов **Болт M10**

будет находиться в начале списка, а **Болт М8** – в его конце.

Выбрав изделие требуемого исполнения, нужно нажать клавишу **ОК** в окне *Выбор конфигурации* (см.рис.11.60), после чего *Solid* предложит Вам добавить в состав данной сборки еще некоторое количество экземпляров этого изделия (рис.11.61).

Щелчками левой клавиши Вы можете добавить на **Рабочий стол** нужное количество этих компонентов. Однако, если в последующем Вы планируете множить эти компоненты при помощи массивов (см.раздел 11.13), то на **Рабочий стол** достаточно вынести только один экземпляр данного изделия.

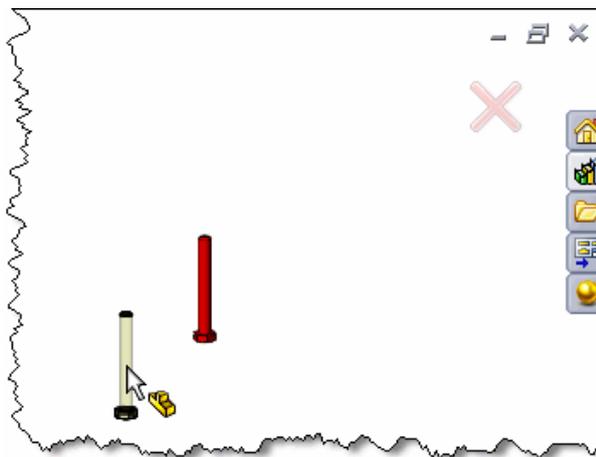


Рис. 11.61 "Выкладывание" выбранного исполнения изделия на Рабочий стол собираемого изделия.

Процесс добавления компонентов прекращается путем нажатия на клавишу **Esc** на клавиатуре или щелчком мыши на значке **X** (рис.11.61) в правом верхнем углу **Графической области**.

Появившиеся на **Рабочем столе** из **Библиотеки проектирования** компоненты имеют все 6 степеней свободы, а потому могут свободно перемещаться в любое место собираемого изделия для дальнейшего определения их местонахождения посредством сопряжений с другими компонентами сборки.

### 11.11 Перемещение отдельных компонентов

В предыдущем разделе, рассматривая вопросы использования ранее созданных моделей деталей для их применения в других сборках, было оговорено, что выложенная на **Рабочий стол** деталь может быть перенесена нами в любое удобное нам для работы место.

Ранее, еще на этапе работ по созданию цифровой модели детали, мы оговаривали вопросы её визуализации и, в частности, рассматривали вопросы перемещения и вращения компонента в целях детального рассмотрение его со всех сторон. Это нам было необходимо для того, чтобы выполнить ту или иную операцию с невидимыми в текущий момент времени гранями, кромками или вершинами.

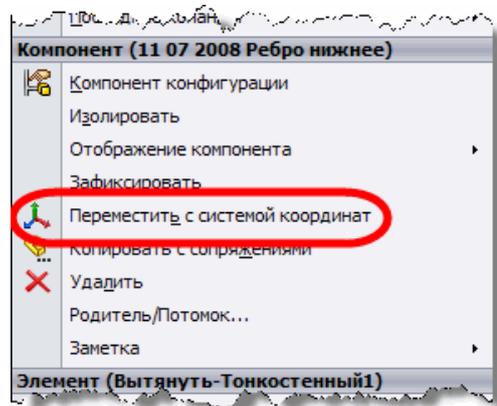
Однако, использование средней клавиши мыши или команд *Solid Works* **Вращать вид**  или **Перемещать вид**  позволяет выполнять указанные операции целиком со всем видом – в нашем случае – со всей сборкой, а следовательно и выложенными на **Рабочий стол** компонентами.

Нам же нужно переместить компонент относительно всей сборки, переместив его в удобное для последующей работы с ним положение.

Это можно сделать одним из двух способов:

- 1) Переместить компоненты с Системой координат;
- 2) Переместить компонент с помощью *Менеджера свойств* (*Property Manager*).

### Перемещение компонентов с Системой координат



Это наиболее эффективный и удобный способ перемещения компонентов в пространстве, т.к. он объединяет оба варианта ориентации устанавливаемой в сборку детали в пространстве **Рабочего стола**: перемещение и вращение (см.раздел 11.11) компонента.

Рис. 11.62 Фрагмент Контекстного меню для выбора команды перемещения компонента

Для вызова этой команды необходимо, нажав правой кнопкой мыши на компонент, в появившемся **Контекстном меню** выбрать команду  **Переместить с системой координат** (рис.11.62).

При этом на поверхности выбранного компонента появляется *триада*, элементы которой представлены на рис.11.63.

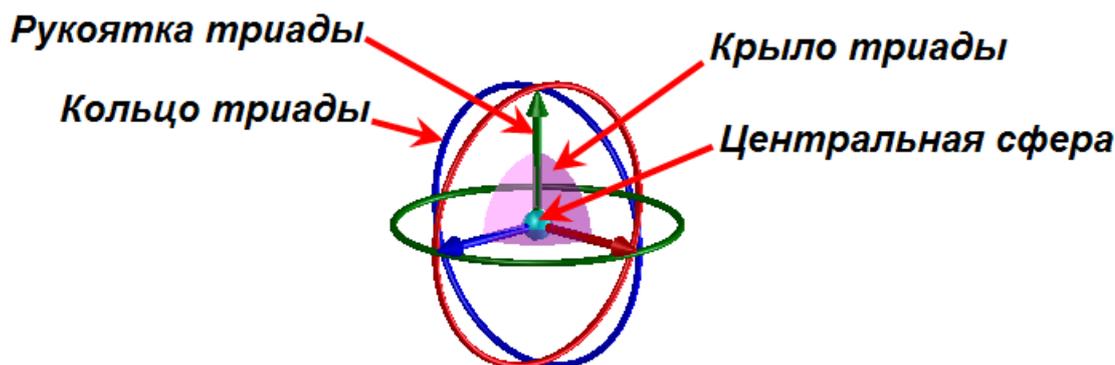


Рис. 11.63 Триада перемещаемого компонента

При перетаскивании *Рукоятки триады* компонент перемещается вдоль оси выбранной рукоятки. Как легко заметить, рукоятки компонентов по умолчанию расположены вдоль главных осей координат *X*, *Y* и *Z*.

Между парой взаимно перпендикулярных *Рукояток* располагается *Крыло триады*. При перетаскивании крыла компонент перемещается по плоскости крыла.

Перемещение компонента при помощи *Рукояток* и *Крыльев триады* относятся к разряду свободного перемещения. Однако, если точно известны координаты положения перемещаемого компонента и требуется их изменение, то это можно сделать, задав конкретные значения приращений вдоль осей координат. Чтобы ввести координаты или расстояние, нажмите правой кнопкой мыши на *Центральную сферу* и выберите следующее:

- ✓ *Отобразить окно преобразования XYZ*. Перемещение компонента в определенную координату XYZ. Рядом с триадой появляется окно, представленное рис.11.64, *а*.
- ✓ *Отобразить окно дельты преобразования XYZ*. Перемещение компонента на определенное расстояние. Рядом с триадой появляется окно, представленное рис.11.64, *б*.

*а**б*

Рис. 11.64 Окна централизованного перемещения компонента

По окончании операции по перемещению компонента достаточно нажать левой клавишей мыши в любой точке **Графической области**, чтобы выключить систему координат - триаду.

Как уже говорилось, по умолчанию *Триада* появляется в центре выбранной грани компонента, но это не ограничивает

конструктора от возможности расположить её в требуемом месте. Чтобы переместить или выровнять *Триаду* достаточно выполнить одно из следующих действий:

- Захватив левой клавишей мыши *Центральную сферу* (см.рис.11.63) перетащите её в новое место.
- Держа нажатой клавишу **Alt**, перетащите *Центральную сферу* и поместите её на кромке или грани, чтобы выровнять *Триаду* по кромке или грани перемещаемого компонента.
- Нажмите правой кнопкой мыши на *Центральную сферу* и выберите в **Контекстном меню** один из параметров (рис.11.65):
  - ✓ *Выровнять по,*
  - ✓ *Выровнять по исходной точке компонента или*
  - ✓ *Выровнять по исходной точке сборки.*

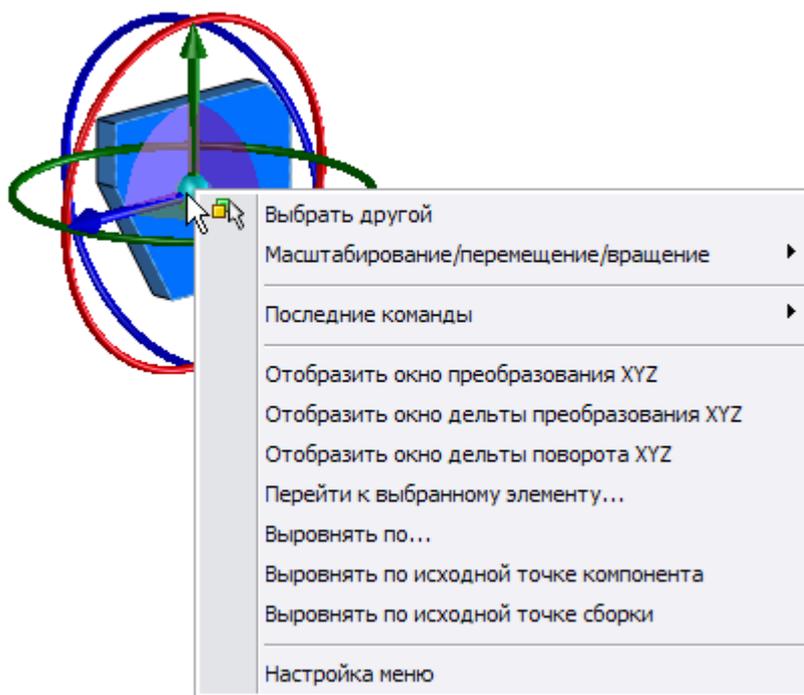
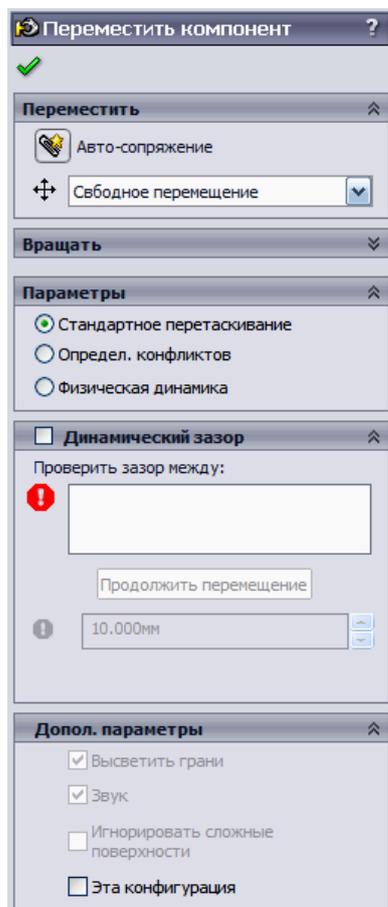


Рис. 11.65 Выбор параметров выравнивания триады

### Перемещение компонента с помощью Менеджера свойств

Данный способ перемещения выполняется при помощи специальной команды – **Переместить компонент** , которую можно выбрать из панели **Сборка** или же из **Главного меню**: **Инструменты** → **Компонент** →  **Переместить**.

Появится *Менеджер свойств* **Переместить компонент** (рис.11.66), при этом указатель (курсор) изменится с  на .

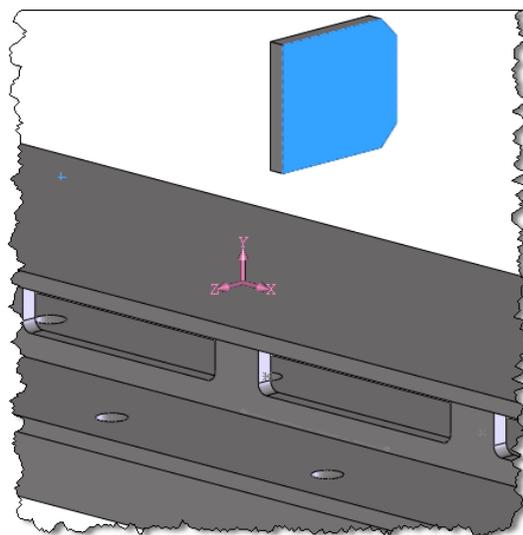


Выбрав один или несколько (удерживая нажатой клавишу **Ctrl**) компонентов в **Графической области**, в панели **Переместить** можно выбрать один из способов выполнения данной процедуры:

- *Свободное перемещение* - Выберите компонент и перетащите его в любом направлении.
- *Вдоль сборки XYZ* - Выберите компонент и перетащите его в направлении **X**, **Y** или **Z** сборки. При этом в **Графической области** появится система координат для помощи в ориентировании (рис.11.67). Чтобы выбрать ось, вдоль которой необходимо выполнить перетаскивание, щелкните мышью рядом с появившейся осью до начала процедуры перетаскивания.

Рис. 11.66 Менеджер свойств команды **Переместить компонент**

Рис. 11.67 Перемещение компонента *Вдоль сборки XYZ*



- *Вдоль объекта* - Выберите объект, затем выберите компонент, который необходимо перетащить вдоль данного объекта. Если объектом является линия, кромка или ось, этот передвигаемый компонент имеет одну степень свободы. Если объектом является плоскость или плоская грань, перемещаемый компонент имеет две степени свободы.
- *Дельта XYZ* - Введите значение **X**, **Y** или **Z** в *Менеджере свойств* и нажмите кнопку **Применить**. Компонент переместится на указанную величину.

- *Расположение XYZ* - Выберите точку компонента, введите значение координаты **X**, **Y** или **Z** в *Менеджере свойств* и нажмите кнопку *Применить*. Точка компонента переместится в указанную координату. Если вместо точки или вершины выбрать другую координату, *Исходная точка* компонента будет помещена в указанную координату

В окне панели **Дополнительные параметры** (см.рис.11.66) можно установить параметр *Эта конфигурация*, чтобы применить перемещение компонентов только для активной его конфигурации.

Можно выбирать и перемещать один компонент за другим или даже группу компонентов до тех пор, пока инструмент **Переместить компонент**  является активным.

По окончании операции перемещения компонента(ов) нужно в *Менеджере свойств* **Переместить компонент** выбрать **ОК**  или нажать клавишу **Esc** на клавиатуре.



**Примечания:** При перемещении компонента можно добавлять Авто-сопряжения.

Компонент, положение которого зафиксировано или полностью определено, перемещать нельзя.

Можно перемещать компонент только в пределах степеней свободы, которые допускаются его взаимосвязями сопряжения.

## 11.12 Вращение отдельных компонентов

Компоненты, установленные в главную сборку, очень часто приходится поворачивать, чтобы установить их в примерно такое положение, которое будет соответствовать их ориентации в сборке. Примерная ориентация объекта позволяет проще и быстрее установить новый компонент в главной сборке изделия.

Рассмотрев в предыдущем разделе вопросы перемещения компонентов сборки в пространстве **Рабочего стола**, изучение команды, позволяющей эти же компоненты еще и вращать вокруг собственной оси, не вызовет излишних трудностей.

Подобно инструменту **Переместить компонент** , вращение компонента относительно главной сборки можно сделать одним из двух способов:

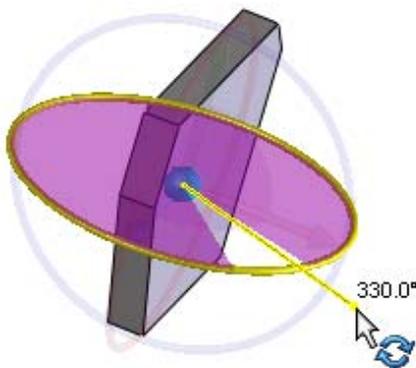
- 1) Вращать компоненты с Системой координат;
- 2) Вращать компонент с помощью *Менеджера свойств (Property Manager)*.

## Вращение компонента с Системой координат

Вращение компонента с Системой координат осуществляется посредством *Кольца триады* (см.рис.11.63), которая, как нам уже известно, вызывается из **Контекстного меню**, щелчком правой клавиши мыши на выбранном компоненте, командой

 **Переместить с системой координат** (см.рис.11.62).

Чтобы повернуть выбранный компонент на произвольный угол вокруг какой-либо оси (рукоятки триады) достаточно выбрать соответствующее плоскости поворота *Кольцо* (выбранное *Кольцо триады*, активизируясь, перекрашивается в желтый цвет) и повернуть его на требуемый угол (рис.11.68).



На практике, чаще всего приходится поворачивать вставляемые в главную сборку компоненты на углы  $90^\circ$  и  $180^\circ$ , потому в *Solid Works* пошли на дополнительные усовершенствования команды при вращении компонента с Системой координат:

Рис. 11.68 Поворот компонента вокруг оси с Системой координат

- ✓ Чтобы выполнить привязку к квадрантам *Кольца триады*, нажмите правой кнопкой мыши выбранное *Кольцо* и активизируйте параметр *Привязать при перетаскивании* (рис.11.69). Теперь, инкремент привязки при повороте компонента с Системой координат будет составлять  $90^\circ$ . Инкремент будет увеличиваться по мере перемещения указателя по траектории *Кольца*.



### Примечание:

При повороте компонента с использованием параметра *Привязки при перетаскивании* стрелка курсора должна находиться строго на самом *Кольце* (рис.11.70). В противном случае назначенный параметром инкремент становится деактивированным и компонент можно поворачивать на произвольный угол.

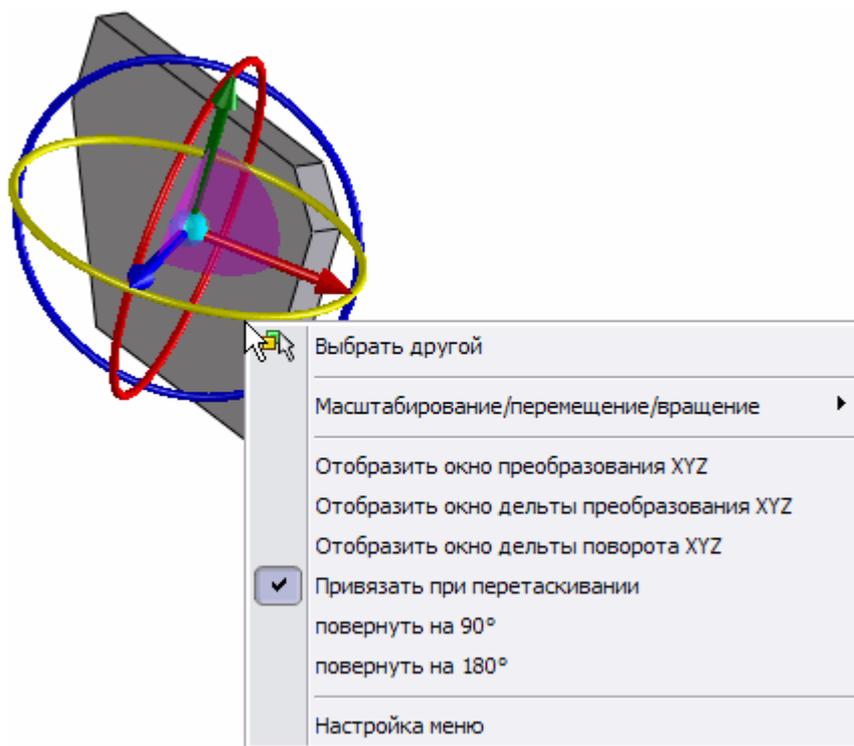


Рис. 11.69 Назначение параметров привязки при поворотах компонента сборки.

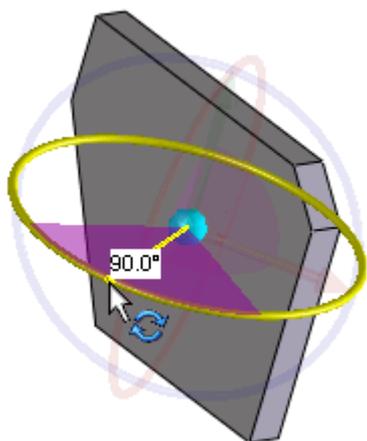


Рис. 11.70 Поворот компонента вокруг оси с Системой координат с активным параметром Привязать при перетаскивании

✓ Чтобы повернуть компонент на фиксированные значения инкрементов (см.рис.11.69), нажмите правой кнопкой мыши выбранное *Кольцо* и назначьте параметр *Поворот на 90°* или *Поворот на 180°*. При этом, выбранный компонент автоматически поворачивается по часовой стрелки на выбранное значение параметра угла поворота.

✓ Чтобы ввести инкременты углов поворота компонента, нажмите правой кнопкой мыши на выбранное *Кольцо* и назначьте параметр *Отобразить окно дельты поворота XYZ* (см.рис.11.69).

Чтобы выключить Систему координат достаточно щелкнуть левой клавишей мыши в любой свободной точке **Графической области**.



**Примечания:** Чтобы переместить или выровнять триаду:

Перетащите **Центральную сферу**, чтобы переместить **Триаду**.

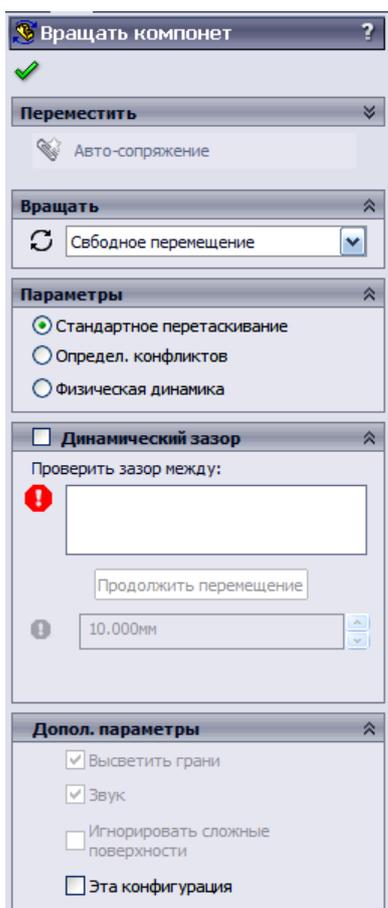
Держа нажатой клавишу **Alt**, перетащите **Центральную сферу** и поместите её на кромке или грани, чтобы выровнять **Триаду** по кромке или грани.

Нажмите правой кнопкой мыши на **Центральной сфере** и выберите параметры:

- ✓ Выровнять по;
- ✓ Выровнять по исходной точке компонента
- ✓ Выровнять по исходной точке сборки.

### Вращение компонента с помощью Менеджера свойств

Данный способ вращения выполняется при помощи специальной команды – **Вращать компонент** , которую можно выбрать из панели **Сборка** или же из **Главного меню**: **Инструменты** → **Компонент** →  **Вращать**.



Появится **Менеджер свойств** **Вращать компонент** (рис.11.71), при этом указатель (курсор) изменится с  на .

Выбрав один или несколько (удерживая нажатой клавишу **Ctrl**) компонентов в **Графической области**, в панели **Вращать** можно выбрать один из способов выполнения данной процедуры:

- **Свободное перемещение** - Выберите компонент и, удерживая его левой клавишей, вращайте компонент в любом направлении.
- **Вокруг объекта** - Выберите линию, кромку или ось, затем проверните компонент вокруг выбранного объекта.

Рис. 11.71 Менеджер свойств команды **Вращать компонент**

- *Дельта XYZ* - Введите значение **X**, **Y** или **Z** в *Менеджере свойств* и нажмите кнопку *Применить*. Компонент повернется вокруг осей сборки на угол указанной величины.

Можно выбирать и вращать поочередно один компонент за другим или даже группу компонентов до тех пор, пока инструмент **Вращать компонент**  является активным.

По окончании операции вращения компонента(ов) нужно в *Менеджере свойств* **Вращать компонент** выбрать **ОК**  или нажать клавишу **Esc** на клавиатуре.



**Примечания:** Компонент, положение которого зафиксировано или полностью определено, вращать нельзя.

Можно вращать компонент только в пределах степеней свободы, которые допускаются его взаимосвязями сопряжения.

### 11.13 Анализ конфликтов между компонентами

Какой бы ни была создаваемая сборка будущего узла – со сложными кинематическими связями или простой рычажный механизм – в любом случае конструктор хочет быть уверен в том, что узел и составляющие его детали спроектированы правильно и все механизмы машины будут работать так, как этого хочет сам проектировщик.

Для этого в *Solid Works* имеются инструменты, позволяющие выполнить анализ конструкции механизма, с учетом особенностей конструктивного исполнения его взаимодействующих элементов конструкции.

#### Определение конфликтов

Между отдельными компонентами (или с выбранной группой компонентов), равно как и всеми деталями, входящими в состав сборки, подвергаемой анализу, можно определить конфликты при их *перемещении* или *вращении*. Можно найти конфликты или для выбранного компонента, или для всех компонентов, которые перемещаются в результате сопряжений с выбранными компонентами.

Определение конфликтов осуществляется в уже знакомых нам по предыдущим разделам инструментах: **Переместить компонент**  и **Вращать компонент** .

Чтобы обнаружить конфликты при перемещении или вращении компонентов:

1. Нажмите **Переместить компонент**  или **Вращать компонент** , расположенных на панели инструментов **Сборка**.
2. В *Менеджере свойств (Property Manager)* в панели **Параметры** выберите раздел **Определение конфликтов** (рис.11.72). Панель **Параметры** изменит свой вид, заметно расширив набор определений для выполнения данной операции.

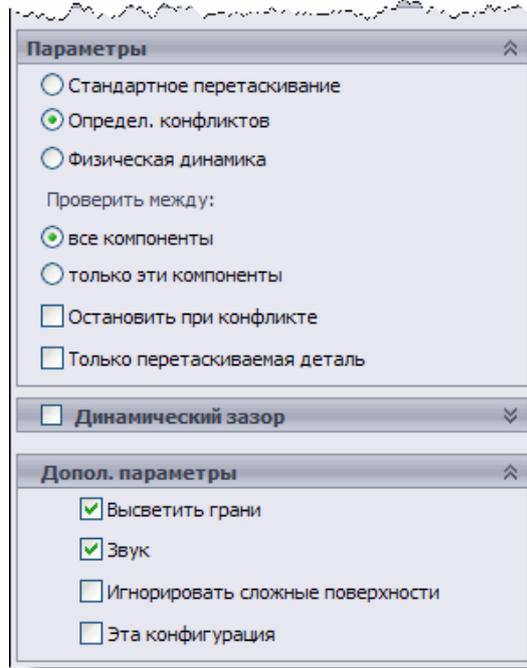


Рис. 11.72 Фрагмент Менеджера свойств при выборе параметра *Определение конфликтов*

3. В появившемся наборе параметров настройки **Проверить между** выберите, в зависимости от рассматриваемого случая, один из режимов проверки:
  - **Все компоненты** – Проверке будут подвержены абсолютно все компоненты сборки, причем, если перемещаемый компонент касается любого другого компонента в сборке, это считается конфликтом.
  - **Только эти компоненты** – Проверке подвергаются только те компоненты, которые указываются конструктором в открывающемся с выбором этого параметра окне *Компоненты для проверки конфликта* (рис.11.73).

Выберите компоненты для окна *Компоненты для проверки конфликта*, затем нажмите кнопку **Продолжить перемещение**, расположенную сразу

под окном выбранных для анализа конфликтов компонентов. Если перемещаемый компонент касается другого компонента, это считается конфликтом. Конфликты с элементами, не указанными в окне, игнорируются.

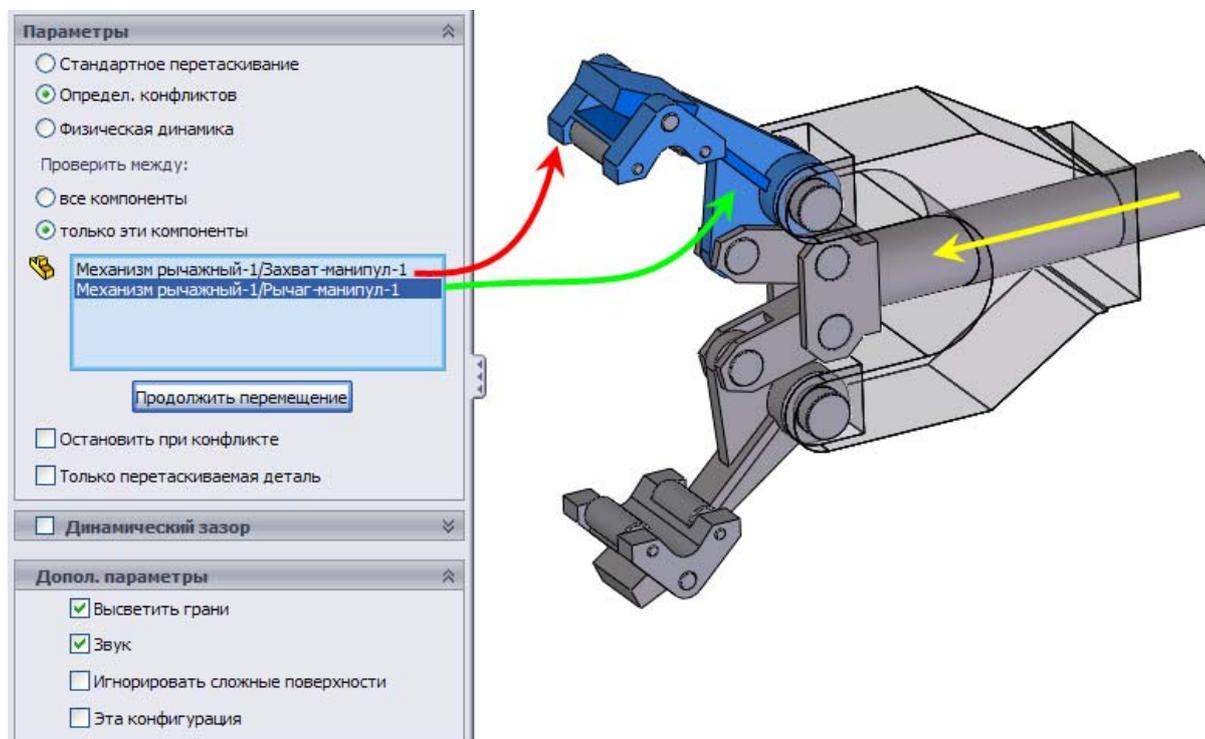


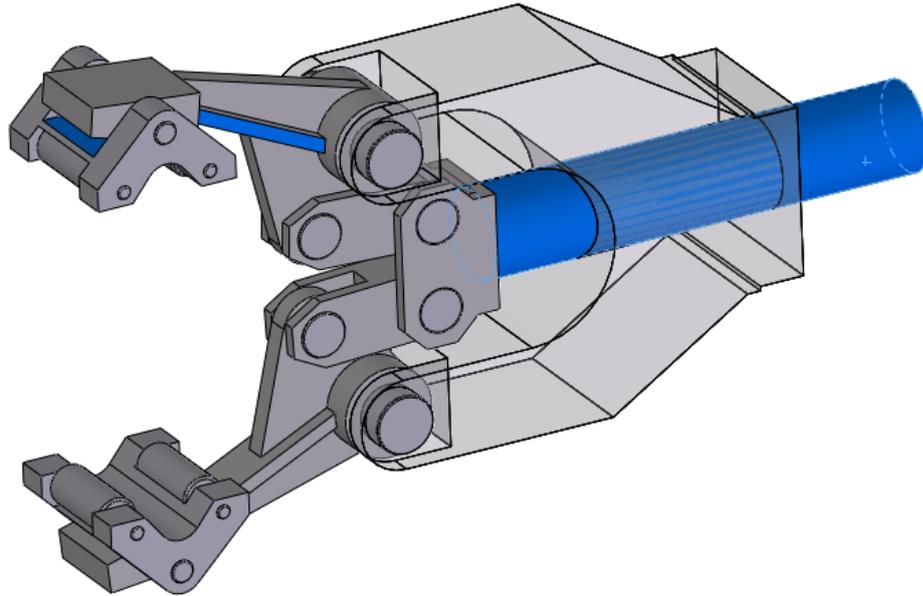
Рис. 11.73 Выбор компонентов, между которыми проводится анализ конфликта при работе механизма.

При перемещении подвижных частей механизма, приводящих в движение остальные его элементы, выделенные для анализа компоненты, при обнаружении конфликта – совпадении поверхностей – будут подкрашиваться синим цветом, однако движение остановлено не будет, и компоненты смогут пересечься своими телами, т.е. интерференция поверхностей (см. Раздел 11.18) будет проигнорирована.

4. Для того, чтобы вовремя обнаружить конфликтную ситуацию, т.е. при первом же контакте подвергаемых анализу компонентов предупредить о её возникновении (рис.11.74), необходимо выбрать параметр *Остановить при конфликте*.
5. Чтобы проверить наличие конфликта только с компонентами, выбранными для перемещения (в нашем примере – перемещаемый горизонтально *Стержень*

манипулятора) необходимо выбрать дополнительный параметр *Только перетаскиваемая деталь*.

Если данный параметр не будет выбран, то проверяются выбранные перемещаемые компоненты и все другие компоненты, которые перемещаются вследствие наличия сопряжений с выбранными компонентами.



*Рис. 11.74 Проверка механизма Клещей на наличие конфликта между проверяемыми компонентами. Механизм остановился, как только Рычаг и Захват (см.рис.11.73) коснулись друг друга.*

6. В панели *Дополнительные параметры* можно установить один или несколько сервисных параметров при проверке:

- *Высветить грани* - Высвечиваются грани, которые касаются перемещаемого компонента.
- *Звук* - Компьютер издает звук при обнаружении конфликта.
- *Игнорировать сложные поверхности* - Конфликты обнаруживаются только на следующих типах поверхностей:
  - плоская,
  - цилиндрическая,
  - коническая,
  - сферическая,
  - тороидальная.



**Примечание:** Параметр *Эта конфигурация* не используется для *Определения конфликтов*, *Физической динамики* и *Динамического зазора* (см.далее). Он применяется только для функций Переместить компонент или Вращать компонент.

Выполнив настройки параметров анализа конфликтов между компонентами сборки можно приступать к непосредственному их определению. Для того, чтобы обнаружить конфликты, необходимо **Переместить** или **Повернуть** компоненты.

По окончании проверки конфликтов между компонентами сборки нужно в *Менеджере свойств* того инструмента, в котором этот анализ осуществлялся, выбрать **ОК**  или нажать клавишу **Esc** на клавиатуре.

### Определение величины динамического зазора

При перемещении или вращении компонентов имеется возможность контролировать величину зазора между двумя компонентами сборки. Это необходимо, например, в случае предварительной расстановки объектов сборки на фундаменте, или для контроля положения отдельных частей подвижного механизма относительно друг друга. При перемещении или вращении компонента появляется размер, указывающий минимальное расстояние между выбранными компонентами.

Дополнительно можно предотвратить перемещение или вращение двух компонентов относительно друг друга в пределах указанного диапазона.

Контроль за изменением зазора осуществляется активизацией панели **Динамический зазор** в *Менеджере свойств* (рис.11.75) **Переместить** или **Вращать компонент**. Выбрав в открытом окне *Проверить зазор между* компоненты, за которыми требуется осуществлять контроль зазора и нажав клавишу *Продолжить перемещение* в **Графической области** можно наблюдать за изменением зазора в реальном времени, перемещая или вращая компоненты имеющие кинематические связи с выбранными (в рассматриваемом примере наиболее подходящим элементом привода *Клещей* принят *Стержень манипулятора* (рис.11.75), совершающий поступательные перемещения в процессе работы механизма).

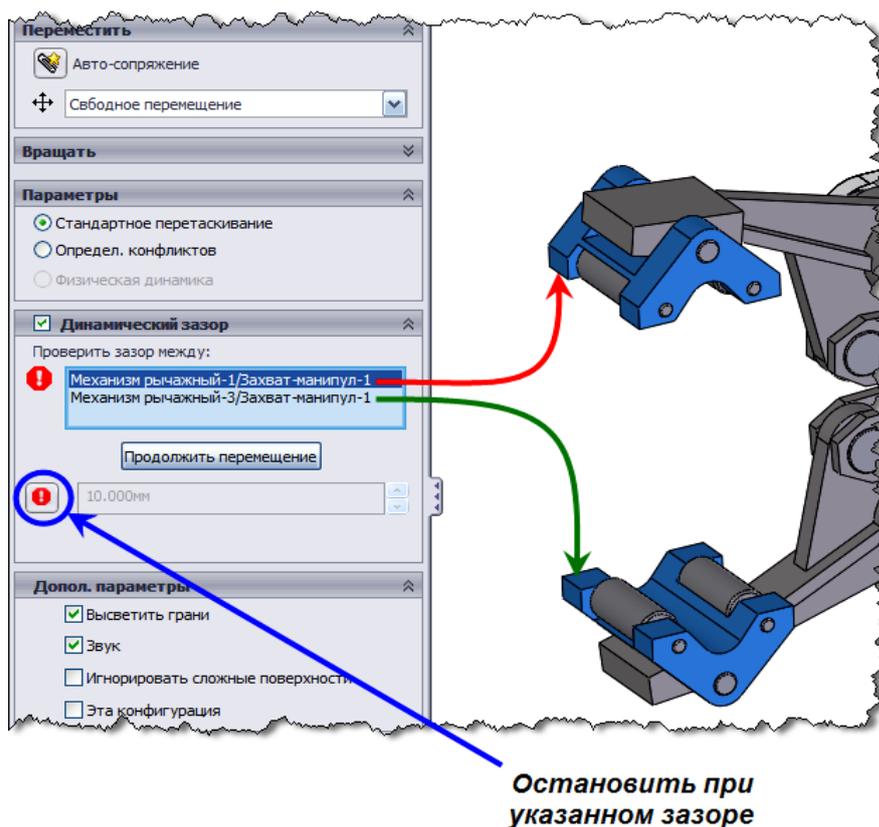


Рис. 11.75 Настройка параметров проверки Динамического зазора между выбранными компонентами сборки.

Перемещая рабочий орган механизма нетрудно убедиться, что *Solid Works* будет фиксировать все промежуточные значения зазора от 0 (нуля) мм до максимально возможного (рис.11.76, а), определяемого конструктивными параметрами данного устройства. Однако, нередко требуется определить предельное значение хода рабочего органа, чтобы выдержать требуемый зазор между исполнительными частями данного механизма.

Для того, чтобы решить поставленную задачу, необходимо нажатием на кнопку *Остановить при указанном зазоре* (см.рис.11.75) активизировать соответствующее поле и ввести в него значение, запрещающее *Solid Works* перемещение выбранных компонентов, находящихся на указанном расстоянии.

Перемещая один из выбранных компонентов в **Графической области** *Solid Works*, дойдя до установленного значения <sup>4</sup>, ограничивающего дальнейшее сближение *Захватов*, остановит рабочий орган в указанном положении (рис.11.76, б).

<sup>3</sup> В рассматриваемом примере, как уже было оговорено, это *Стержень манипулятора*

<sup>4</sup> При решении задачи было установлено предельное значение **200 мм**

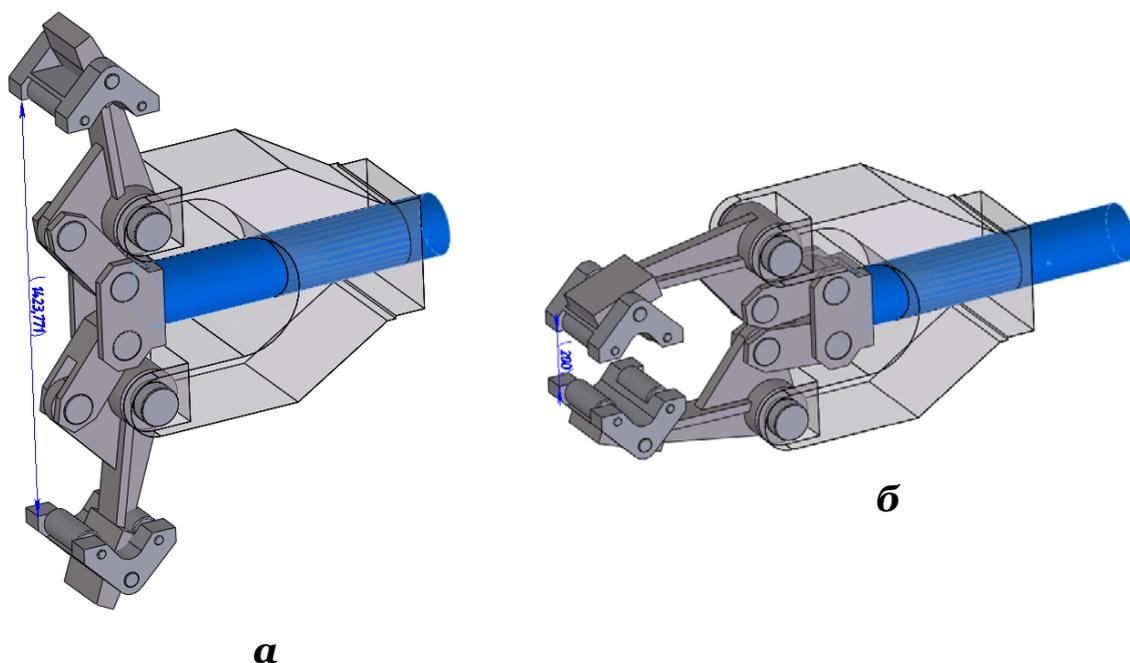


Рис. 11.76 Контроль динамического зазора между компонентами

Обратите внимание, что размер появляется и в **Графической области** (рис.11.76) и в **Менеджере свойств** (рис.11.77). Он является минимальным расстоянием между выбранными компонентами и динамически обновляется по мере перемещения компонента.

Кроме того, в **Менеджере свойств** отображается значение в скобках. Это значение представляет собой минимальное расстояние во время операции перемещения.

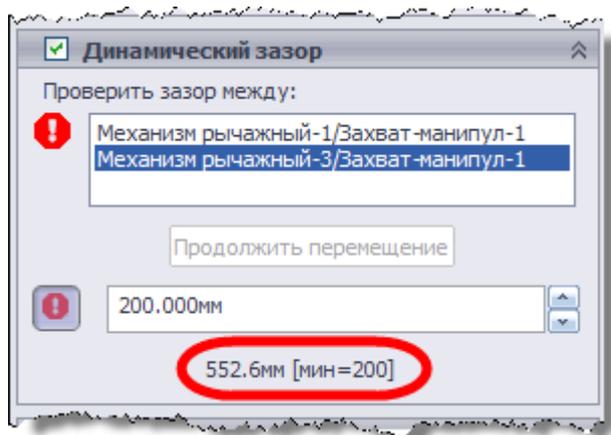


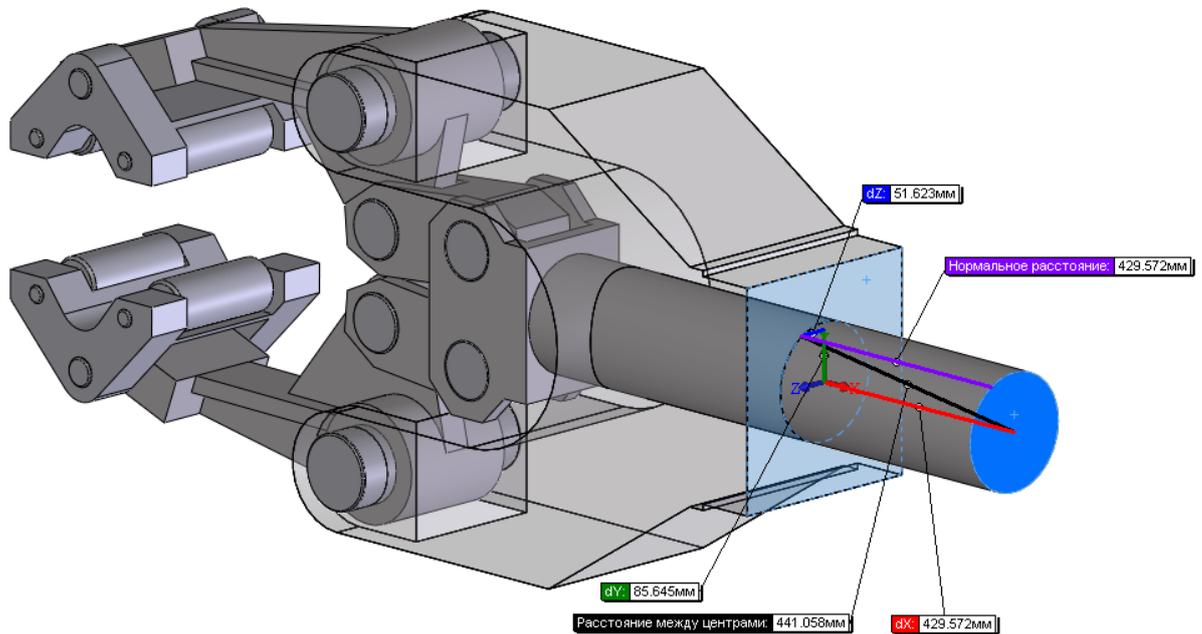
Рис. 11.77 Контроль параметров Динамического зазора

Воспользовавшись инструментом **Измерить** , панели инструментов **Анализировать**, можно зафиксировать одно из крайних положений рабочего органа (рис.11.78, **а**). Допустим, зазор 200 мм будет являться начальным положением губок **Захвата**.

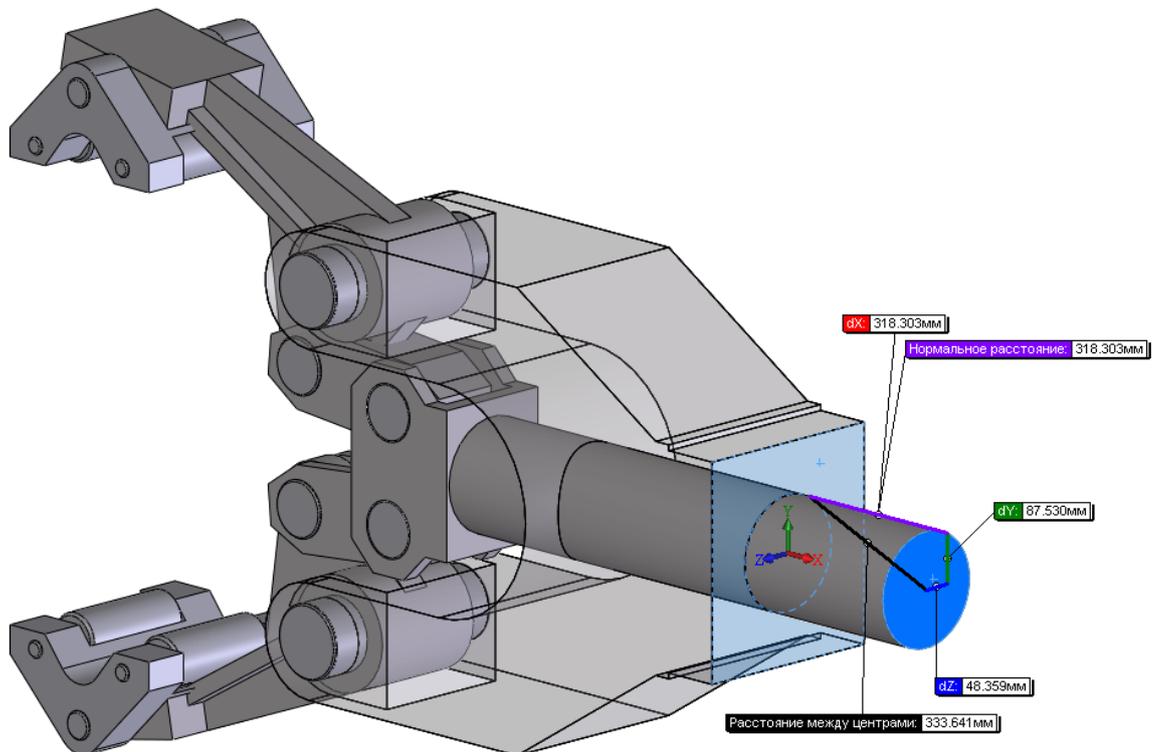
Повторив такие же действия с новым значением зазора, например 800 мм (рис.11.78, **б**), нам не составит труда определить

требуемый ход рабочего органа проектируемого механизма *Клеци*, который, как следует из замеров рис.11.78, составит:

$$H_{з.ц.} = P_{Z=200} - P_{Z=800} = 429 - 318 = 111 \text{ мм}$$



**a**



**б**

Рис. 11.78 Определение хода рабочего органа механизма, исходя из крайних значений зазора между исполнительными компонентами

В панели *Дополнительные параметры* можно также установить один или несколько сервисных параметров, которые будут полезны при выполнении замеров *Динамического зазора*:

- *Звук* - Компьютер издаст звуковое предупреждение, когда будет достигнуто расстояние, указанное в поле *Остановить при указанном зазоре*.
- *Игнорировать сложные поверхности* - Зазоры обнаруживаются только на следующих типах поверхностей:
  - плоская,
  - цилиндрическая,
  - коническая,
  - сферическая,
  - тороидальная.



**Примечание:** Параметр *Эта конфигурация* не используется для *Определения конфликтов*, *Физической динамики* и *Динамического зазора* (см.далее). Он применяется только для функций **Переместить компонент** или **Вращать компонент**.

По окончании измерения *Динамического зазора* между компонентами сборки нужно в *Менеджере свойств* того инструмента, в котором этот анализ осуществлялся, выбрать **ОК**  или нажать клавишу **Esc** на клавиатуре.

### **Физическая динамика в анализе конфликтов**

**Физическая динамика** - это параметр в *Определении конфликтов*, который позволяет увидеть реалистичное движение компонентов сборки.

Если **Физическая динамика** включена, то во время перетаскивания компонент сообщает некоторое усилие всем смежным компонентам. Следствием этого является перемещение или вращение затрагиваемых компонентов в пределах допустимых степеней свободы. В результате взаимодействия перетаскиваемый компонент начинает вращаться в пределах допустимых степеней свободы или скользить по неподвижному компоненту или по компоненту с частично ограниченным набором степеней свободы, позволяя продолжить перетаскивание.

Физическая динамика распространяется на всю сборку. Перетаскиваемый компонент может отталкивать компонент,

который затем приходит в движение и отталкивает другие компоненты и т.д.



**Примечания:** *Физическая динамика* функционирует наилучшим образом (и является наиболее значимой) в сборках с небольшим количеством степеней свободы. Перед запуском *Физической динамики* добавьте все соответствующие сопряжения.

Нельзя использовать одновременно *Физическую динамику* и *Динамический зазор*.

Рассмотрим вопрос исследования сборки с учетом *Физической динамики* взаимодействия её компонентов в процессе работы на примере *Шагающего конвейера* (рис.11.79).

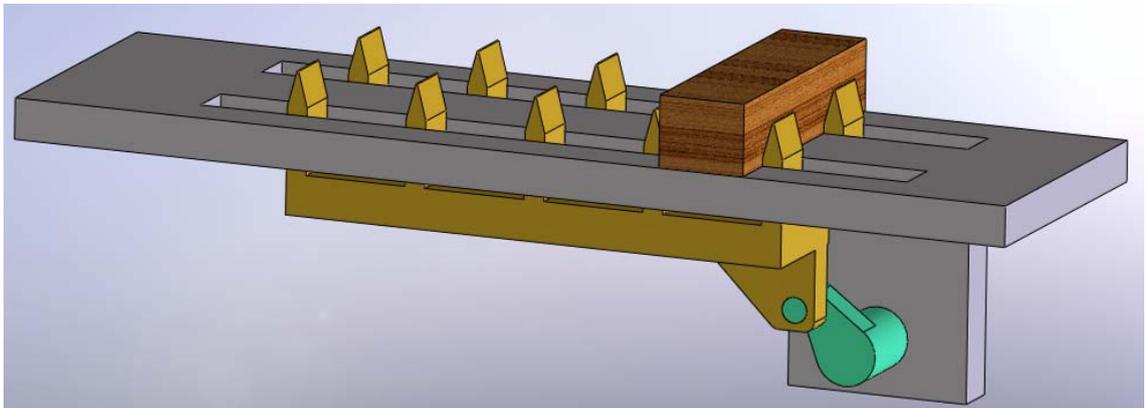
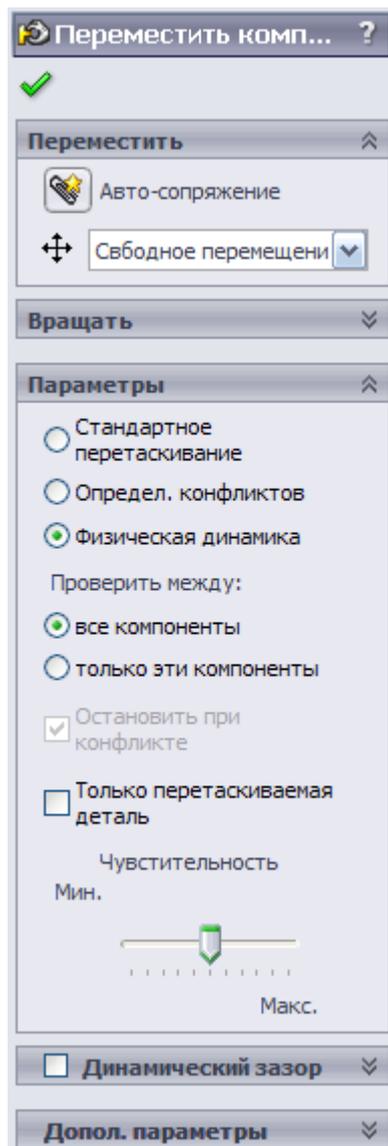


Рис. 11.79 Конвейер шагающий

Равно как и все предыдущие способы определения конфликтов между компонентами сборки, проверка сборки на *Физическую динамику* осуществляется выбором соответствующего параметра в *Менеджере свойств Переместить* или *Вращать компонент*, инструменты которых находятся на панели инструментов *Сборка* (рис.11.80).

Перед началом исследования необходимо произвести настройку инструмента. В частности, переместите бегунок *Чувствительность* для изменения частоты, с которой *Физическая динамика* будет выполнять проверку конфликтов. *Чувствительность* системы осуществляется при помощи бегунка, который можно перемещать при помощи мыши: вправо – для увеличения чувствительности и влево – для уменьшения чувствительности.

При установке максимальной чувствительности *Solid Works* выполняет проверку наличия конфликтов через **0,02 мм** (в



единицах модели). При установке минимальной чувствительности интервал проверки составляет **20 мм**.

 **Примечание:** Пользуйтесь настройками максимальной чувствительности только для очень маленьких компонентов или для компонентов со сложной геометрией в конфликтной области. При использовании максимальной чувствительности во время проверки на конфликты между компонентами большего размера перетаскивание выполняется очень медленно. Пользуйтесь только необходимой установкой чувствительности, чтобы увидеть движение в сборке.

Как уже говорилось ранее, **Физическая динамика** распространяется на всю сборку, однако, если это необходимо, то можно указать компоненты, участвующие в конфликте. Для этого нужно активизировать параметр *только эти компоненты* и в **Графической области** указать компоненты, участвующие в конфликте. Имена выбранных компонентов отобразятся в окне *Компоненты для определения конфликта*, открывающегося при выборе параметра *только эти компоненты* (см.рис.11.80)

Рис. 11.80 Настройка параметров Физической динамики

По окончании выбора конфликтующих компонентов, как и в предыдущих случаях определения конфликтных ситуаций, для продолжения исследования нужно обязательно щёлкнуть по клавише *Продолжить перемещение*, расположенной непосредственно под окном *Компоненты для определения конфликта* (см.рис.11.80).



**Примечание:** При выборе определенных компонентов в **Определении конфликтов** повышается эффективность **Физической динамики**. Выберите только те компоненты, которые непосредственно участвуют в проверяемом движении.

Теперь можно приступить к исследованиям сборки с учетом **Физической динамики**. Перетащите какой-либо подвижный компонент, отвечающий за работу всего механизма, в **Графической области**.

Когда **Физическая динамика** обнаруживает конфликт, она добавляет контактное усилие между конфликтующими деталями и позволяет продолжить перетаскивание. Усилие остается до тех пор, пока две детали соприкасаются. Когда две детали больше не соприкасаются, усилие снимается (рис.11.81).

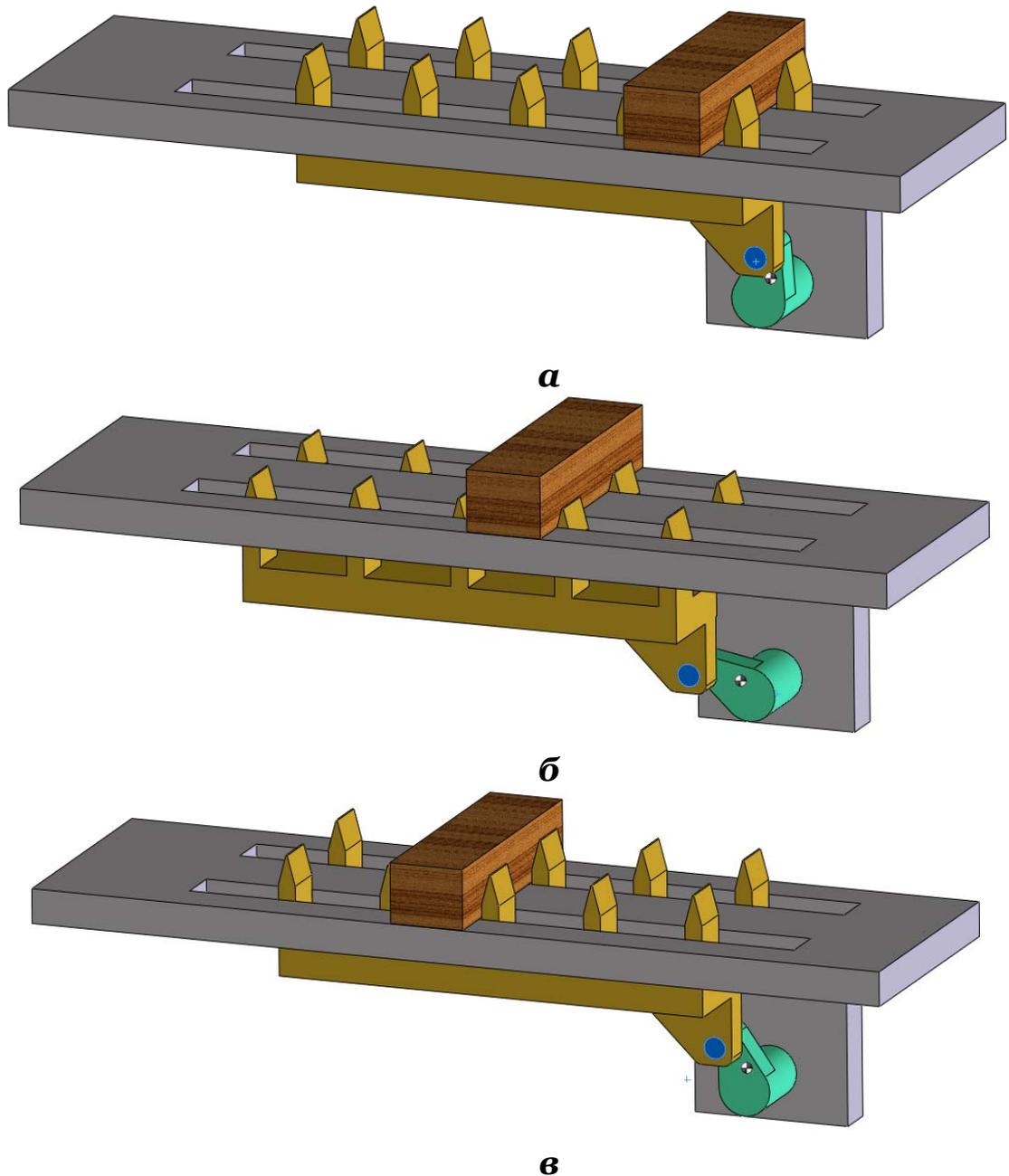


Рис. 11.81 Перемещение груза при моделировании работы механизма с использованием Физической динамики

При нажатии на компонент для его перетаскивания на нем

появляется символ центра масс  в центре масс компонента (см.рис.11.81, **а-в**).

При моделировании процесса работы механизма с применением **Физической динамики** можно использовать любую точку перемещаемого компонента. Так, если нажать на символ центра масс  и начать перетаскивать компонент, то перетаскивание будет производиться за центр масс.

Если же нажать на любую точку компонента за пределами символа центра масс  и начать перетаскивать компонент, то перетаскивание также будет производиться, но уже за выбранную точку тела. При этом, компоненту сообщается крутящий момент, который и заставляет компонент вращаться в пределах допустимых степеней свободы.



**Примечание:** Символ центра масс появляется во время Перемещения, но не во время Вращения. Параметр Свободное перемещение в окне Вращать компонент является по определению вращением вокруг центра масс.

### 11.14 Удаление компонентов и узлов

В процессе работы над проектом нередко возникают ситуации, когда тот или иной компонент, а может быть и узел, становятся «лишними» в данной сборке. Естественно возникает необходимость их удаления из *Дерева конструирования*.

Для того, чтобы удалить компонент или узел из *Дерева конструирования*, необходимо сначала определить точное местонахождение этого компонента в составе всей сборки, т.е. ответить на вопрос: «Является ли удаляемый компонент или узел элементом главной сборки?»

#### Удаление компонента (узла) главного уровня сборки

Если удаляемый компонент (узел) является элементом главной сборки, то его достаточно активизировать щелчком левой клавиши мыши в *Дереве конструирования* (в результате этого действия выделяемый компонент или узел в **Графической области** станут зеленого цвета).

Если *Дерево конструирования* достаточно большое и многоуровневое, что затрудняет поиск удаляемого компонента или узла в нем, то можно выделить удаляемый объект непосредственным выбором его в **Графической области**. Щелчок по любой плоскости выделяемого объекта активизирует – подсветит

зеленым цветом – только её. Однако, при этом в *Дереве конструирования* выбранный компонент (имя) будет выделен "синим маркером" (рис.11.82). Причем, если активизированный компонент входит в состав какой-либо внутренней сборки, то *Solid Works* раскроет всё *Дерево конструирования*, включая уровни встроенных сборок, чтобы показать местоположение выбранного компонента в *Дереве*.

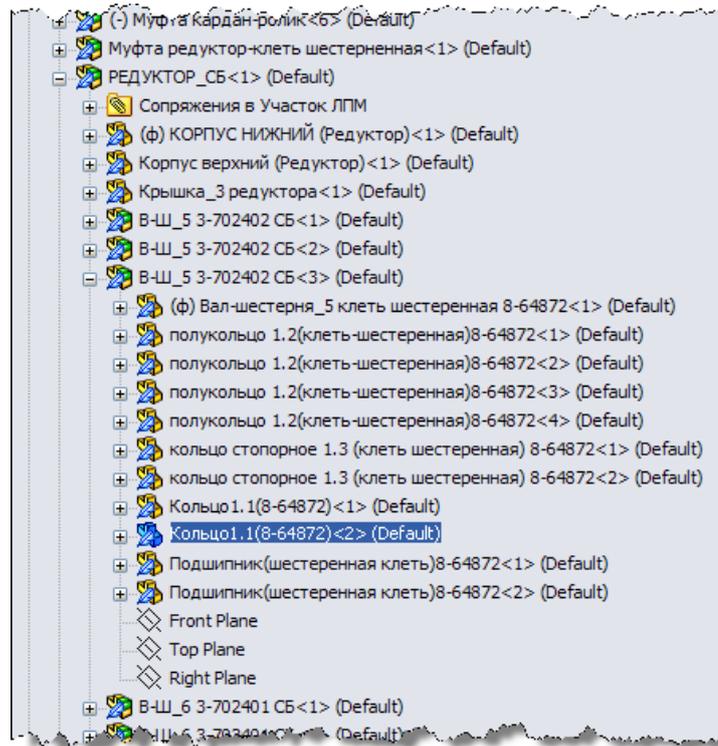


Рис. 11.82 *Дерево конструирования с выделенным для удаления компонентом*

Таким образом, если возникает необходимость удалить весь встроенный узел из состава сборки, то для его поиска в *Дереве конструирования* достаточно указать на один из его компонентов, а затем, по ветвям *Дерева* перейти на уровень данной подсборки для продолжения работы – активизации и удаления.

Сам по себе процесс удаления весьма прост. Для этого можно воспользоваться такими методами:

- 1) Щелчком правой клавиши мыши вызвать **Контекстное меню** (рис.11.83), откуда выбрать команду **✗ Удалить**, либо
- 2) Нажать клавишу **Delete** на клавиатуре.

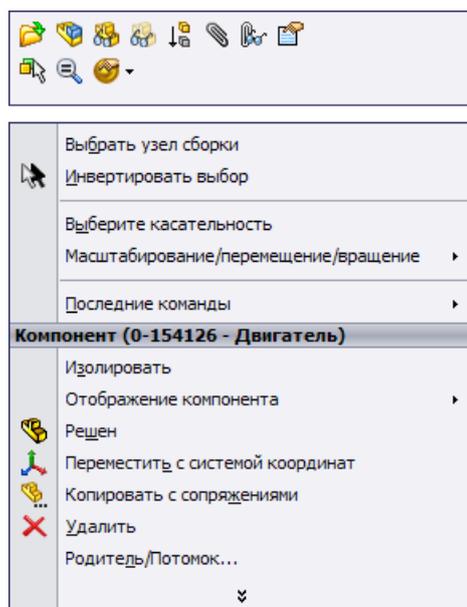


Рис. 11.83 Контекстное меню

В любом случае, прежде чем выполнить операцию по удалению выбранного компонента или узла сборки, *Solid Works* сделает запрос о том, правильно ли он Вас понял? Для этого в **Графической области** появится сообщение (рис.11.84)

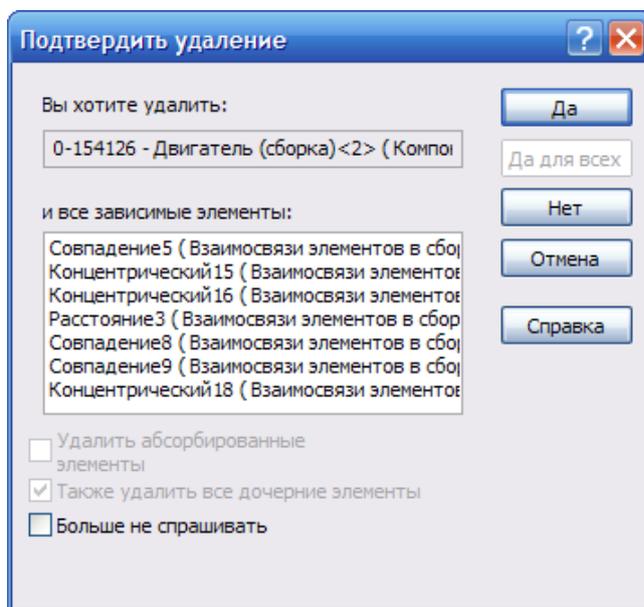


Рис. 11.84 Окно сообщения о подтверждении удаления компонента из Древа конструирования

Если Вы согласны удалить компоненты, указанные в окне *Вы хотите удалить*, то для завершения команды достаточно нажать клавишу **Да**, в противном случае необходимо нажать клавишу **Отмена**. Если для удаления были выбраны несколько компонентов, причем один или несколько из них были внесены в список

случайно, то, указывая поочередно на эти компоненты, можно удалять их из этого списка, нажимая на клавишу **Нет**.

### Удаление компонента (узла) из под сборки

Особенностью удаления компонента или узла, которые входят в состав общей сборки, но расположены на более низком уровне, чем компоненты, находящиеся на главной ветви *Дерева конструирования*, является то, что перед тем, как применить команду **Удалить** необходимо взять на редактирование –  **Редактировать деталь** (см. раздел 11.5) – ту под сборку, в состав которой входит данный компонент или узел. И лишь только после вызывать команду **Удалить**.

В противном случае, будет удален не только выбранный для этого компонент под сборки, а и вся под сборка целиком.

## 11.15 Создание массивов компонентов

С понятием *Массив* мы уже знакомы по предыдущим разделам **Части 1**, когда рассматривали использование этого понятия в *Эскизе* (Глава 3) и *Элементах* (Глава 6) деталей.

Естественно, что и при создании сборок также используется такое понятие как *Массив* для копирования компонентов, входящих в состав изделия, подчиняясь определенному закону распределения.

Понятие *Массив компонентов* включает в понятие "компонент" как отдельные детали проектируемой сборки (например, ребра, кольца и т.п.), так и группы деталей и узлов (например, набор крепежных элементов, собранных в единую группу: *Болт + Шайба + Гайка*).

Рассматривая вопросы создания *Массивов компонентов*, не трудно будет заметить, что во многом этот тип массивов похож на *Массив элементов*, а потому их изучение не вызовет больших проблем.

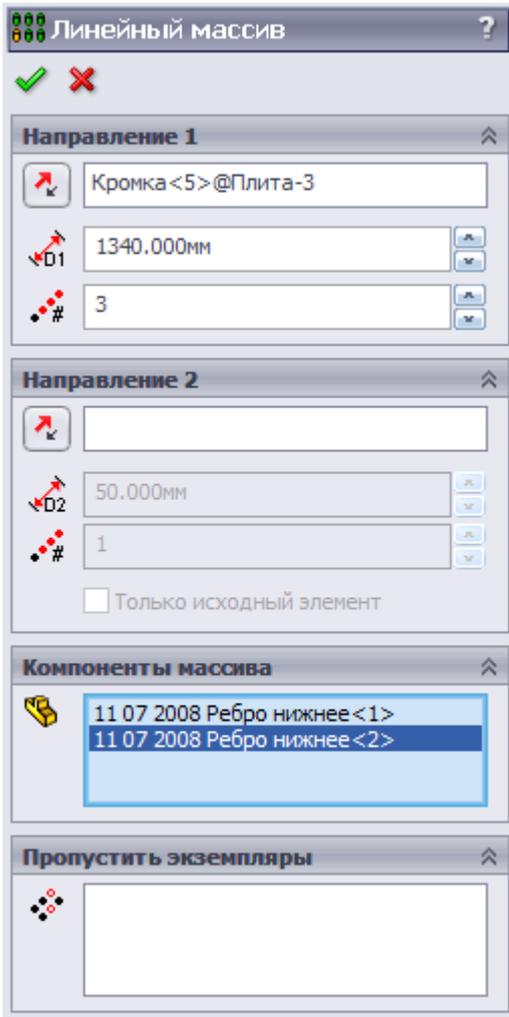
### Массив линейных компонентов

Линейный массив компонентов можно создавать как в одном, так и двух направлениях. В качестве "направлений" для распространения линейного массива используются кромки любых компонентов сборки, располагающихся на любых уровнях, относительно плоскости положения исходных компонентов. Единственным условием выбора кромок является их совпадение с требуемыми направлениями массива.

Для создания линейного массива компонентов необходимо

выполнить следующие действия:

1. Вызвать команду **Линейный массив**  из панели инструментов **Сборка**, либо из **Главного меню**: **Вставка** → **Массив компонента** → **Линейный массив** .
2. В открывшемся **Менеджере свойств Линейный массив** (рис.11.85) в разделе **Направление 1** назначить параметры:



- Укажите **Направление массива**, выбрав для этого линейную кромку компонента, совпадающую с требуемым направлением распространения массива компонентов. Имя кромки, с принадлежностью её к компоненту, отобразится в окне направления, а у основания кромки, вдоль неё будет располагаться стрелка, указывающая направление;
- Нажмите, если необходимо, кнопку **Реверс направления** , при этом стрелка изменит своё направление на противоположное;
- Введите нужное значение в окне параметра **Интервал** . Вводимое значение определяет расстояние между центрами экземпляров;

Рис. 11.85 Менеджер свойств команды **Линейный массив**

- Введите нужное значение в окне параметра **Количество экземпляров** . Вводимое число определяет общее количество экземпляров, включая исходные компоненты

В том случае, если массив компонентов расположен в несколько рядов (рис.11.86), т.е. имеет второе направление своего распространения, то описанные для **Направления 1** действия нужно повторить и для **Направления 2**.

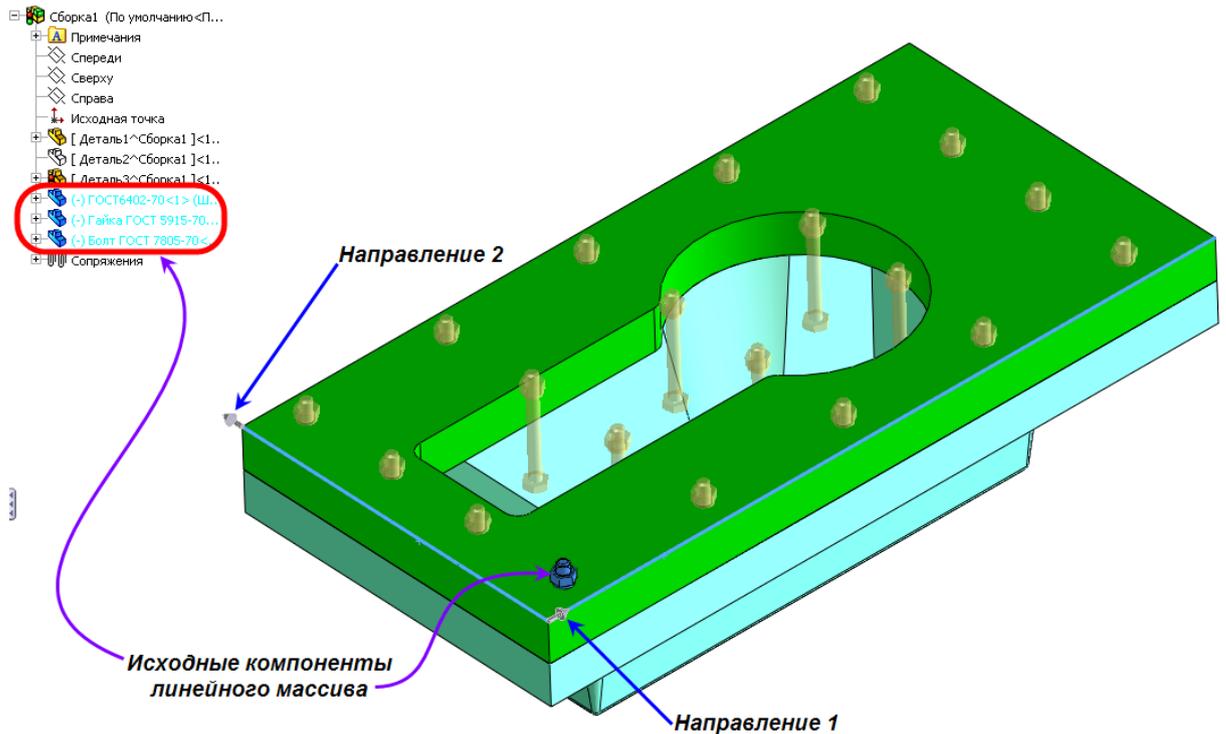


Рис. 11.86 Линейный, двунаправленный массив компонентов



**Примечание:** Выберите параметр *Только исходный элемент*, чтобы создать массив из исходного компонента только во втором направлении. Если параметр не выбран, *Solid Works* создаст массив из всех экземпляров, созданных для параметра *Направление 1* и исходного компонента во втором направлении.

3. Активизируйте окно *Компоненты массива* в одноименной панели *Менеджера свойств* и выберите исходные компоненты.



**Примечание:** Для удобства, рекомендую начинать работу с командой *Линейный массив компонентов* с пункта 3. В этом случае, в *Графической области* будет представление создаваемого Вами массива в режиме предварительного просмотра, что уменьшит количество ошибок, связанных с назначением параметров по направлениям.

4. Для того, чтобы пропустить не нужные для копирования экземпляры, активизируйте окно (см.рис.11.85) *Пропустить экземпляры*  в одноименной панели *Менеджера свойств* и выберите предварительный вид экземпляра в *Графической области*.

При этом:

- На предварительном виде каждого копируемого массивом компонента появится маячок пурпурного цвета (рис.11.87);
- При наведении на маячок указателем (курсором) тот будет изменяться с  на . Под курсором отображается информация о пропускаемом экземпляре в формате:

(Номер строки, Номер столбца) ⇔ (Направление 2, Направление 1)

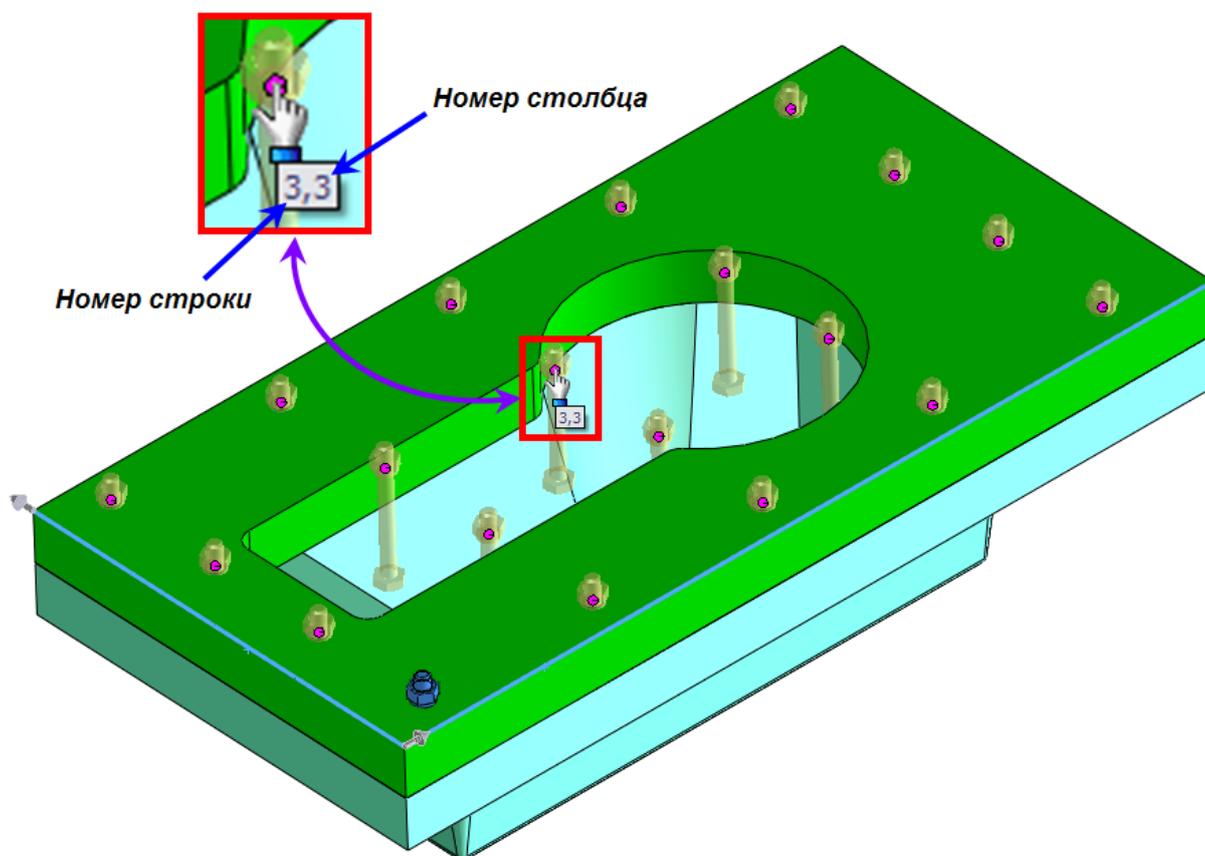
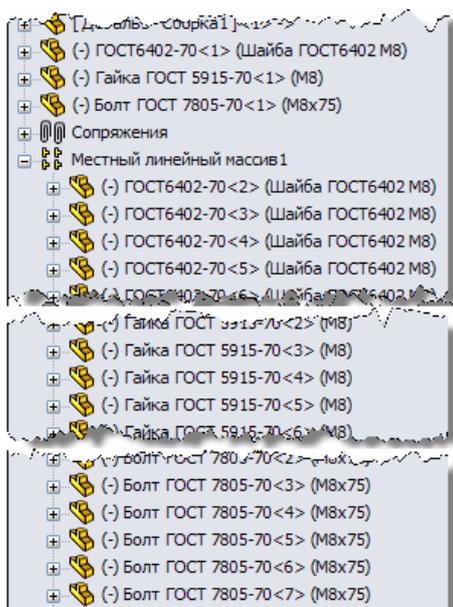


Рис. 11.87 Выбор компонентов для удаления их из списка экземпляров линейного массива



**Примечание:** Чтобы восстановить пропущенные экземпляры, нужно, зайдя в режим *Редактирования определения массива*, в разделе *Пропустить экземпляры* или непосредственно из *Графической области*, выбрать восстанавливаемый экземпляр и нажать *Удалить*.

5. Нажав клавишу **OK**, предварительный вид копируемых

массивом компонентов преобразуется в твердотельное их представление, а в *Дереве конструирования*, после списка сопряжений компонентов, появится новая папка – *Местный линейный массив*, содержащая все скопированные массивом компоненты (рис.11.88).

По умолчанию все экземпляры массива имеют такую же конфигурацию, что и исходные компоненты. Чтобы изменить конфигурацию (см.раздел 11.19), измените свойства компонента экземпляра.

Рис. 11.88 Фрагмент Деревя конструирования с элементами линейного массива

### Массив круговых компонентов

Компоненты сборки можно располагать в виде кругового массива, аналогично тому, как располагали круговым массивом элементы в модели детали.

Для создания кругового массива компонентов необходимо выполнить следующие действия:

1. Вызвать команду **Круговой массив**  из панели инструментов **Сборка**, либо из **Главного меню**: **Вставка** → **Массив компонента** → **Круговой массив** .
2. В открывшемся *Менеджере свойств* (рис.11.89), на панели **Параметры** осуществляется настройка основных параметров кругового массива, отвечающих за характер и направление распространения копируемых им компонентов.
3. Для параметра **Массив оси** допускается один из следующих элементов, вокруг которого возможно выполнение поворота массива:
  - Круговая кромка или линия эскиза
  - Линейная кромка или линия эскиза.
  - Цилиндрическая грань или поверхность
  - Повернутая грань или поверхность

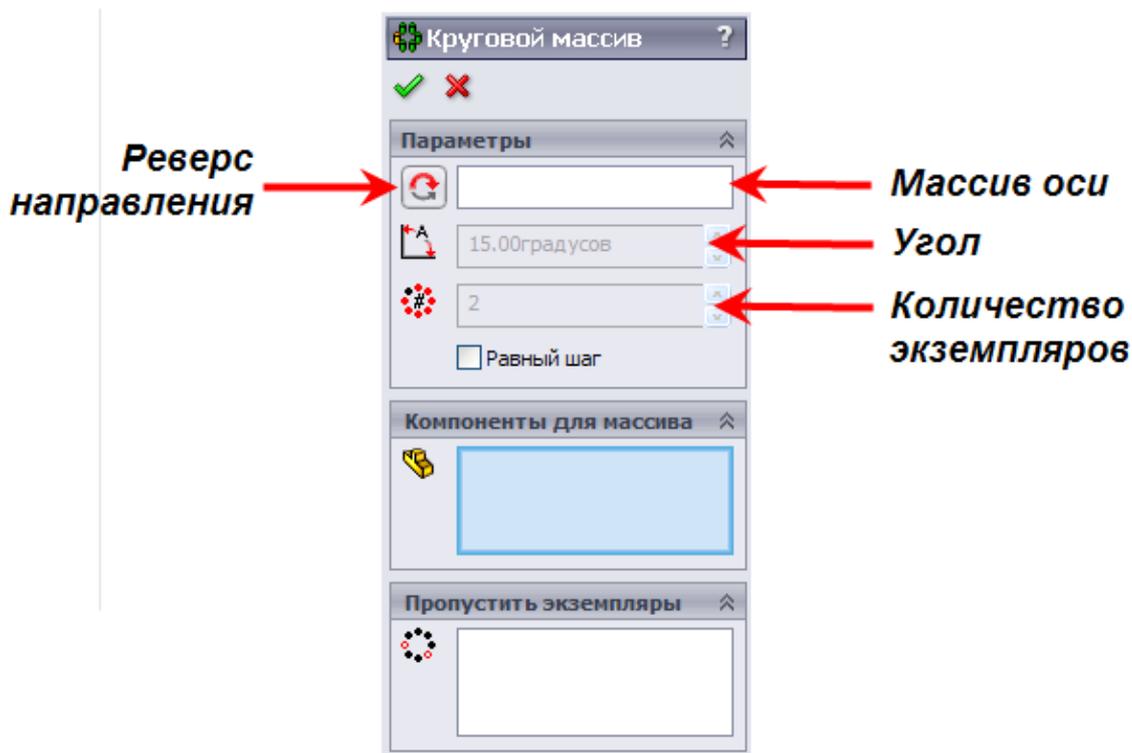


Рис. 11.89 Менеджер свойств команды Круговой массив компонентов

4. Если компоненты сборки, располагаемые по круговому массиву, распределяются равномерно на полный оборот ( $360^\circ$ ) окружности массива, то совершенно неважно в каком направлении (по часовой стрелке или против часовой стрелки) выполняется их копирование. Однако, если оборот распределения массива не полон, или компоненты массива распределены с заданным шагом, то в этом случае направление распределения массива играет важную роль, а потому его можно изменять, нажав кнопку *Реверс направления*  (рис.11.89).

5. Введите нужное значение для параметра *Угол* . Этот параметр определяет величину угла между центрами экземпляров.



**Примечание:** Для того, чтобы копируемые экземпляры компонентов массива равномерно распределялись на введенном значении угла распределения массива, нужно установить флажок на параметре *Равный шаг* (рис.11.89), при этом значение параметра *Угол* устанавливается равным  $360^\circ$  автоматически, но его можно изменить на требуемую величину.

6. Введите нужное значение для параметра *Количество экземпляров* . Это значение определяет общее количество экземпляров копируемых компонентов, включая исходные компоненты.
7. Назначьте компоненты сборки, подлежащие копированию при помощи кругового массива. Для этого активизируйте окно панели **Компоненты для массива** , а затем выберите исходные компоненты непосредственно из **Графической области** или из *Дерева конструирования* изделия, аналогично тому, как Вы это делали в *Линейном массиве*.
6. Для того, чтобы пропустить не нужные для копирования экземпляры, активизируйте окно (см.рис.11.89) *Пропустить экземпляры*  в одноименной панели *Менеджера свойств* и выберите предварительный вид экземпляра в **Графической области**.

При этом:

- На предварительном виде каждого копируемого массивом компонента появится маячок пурпурного цвета;
- При наведении на маячок указателем (курсором) тот будет изменяться с  на . Под курсором отображается информация о пропускаемом экземпляре – номер копируемого компонента по направлению распределения массива.



**Примечание:** Чтобы восстановить пропущенные экземпляры, нужно, зайдя в режим *Редактирования определения массива*, в разделе *Пропустить экземпляры* или непосредственно из *Графической области*, выбрать восстанавливаемый экземпляр и нажать *Удалить*.

7. Нажав клавишу **ОК**, предварительный вид копируемых массивом компонентов преобразуется в твердотельное их представление, а в *Дереве конструирования*, после списка сопряжений компонентов, появится новая папка – *Местный круговой массив*, содержащая все скопированные массивом компоненты.

По умолчанию все экземпляры массива имеют такую же конфигурацию, что и исходные компоненты. Чтобы изменить

конфигурацию (см.раздел 11.19), измените свойства компонента экземпляра.

### Массив компонентов, управляемых элементами

Рассматривая Массив элементов управляемых эскизом (см.Часть 1, Глава 6, Раздел 6.5) мы оговаривали, что этот вид массива очень удобен при создании массива компонентов в сборке. Каким же образом может быть полезен данный вид массива на этапе сборки?

*Solid Works* предусматривает возможность создания массива компонентов на основе уже существующего, ранее созданного массива элементов конструкции детали.

Чтобы использовать существующий массив элементов для создания массива компонентов нужно выполнить следующие действия:

1. Вызвать команду **Массив компонентов, управляемых элементами**  из панели инструментов **Сборка**, либо из **Главного меню: Вставка → Массив компонента → Массив компонентов, управляемых элементами** 
2. В открывшемся *Менеджере свойств* (рис.11.90), в окне панели **Компоненты для массива**  нужно, непосредственным выбором из **Графической области** указать первоначальные компоненты, подлежащие копированию.

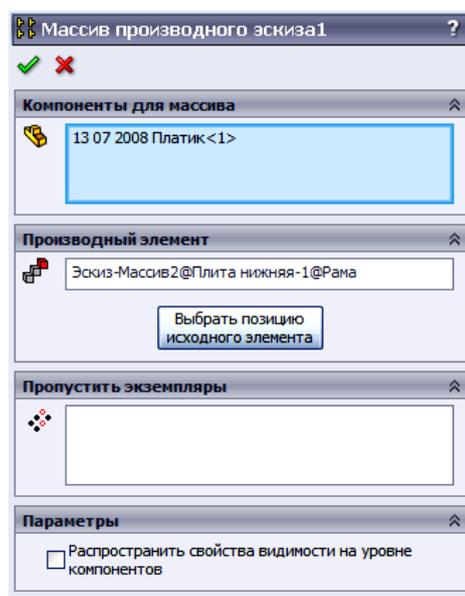


Рис. 11.90 Менеджер свойств Массива компонентов, управляемых элементами массива детали

3. В окне панели **Производный элемент**  (рис.11.90) нужно выбрать (желательно заранее определенный) элемент массива в *Дереве конструирования* базовой детали (рис.11.91), где имеется интересующий нас массив элементов (ранее создаваемый при помощи *Массива элементов, управляемых эскизом*) или грань экземпляра массива в **Графической области**.

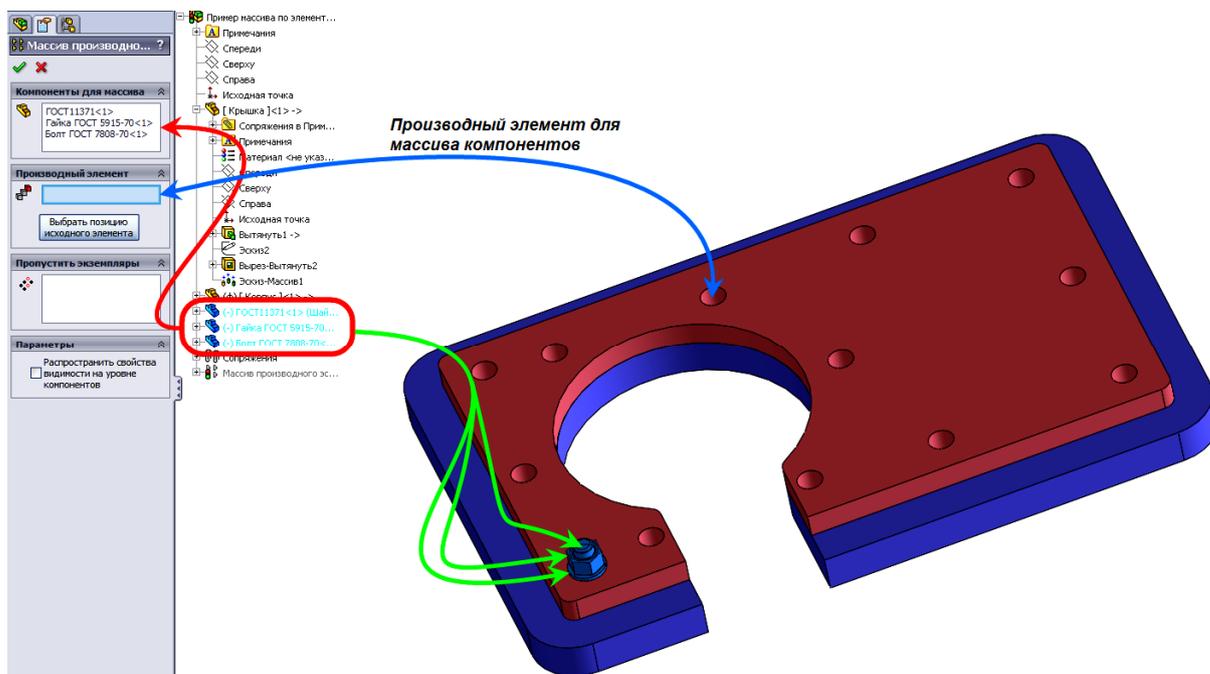


Рис. 11.91 Выбор компонентов и производного элемента для управления массивом



**Примечание:** Чтобы изменить расположение исходного элемента, нажмите кнопку *Выбрать позицию исходного элемента* (см.рис.11.90) и выберите другой экземпляр массива для использования в качестве исходного элемента в **Графической области**.

8. Для того, чтобы пропустить не нужные для копирования экземпляры, активизируйте окно *Пропустить экземпляры*  (см.рис.11.90) в одноименной панели *Менеджера свойств* и выберите предварительный вид экземпляра в **Графической области**.

При этом:

- На предварительном виде каждого копируемого массивом компонента появится маячок пурпурного цвета;

- При наведении на маячок указателем (курсором) тот будет изменяться с  на . Под курсором отображается информация о пропускаемом экземпляре – номер копируемого компонента по направлению распределения массива.



**Примечание:** Чтобы восстановить пропущенные экземпляры, нужно, зайдя в режим *Редактирования определения массива*, в разделе *Пропустить экземпляры* или непосредственно из *Графической области*, выбрать восстанавливаемый экземпляр и нажать *Удалить*.

9. Нажав клавишу **ОК**, предварительный вид копируемых массивом компонентов преобразуется в твердотельное их представление (рис.11.92), а в *Дереве конструирования*, после списка сопряжений компонентов, появится новая папка – *Массив производного эскиза*, содержащая все скопированные массивом компоненты.

По умолчанию все экземпляры массива имеют такую же конфигурацию, что и исходные компоненты. Чтобы изменить конфигурацию (см.раздел 11.19), измените свойства компонента экземпляра.

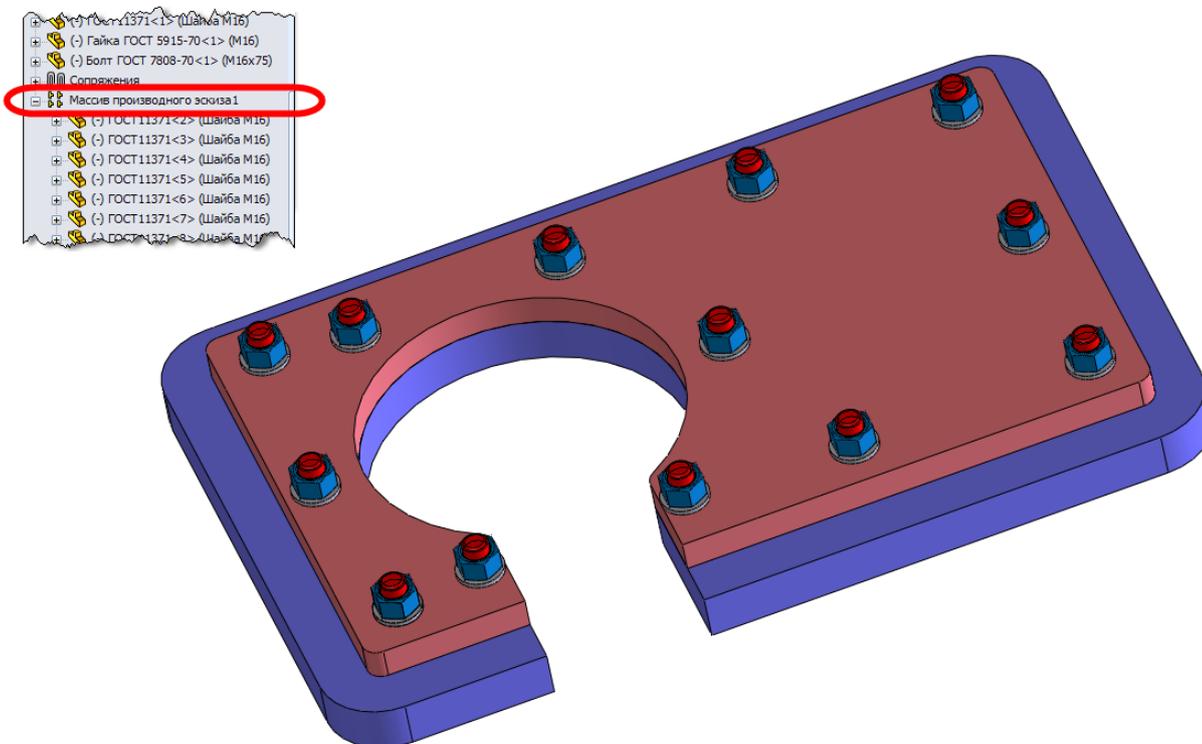


Рис. 11.92 Массив компонентов, управляемых элементом массива в корпусной детали изделия (см.рис.11.88)

Главным преимуществом Массива компонентов, управляемых элементом является то, что теперь, в любой момент времени конструктор может изменить всю конструкцию целиком, так сказать "легким движением руки".

Например, для того, чтобы установить или удалить какой-либо компонент из созданной нами сборки, одновременно с этим откорректировав корпусные компоненты – удалить/добавить отверстия под крепежные изделия – достаточно лишь откорректировать первоначальный эскиз, по которому эти элементы создавались.

В рассматриваемых на рис.11.91 и рис.11.92 примерах, управляемый элементами эскиз был выполнен на детали *Крышка*. Удалив точки эскиза, определяющие положение отверстий в деталях *Крышка* и *Корпус*, а, соответственно, количество и положение компонентов массива – их крепежных элементов в базовом массиве мы сможем изменить общий вид изделия (рис.11.93).

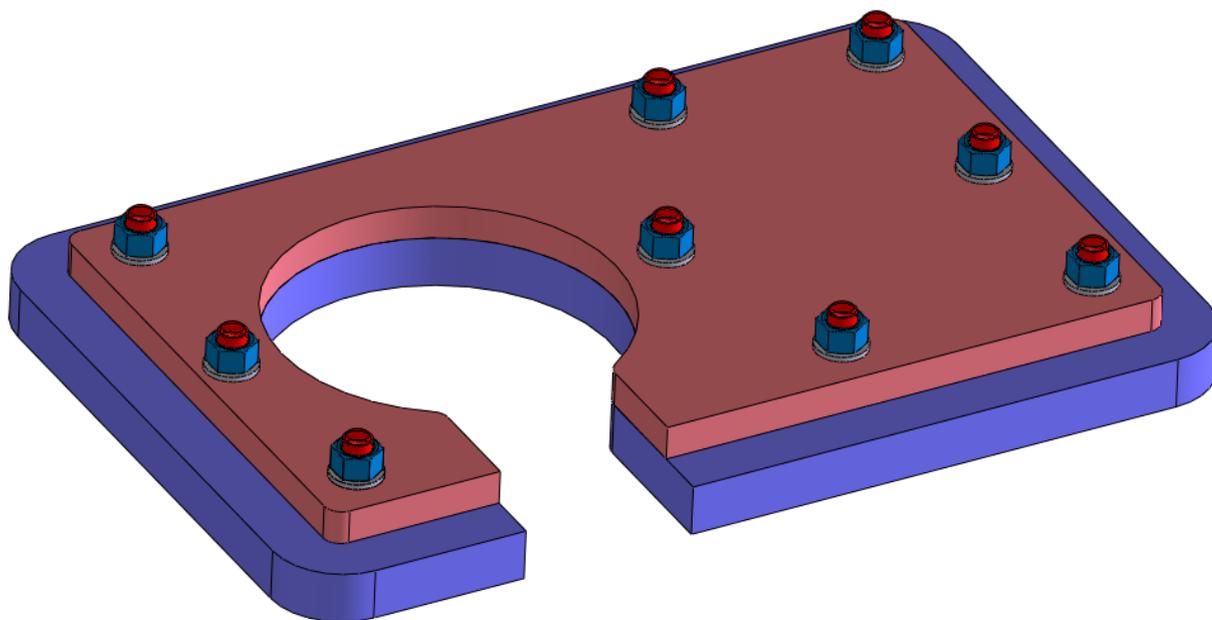


Рис. 11.93 Отредактированное изделие

Не трудно заметить, что удаление некоторых точек управляющего эскиза убирают с поверхности сопрягаемых деталей не только компоненты массива (см.рис.11.92), но и отверстия (см.рис.11.91), ранее предусматриваемые для них в деталях.

### 11.16 Зеркальное отображение компонентов

Очень часто, в процессе проектирования какого-либо узла или механизма, приходится использовать несколько одинаковых компонентов, исполняющих одинаковую роль в работе данного

механизма или узла. Процесс копирования компонентов был достаточно подробно рассмотрен в разделе 11.6.

Однако нередко, при создании какой-либо конструкции возникает необходимость создавать, так называемые, *Зеркально отраженные компоненты*, которые иногда ещё называют "правосторонней версий" исходной "левосторонней версии".

Такие компоненты можно создавать путем зеркального отражения существующих компонентов деталей или узлов. При этом, новые компоненты могут быть либо копией (рис.11.94, **а**), либо зеркальным отражением (рис.11.94, **б**) исходных компонентов.

Приступая к рассмотрению вопросов создания *Зеркально отраженных компонентов* сборки, необходимо обратить внимание на некоторые важные замечания относительно их использования в общей сборке механизма или узла. Эти замечания включают следующее:

- При изменении *исходных* компонентов изменяется их *копия* или *зеркальное отражение*.
- Сопряжения между *исходными* компонентами могут быть сохранены в их *копиях* или *зеркальных отражениях*.
- Конфигурации (см.раздел 11.19) в *исходных* компонентах появляются в их *копиях* или *зеркальных отражениях*.
- Можно скопировать настроенные пользователем свойства из *исходного* компонента при создании *зеркально отраженного* компонента.

Различие между копируемым и зеркально отражаемым компонентом описывается следующим образом:

<b><i>Копирование</i></b>	<b><i>Зеркальное отражение</i></b>
Новый документ не создается.	Создается новый документ.
Геометрия скопированного компонента идентична геометрии исходного; компоненты отличаются только ориентацией.	Геометрия нового компонента получается путем зеркального отражения. Следовательно, она отличается от геометрии исходного компонента.

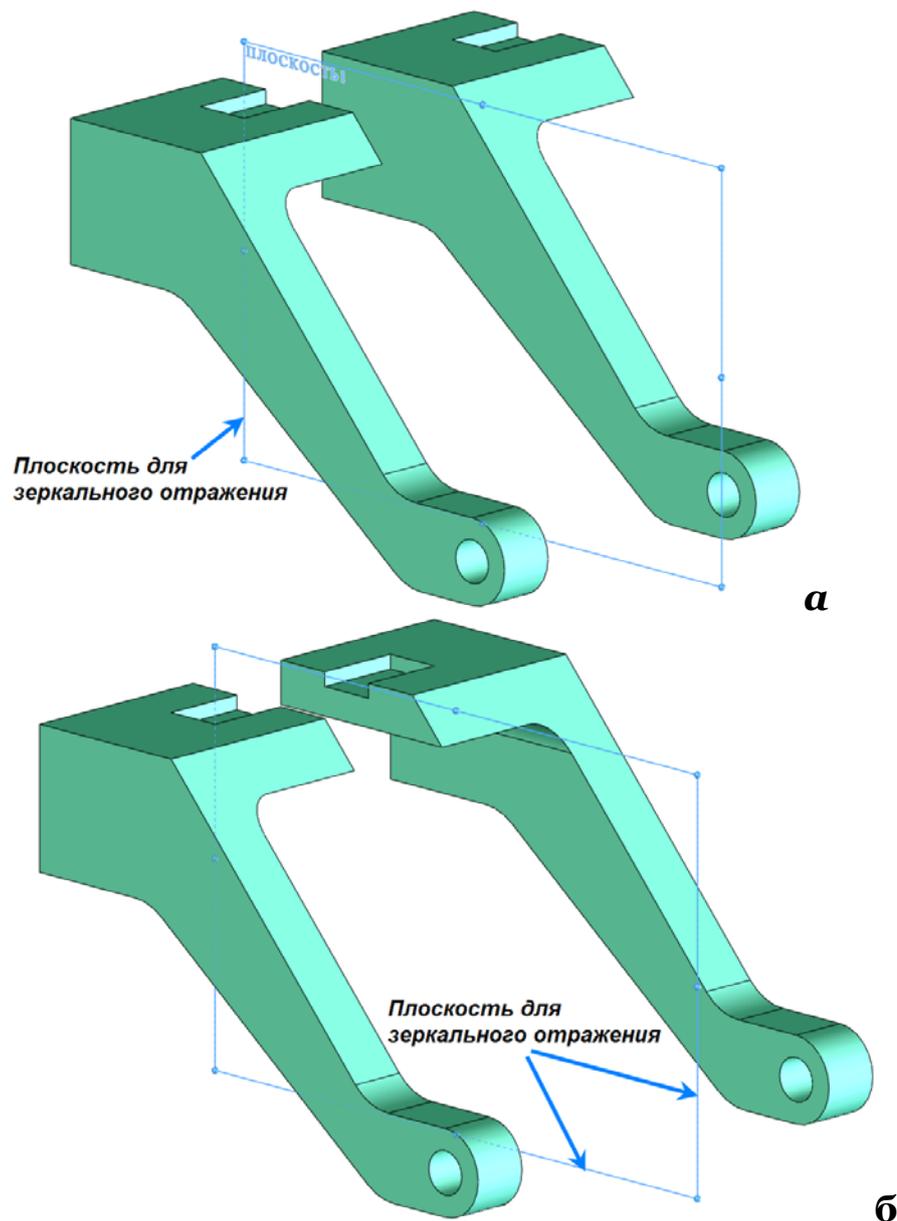


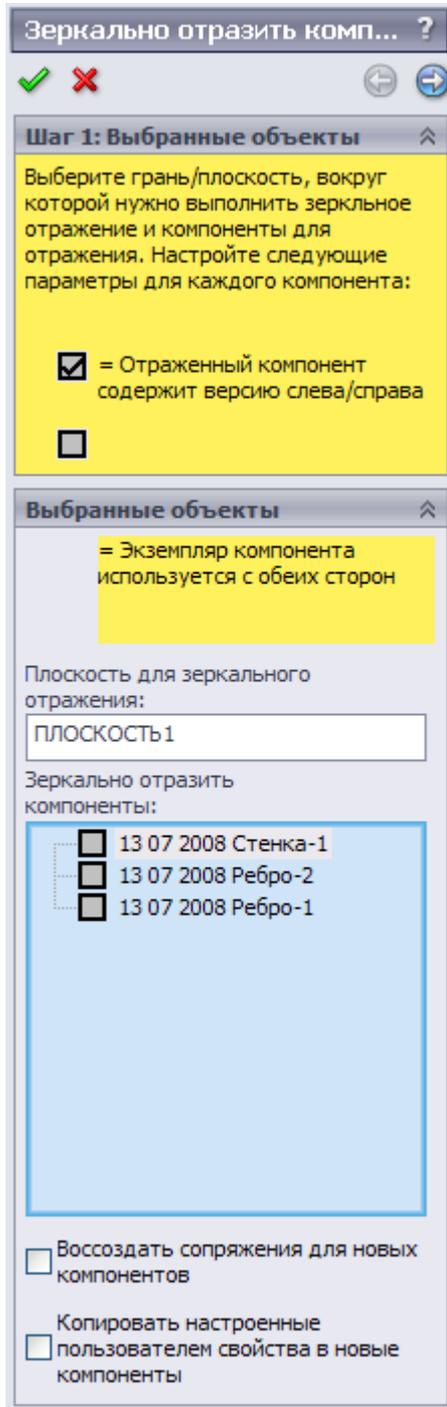
Рис. 11.94 Использование функции зеркального отражения для копирования (а) и получения зеркально отраженного (б) компонента

Создание зеркально отраженных компонентов выполняется посредством одноименной команды **Зеркальное отображение компонентов** , инструмент которой расположен на панели **Сборка** → **Массив компонентов** или в **Главном меню**: **Вставка** → **Зеркально отобразить компоненты** .

Выполнение зеркального отображения (копирования) компонентов сборки осуществляется пошагово, т.е., открыв **Менеджер свойств** инструмента **Зеркальное отображение компонентов**, *Solid Works* пригласит Вас выполнить сначала:

## Шаг 1: Выбор объектов зеркального отображения

На этом этапе необходимо произвести настройку параметров, определяющих состояние зеркального отображения копируемых компонентов сборки (рис.11.95):



1. В *Менеджере свойств*, на панели **Выбранные объекты** выберите:

1.1 *Плоскость для зеркального отражения*, в качестве которой могут выступать:

- ✓ **Стандартные плоскости** *Solid Works* (*Спереди, Сверху, Справа*) главного уровня сборки;
- ✓ **Вспомогательные плоскости**, дополнительно построенные конструктором при помощи инструментов **Справочной геометрии**;
- ✓ Грани уже существующих компонентов сборки.

1.2 В окне *Зеркально отразить компоненты* выберите один или несколько компонентов, которые требуется зеркально отразить или скопировать с помощью команды **Зеркально отразить компоненты**.

Компоненты можно выбрать в **Графической области** или в *Дереве проектирования*. Если в *Дереве проектирования* выбран узел сборки, то вместе с ним, автоматически, также выбираются и все входящие в него компоненты.

Рис. 11.95 Менеджер свойств *Зеркально отразить компоненты*.  
Шаг 1: Выбранные объекты

1.3 Укажите состояние (зеркальное отражение или копия) для каждого компонента:

- Переключая между состояниями  и , где:
  - обозначает, что компонент скопирован, т.е. геометрия

скопированного компонента не отличается от оригинала, отличается только ориентация компонента.

обозначает, что компонент зеркально отражен, т.е. геометрия зеркально отраженного компонента изменяется для создания действительно зеркально отраженного компонента.

• Помимо видимых параметров настройки, для каждого компонента, помеченного для зеркального отражения, существует еще ряд дополнительных параметров. Для их выбора нажмите правой кнопкой мыши на имя компонента в окне *Зеркально отразить компоненты* и в открывшемся контекстном меню выберите, при необходимости, одно из следующих определений:

- ✓ *Зеркальное отражение всех потомков* - Зеркально отражается узел сборки и все его потомки.
- ✓ *Зеркальное отражение всех экземпляров* - Зеркально отражаются все экземпляры выбранного компонента.
- ✓ *Копирование всех экземпляров* - Копируются все экземпляры выбранных компонентов.
- ✓ *Удалить* - отмена компонента, выбранного в списке *Зеркально отразить компоненты*.
- ✓ *Сбросить выбор* - отмена всех компонентов списка *Зеркально отразить компоненты*.

• Для того, чтобы отобразить всех потомков выбираемой для копирования\отзеркаливания сборки, нужно нажать на значок  рядом с этим узлом. При этом можно выбирать между состояниями  или  для каждого потомка в отдельности.

1.4 Чтобы сохранить любые сопряжения между выбранными компонентами при отражении нескольких компонентов, установите флажок на параметре *Воссоздать сопряжения для новых компонентов*.

1.5 Чтобы скопировать настроенные пользователем свойства выбранных компонентов в *зеркально отраженные* компоненты, установите флажок на параметре *Копировать настроенные пользователем свойства в новые компоненты*.

В **Графической области** состояние выбранных на **Шаге 1** компонентов представлено на рис.11.96. Если выполнены все настройки по выбору компонентов для их копирования, то

1.6 Нажмите кнопку **Далее**  в шапке *Менеджера свойств*.

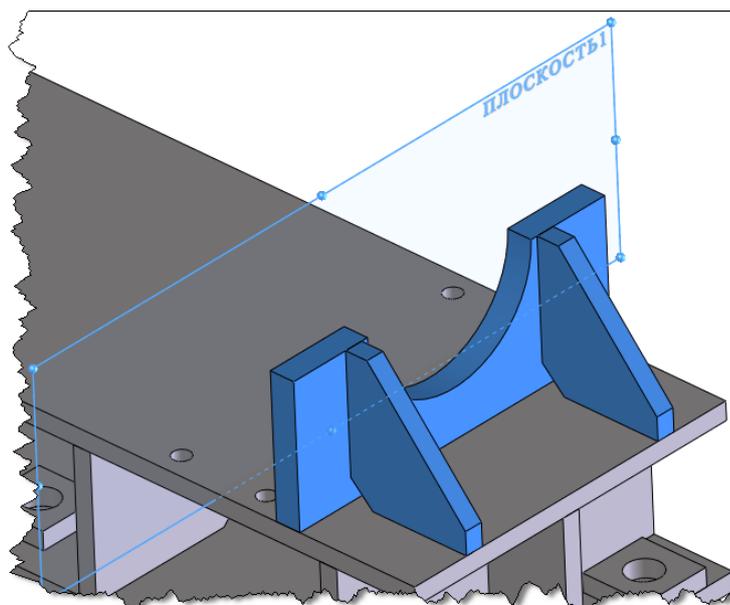


Рис. 11.96 Состояние выбранных для зеркального отображения/копирования компонентов после их выбора (Шаг 1)

Определяя тип будущего компонента – зеркальное отражение или копия – мы тем самым определяем дальнейший ход работы команды **Зеркальное отображение компонентов**

Если в определении типа копируемых компонентов нами, хотя бы на одном из них, был установлен значок , т.е. требуется создать зеркально отраженный компонент, то *Solid Works* переведет нас на следующий шаг – **Шаг 2: Присвоение имени зеркально отражаемому компоненту**.

Если же в результате выполнения команды **Зеркальное отображение компонентов** выбранные компоненты не отразились зеркально, т.е. напротив выбранных имен компонентов стоит значок , а, следовательно, в *Дереве конструирования* будут использоваться файлы деталей, созданные нами ранее, то в этом случае *Solid Works* пропустит **Шаг 2** и перейдет к выполнению заключительного этапа – **Шаг 3: Ориентация компонентов**.

Мы же рассмотрим все оставшиеся шаги этой команды.

### Шаг 2: Присвоение имени компоненту

Создавая зеркально отраженный компонент нам необходимо создать новый файл этой детали или сборки, которые бы отображались в *Дереве конструирования* под собственным именем.

Выбрав имя и местоположение для каждого компонента, который участвует в зеркальном отражении, можно создать новую

деталь или узел сборки из компонента или воспользоваться существующей деталью или узлом сборки (рис.11.97). Например, если ранее выполненное зеркальное отражение применялось в предыдущей операции, можно использовать эту деталь.

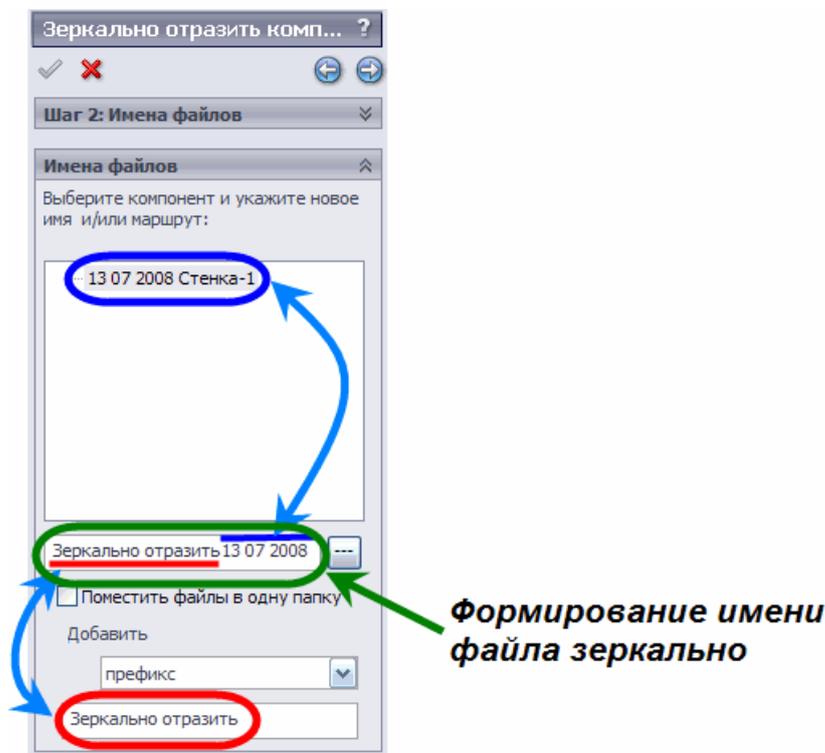


Рис. 11.97 Менеджер свойств Шага 2 – назначение имени файла зеркально отраженному компоненту

Чтобы указать имя и местоположение для новой детали или узла сборки:

1. Выберите компонент в окне панели **Имена файлов**.

Ниже окна появляется предложенное по умолчанию имя зеркально отраженной детали.

2. Чтобы изменить предложенное имя детали, его можно удалить частично или полностью и ввести новое имя детали в представленном окне или, нажав клавишу  рядом с окном (рис.11.97), выбрать прототип имени из списка существующей, ранее созданной детали.
3. Чтобы поместить новые детали в общую папку: установите флажок с параметром *Поместить файлы в одну папку*, после чего, нажмите появляющуюся на панели кнопку **Выбрать**, чтобы указать новую папку.
4. Чтобы изменить параметры по умолчанию для имени:
  - Выберите *префикс* или *суффикс* для параметра *Добавить*.

- Введите *префикс* или *суффикс* в расположенном ниже поле (рис.11.97).

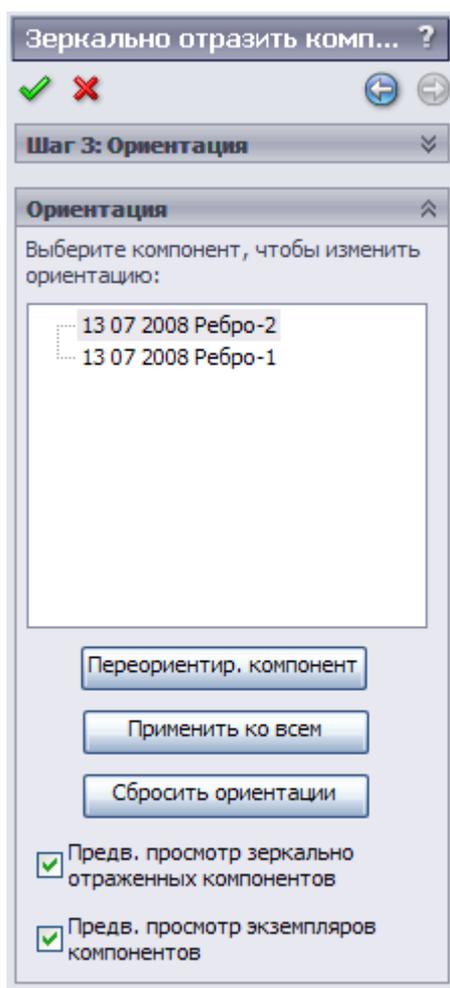
Новые имена деталей появляются автоматически с присоединенным *префиксом* или *суффиксом*, которые были выбраны перед этим.

5. Если в списке несколько компонентов, то для каждого из них нужно повторить п.1, 2 и 4.

Нажмите кнопку **Далее** , в шапке *Менеджера свойств* чтобы перейти к **Шагу 3: Ориентация компонентов**.

### Шаг 3: Ориентация компонентов

Как уже говорилось ранее, при рассмотрении **Шага 1**, по какому бы пути нам не пришлось двигаться, создавая зеркально отраженные компоненты, в любом случае наш путь завершится **Шагом 3** (рис.11.98). Итак, добравшись до конечной точки маршрута:



1. Выберите компонент (при необходимости его переориентации в пространстве модели) в списке окна **Ориентация** и нажмите кнопку **Переориентировать компонент** (рис.11.98). Всякий раз, нажимая на эту кнопку *Solid Works* будет переориентировать выбранную деталь между возможными вариантами её выравнивания, относительно уже определенного в пространстве компонента. Нажимать клавишу нужно до тех пор, пока не появится нужное (желаемое) предварительное изображение (ориентация) выравниваемого компонента (рис.11.99). Описанную процедуру следует повторить (при необходимости) для всех компонентов списка.

Рис. 11.98 Менеджер свойств Шаг 3 – ориентация компонентов зеркально отражаемых компонентов

2. Определившись с "правильной" ориентацией выравниваемого компонента, можно, нажав клавишу *Применить ко всем*, установить одну и ту же ориентацию для всех компонентов списка.
3. Если в процессе выравнивания процесс "пошел не в нужном направлении" и Вам не удастся вернуться на начальную позицию, чтобы переориентировать детали сборки "вручную", то для исправления ошибок нажмите кнопку *Сбросить ориентации*, восстановив, тем самым ориентацию для всех компонентов по умолчанию.

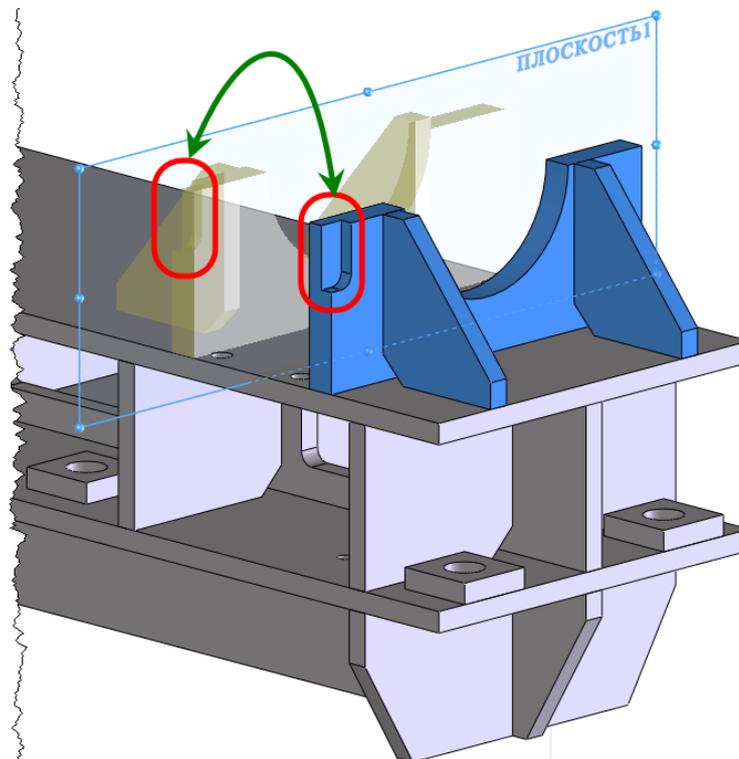


Рис. 11.99 Предварительный просмотр зеркально отражаемых компонентов сборки.

Для того, чтобы Вы смогли правильно оценить создаваемую в процессе выполнения процедуры ситуацию, необходимо иметь в **Графической области** вид предварительного просмотра компонентов отображаемых компонентов. Однако, ввиду того, что отражаемые компоненты могут быть двух типов (см. **Шаг 1**), *Solid Works* предлагает назначать предварительный просмотр каждого из них в отдельности.

4. Выберите параметры *Предварительный просмотр всех отраженных компонентов*<sup>5</sup> или *Предварительный*

<sup>5</sup> Имеются в виду компоненты, имеющие параметр *Зеркальное отражение*.

просмотр экземпляров компонентов<sup>6</sup>, установив флажки в соответствующих окнах параметров (см.рис.11.98).

5. Для завершения работы команды **Зеркальное отображение компонентов**  нажмите клавишу **ОК**  в её Менеджере свойств.

### 11.17 Упрощение сборок

В процессе проектирования машины или какого-либо узла, неизбежны случаи, когда некоторая деталь, или узел целиком, ранее уже установленные в сборку, мешают созданию, редактированию и т.п. новых элементов конструкции.

*Solid Works* позволяет упростить сборку, скрывая её компоненты на время или делая их прозрачными. Можно также погасить некоторые компоненты, особенно это полезно в том случае, когда создаются несколько конфигураций сборок, различающихся между собой составом входящих в них компонентов.

#### Скрытие компонентов

Любой механизм, заключенный в корпус, скрывается последним, отчего затрудняется сам процесс проектирования и редактирования создаваемого изделия. Для того, чтобы можно было легко добраться до внутренних частей проектируемого узла, можно воспользоваться процедурой скрывания компонентов.

Чтобы скрыть один или несколько компонентов сборки, необходимо:

1. В *Дереве конструирования* или непосредственно в **Графической области** выбрать подлежащие скрыванию компоненты<sup>7</sup>. Выбранные компоненты будут подсвечены соответствующим настройкам *Solid Works* цветом (рис.11.100).



**Примечание:** Компонент подсвечивается целиком, если его выбор был осуществлен из *Дерева конструирования*. В случае выбора детали непосредственно из *Графической области* –

---

<sup>6</sup> Имеются в виду компоненты, геометрия которых не отличается от оригинала, но при этом копируемые таким образом компоненты различаются лишь ориентацией.

<sup>7</sup> Если компонентов несколько, то их выбор осуществляется с нажатой и удерживаемой клавишей **Ctrl** или **Shift**, либо их комбинацией.

подсвечивается лишь та её грань, на которую было указано курсором во время выбора.

2. В появившемся контекстном меню выбрать команду **Скрыть компонент** .
3. Результат от выполнения этой команды незамедлительно отобразится в **Графической области** (рис.11.100).

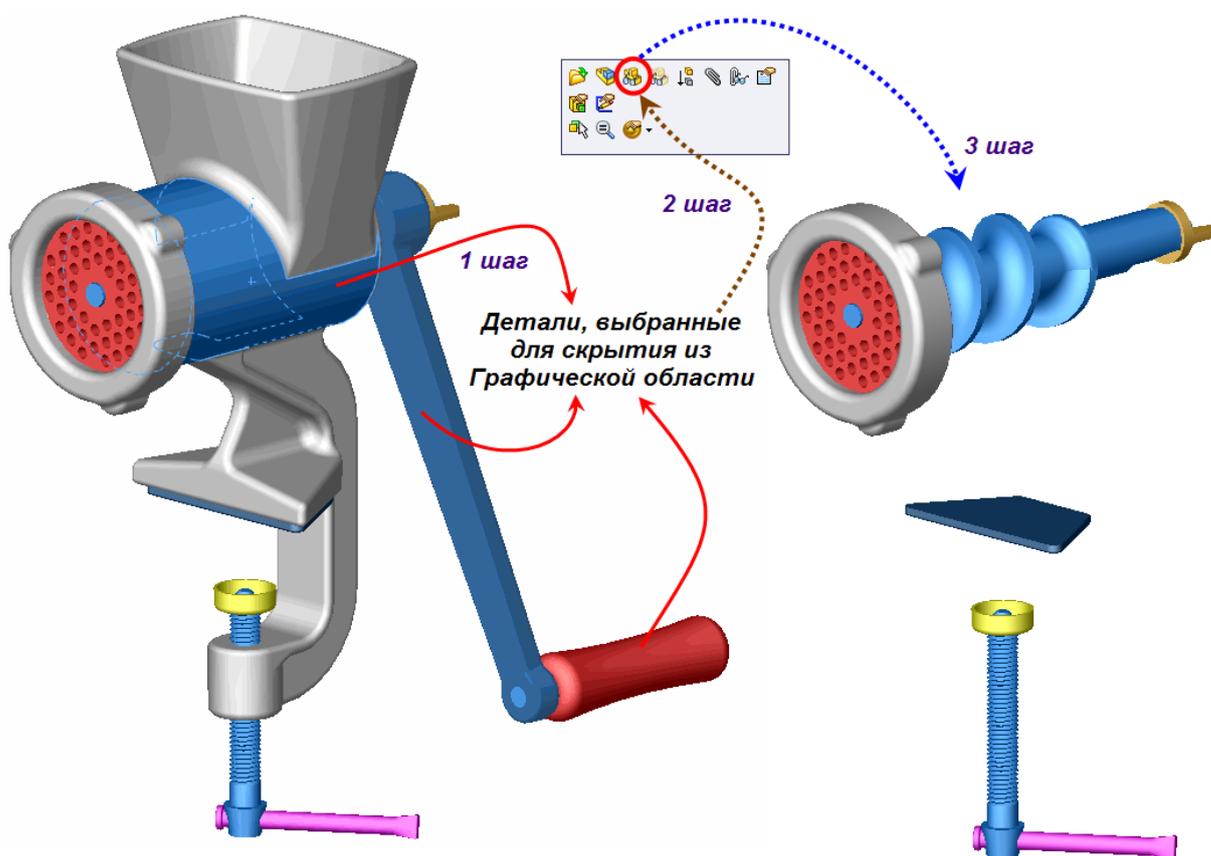
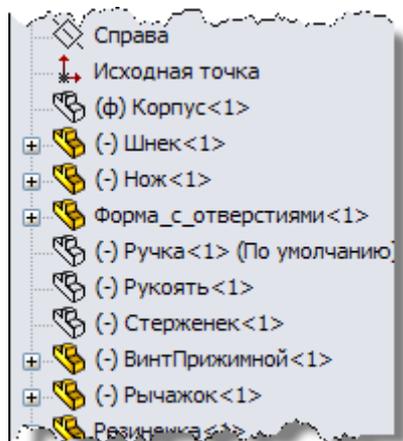


Рис. 11.100 Скрытие видимости выбранных компонентов из Графической области.



Последствием выполнения команды **Скрыть компонент**  будет не только скрывание из **Графической области** выбранных компонентов, при этом и в самом **Дереве конструирования** скрытые компоненты будут представлены в "чёрно-белом" представлении, как это показано на рис.11.101.

Рис. 11.101 Дерево конструирования со скрытыми компонентами

Возврат видимости скрытых компонентов осуществляется при помощи той же команды - **Скрыть компонент** , точно в такой же последовательности, как это было описано в самом начале данного раздела, за исключением лишь одного условия: выбор скрытых компонентов осуществляется из *Дерева конструирования*.

### Изменение условий прозрачности

Нередко, как для упрощения работы со сборкой, так и для презентации спроектированного изделия, необходимо изменить прозрачность внешних (корпусных) элементов конструкции изделия.

Для этих целей очень удобно применить команду **Изменить прозрачность** , принцип работы которой основан на принципе уже рассмотренной команды **Скрыть компонент** , но, в отличие от последней, не скрывающей компонент полностью, а делающей его прозрачным (рис.11.102)

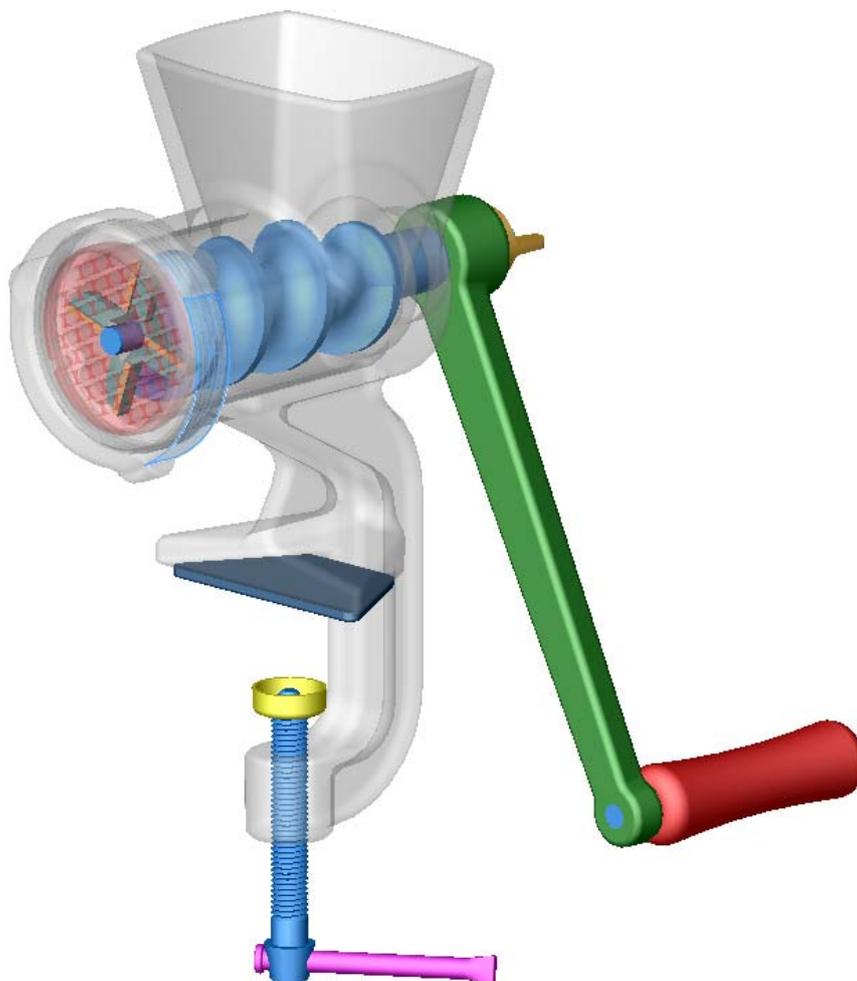


Рис. 11.102 Изделие с измененной прозрачностью отдельных её компонентов

Важным отличием команды **Изменить прозрачность** от команды **Скрыть компонент** является то, что не смотря на полупрозрачное представление отображаемая деталь является активной, а, следовательно, к её кромкам, граням и вершинам можно выполнять привязку, для создания новых компонентов сборки или сопряжения устанавливаемых в неё дополнительных деталей. По этой же причине внешний вид прозрачных компонентов – элементов *Дерева конструирования* остаётся неизменным.



**Примечание:** Изменить видимость компонентов сборки можно использованием *Панели дисплея* (рис.11.103), которая открывается и скрывается путем нажатия на соответствующую кнопку-стрелку.

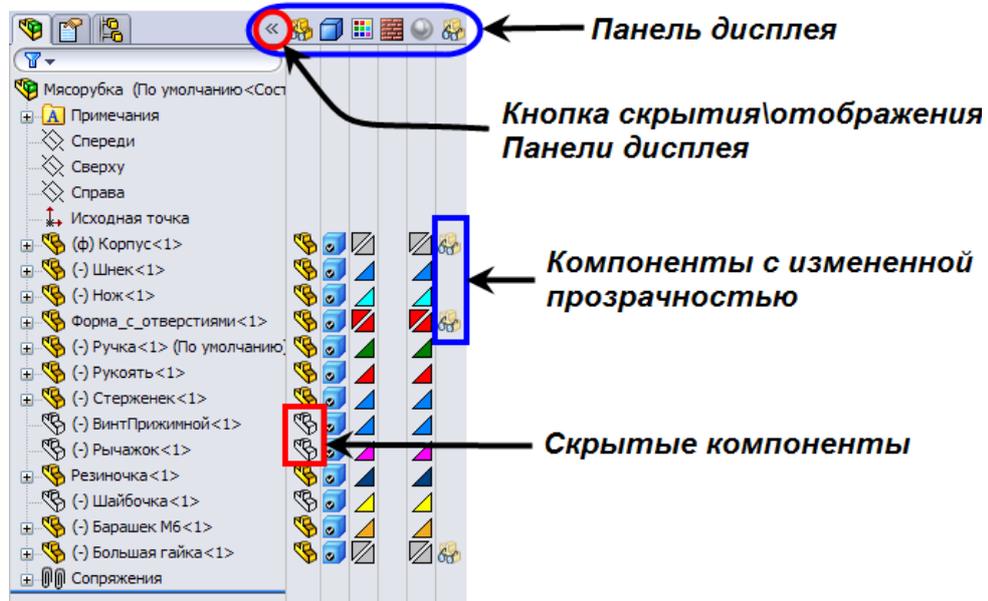


Рис. 11.103 Панель дисплея

### Гашение компонентов

Можно использовать состояние погашения, чтобы временно убрать компонент из сборки, не удаляя его. Он не загружается в память и более не является функциональной частью данной сборки. Погашенный компонент невидим, а, соответственно, нельзя выбирать его элементы.

Погашенный компонент удаляется из памяти, поэтому скорость перестроения и отображения сборки в целом повышается, т.к. сложность её уменьшается, а обработка оставшихся компонентов происходит быстрее.

Однако сопряжения, в которых используются погашенные компоненты, также будут погашены. В результате положения компонентов в сборке, связанных с погашенными условиями сопряжений, становятся недоопределенными.

Это обстоятельство также может повлиять и на элементы, спроектированные в контексте сборки и содержащие ссылки на погашенные компоненты.

При возврате погашенного компонента в полностью решенное состояние могут возникнуть конфликты. Поэтому **состояние погашения при моделировании следует использовать очень осторожно.**

Гашение компонентов сборки и возврат их в полностью решенное состояние осуществляется при помощи команды **Погасить**  из контекстного меню, после выбора подлежащих гашению деталей, аналогично тому, как это делалось при их скрытии и изменении прозрачности.

### **Режим Погасить скрытые компоненты**

Режим гашения компонентов очень удобен при работе с большими сборками, когда "нужные" в настоящий момент компоненты необходимо оставить для работы с ними, а остальные – скрыть.

Важно заметить, что, не смотря на рассмотренные ранее режимы управления видимостью элементов сборки: **Гашение компонентов**  и **Скрытие компонентов**  при работе с параметром **Погасить скрытые компоненты**  применяется **только** режим **Скрытие компонентов** .

Например, для того чтобы увязать между собой отдельные механизмы машины, устанавливая их на фундамент (рис.11.104), вовсе не обязательно, в определенный момент, видеть всю машину целиком (рис.11.105), элементы конструкции которой будут попросту мешать выполнению поставленной задачи.

Поэтому, "спрятав" её основные узлы, их можно постепенно, в порядке потребности, высвечивать в **Графической области**, одновременно с этим скрывая<sup>8</sup> "не нужные".

---

<sup>8</sup> См. раздел **Скрытие компонентов**.

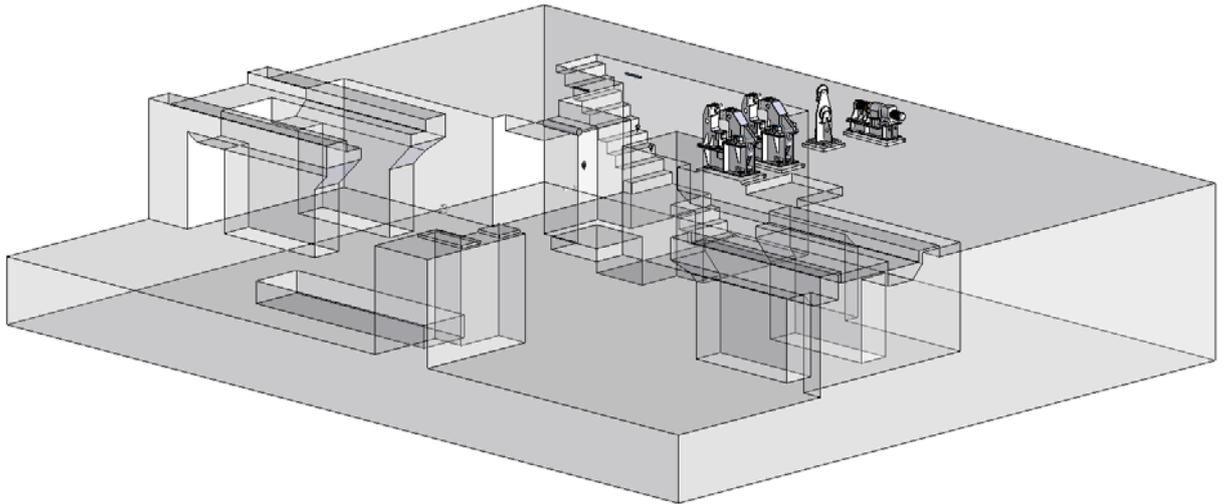


Рис. 11.104 Видимые элементы главной сборки

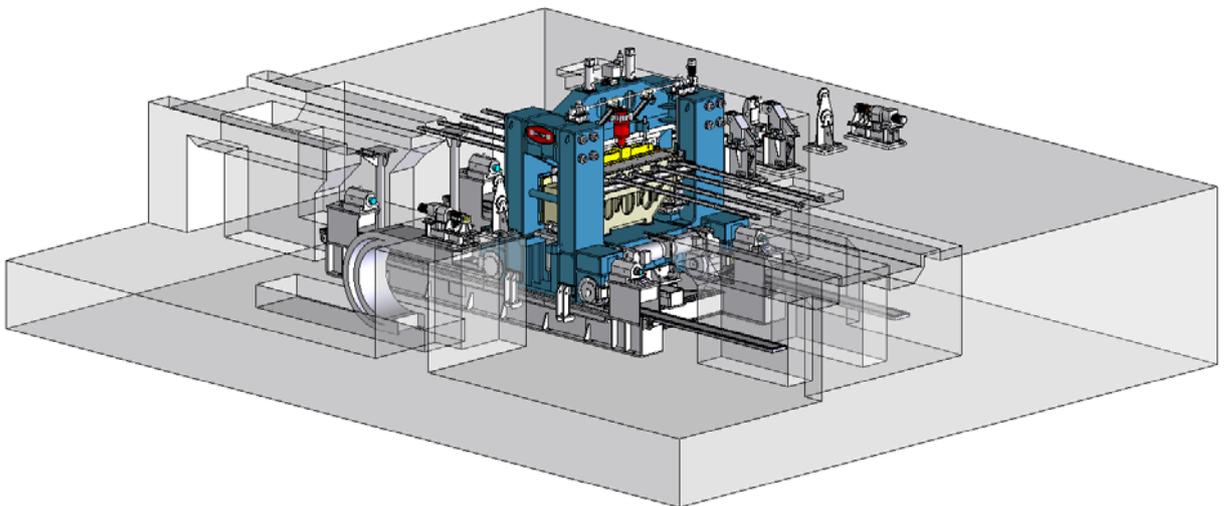


Рис. 11.105 Главная сборка машины со отображенными компонентами.

Чтобы выбрать скрытые компоненты, которые требуется отобразить, необходимо выполнить следующие операционные шаги:

1. Выберите параметр **Отобразить скрытые компоненты**  (панель инструментов **Сборка**).

Отобразится **Диалоговое окно Отобразить скрытые** (рис.11.106). В **Графической области** отобразятся скрытые компоненты, а видимые (см.рис.11.105) - будут скрыты. При этом курсор будет иметь вот такой вид: 

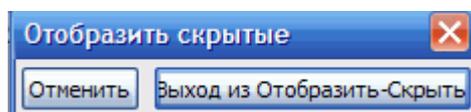


Рис. 11.106 Диалоговое окно параметра Отобразить скрытые

2. Выберите в **Графической области** скрытых компонентов те, которые требуется отобразить, указывая на каждый из них курсором , или выбирая группу компонентов сборки при помощи рамочки.

Выбранные компоненты будут выведены из **Графической области** скрытых, но при этом они приобретут статус видимых компонентов сборки.

Если в процессе возврата компонентов сборки в её видимую область была допущена ошибка с выбором компонентов, то последний шаг всегда можно отменить, нажав на клавишу *Отменить* на панели *Диалогового окна* **Отразить скрытые** (см.рис.11.106).

3. Для того, чтобы вернуться в режим отображения видимых компонентов и продолжить основную работу по проектированию машины (изделия), нужно в *Диалоговом окне* **Отразить скрытые** нажать на кнопку *Выход из Отобразить-Скрыть*.

Повторно отобразятся компоненты, которые были отображены ранее, а также компоненты, выбранные, когда параметр **Отобразить скрытые** был активен.

### Упрощенная загрузка больших сборок.

Не трудно представить себе объём информации, загружаемой в память компьютера, когда конструктору приходится создавать большие объекты – машины, линии, комплексы и т.п. Естественно, что при работе с небольшим подмножеством компонентов большой сборки можно улучшить производительность компьютера, открыв упрощенное представление сборки.

Для этого, ещё перед загрузкой такой сборки, *Solid Works* можно указать только те компоненты, с которыми Вы собираетесь работать и, следовательно, только их нужно будет отобразить в **Графической области**.



**Примечание:** Одновременно с загрузкой выбранных для работы компонентов, другие компоненты загружены не будут и останутся невидимыми, но при этом действие их сопряжений сохранится.

Для того, чтобы можно было использовать выборочный режим загрузки компонентов сборки нужно воспользоваться им в момент её активации при помощи *Диалогового окна* **Открыть**. А именно, установить флажок на параметр *Быстрый просмотр/Выборочное открытие* (рис.11.107).

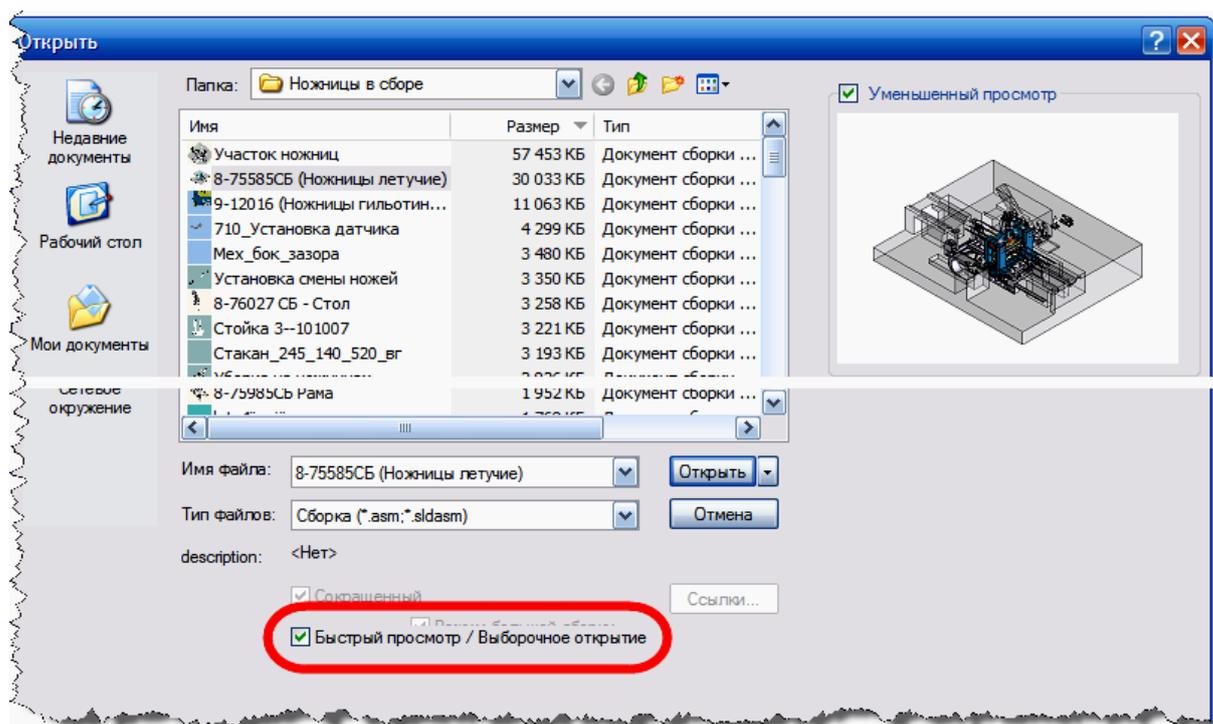


Рис. 11.107 Назначение параметра выборочного открытия компонентов сборки при её загрузке.

После того, как на выбранном файле сборки будет нажата клавиша **Открыть**, в **Графической области** отобразится следующая информация (рис.11.108):

**А** - Упрощенное *Дерево конструирования (Feature Manager)*, в котором будут отображены все компоненты сборки в полновесном состоянии;

**Б** - Диалоговое окно **Открыть выбранные**;

**В** - Предварительное изображение сборки.

Диалоговое окно **Открыть выбранные** имеет, на выбор, два параметра:

- ✓ *Выбранные компоненты*;
- ✓ *Все компоненты отображаются*.

Если выбрать последний параметр - *Все компоненты отображаются*, то последующее действие будет полностью идентично тому, если бы мы просто, выбрав нужный для загрузки файл сборки, нажали бы клавишу **Открыть**.

Поскольку более интересной (и полезной при работе с большими сборками) является первый параметр – *Выбранные компоненты*, то рассмотрим его работу более подробно.

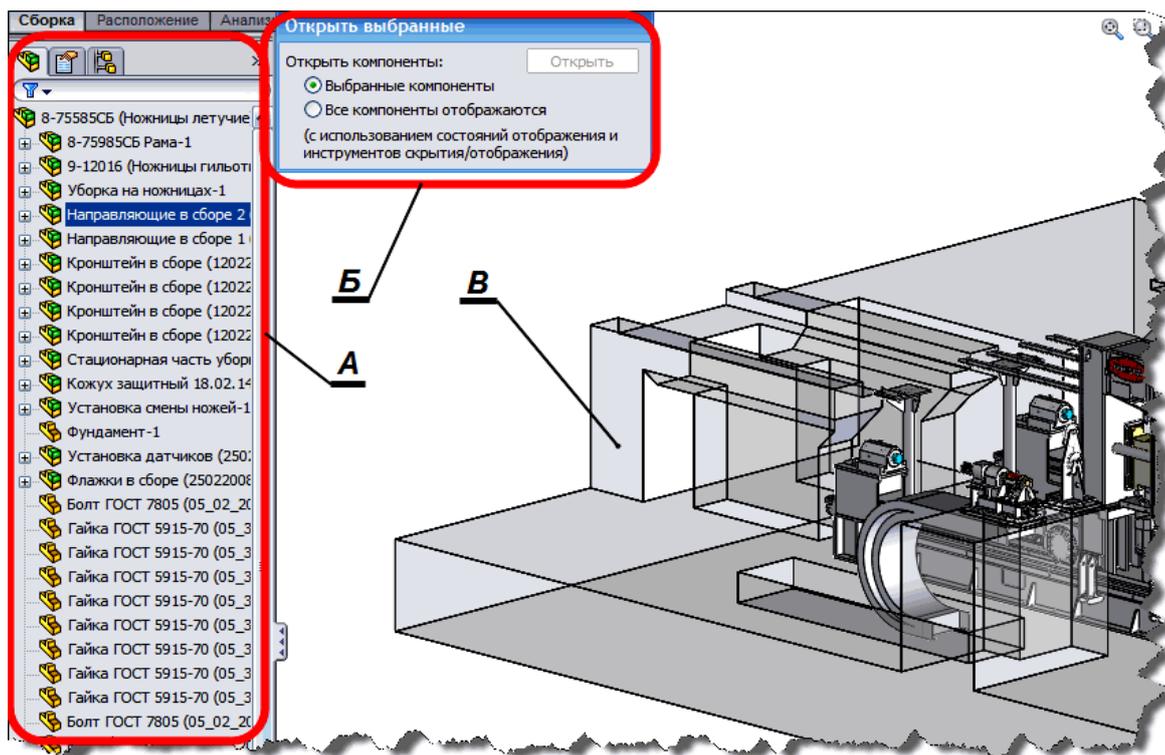
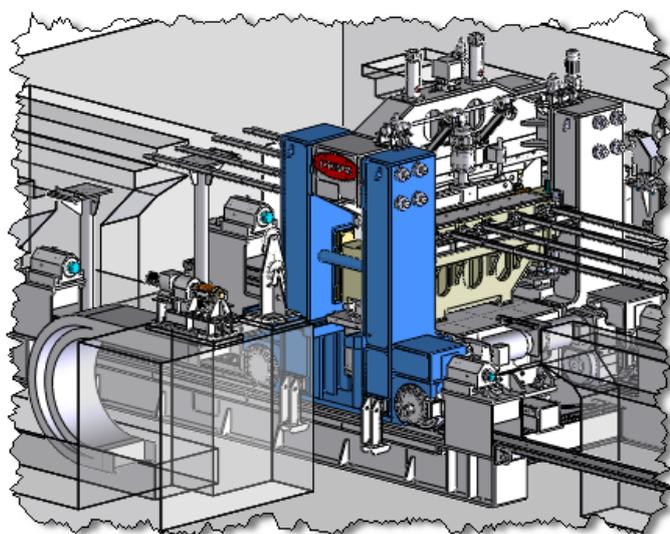


Рис. 11.108 Назначение параметра и выборочная загрузка компонентов большой сборки

Теперь, для того чтобы загрузить именно те компоненты, которые нужны Вам в настоящее время, достаточно их выделить в предварительно открытом *Дереве конструирования* (см.рис.11.108, А).



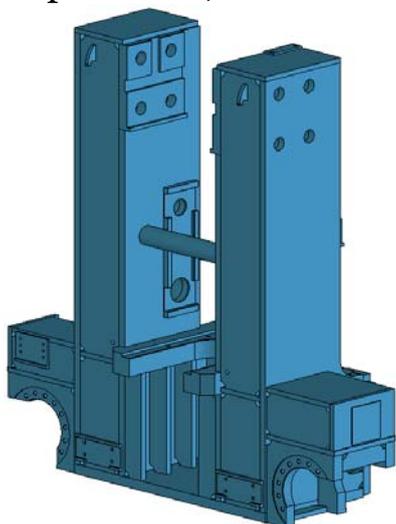
**Примечание:** Если компонентов несколько и они расположены на разных уровнях *Дерева конструирования*, то при выборе компонентов используйте, удерживая нажатыми, клавиши Shift, Ctrl и их сочетания



Выбранные для загрузки компоненты сборки будут подсвечиваться, как непосредственно в *Дереве конструирования*, так и на предварительном виде главной сборки (рис.11.109), чтобы Вы смогли визуально убедиться в правильности сделанного Вами выбора.

Рис. 11.109 Отображение выбранных для загрузки компонентов

По окончании выбора, нажав в *Диалоговом окне* **Открыть выбранные** клавишу **Открыть** (см.рис.11.108, **Б**) в **Графической области** отобразятся только те компоненты сборки, которые были выбраны на предыдущем шаге (рис.11.110). Все же остальные компоненты будут скрыты, но при этом действие их сопряжений, как на это уже указывалось ранее, сохранится.



Следует заметить, что время загрузки большой сборки, таким образом, заметно сокращается, экономя при этом ещё и объём используемой оперативной памяти, что немаловажно для нормальной работы компьютера и конструктора, занятого в проекте.

Рис. 11.110 Выбранный для загрузки и редактирования узел главной сборки.

Оставленные "за бортом" остальные компоненты сборки всегда можно подгрузить к уже открытым, поскольку они находятся в погашенном состоянии, а следовательно, с ними можно работать, используя приемы рассмотренные в предыдущем разделе – **Режим Погасить скрытые компоненты** .

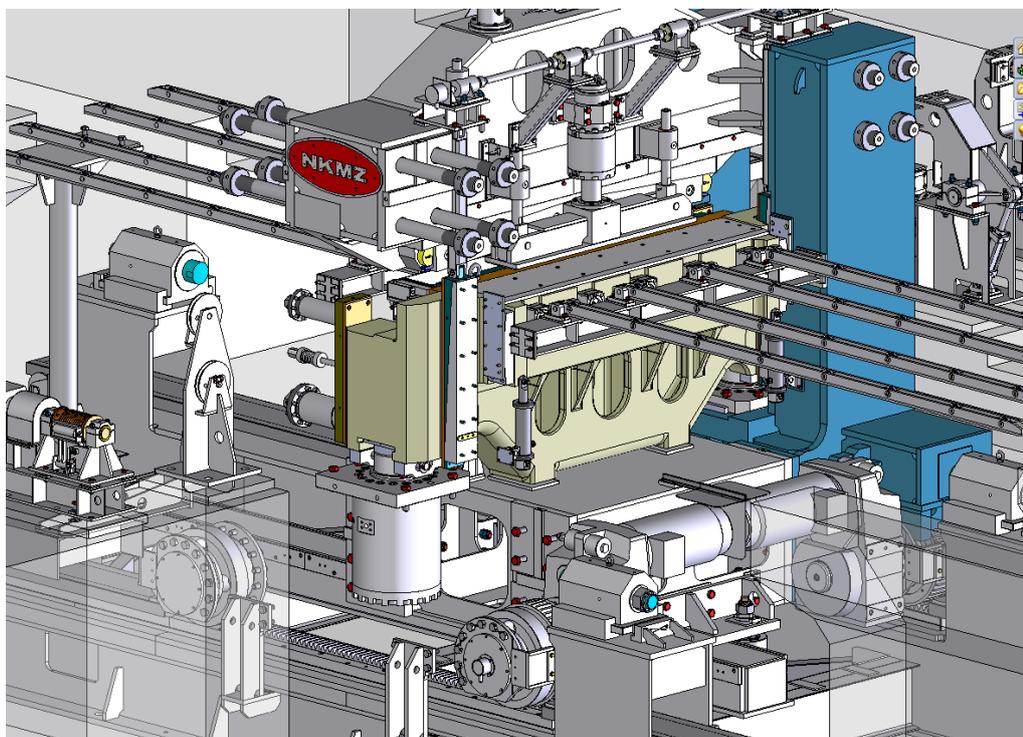


Рис. 11.111 Погашенные компоненты загруженной в режиме выбора компонентов сборки

## 11.18 Проверка на наличие интерференции

Ранее, при рассмотрении вопросов определения конфликтов между компонентами сборки (см. раздел 11.13), мы выяснили как можно проверить проектируемый нами механизм на его работоспособность, выявить кинематические данные проектируемой сборки.

Однако, при выявлении конфликтных ситуаций такими способами, не всегда имеется возможность зрительно определить, где конфликтующие компоненты пересекаются друг с другом. Поэтому в *Solid Works* имеется специальный инструмент – **Проверка интерференции компонентов** , позволяющий выявить следующие конфликты:

- ✓ Определить интерференции<sup>9</sup> между компонентами.
- ✓ Отобразить истинный объём интерференции, представляя его в виде закрашенного тела.
- ✓ Изменить параметры отображения конфликтующих и не конфликтующих компонентов, чтобы лучше рассмотреть интерференцию.
- ✓ Игнорировать интерференции, которые требуется исключить, например прессовая посадка, интерференции резьбовых крепежей и т.д.
- ✓ Включить интерференции между телами в многотельной детали.
- ✓ Считать узел сборки одним компонентом, чтобы интерференции между компонентами узла сборки не отображались.
- ✓ Отличить совпадающие интерференции от стандартных.

Чтобы проверить интерференции между компонентами в сборке, необходимо выполнить следующие действия:

1. На панели инструментов **Анализировать** нажмите кнопку инструмента **Проверить интерференцию компонентов**  или выберите эту команду в **Главном меню** в разделе **Инструменты**.

---

<sup>9</sup> От *interference* (франц.). Вообще *Интерференция* – это физическое явление взаимодействия звуковых, световых или иных волн, исходящих из разных источников. Например, цветное фотографирование основано на *интерференции*. В *Solid Works* понятие *интерференция* было введено как действие, определяющее беспрепятственное проникновение одного тела в другое.

2. Установите параметры и настройки в панелях открывшегося *Менеджера свойств* инструмента (рис.11.112):

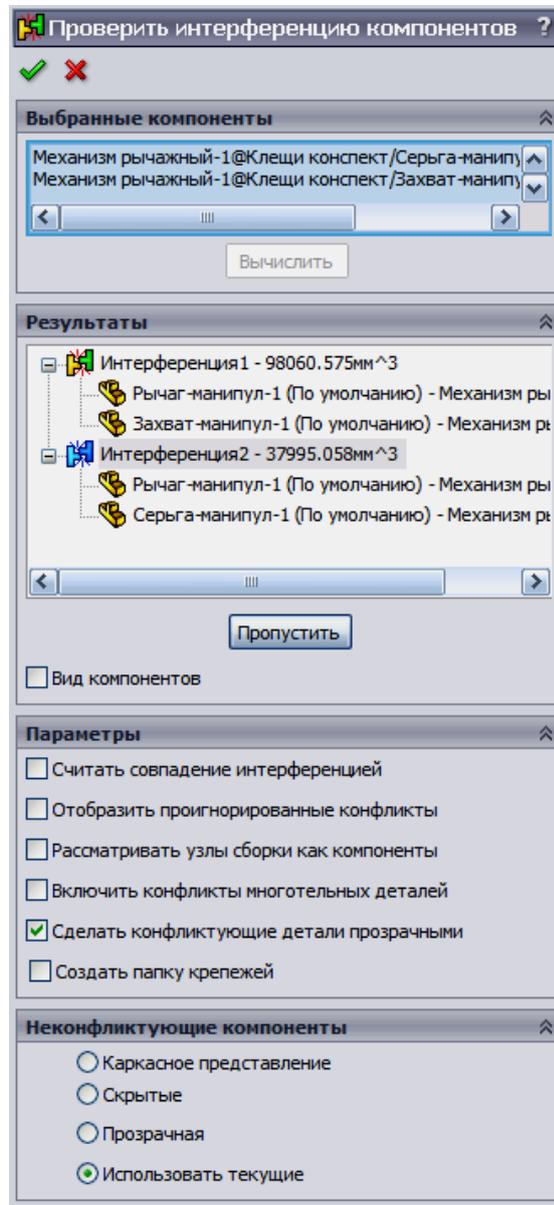


Рис. 11.112 Менеджер свойств инструмента Проверить интерференцию компонентов

➤ **Выбранные компоненты.**

○ *Компоненты для проверки.* Отображает компоненты, выбранные для проверки интерференции. По умолчанию, если предварительно не выбраны другие компоненты, отображается сборка верхнего уровня. Если для проверки интерференции отмечается сборка, будут выбраны все её компоненты. Если выбран один компонент, отображается интерференция только для этого компонента. Если выбраны два или более компонентов,

отображается интерференция только между выбранными компонентами.

○ *Вычислить*<sup>10</sup>. Нажмите эту кнопку для выполнения проверки интерференции между выбранными компонентами.

➤ **Результаты**

Отображает в окне обнаруженные интерференции между выбранными для расчёта компонентами. Объём интерференции отображается справа от каждого списка. Активизировав в окне *Результаты* интересующую Вас интерференцию, та, в свою очередь, будет выделена в **Графической области** в виде геометрического тела вычисленного объёма, окрашенного в красный цвет (рис.11.113).

○ Кнопка *Пропустить*. Нажмите, чтобы переключаться между режимами "Игнорировать" и "Не игнорировать" для выбранной интерференции. Если для интерференции установлен режим *Игнорировать*, она остается в данном режиме во время следующих вычислений интерференции.

○ *Вид компонентов*. Отображает интерференции по имени компонента, а не по номеру интерференции.

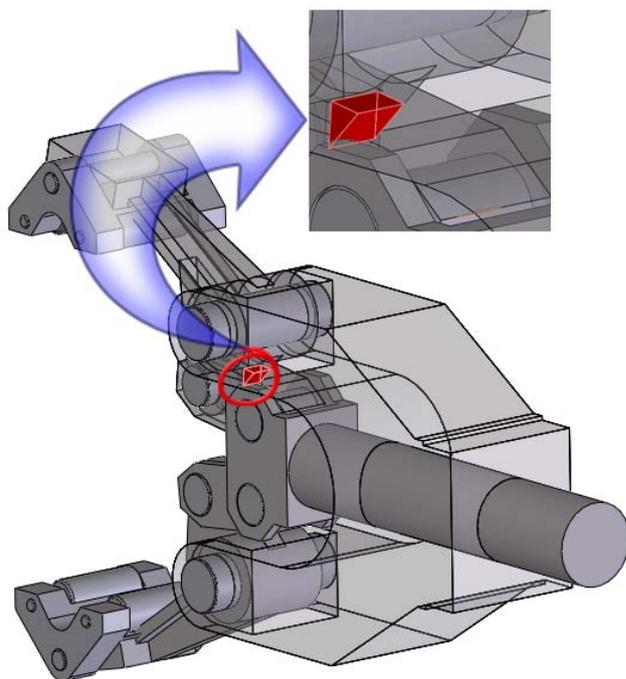


Рис. 11.113 Визуализация объёма интерференции между вычисляемыми компонентами

<sup>10</sup> Кнопка *Вычислить* становится недоступной – "замыленной" после того, как будет выполнен расчет интерференции между выбранными компонентами сборки.

➤ **Параметры**

Активизация описанных ниже параметров накладывает соответствующие ограничения на вычисление интерференции между выбранными для этого компонентами сборки.

- ✓ *Считать совпадение интерференцией.* Считает совпадающие объекты (зазор между контактирующими плоскостями равен **нулю**) интерференциями.
- ✓ *Отобразить проигнорированные конфликты.* Выберите этот параметр, чтобы отобразить проигнорированные конфликты в списке **Результаты** с серым значком. Когда этот параметр не выбран, проигнорированные конфликты в списке отсутствуют.
- ✓ *Рассматривать узлы сборки как компоненты.* При выборе данного параметра узлы сборки считаются отдельными компонентами, поэтому интерференции между компонентами узла сборки не отображаются.
- ✓ *Включить конфликты многотельных деталей.* Выберите этот параметр, чтобы рассматривать интерференции между телами в многотельной детали.
- ✓ *Сделать конфликтующие детали прозрачными.* Выберите этот параметр, чтобы отобразить компоненты выбранной интерференции в прозрачном режиме (см. рис.11.113).
- ✓ *Создать папку крепежей.* Изолирует интерференции между крепежами (например, *Болт* и *Гайка*) в отдельную папку в разделе **Результаты**.

➤ **Неконфликтующие компоненты**

Отображает неконфликтующие компоненты в выбранном режиме:

- ✓ *Каркасное представление*
- ✓ *Скрытая*
- ✓ *Прозрачный*
- ✓ *Использовать текущие.* Использует текущие параметры отображения сборки.

После того, как все параметры и настройки вычисления интерференции будут выполнены, для запуска расчёта нажмите кнопку *Вычислить* в разделе **Выбранные компоненты**. Все обнаруженные интерференции и их объёмы будут перечислены в окне **Результаты** (см.рис.11.112).

### 11.19 Создание конфигураций сборок

С понятием *конфигурация* мы уже знакомились на этапе изучения вопросов проектирования деталей и их элементов. Однако сборка также может содержать конфигурации своих компонентов и их взаимного расположения друг относительно друга, определяя тем самым конечные и промежуточные положения рабочих органов машины.

Для того, чтобы добавить новую конфигурацию к уже созданной нами (*По умолчанию*) на этапе создания сборки, необходимо перейти в *Менеджер конфигураций (Configuration Manager)*  и, щёлкнув правой клавишей на имени сборки,

выбрать в появившемся контекстном меню команду **Добавить конфигурацию** .

В *Менеджере свойств* откроется соответствующее окно (рис.11.114), в раскрывающихся панелях и окнах которого необходимо задать некоторые параметры будущей конфигурации проектируемого механизма.

- **Параметры конфигурации.** Панель содержит три окна, назначение которых приведено ниже:

- ✓ *Имя конфигурации.*

Введите в окне этого параметра имя, которое вы хотите присвоить новой конфигурации изделия. В имени нельзя использовать косую черту (/) или знак @ (эт). Если поле содержит один из вышеупомянутых символов, поле пустое или имя уже существует, то при закрытии диалогового окна появляется предупреждающее сообщение.

*Рис. 11.114 Менеджер свойств новой конфигурации сборки.*

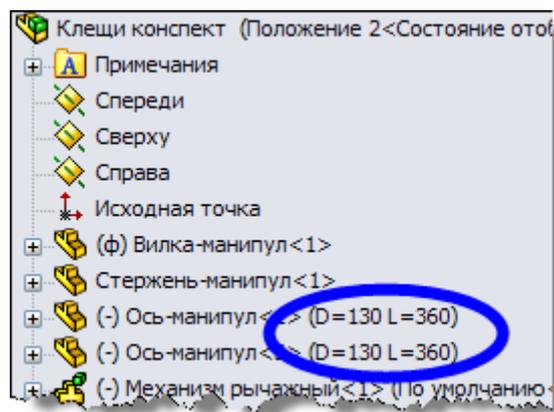
Имена конфигураций компонентов можно отобразить в *Дереве конструирования*. Для этого достаточно в самой верхней строке *Дерева конструирования* щёлкнуть правой клавишей на имени

сборки и в открывшемся меню выбрать: *Отобразить дерево* → *Отображать имена конфигураций компонентов* (рис.11.115).

✓ *Описание* (не обязательно).

Введите в окне описание данной конфигурации. Его также, как и имя, можно отобразить в *Дереве конструирования* и в *Менеджере конфигураций*.

Рис. 11.115 Отображение конфигураций в Дереве конструирования



✓ *Заметка* (не обязательно).

Введите дополнительную информацию для описания данной конфигурации.

В том случае, когда конфигурация в сборке уже была создана и её теперь необходимо, каким-то образом отредактировать то, вызвав щелчком правой кнопки на имени конфигурации её свойства в панели **Параметры конфигурации** (см.рис.11.114), под окном *Заметка*, можно увидеть кнопку *Настраиваемые свойства*. Активизация этого параметра вызовет на **Рабочий стол** отдельное окно *Суммарная информация*.

➤ **Параметры спецификации** (см.рис.11.114)

✓ Параметр *Отображаемое обозначение при использовании в спецификации* используется для определения способа отображения сборки в спецификации. При этом можно выбрать один из следующих, указанных ниже параметров:

Имя документа. Обозначение такое же, что и имя документа.

Имя конфигурации. Обозначение такое же, что и имя конфигурации.

Ссылка на родительскую конфигурацию. (Только для производных конфигураций<sup>11</sup>.) Обозначение такое же, что и имя родительской конфигурации.

Имя, настроенное пользователем. Обозначение является введенным именем.

<sup>11</sup> Производные конфигурации позволяют создавать отношения Родитель/Потомок внутри одной конфигурации. По умолчанию все параметры в дочерней конфигурации имеют ссылки на родительскую конфигурацию. Если изменить параметр в родительской конфигурации, то изменение также отразится на потомке.

Установив флажок напротив параметра *Не отображать дочерние компоненты в спецификации*, когда они используются как узел созданная конфигурацией сборка будет всегда отображаться в спецификации проектируемого механизма как один элемент.

В противном случае дочерние компоненты должны отображаться в спецификации по отдельности, в зависимости от выбранных свойств спецификации при её создании.

➤ **Дополнительные параметры** (см.рис.11.114)

Указанные ниже свойства управляют процессом добавления новых элементов в другую конфигурацию, а затем снова активируют данную конфигурацию. Доступные параметры зависят от типа документа.

✓ *Погасить новые элементы и сопряжения.*

Когда этот параметр выбран, новые сопряжения и элементы, добавленные в другие конфигурации, будут погашены в данной конфигурации. В противном случае новые сопряжения и элементы будут включены (не погашены) в данной конфигурации.

К новым элементам в сборках относятся:

- вырезы и отверстия в сборке;
- массивы компонентов;
- справочная геометрия и эскизы, которые соответствуют сборке (а не к одному из компонентов сборки).

✓ *Скрыть новые компоненты.*

Когда этот параметр выбран, новые компоненты, добавленные в другие конфигурации, будут скрыты в данной конфигурации. В противном случае новые компоненты в данной конфигурации будут решены (не погашены).

✓ *Погасить новые компоненты.*

Когда выбран этот параметр, новые компоненты, добавленные в другие конфигурации, будут погашены в данной конфигурации. В противном случае новые компоненты будут отображаться также и в этой конфигурации.

✓ *Использовать цвет, который относится к конфигурации.*

Чтобы указать цвет конфигурации, выберите этот параметр, затем щёлкните на активизированную кнопку **Цвет** (см.рис.11.114), чтобы выбрать цвет из открывшейся на **Рабочем столе** палитры.

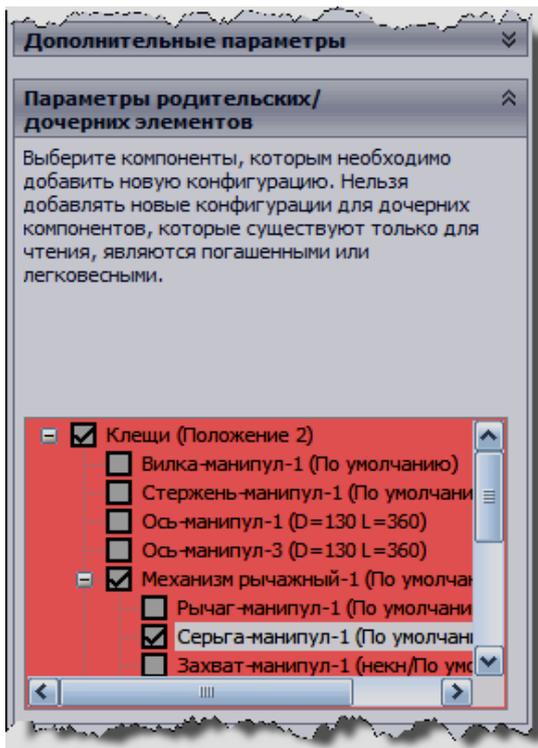


**Примечание:** Цвет, относящийся к конфигурации, применяется только в режиме *Закрасить* за исключением того случая, если выбран параметр *Применить тот же самый цвет к режимам Каркасное представление/Скрыть невидимые линии и Закрасить* в Параметрах цвета документа.

Чтобы применить цвет конфигурации для компонентов в сборке, правой кнопкой мыши нажмите на выбранные компоненты в *Дереве конструирования*, выберите *Свойства компонента* и нажмите *Цвета*. В диалоговом окне Цвет сборки выберите Использовать сборку и нажмите *ОК*.

### ➤ Параметры родительских/дочерних элементов

Этот параметр доступен только в сборках и только при добавлении в сборку новой конфигурации или одного из ее компонентов.



Например, имеется сборка **Клещи** с узлом сборки **Механизм рычажный**, который содержит компонент **Серьга манипулятора**.

Если в эту сборку добавлена новая конфигурация с именем *Положение 2* в сборку **Клещи**, то можно одновременно добавить конфигурацию с именем *Положение 2* в узел сборки **Механизм рычажный** и в компонент **Серьга манипулятора**, выбрав их в упрощенном Дереве конструирования панели *Параметры родительских/дочерних элементов* (рис.11.116).

Рис. 11.116 Назначение родительских параметров дочерним компонентам сборки.

Назначив, по мере необходимости, все вышеперечисленные параметры создаваемой конфигурации, щёлкните по клавише **ОК**, расположенной в самом верху *Менеджера свойств*.

## Практическое использование конфигураций компонентов в сборках

Использование компонентов различных конфигураций в сборках – это весьма распространенное явление, поскольку, используя конфигурации изделия, можно изменять не только состав входящих в него деталей, но на этом же принципе изменять и всю конструкцию изделия целиком.

Даже если Вы проектируете относительно простой механизм, но при этом в его состав входят стандартизованные элементы (например, крепежные элементы, подшипники качения, уплотнения и т.п.), то без использования конфигурированных изделий Вам не обойтись. В качестве примера использования конфигурированных изделий в сборке можно привести, уже рассматриваемую нами ранее (см. раздел 11.7, рис.11.35 и 11.38), сборку механизма **Клещи**, когда в состав соединительных элементов входили оси различного диаметра и длины. При этом, как Вы помните, все они загружались из одного файла – *Ось манипулятора*.

Очень часто конфигурации сборок являются неотъемлемой – подготовительной – частью чертежей этих механизмов, создаются конструктором именно для того, чтобы в последствии на чертежном листе показать конструктивные особенности механизма, взаимодействие с окружающими его машинами и т.п.

Об использовании конфигураций при создании чертежных видов изделия мы поговорим с Вами в **Части 3** настоящих Методических указаний – *Оформление чертежей*.

Рассмотрим вопрос применения конфигураций деталей в сборке на примере знакомой нам по **Разделу 11.9 Раме** (см.рис.11.51).

Мы уже говорили о том, что создавая сварную металлоконструкцию нам нет надобности на деталях, из которых она состоит, указывать разделку под сварные швы. В то же время, для всех компонентов **Рамы** нам придется создавать их собственные, так называемые, "детализировочные" чертежи, где разделку под сварку необходимо указывать. Было бы нелепо выполнять двойную работу, создавая отдельно сборку изделия, а отдельно – модели входящих в неё компонентов. Добавим такой элемент, как "разделка под сварной шов" к деталям – *Ребро* (рис.11.117).

Предположим, что сварной шов необходимо расположить с внешней стороны ребер.

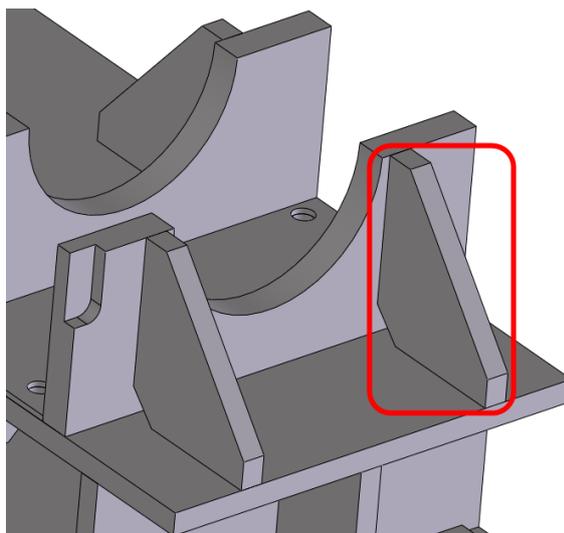


Рис. 11.117 Редактируемый компонент сборки

Конечно, для решения поставленной задачи можно пойти по такому пути:

1. Открыть указанный на рис.11.117 компонент в отдельном окне.
2. Отредактировать *Ребро*, добавив ему конфигурацию, например, "С фаской".
3. В *Дереве конструирования* изделия *Рама* для деталей *Ребро* назначить свойства конфигурации – "С фаской".

Однако, этот вариант использования конфигураций компонентов в сборке не самый лучший, поскольку в отдельно открытом окне Вы видите только деталь и, при её симметричности, порой трудно оценить, с какой стороны требуется указать тот или иной элемент.

Поэтому применим методику, основанную на добавлении конфигураций компонентам, входящих в состав сборки, непосредственно в ней самой.

Для того, чтобы добавить конфигурацию компоненту, входящему в состав сборки, нужно:

1. Создать новую конфигурацию всей сборке по методике, рассмотренной в самом начале раздела 11.19. Например, имя создаваемой конфигурации будет: *Рама с фасками*.
2. Выбрать компонент в *Дереве конструирования*.
3. Щелчком правой клавиши на нём вызвать *Контекстное меню*.
4. Выбрать в *Контекстном меню* команду **Добавить конфигурацию**  (рис.11.118).

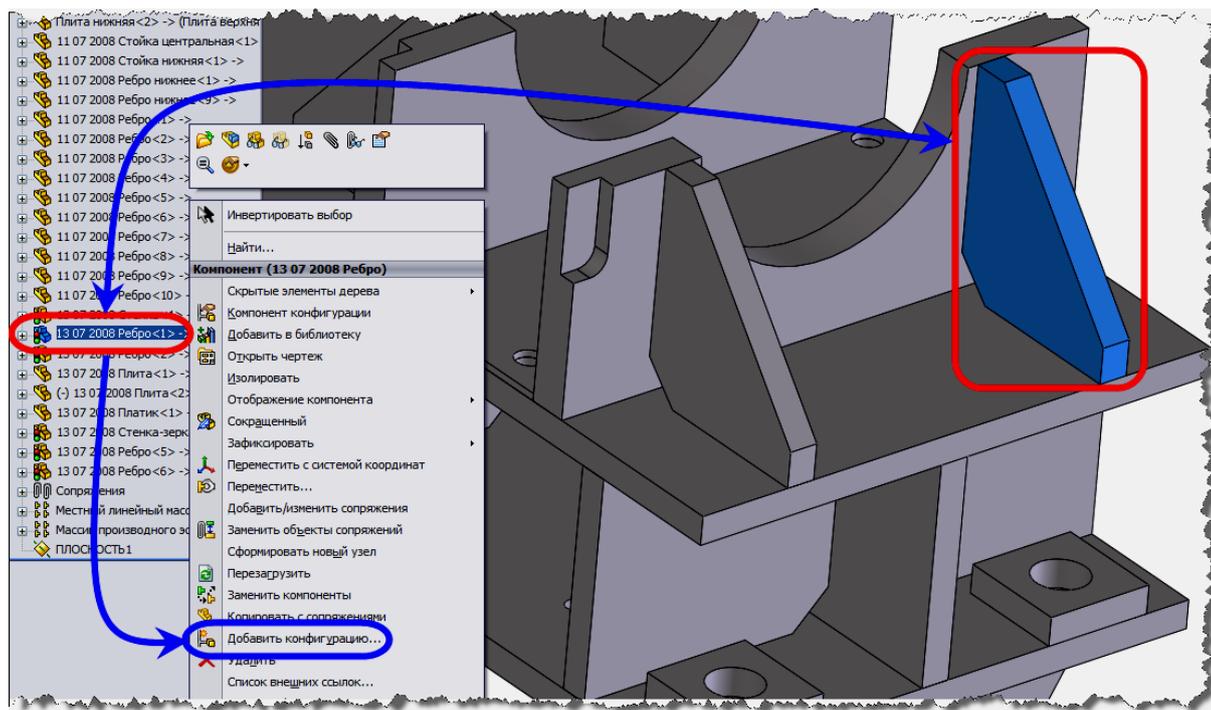


Рис. 11.118 Добавление конфигурации компоненту, входящему в состав сборки изделия.

**ВНИМАНИЕ:** Не путайте команду **Добавить конфигурацию**  с находящейся в том же Контекстном меню командой **Компонент конфигурации**  (см.рис.11.118) - отвечающей за визуализацию (*Погасить* или *Отобразить*) компонента в составе данного изделия.

5. В открывшемся *Менеджере свойств* (см.рис.11.114) назначить параметры новой конфигурации, например:

- Имя конфигурации – *Исполнение 01*;
- Описание – *С разделкой под сварку* и т.д.

6. Вызвать команду  **Редактировать деталь** (см.раздел 11.6).

7. Добавить фаску – разделку под сварной шов – с требуемой стороны редактируемого компонента, установленного в изделии.

В *Дереве конструирования* отображается компонент с именем только что созданной конфигурации

8. Выйти из режима редактирования компонента.

Обратите внимание на то обстоятельство, что редактированию подвергался только один компонент сборки и, не смотря на то, что

оба компонента *Ребро* имеют одного **Родителя**, т.е. оба компонента имеют общий, единый файл, тем не менее, их отображения разнятся друг от друга (рис.11.119). Как следует из рисунка 11.119, такое различие отображений объясняется тем, что данные компоненты различаются конфигурацией исполнения этих деталей.

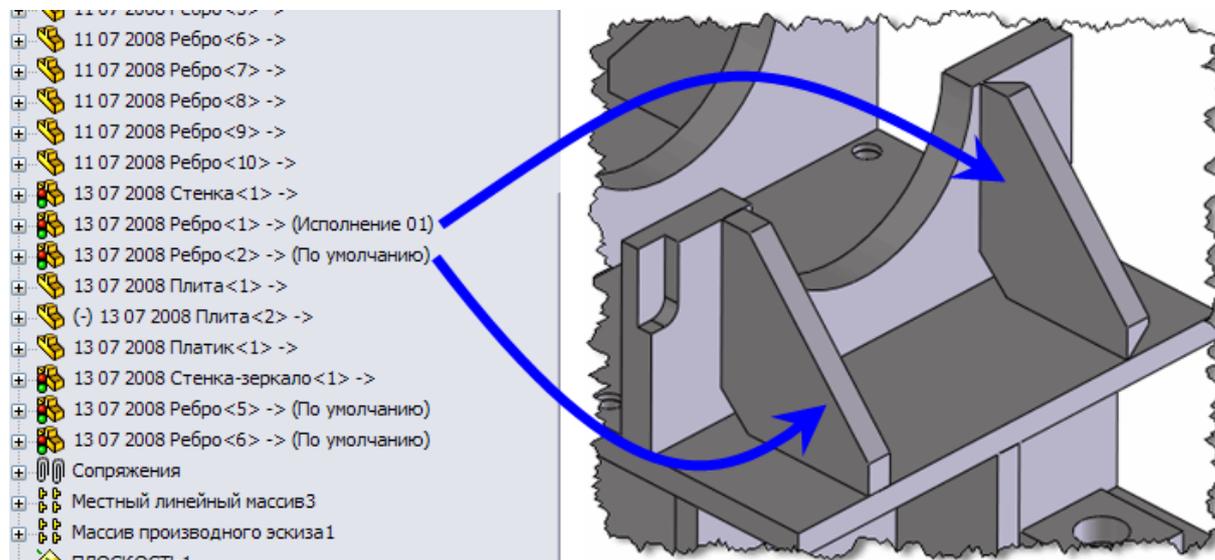


Рис. 11.119 Единство модели и различие исполнения компонентов

Чтобы исправить создавшееся положение, достаточно из *Контекстного меню* вызвать на редактирование *Свойства*  компонента *Ребро*, не имеющего разделку под сварку (рис.11.120)<sup>12</sup> и в окне *Свойства конфигурации* выбрать требуемую, например: *Исполнение 1*.

В результате описанных действий оба ребра будут иметь разделку под сварной шов. Однако расположение фасок не будет удовлетворять поставленным нами условиям: сварные швы должны быть расположены с наружной стороны ребер.

Следовательно, необходимо создать дополнительную конфигурацию – *Исполнение 02*, у которой фаска – разделка под сварной шов будет располагаться с той стороны (рис.11.121), которая необходима для выполнения поставленной задачи.

Рассмотренный пример наглядно показывает, как, не выходя из основной сборки изделия можно менять конфигурацию его компонентов.

<sup>12</sup> Для вызова *Контекстного меню* достаточно щёлкнуть левой кнопкой мыши на выбранной для редактирования детали.

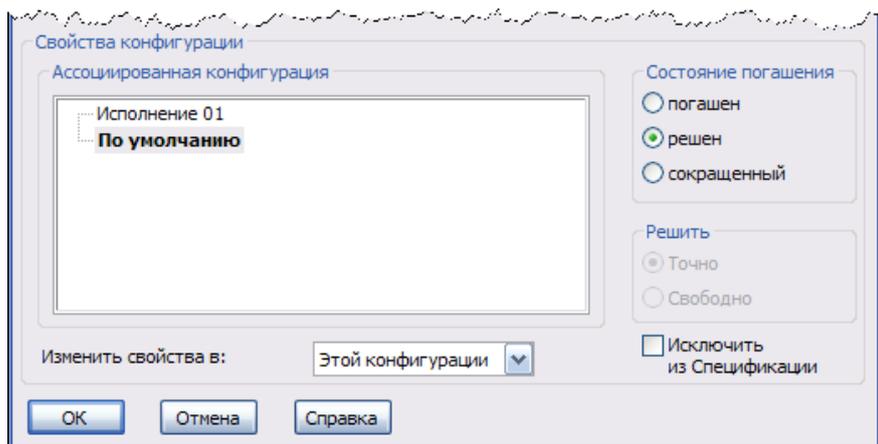


Рис. 11.120 Выбор конфигурации исполнения компонента, входящего в состав изделия

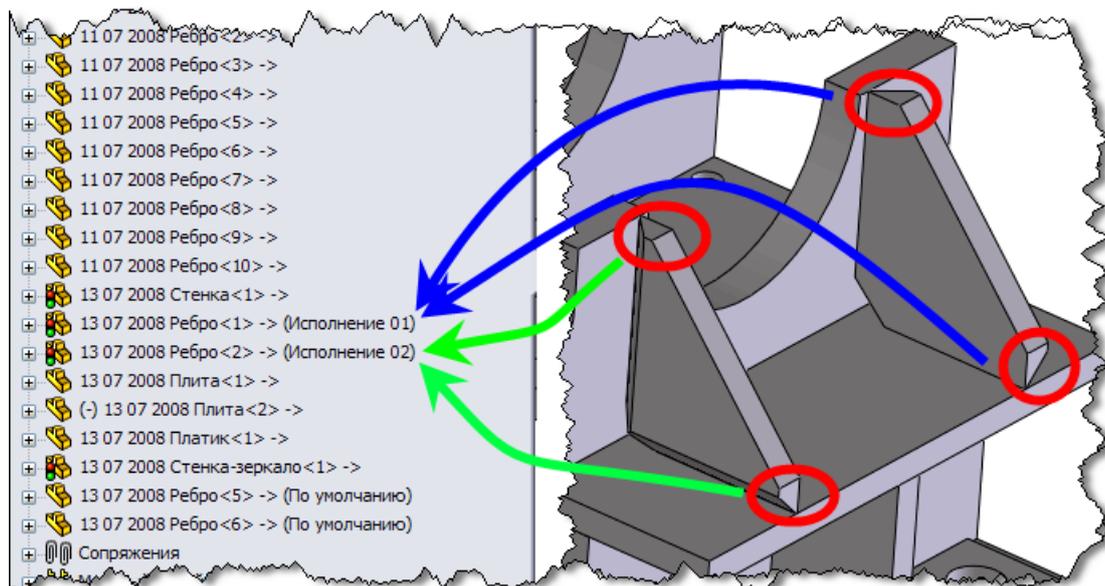


Рис. 11.121 Одна деталь – два исполнения

Такой метод проектирования позволяет избежать нелепых ошибок, которые могут появиться в результате несоблюдения элементарных правил ведения проекта.

Даже в тех случаях, когда исправить ошибку можно простой переориентацией компонента (например, развернув его на  $180^\circ$ ), всё равно лучше использовать методику, описанную выше. Этому есть простое объяснение: для того, чтобы переориентировать компонент в пространстве модели необходимо разорвать его сопряжения с другими компонентами и назначить новые. Однако, это может привести к полному разрушению всей сборки и дополнительной трате времени на её восстановление, что не желательно, особенно при выполнении группового метода проектирования всей машины.

## 11.20 Создание разнесенного вида сборки

Создание вида сборки с её разнесенными частями (рис.11.122) не является необходимым при проектировании изделия и может создаваться по разным причинам, начиная от необходимости (желания) показать на чертеже или инструкции по эксплуатации порядок сборки узла, заканчивая чисто маркетинговым представлением изделия в видеоролике, показывающем его сборку-разборку, при проведении презентации машины. В *Solid Works* получение подобного представления изделия называется *Созданием вида с разнесенными частями*.

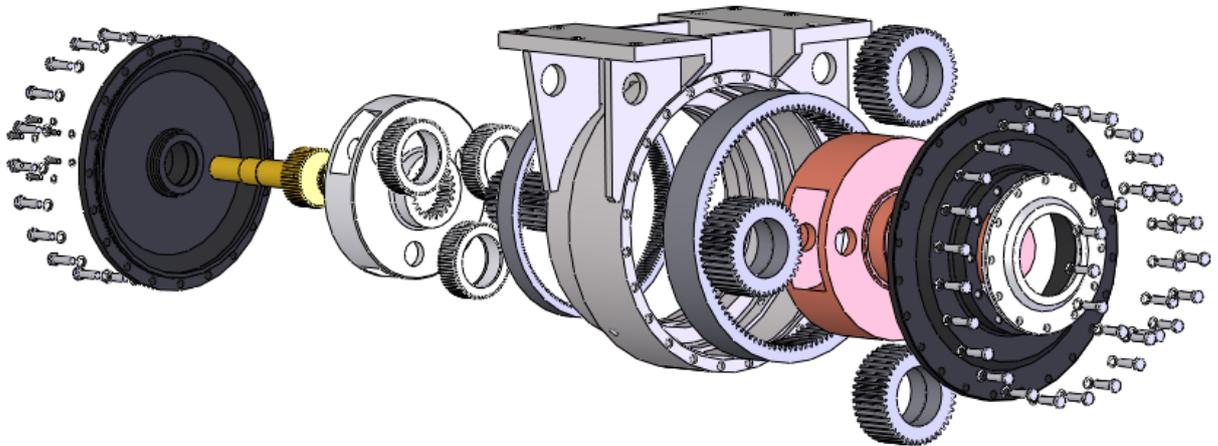


Рис. 11.122 Узел с разнесенными частями

Виды с разнесенными частями создаются путем выбора и перетаскивания деталей в **Графической области**, за один или несколько шагов разнесения. В видах с разнесенными частями можно выполнять следующие действия:

- Равномерно разместить разнесенные комплекты компонентов (крепежные детали, шайбы и т.д.).
- Добавить новый компонент в существующие шаги разнесения другого компонента<sup>13</sup>.
- Если узел сборки имеет вид с разнесенными частями, использовать повторно этот вид в сборке верхнего уровня.
- Добавлять линии разнесения для указания взаимосвязей компонентов.

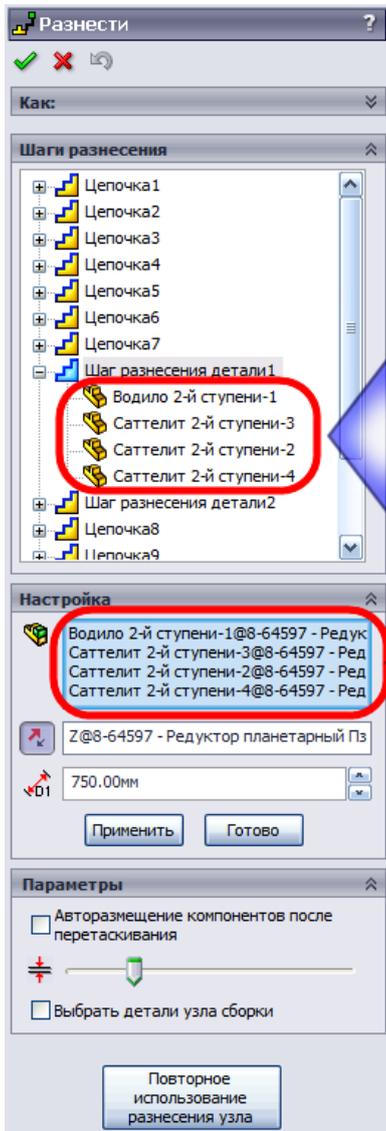
<sup>13</sup> Эта операция полезна при добавлении новой детали в сборку с разнесенным видом.



**Примечание:** Когда сборка находится в разнесенном виде, добавлять сопряжения в сборку нельзя

Создание вида с разнесенными частями осуществляется на любом этапе создания сборки, для любой её конфигурации, однако следует помнить, что разнесенный вид хранится совместно с конфигурацией сборки в которой он создаётся и при этом каждая конфигурация может содержать только один Вид с разнесенными частями.

### Менеджер свойств команды Вид с разнесенными частями



Рассматриваемая в данном разделе операция осуществляется при помощи расположенной на панели инструментов **Сборка** (или см. *Главное меню* → *Вставка*) команды **Вид с разнесенными частями** , Менеджер свойств которой представлен на рисунке 11.123.

Менеджер свойств **Разнести** отображается как при создании, так и при редактировании (см. далее) разнесенных видов. Он состоит из нескольких панелей, которые имеют следующее назначение:

➤ **Шаги разнесения.** Данная панель отображает созданные в процессе работы над разнесенным видом шаги разнесения и порядок их исполнения. Окно может содержать:

- **Шаг разнесения <n>** - список, состоящий из одного или нескольких компонентов, разнесенных в одно положение, т.е. когда все компоненты перенесены в заданном направлении на заданное (см. **Настройки**) расстояние.

Рис. 11.123 Менеджер свойств команды Разнести

- **Цепочка <n>** - группа, состоящая из одного или нескольких выбранных компонентов, разнесенных вдоль оси при использовании параметра *Авторазмещение компонентов после перетаскивания*.

- **Настройка** – содержит основные параметры настройки разнесенного вида, определяющие его вид и взаимное положение компонентов на нём. В свою очередь, данная панель управляет такими параметрами, как:
- **Компоненты шага разнесения**  - в данном окне отображается список компонентов, выбранных для выполнения текущего шага разнесения.
  - **Направление разнесения** – отображает ось направления, выбранного для текущего шага разнесения. При необходимости изменить направление разнесения на противоположное, можно воспользоваться кнопкой *Реверс направления* , расположенной рядом с окном параметра.
  - **Расстояние разнесения**  - данным параметром назначается расстояние, на которое будут перемещены компоненты для текущего шага разнесения.
  - Клавиша **Применить** – используется для предварительного просмотра изменений при выполнении текущего шага разнесения с учётом выше описанных параметров.
  - Клавиша **Готово** – используется для завершения работы с новыми или измененными шагами разнесения.
- **Параметры** – данная панель содержит дополнительные параметры настройки разнесенного вида, позволяющие автоматизировать процесс разнесения изделия на части:
- **Авторазмещение компонентов после перетаскивания.** При использовании этого параметра можно установить равномерное и достаточное для визуального представления расположение деталей, входящих в группу для разнесения на текущем шаге. В противном случае, если данный параметр не активирован, все компоненты, входящие в группу для разнесения на текущем шаге, будут перенесены на расстояние, указанное в окне параметра **Расстояние разнесения** .
  - **Отрегулировать расстояние между компонентами в цепочке** . Используя движок манипулятора  - удерживая его левой клавишей

мышью, можно плавно осуществлять настройку расстояния между компонентами, размещенными с помощью параметра **Авторазмещение компонентов после перетаскивания**, визуально наблюдая за происходящими изменениями в **Графической области**.

- **Выбрать детали узла сборки.** Этот параметр используется при разнесении узлов, входящих в состав главной сборки или их отдельных компонентов.
  - Когда параметр **включен** – можно выбирать отдельные компоненты узла.
  - Когда параметр **отключен** – можно выбирать только весь узел целиком.
- Кнопка **Повторное использование разнесения узла.** Применяется для разнесения однотипных узлов механизма, используя шаги разнесения, предварительно определенные в выбранном узле.

### Создание видов с разнесенными частями

Ознакомившись с назначением параметров настройки, представленных в *Менеджере свойств* команды **Вид с разнесенными частями** , рассмотрим методику создания и редактирования такого вида.

Для того, чтобы создать *Вид с разнесенными частями*, нужно:

1. Перейти в *Менеджер конфигураций* рассматриваемой сборки и, если сборка содержит несколько конфигураций, выбрать ту, для которой будет создаваться *Вид с разнесенными частями*.
2. На панели инструментов **Сборка** (или *Главное меню* → *Вставка*) выберите команду **Вид с разнесенными частями** . При этом активизируется *Менеджер свойств Разнести* (см.рис.11.123).
3. В *Дереве конструирования* или непосредственно из **Графической области** выберите компоненты, предполагаемые к перемещению на данном шаге разнесения.



**Примечание:** Выбор компонентов можно осуществлять как поочередно, кликая на каждый выбираемый компонент, так и группой, используя комбинацию клавиш **Ctrl** и **Shift**.

Выбранные для разнесения компоненты будут отображаться в окне **Компоненты шага разнесения** .

При выборе первого же компонента в **Графической области** появится *триада* (рис.11.124), при помощи которой можно быстро назначить направление перемещения выбранных компонентов.

Для выбора направления разноса компонентов нужно щелчком левой клавиши мыши выбрать ось, соответствующую выбранному направлению. Имя оси отобразится в окне параметра **Направление разнесения**.

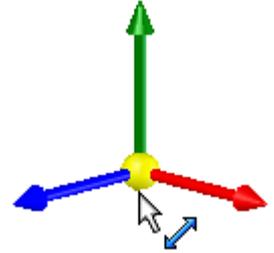


Рис. 11.124 Триада разнесения компонентов.

Если направление оси триады не соответствует требуемому, то можно воспользоваться кнопкой *Реверс направления* .



**Примечание:** Чтобы переместить или выровнять триаду:

- Перетащите шарик в центре, чтобы переместить триаду.
  - Держа нажатой клавишу *Alt*, перетащите шарик в центре и поместите его на кромке или грани, чтобы выровнять триаду по кромке или грани.
  - Нажмите правой кнопкой мыши на шарик в центре и выберите параметры *Выровнять по*, *Выровнять по исходной точке компонента* или *Выровнять по исходной точке сборки*.
4. Назначить параметры разнесения для текущего шага в соответствии с их назначением.
  5. Нажмите, для предварительного просмотра настроек разнесения, клавишу **Применить**.
  6. Если при настройке параметров разнесения был активирован параметр **Авторазмещение компонентов после перетаскивания**, то при помощи манипулятора (если это необходимо) увеличьте или сократите расстояние между компонентами группы.
  7. Если получаемый при данных настройках результат Вас удовлетворяет, то нажмите **ОК** . В противном случае можно откатиться на предыдущий шаг разнесения

компонентов, нажав на кнопку **Отмена**  или вовсе выйти из команды нажав кнопку **Выход** .

### Управление видом сборки

Используя *Вид с разнесенными частями* сборку, при необходимости, теперь можно представлять как в разнесенном виде.

Для этого, в зависимости от текущего состояния *Вида* сборки, нужно, щелкнув правой клавишей мыши на имени конфигурации *Вид с разнесенными частями <n>*, в *Контекстном меню* выбрать, соответственно:

- ✓ *Разнести* – для собранного вида сборки;
- ✓ *Собрать* - для разнесенного вида сборки.

Помимо этого, используя *Вид с разнесенными частями*, можно создать анимационный ролик, показывающий ход сборки \ разборки механизма.

Для моделирования разборки изделия нужно, щелкнув правой клавишей мыши на имени конфигурации *Вид с разнесенными частями <n>*, в *Контекстном меню* выбрать команду *Анимировать составление элементов*, клавиши панели управления которой представлены на рис.11.125.

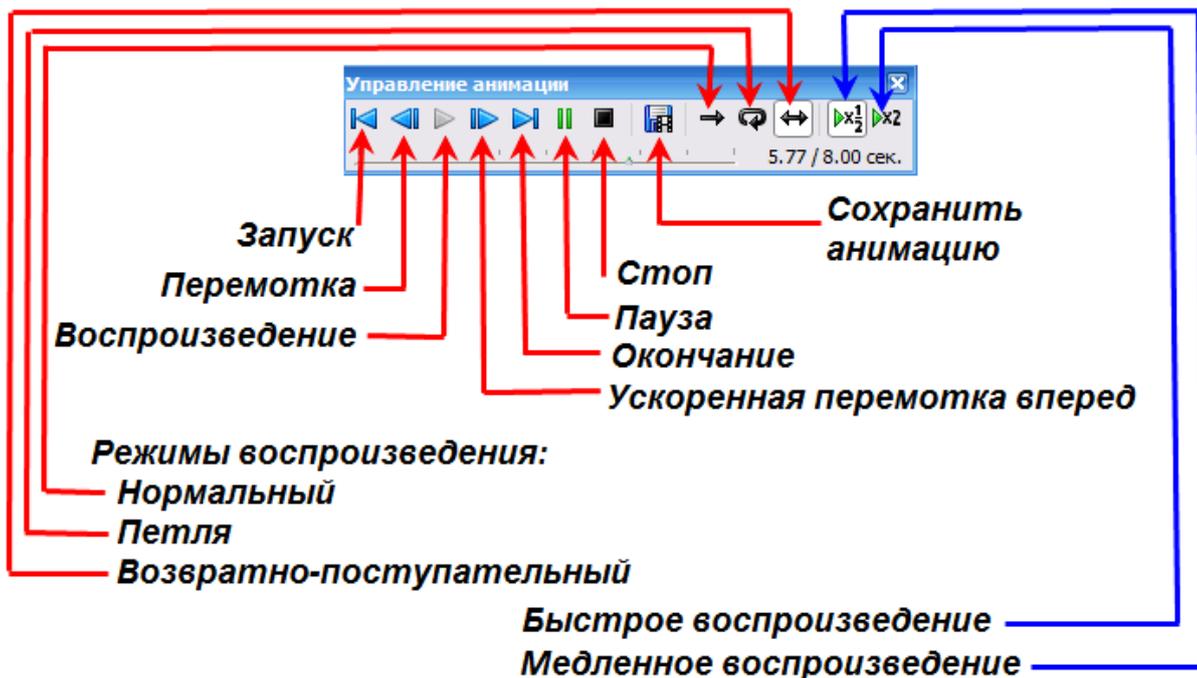


Рис. 11.125 Панель управления анимацией разборки.

## Редактирование видов с разнесенными частями

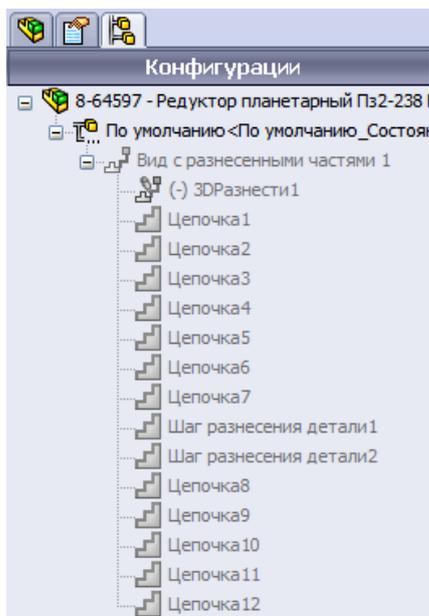
Редактированию подвержены любые действия, выполняемые на этапе проектирования изделия. Не является исключением и операция по созданию *Вида с разнесенными частями*. Выбрать режим редактирования можно как всего сценария разнесения компонентов сборки, так и отдельных его шагов.

Вид с разнесенными частями, как это уже было определено ранее, является составляющей частью конфигурации сборки, а потому определяет её состояние – расположение деталей в разнесенном виде. Потому действия, направленные на редактирование шагов разнесенной сборки называются **Редактированием определения**.

Для того, чтобы приступить к редактированию всего разнесенного вида или конкретного шага в его сценарии необходимо:

1. Открыть *Менеджер конфигураций* и выбрать в нем конфигурацию сборки (если их несколько) для которой будет выполняться редактирование.

По умолчанию, состояние конфигурации сборки *Вид с разнесенными частями* является скрытым (рис.11.126), однако дерево сценария шагов разнесения всегда можно увидеть, раскрыв его щелчком на значке  , расположенном возле него.



2. Вызвать команду

**Редактировать определение**  из *Контекстного меню* щелчком правой клавиши мыши на:

- Заголовке ветви *Дерева конфигурации Вид с разнесенными частями* для редактирования **всего вида**;
- Одним из **Шагов** *Дерева Вида...* для редактирования **выбранного шага**.

3. В открывшемся *Менеджере свойств Разнести* (см.рис.11.123) внести, при необходимости, следующие изменения:

Рис. 11.126 Дерево конфигурации *Вид с разнесенными частями*

- ✓ Перетащить компоненты, чтобы изменить их положение.

При перемещении можно изменять интервал автоматического размещения , используя для этого движок манипулятора , либо маркеры перетаскивания , позволяющие, кроме того, изменять порядок компонентов в цепочке.

- ✓ Выбрать в *Дереве конструирования* компоненты, которые требуется добавить в **Шаг**.
  - ✓ Удалить компоненты редактируемого **Шага**. Выбор осуществляется при помощи команды *Удалить*, вызываемой из *Контекстного меню* щелчком правой клавишей мыши на выбранном компоненте.
  - ✓ Изменить **Настройки**.
  - ✓ Изменить **Параметры**
4. Если получаемый при данных настройках результат Вас удовлетворяет, то нажмите **ОК** . В противном случае можно отменить нежелательные изменения, нажав на кнопку **Отмена**  или вовсе выйти из команды нажав кнопку **Выход** .

### Добавление линий разнесения

Разнося компоненты, *Solid Works* выполняет это действие вдоль осей *триады*. Однако это не всегда может удовлетворять конструктора, создающего документ с отображением в нём *Вида с разнесенными частями*. В этом случае очень помогают, выполненные самим конструктором, *линии разнесения*.

Чтобы добавить *линии разнесения* в *Вид с разнесенными частями*, нужно использовать специальную команду **Эскиз с линиями разнесения** 

(тип трехмерного эскиза), расположенную на панели инструментов **Сборка** или в **Главном меню**, разделе **Вставка**.

Активация этой команды раскрывает окно *Менеджера свойств Линия маршрута* (рис.11.127).

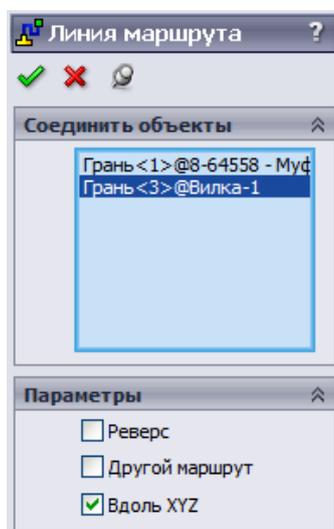


Рис. 11.127 Менеджера свойств Линия маршрута

Назначение панелей *Менеджера свойств*

**Линия маршрута** следующие:

- Панель **Соединить элементы** – Отображает грани, круговые кромки, прямые кромки или плоские грани для их соединения с линией маршрута.
- Панель **Параметры** содержит:
  - ✓ *Реверс* – меняет направление линии маршрута на противоположное. Стрелка предварительного изображения показывает направление линии.
  - ✓ *Альтернативный маршрут* – Отображает альтернативный возможный маршрут для линии маршрута
  - ✓ *Вдоль XYZ* – Создает маршрут параллельно направлению осей **X**, **Y** и **Z**.



**Примечание:** Для того, чтобы использовать кратчайший путь перемещения компонентов следует отменить этот параметр.

Выбрав элементы для соединения можно добавить линии разнесения, используя для этого **Линию маршрута**  и **Линию изгиба** , располагающиеся на панели инструментов **Разнести эскиз**, а также стандартные инструменты **3D эскиза**

Все созданные этими инструментами линии отобразятся как штрихпунктирные, как это показано на рисунке 11.128.

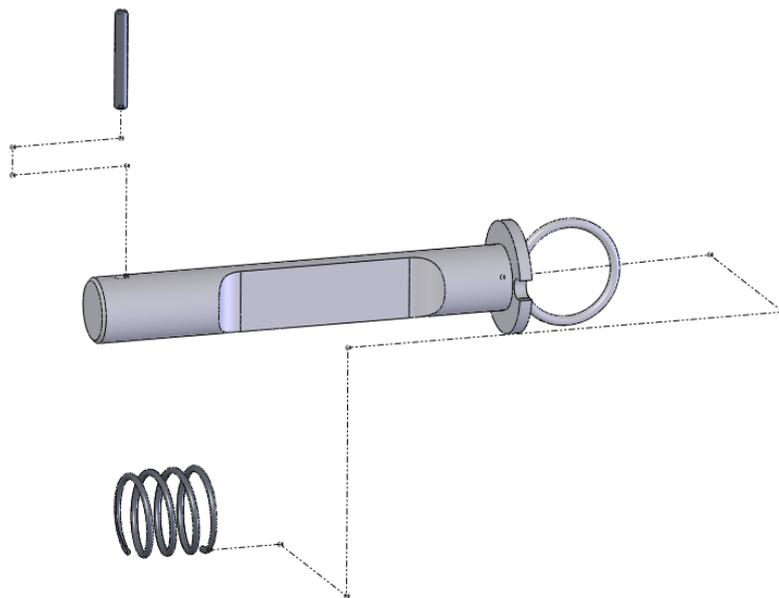


Рис. 11.128 Линии разнесения

По завершении работы, как это обычно мы делали при работе с любым эскизом, необходимо закрыть эскиз.

Эскиз появится в *Менеджере конфигураций* первым элементом дерева *Вида с разнесенными частями*.

Редактирование, при необходимости, эскиза с линиями разнесения осуществляется так же, как мы это делали с уже известными нам по **Части 1** эскизами других типов.

### 11.21 Вопросы для самопроверки

Ответьте на вопросы и сравните свои ответы с ответами, приведенными в конце этой главы.

1. Подход к моделированию сборок «снизу вверх» является традиционным и наиболее распространенным при проектировании (**Да/Нет**).

2. При проектировании сборок «сверху вниз» все компоненты создаются в одном и том же документе сборки (**Да/Нет**).

3. Сопряжение *Совпадение* обычно применяют, чтобы выполнить наложение двух плоских поверхностей (**Да/Нет**).

4. Сопряжения, наиболее применимые к текущему набору выделений, отображаются в раздвижной панели **Выбор сопряжения Менеджера свойств Сопряжение** (**Да/Нет**).

5. Сопряжения на основе элементов применяются только к компонентам с цилиндрическими элементами (**Да/Нет**).

6. Сопряжения на основе массива используются для сборки компонентов, которые имеют круговой массив на круговом элементе (**Да/Нет**).

7. Вывести на экран *Менеджер свойств Вращение компонента* можно щелчком на кнопке \_\_\_\_\_ в *Менеджере команд Сборки*.

8. Для вращения выделенного компонента с заданным угловым шагом вдоль определенной оси используется вариант в списке *Вращение*.

9. Для выравнивания центральной оси одного компонента с центральной осью другого компонента обычно используется сопряжение \_\_\_\_\_ .

10. Для перемещения компонента вдоль направления выделенного объекта используется вариант \_\_\_\_\_ в списке

**Перемещение.**

11. *Solid Works* позволяет создавать узлы в сборочной среде (Да/Нет).

12. Из компонентов, которые уже помещены в документ сборки, нельзя создать сборочный узел (Да/Нет).

13. При наведении курсора на сопряжение в *Дереве конструирования* объекты сопряжения подсвечиваются в **Графической области** красным цветом (Да/Нет).

14. Редактирование сборочных сопряжений не предусмотрено (Да/Нет).

15. В режиме редактирования деталей в документе сборки элементы можно изменять в интерактивном режиме с помощью инструмента **Переместить/Изменить размер элементов**, перетаскивая указателем мыши маркеры редактирования (Да/Нет).

16. Массивы компонентов, созданные индивидуально, без использования каких-либо существующих шаблонов элементов, называются \_\_\_\_\_.

17. Массивы компонентов, созданные с использованием существующего шаблона элементов, называются \_\_\_\_\_.

18. В каком компоненте информация об элементах доступна только в документе детали, а в документе сборки имеется лишь графическое представление компонента?

19. Чтобы изменить условие прозрачности выделенного компонента, необходимо выделить компонент и выбрать в *Контекстном меню* команду \_\_\_\_\_.

20. Для создания эскиза с линиями разнесения следует щелкнуть на кнопке \_\_\_\_\_ в панели инструментов **Сборка**.

## 11.22 Общие вопросы

1. Названия выделенных элементов отображаются в области выделения \_\_\_\_\_ *Менеджера свойств* **Сопряжение**.

2. Поместить компонент в документ сборки можно с помощью команды меню \_\_\_\_\_.

3. Динамически перемещать компонент вдоль осей *X*, *Y* и *Z* документа сборки позволяет вариант \_\_\_\_\_ из списка **Перемещение**.

4. Для расположения двух выделенных элементов перпендикулярно друг к другу используется кнопка \_\_\_\_\_ в раздвижной панели **Стандартные сопряжения**.

5. Для задания координат начала отсчета детали, в которую компонент будет добавлен после перемещения, используется параметр \_\_\_\_\_.

6. Если вы добавляете сопряжения на основе элементов для элементов с конической геометрией, то должна существовать \_\_\_\_\_ поверхность, смежная с коническими поверхностями обоих компонентов.

7. Какой метод добавления сопряжений к компонентам сборки является наиболее распространенным?

- а). Использование технологии *Автосопряжения*;
- б). Использование *Менеджера свойств* **Сопряжение**;
- в). Перетаскивание из документа детали;
- г). ни один из перечисленных способов.

8. Какая кнопка используется для вызова *Менеджера свойств* **Сопряжение** после применения сопряжения к выделенным элементам?

- а). Справка;
- б). ОК;
- в). Не убирать;
- г). Отмена.

9. Какой параметр, доступный в списке *Вращение*, используется для вращения компонента по отношению к выделенному элементу?

- а). Вдоль объекта;
- б). Выбранная кромка;
- в). Справочный объект;
- г). ни один из перечисленных.

10. Какой параметр используется для задания координат

начала отсчета детали в документе, куда перемещается деталь?

- а). В положение **XYZ**;
- б). Справочное положение;
- в). Вдоль объекта;
- г). ни один из перечисленных.

11. Какая команда используется для открытия компонента в отдельном файле детали?

- а). Изменить;
- б). Правка;
- в). Открыть деталь;
- г). ни один из вышеперечисленных вариантов.

12. Как называется команда, которая используется для проведения анализа на наличие столкновений между компонентами в сборке?

- а). Определение конфликтов;
- б). Проверить интерференцию компонентов;
- в). Массовые свойства;
- г). ни один из вышеперечисленных вариантов.

13. Какой флажок следует установить в *Диалоговом окне Открыть*, чтобы открыть сборку с сокращенными компонентами?

- а). Сокращенный;
- б). Открыть сокращенные;
- в). Сокращенные детали;
- г). Сокращенная сборка.

14. Какая кнопка панели инструментов **Сборка** используется для гашения компонентов?

- а). Изменить состояние гашения;
- б). (Погасить);
- в). Скрыть/Отобразить компонент;
- г). Перемещение компонента.

15. Какая кнопка панели инструментов **Сборка** используется для создания разнесенного вида?

- а). Разнесенный вид;
- б). Разнесение сборки;
- в). Сопряжение;
- г). ни один из вышеперечисленных вариантов.

16. Для создания локального линейного массива необходимо выбрать переключатель \_\_\_\_\_.

17. Чтобы отобразить скрытый компонент, необходимо

выделить его значок в *Дереве конструирования* и выбрать команду \_\_\_\_\_ в *Контекстном меню*.

18. Для создания массива компонентов с использованием существующего массива элементов служит команда меню \_\_\_\_\_.

19. Разнесенный вид сборки создается с помощью *Диалогового окна* \_\_\_\_\_.

20. Чтобы движение сборки останавливалось при столкновении между двумя ее компонентами, в *Менеджере свойств* **Переместить\Вращать компонент** необходимо установить флажок \_\_\_\_\_.

### 11.23 Задания для самостоятельной работы

В данном разделе представлены задания для самостоятельной проработки вопросов проектирования узлов.

В качестве примеров были использованы небольшие узлы гидротехнического назначения с подробным описанием конструктивных особенностей их составных частей.

#### 11.23.1. Клапан обратный (рис.12.129)

Корпус 1 изготовлен из стали. Фланец корпуса имеет четыре проходных отверстия для крепления болтами на рабочее место. На верхнем цилиндре корпуса нарезана наружная резьба М72 х 4 для наворачивания накидной гайки 4; внутренний цилиндр имеет резьбу М50 для ввертывания втулки 3.

Золотник 2 изготовлен из латуни. Он имеет четыре направляющих, скользящих в проходном отверстии корпуса 1.

Втулка 3 изготовлена из латуни. Имеет четыре отверстия для специального ключа, которым ее ввертывают в корпус 1 (резьба М50), регулируя давление пружины 7 на золотнике 2 и определяя тем самым рабочее давление клапана.

Гайка накидная 4 (резьба М72 х 4) изготовлена из стали. Служит для крепления отбортованной трубы (патрубок 5).

Патрубок 5 изготовлен из стали. Служит для присоединения к трубопроводу, по которому рабочая среда идет к аппарату.

Прокладка 6 изготовлена из резины. Служит для уплотнения соединения патрубка 5 с корпусом 1.

Пружина 7 изготовлена из пружинной проволоки. Сжатием пружины 7 устанавливают определенное рабочее давление, способное открыть золотник 2. Поджатие пружины осуществляется вращением втулки 3. Обратный клапан служит для пропуска рабочей среды к потребителю. В случае падения давления в зоне под золотником 2 пружина 7 закроет отверстие золотником и проход среды будет перекрыт.

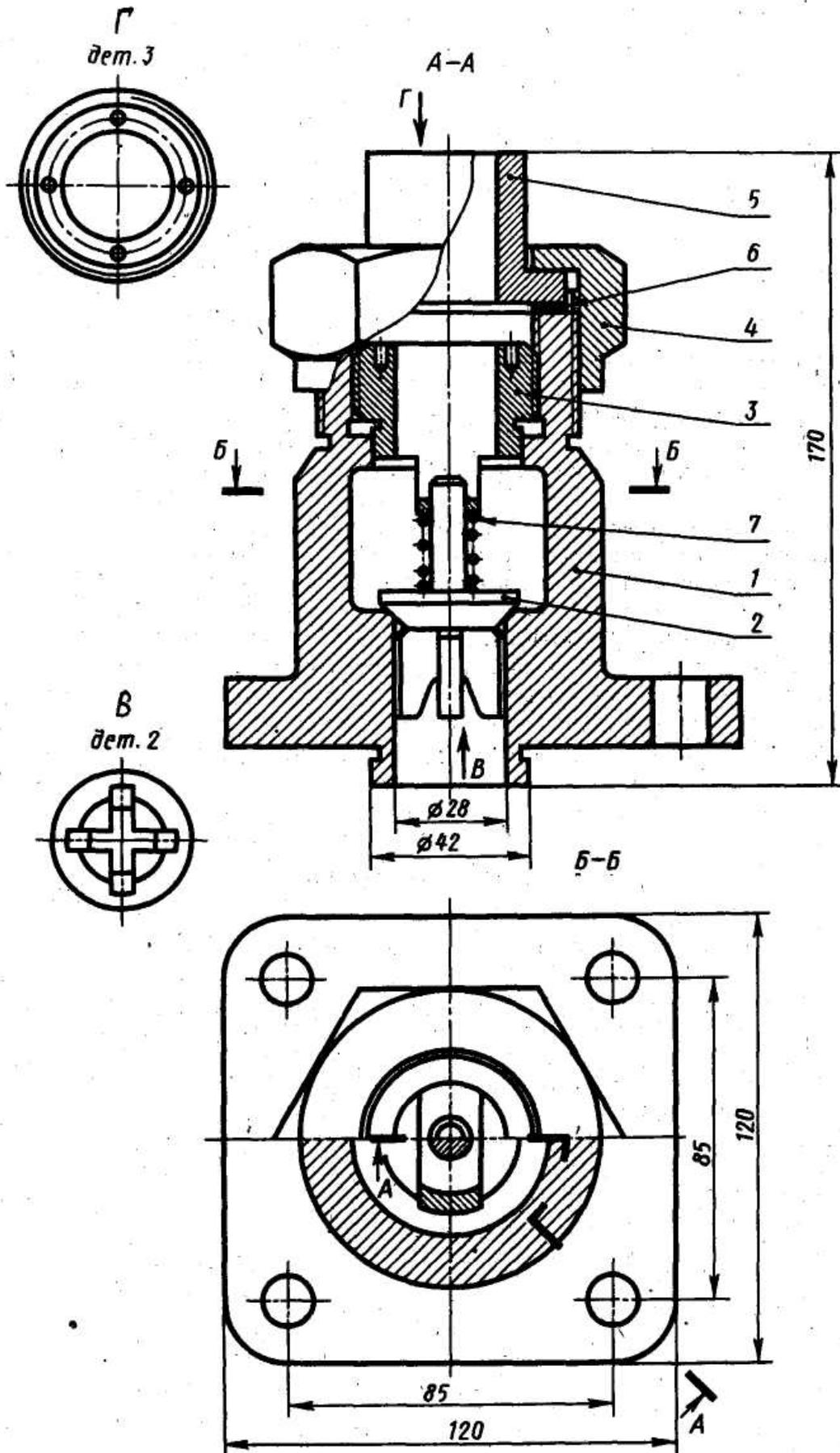


Рис. 11.129 Клапан обратный

### 11.23.2. Клапан предохранительный (рис.12.130)

Корпус 1 изготовлен из стали. В нижнем фланце корпуса 7 имеются четыре проходных отверстия для крепления корпуса винтами или шпильками к рабочей камере. Фланец рабочей камеры показан на чертеже оборванным и без номера, позиции. В сферической части корпуса просверлено четыре отверстия для сброса давления при срабатывании клапана. В верхнем цилиндре корпуса имеется внутренняя резьба для ввертывания специальной втулки 6 (резьба М24).

Седло 2 изготовлено из стали. Специальным цилиндрическим выступом седло 2 под давлением корпуса прижимает прокладку 8, обеспечивая плотность соединения с фланцем рабочей камеры.

Золотник 3 изготовлен из латуни, имеет 3 направляющих, которые скользят в проходном отверстии седла 2. В закрытом положении золотник- 3 удерживается штоком 4, давление которого на золотник 3 определяется пружиной.'

Шток 4 изготовлен из стали, имеет цилиндрический выступ (с лысками, см. Б-Б) для опоры нижней тарелки пружины 9. Верхняя часть штока имеет резьбу для гайки и контргайки. Поворотом рукоятки

можно поднимать шток 4, сжимая пружину 9 и освобождая золотник 3.

Тарелка пружины 5 (2 шт.) изготовлена из стали. Служит опорой для пружины 9.

Втулка 6 резьбовая регулирующая (резьба М24) изготовлена из стали. Служит для установки клапана на определенное давление.

Рукоятка 7 изготовлена из стали. Служит для ручного сброса давления.

Прокладка 8 изготовлена из резины. Обеспечивает плотность соединения седла с фланцем рабочей камеры.

Пружина 9 изготовлена из пружинной проволоки.

Гайка М10 ГОСТ 5915-70 поз. 10 (2 шт.) изготовлена из стали.

Шайба 10 ГОСТ 11371-78 поз. 11 изготовлена из стали.

Предохранительный клапан устанавливается на; рабочей камере. В случае повышения давления в камере выше установленного поджатием пружины 9 золотник 3 поднимается и давление сбрасывается через' отверстия в корпусе 1. При необходимости можно сбросить давление, нажав на рукоятку - 7.

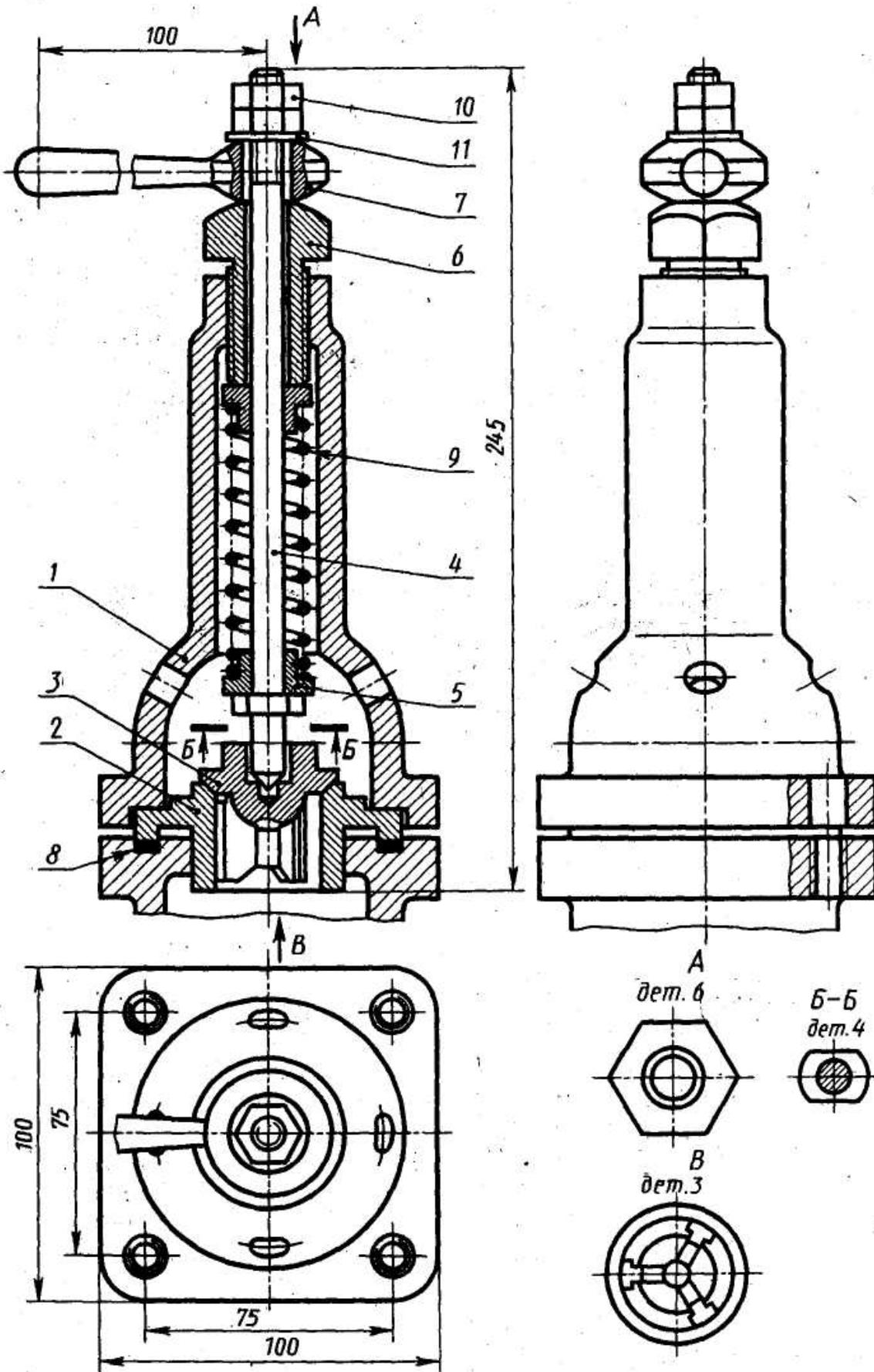


Рис. 11.130 Клапан предохранительный

### 11.23.3. Вентиль запорный (рис.12.131)

Корпус 1 изготовлен из алюминия. В верхнем торце корпуса имеется четыре отверстия под шпильку М10 для крепления крышки 2. Боковые торцы корпуса имеют также по четыре отверстия М10 для присоединения фланцев трубопровода с помощью шпилек М10 (шпильки кроме четырех, крепящих крышку, на чертеже не показаны).

Крышка 2 изготовлена из алюминия. В фланце имеются четыре отверстия для прохода крепящих шпилек и два отверстия с резьбой М8 для шпилек, с помощью которых производится подтяжка сальниковой втулки 4.

Стакан 3 изготовлен из кислотостойкой стали, обеспечивает изоляцию рабочей полости корпуса 1 от атмосферы.

Втулка сальниковая 4 изготовлена из кислотостойкой стали. Подтяжка сальниковой втулки производится шпильками 75.

Втулка золотниковая 5 изготовлена из кислотостойкой стали, обеспечивает крепление золотника б на головке шпинделя 8.

Золотник 6 изготовлен из кислотостойкой стали, обеспечивает перекрытие проходного отверстия корпуса /, крепится на головке шпинделя 8 подвижно, что> дает возможность самоустановки в отверстие •и обеспечивает плотность перекрытия.

Втулка резьбовая 7 изготовлена из стали, ввернута в верхнюю часть крышки 2 (резьба М24) и застопорена винтом (резьба М4), обеспечивает твердость резьбовой опоры для шпинделя 8. Алюминий, из которого изготовлена крышка 2, был бы слишком мягким для тех нагрузок, которые возникают при ввертывании шпинделя 8 для закрытия вентилля.

Шпиндель 8 изготовлен из кислотостойкой стали. Верхняя часть шпинделя имеет резьбу М10 для ввертывания в крышку и резьбу М8 для навинчивания гайки (на чертеже не показана), крепящей маховик (на чертеже не показан).

Прокладка резиновая 9 обеспечивает изоляцию рабочей полости корпуса 7.

Шайба 10 изготовлена из кислотостойкой стали, является опорой для сальника..

Винт М4 стопорный ГОСТ 1477 — 65 поз. 11 предотвращает проворачивание втулки 7 при вращении Шпинделя 8.

Гайка М8 ГОСТ 5915-70 поз. 12 изготовлена из стали, служит для крепления и подтяжки сальниковой втулки 4.

Гайка М10 ГОСТ 5915-70 поз. 13 изготовлена из стали, служит для крепления крышки 2, обеспечивает также зажим прокладки 9.

Шайба 8 ГОСТ 11371 —78 поз. 14 изготовлена из стали.

Шпилька М8 ГОСТ 22032-76 поз. 15 изготовлена из стали.

Шпилька М10 ГОСТ 22032-76 поз. 16 изготовлена из стали.

Набивка сальниковая графитовая 17 обеспечивает герметизацию рабочей полости при вращении шпинделя 8.

Вентиль применяется для перекрытия трубопроводов с азотной кислотой при температуре до 100 °С. Перекрытие осуществляется вращением шпинделя 8. При этом золотник 6 устанавливается в проходном отверстии и перекрывает его.

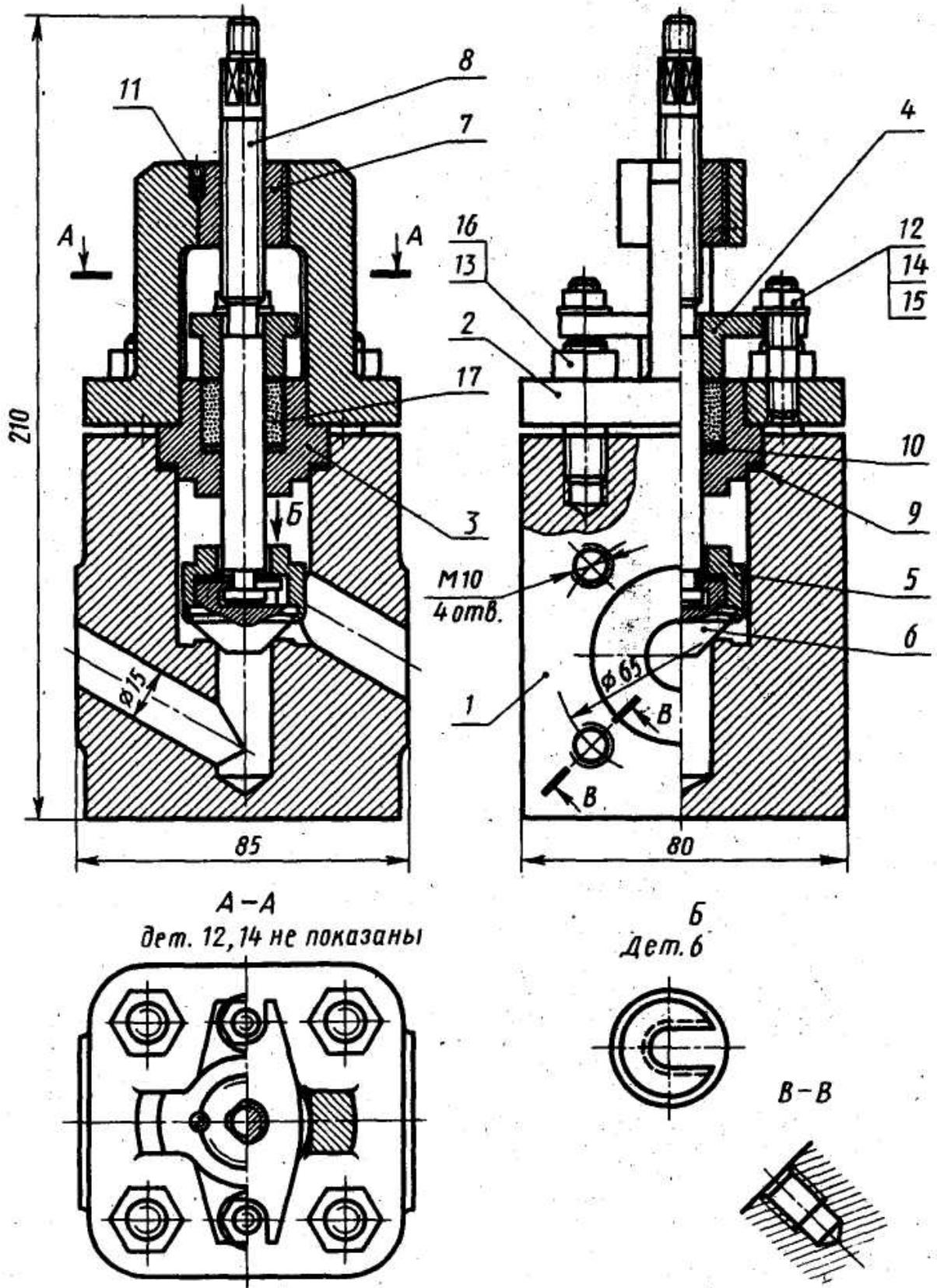


Рис. 11.131 Вентиль запорный

#### 11.23.4. Вентиль запорный угловой (рис.11.132)

Маховик 1 является армированной деталью. В пластмассовое тело маховика впрессована скоба из ковкого чугуна с квадратным отверстием. Скоба не имеет номера позиции. Она — часть (арматура) армированной детали, являющейся неразборной сборочной единицей.

Корпус 2 выполнен из латуни. Нижняя цапка имеет коническую резьбу К 3/8" для присоединения к системе питания. Левая цапка имеет резьбу М24 х 1,5 для накидной гайки 8.

Шток 3 выполнен из нержавеющей стали. Коническим концом штока. 3 осуществляется перекрытие прохода.

Крышка 4 выполнена из стали. На крышке имеется кольцевой выступ треугольного сечения, который при установке крышки вдавливает мембрану 9 в проточку на корпусе (см. рис. 56, выносной элемент). Угол при вершине выступа равен 90°, а угол при вершине проточки равен 60°. Это обеспечивает плотный зажим мембраны.

Шпиндель 5 выполнен из стали. Резьба на шпинделе (для ввертывания его в крышку) М14.

Подпятник 6 выполнен из стали, соединен с головкой шпинделя подвижно с гарантированным зазором:

Гайка накидная 7 (резьба М52) выполнена из стали, прижимает крышку 4 к корпусу 2, обеспечивает герметичность их соединения.

Гайка накидная 8 (резьба М24) выполнена из стали, служит для зажима отбортованной трубы трубопровода (на чертеже не показана), ведущей к установке.

Мембрана 9 выполнена из алюминия, обеспечивает изоляцию внутренней полости от внешней среды. Для увеличения упругости мембрана 9 имеет полукруглый кольцевой изгиб (отмечен на рис. 56 буквой «Г»).

Пружина 10 выполнена из стальной пружинной проволоки с антикоррозионным покрытием, обеспечивает подъем штока 3 при открытии вентиля.

Гайка М8 ГОСТ 5915 — 70 поз. 11 выполнена из стали, служит для крепления маховика на шпинделе 5.

Шайба 8 ГОСТ 11371-78 поз. 12 выполнена из стали.

Вентиль применяется для перекрытия трубопроводов холодильных установок, работающих на фреоне с температурой до 120 °С. Рабочая среда подается снизу под шток 3 и через отверстие в

левой цапке по трубопроводу направляется к установке. Перекрытие трубопровода осуществляется вращением шпинделя 5, который через подпятник 6 нажимает на мембрану 9 и через нее на шток 3, перекрывающий проход рабочей среды.

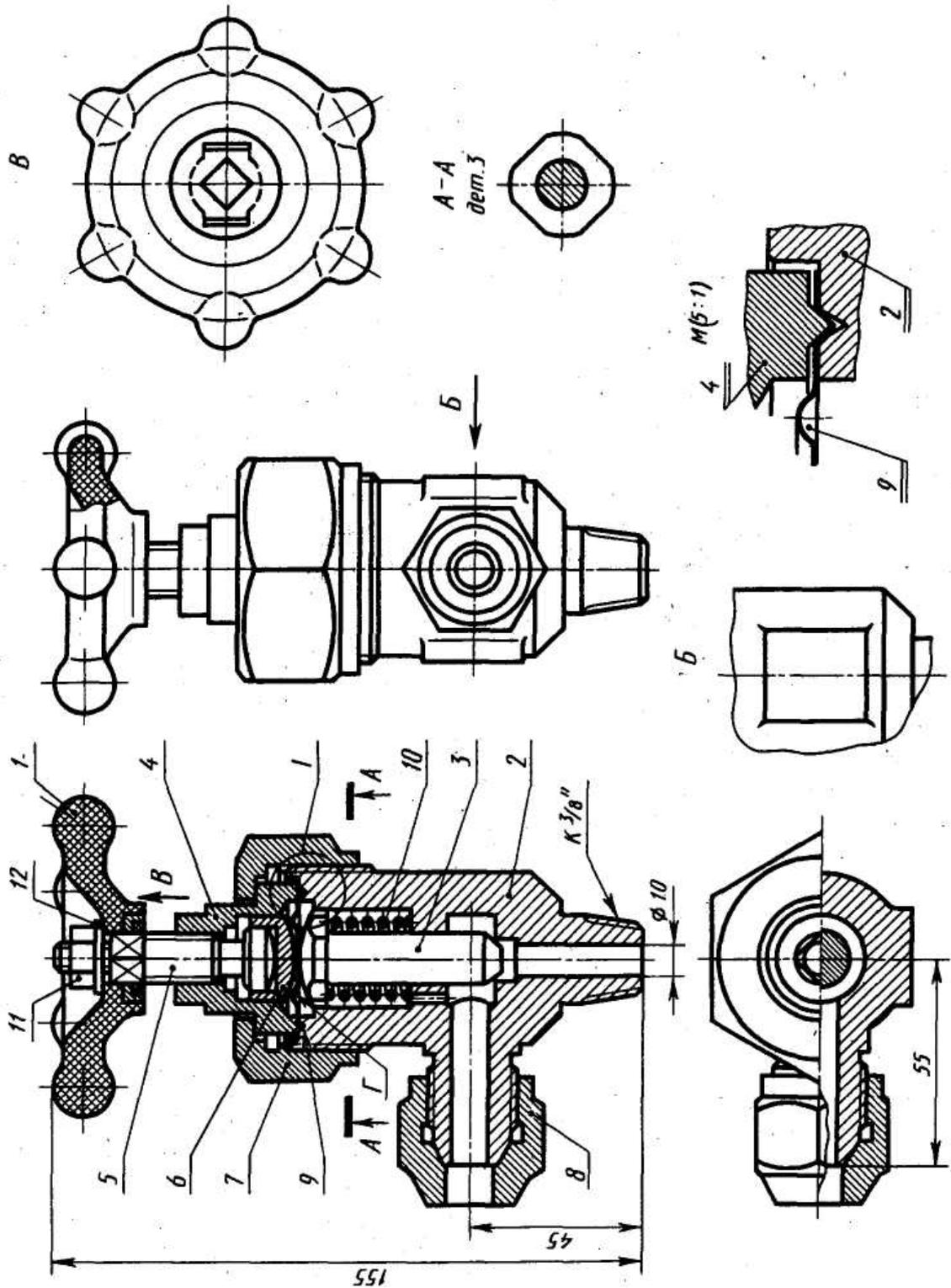


Рис. 11.132 Вентиль запорный угловой

**11.24 Ответы на вопросы для самопроверки**

1. Да. 2. Да. 3. Да. 4. Да. 5. Да. 6. Да. 7. Вращение компонента.  
8. Дельта XYZ. 9. Совпадение. 10. Вдоль объекта. 11. Да. 12. Нет. 13.  
Да. 14. Нет. 15. Нет. 16. Локальным. 17. Производным. 18.  
Сокращенный. 19. Свойства компонента. 20. Эскиз с линиями  
разнесения.

**Глава 12**

**Проектирование литейной формы**

**Содержание**

<b>12</b>	<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ.....</b>	<b>142</b>
<b>12.1</b>	<b>Придание уклона граням изделия </b> .....	<b>143</b>
	Менеджер свойств инструмента Уклон 	145
	Уклон относительно Нейтральной плоскости .....	148
	Уклон относительно Базовой линии уклона .....	150
	Уклон с изломом.....	153
<b>12.2</b>	<b>Анализ уклона </b> .....	<b>156</b>
<b>12.3</b>	<b>Определение выточки </b> .....	<b>162</b>
<b>12.4</b>	<b>Создание Линии разъёма </b> .....	<b>165</b>
<b>12.5</b>	<b>Создание Поверхности разъёма .....</b>	<b>171</b>
<b>12.6</b>	<b>Создание литейной формы детали. ....</b>	<b>176</b>

## 12 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ

В *Solid Works* имеется уникальная возможность – увязать два неразрывно связанных технологических процесса: проектирование изделия и, на его основе, создание модели для изготовления литейной формы.

Литейную форму можно создавать на основе интегрированных инструментов, которые контролируют процесс её создания. Тем не менее, эти инструменты можно использовать для анализа и исправления недостатков моделей, полученных средствами *Solid Works* или же импортированных из других пакетов объёмного проектирования моделей отливаемых деталей.

Рассматриваемые в этой главе инструменты охватывают весь процесс создания литейной формы: от исходного анализа модели до получения песчаной формы, разделяющей деталь на части, заключающие внутри себя пустоту, предназначенную для принятия заливаемого в неё металла.

Следует заметить, что результатом такого разделения будет *многодельная деталь*, содержащая отдельные тела для отливаемой детали, сердцевину, полость и др. тела. Основным преимуществом такого подхода в проектировании литейной формы является то, что весь замысел проекта находится в одной удобном месте, а все изменения в отливаемой детали будут автоматически отображаться в телах инструментов.

В общих чертах, весь процесс проектирования выглядит следующим образом:

1) **Анализ уклона.** На этом этапе грани модели проверяются на наличие достаточного у них уклона, для того чтобы убедиться, что проектируемую деталь извлекут должным образом из инструмента<sup>1</sup>.

2) **Определение выточки.** Этот этап проектирования литейной формы связан с определением поглощенных областей, т.е. таких элементов литейной формы, которые не допускают выталкивание детали.

3) **Создание Линии разъёма.** Этот инструмент имеет две функции:

- ✓ Проверяет наличие уклона на модели, исходя из указанного угла.

---

<sup>1</sup> Здесь и далее, при разговоре об инструменте под последним следует понимать: песчаные формы, стержни, холодильники и другие литейные знаки.

- ✓ Создает линию разъёма, из которой формируется поверхность разъёма.
- 4) Назначение **Отсекающих поверхностей**. Создание перемычек на поверхности, чтобы закрыть сквозные отверстия в отливаемой детали.
- 5) Определение **Поверхности разъёма**. Их вытягивают из **линии разъёма** и служат они для отделения **полости** от **сердцевины**. Поверхность разъёма можно также использовать и для создания **заблокированной поверхности**.
- 6) Если деталь импортирована из другого пакета, то при помощи **Линейчатой поверхности** добавляется уклон для её поверхностей. Инструмент Линейчатая поверхность также используется и для создания **заблокированной поверхности**.
- 7) Этап **Разделения инструментов** – создание тел сердцевины и полости на основе шагов, выполненных ранее.



**Примечание:** Каждое тело инструмента можно сохранить в отдельном документе детали, нажав правой кнопкой мыши на тело в папке Твёрдые тела **Дерева конструирования** изделия и выбрать команду **Вставить в новую деталь**. Затем уже новые детали можно вставлять в сборку, в которую можно будет добавлять вспомогательное оборудование, создавать сопряжения и т.д. Новые детали имеют внешние ссылки на исходную модель, поэтому изменения, внесенные в отливаемую деталь, автоматически отображаются в деталях инструмента сборки.

Все команды, используемые при проектировании литейной формы, располагаются на специальной панели инструментов – **Инструменты литейной формы**, на которой располагаются дополнительные инструменты, являющиеся общими для процесса создания литейной формы. Часть этих инструментов нам уже хорошо знакома, поскольку мы их рассматривали в **Части 1** при изучении материала по работе с поверхностями (Глава 10).

Итак, рассмотрим более подробно процесс проектирования литейных форм с точки зрения на него *Solid Works*.

### 12.1 Придание уклона граням изделия

Как известно, для того чтобы деревянная модель легко извлекалась из песчаной формы не разрушая последнюю,

необходимо вертикальным граням модели придать некоторый уклон от плоскости разреза частей литейной формы.

Изучая команду **Вытянутая бобышка\Основание** (см. **Часть 1**) мы обращали внимание на то, что при вытягивании эскиза имеется возможность придать уклон вытягиваемым граням, причем всем сразу и с одинаковым углом наклона. Данное обстоятельство не всегда может удовлетворять стоящей перед нами задачи, прежде всего по причине того, что не все грани должны иметь одинаковый угол наклона. Кроме того, порой требуется придать уклон граням, создание которого ещё на этапе построения эскиза было невозможно или не рационально.

В любом случае у нас имеется специальный инструмент, при помощи которого мы имеем возможность придать любой линейной грани требуемый уклон. Этот инструмент называется **Уклон** , а поскольку команда универсальна и может быть использована в любых ситуациях (не только при проектировании литейных форм), то разработчики *Solid Works* отнесли её к **Элементам**. Именно поэтому её месторасположение в **Главном меню** определено как **Вставка → Элементы → Уклон** .

В силу своей универсальности, **Уклон** может быть применён как к твердотельным, так и поверхностным моделям.

Для того чтобы создать уклон на грани модели необходимо:

1. Вызвать команду **Уклон**  из **Главного меню**: **Вставка → Элементы**, или выбрать её на панели инструментов **Элементы** или **Инструменты литейной формы**.
2. Установить необходимые параметры в **Менеджере свойств** инструмента **Уклон** .
3. Проверить правильность настроек при помощи функции **Детальный просмотр** .
4. Нажать кнопку **ОК**  (в случае правильности выбранных параметров настройки создаваемого уклона). В противном случае – ещё раз нажать на кнопку функции **Детальный просмотр** , чтобы вернуться в **Менеджер свойств** для исправления допущенных ошибок.

Рассмотрим более подробно настройку параметров инструмента **Уклон**  в зависимости от типов создаваемого элемента и области их применения.

## Менеджер свойств инструмента Уклон

Как уже указывалось выше, при выборе инструмента **Уклон**  открывается **Менеджер свойств Уклон** (рис.12.1), содержание панелей которого зависит от выбранного типа уклона.

С целью упрощения рассмотрения функций команды для каждого типа уклона, по мере их изучения будем рассматривать "персональные" панели **Тип уклона**, поскольку остальные панели будут оставаться неизменными для всех типов уклонов.

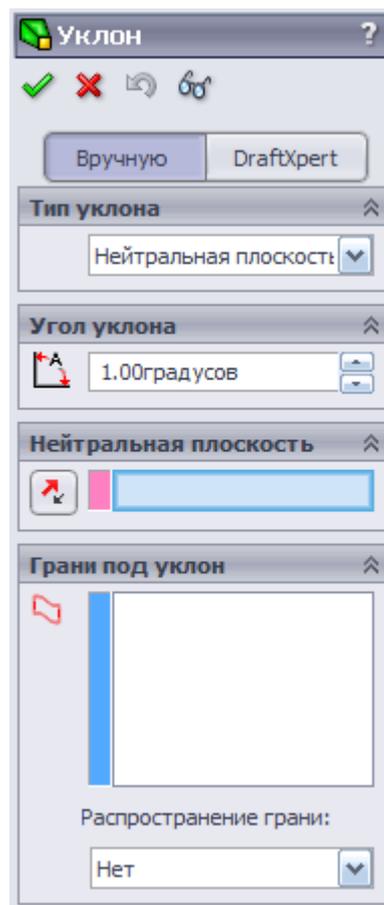
При создании уклона доступны две кнопки переключения **Менеджера свойств**:

➤ **Вручную** – этот **Менеджер свойств** используется для управления уклоном на уровне **Элемента**.

➤ **DraftXpert** – используется только для уклонов на **Нейтральной плоскости**, и только в том случае, если Вы хотите, чтобы **Solid Works** управлял внутренней структурой элементов.



**Примечание:** При редактировании уклона при помощи команды **Редактировать определение** Менеджер свойств **Уклон** отображается без кнопок переключения.



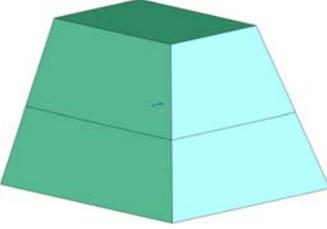
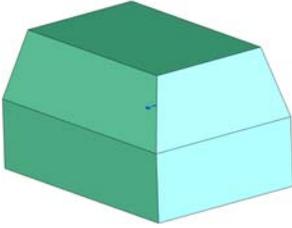
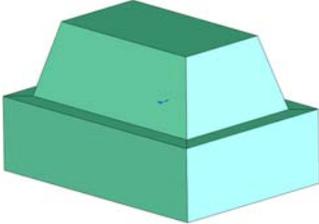
**Рис. 12.1** Менеджер свойств инструмента **Уклон**

### Тип уклона

Данный параметр отвечает за внешнее представление создаваемого уклона и, в свою очередь, оказывает непосредственное влияние на значение остальных управляющих параметров, находящихся в **Менеджере свойств** инструмента **Уклон**.

Каждый тип уклона имеет свои особенности при построении, а потому отличается, как уже было сказано, панелью **Тип уклона**. Кроме того, для построения некоторых из уклонов требуется предварительная подготовка граней к работе – деление их на части при помощи **Линии разъёма**.

Различают следующие типы уклона:

<p>Уклон относительно <i>Нейтральной плоскости</i></p> <p>Под нейтральной понимают плоскость, относительно которых задаётся наклон выбранных граней, при этом её площадь поверхности, а соответственно, и длины кромок остаются неизменными.</p>	
<p>Уклон относительно <i>Базовой линии уклона</i></p> <p>Данный тип уклона используется тогда, когда необходимо придать уклон не всей грани, а только её некоторой части.</p>	
<p>Уклон с изломом (ступенчатый уклон)</p>	

### Угол наклона

При помощи данного параметра устанавливается угол наклона граней относительно выбираемой (базовой) плоскости.

Угол наклона измеряется в градусах, задаётся в численном виде в текстовом окне панели параметра и измеряется по перпендикуляру к нейтральной плоскости.

### Нейтральная плоскость

В текстовом окне этого параметра задаётся (отображается после выбора) нейтральная (базовая) плоскость, относительно которой выбранные для уклона грани отклоняются от своего первоначального положения.

В качестве нейтральной плоскости можно использовать любую плоскость или плоскую грань.

Если в качестве нейтральной плоскости принимается грань модели, то она выбирается в **Графической области** прямым указанием курсора мыши. Выбранная грань подсвечивается на модели Розовым цветом.

Если в качестве нейтральной плоскости принимается некая плоскость, то её проще выбирать из *Дерева конструирования*, которое, ввиду приоритета *Менеджера свойств* инструмента, отображается в левой части **Графической области**.

Управлять направлением создаваемого уклона можно при помощи, уже хорошо нам знакомого по предыдущим инструментам *Solid Works*, параметра *Реверс направления* 

### Грани под уклон

Этот параметр содержит текстовое окно, в котором отображаются имена тех граней, которые были выбраны Вами в **Графической области** для придания им уклона по выше описанным параметрам. Выбранные грани подсвечиваются на модели Синим цветом.

Выбирая грани, которым придаётся уклон, для упрощения поставленной задачи, можно использовать дополнительную функцию – *Распространение грани*, которая содержит следующие установки:

Установка	Тип уклона		
	Нейтральная плоскость	Базовая линия уклона	Уклон с изломом
<i>Нет</i>	Уклон выполняется только на выбранных гранях		
<i>По касательной</i>	Уклон выполняется на всех гранях, касательных к выбранной грани <sup>2</sup>		
<i>Все грани</i>	Уклон выполняется на всех гранях, вытесненных из нейтральной плоскости	-	-
<i>Внутренние грани</i>	Уклон выполняется на всех внутренних гранях, вытесненных из нейтральной плоскости	-	-
<i>Наружные грани</i>	Уклон выполняется на всех наружных гранях, вытесненных из нейтральной плоскости	-	-

<sup>2</sup> Грани считаются "касательными", если они связаны друг с другом посредством элемента **Скругление**.

Более подробно с назначением описанных выше параметров мы познакомимся, рассматривая каждый тип уклона в отдельности.

### Уклон относительно Нейтральной плоскости

Данный тип уклона наиболее часто используется в общем машиностроении, при назначении некоторым граням деталей уклона, оставляя другие грани без изменения их положения. Поэтому, выбирая на панели инструментов команду **Уклон**  *Solid Works* по умолчанию, в качестве параметра **Тип уклона**, назначает *Нейтральная плоскость*.

Определяемые в *Менеджере свойств* параметры достаточно подробно были описаны в предыдущем разделе. Поэтому, отметив лишь некоторые из них, сведем знакомство с действиями, выполняемыми *Solid Works* при использовании данного типа уклона, к разнообразию решений, получаемых при определении условий *Распространения грани*.

Условия распространения грани – это параметр, влияющий на характер взаимодействия выбранной для уклона грани с приграничными поверхностями. В рассматриваемом типе уклона могут быть использованы следующие условия:

**Нет** – уклон выполняется только для выбранных граней.

**По касательной** – уклон распространяется на все грани, расположенные касательно к выбранной грани<sup>3</sup>.

**Все грани** - уклон выполняется на всех гранях, ближайших к нейтральной плоскости, и вытесняется из нейтральной плоскости.

**Внутренние грани**<sup>4</sup> – уклон выполняется на всех внутренних гранях, вытесненных из нейтральной плоскости.

**Наружные грани**<sup>5</sup> – уклон выполняется на всех наружных гранях, ближайших к нейтральной плоскости.

Отличительные особенности условий распространения граней представлены на рисунке 12.2, при этом в качестве *Нейтральной плоскости* во всех примерах была принята верхняя грань изделия.

---

<sup>3</sup> Данное условие распространяется на пограничные грани только в том случае, если объединяющая их кромка имеет элемент *Скругление*.

<sup>4</sup> К внутренним граням относятся все грани элементов, целиком охватываемых нейтральной плоскостью.

<sup>5</sup> К наружным граням относятся все грани, граничащие с периметром нейтральной плоскости, а также грани, примыкающие к последним.

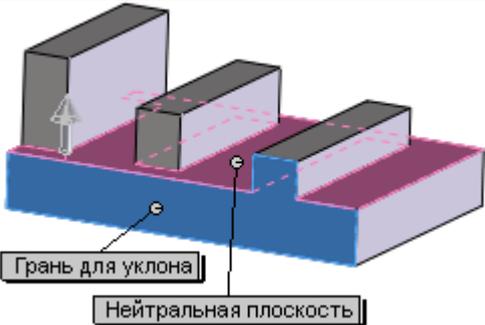
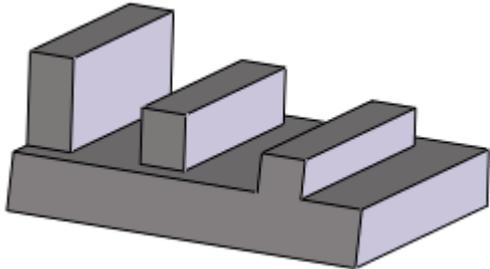
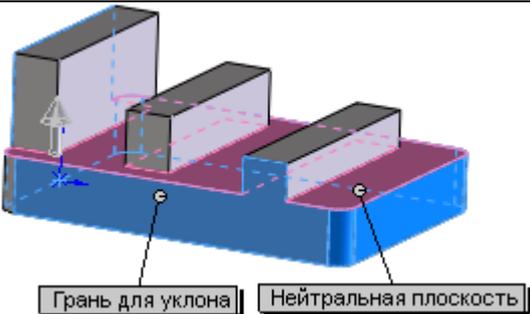
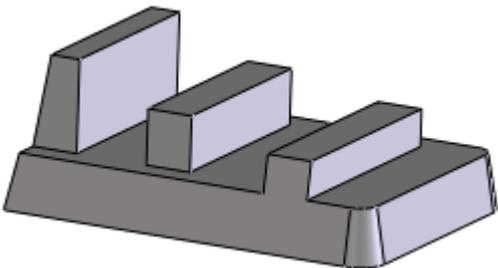
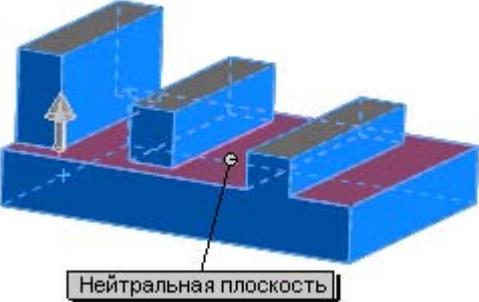
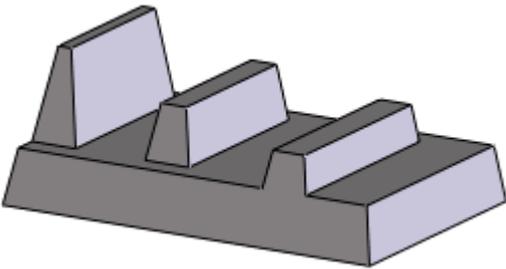
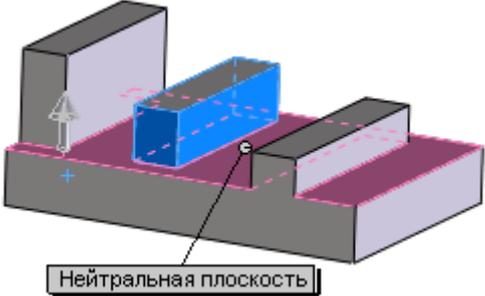
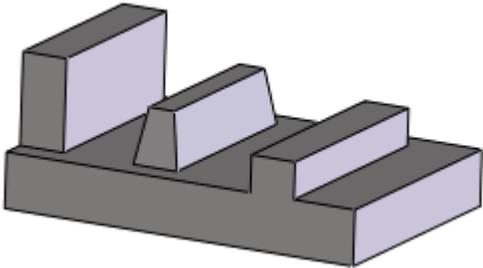
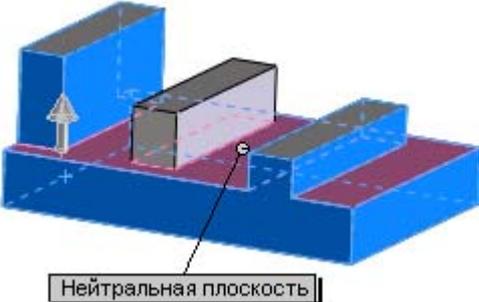
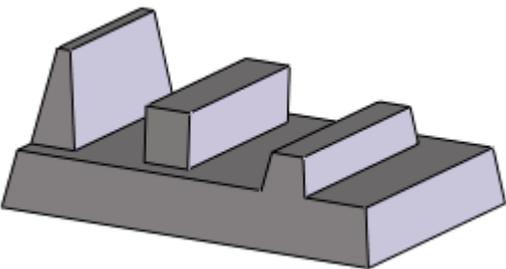
	Выбор в Графической области	Уклон
Нет		
По касательной		
Все грани		
Внутренние грани		
Наружные грани		

Рис. 12.2 Влияние условия Распространения грани на характер уклона, относительно Нейтральной плоскости

### Уклон относительно Базовой линии уклона

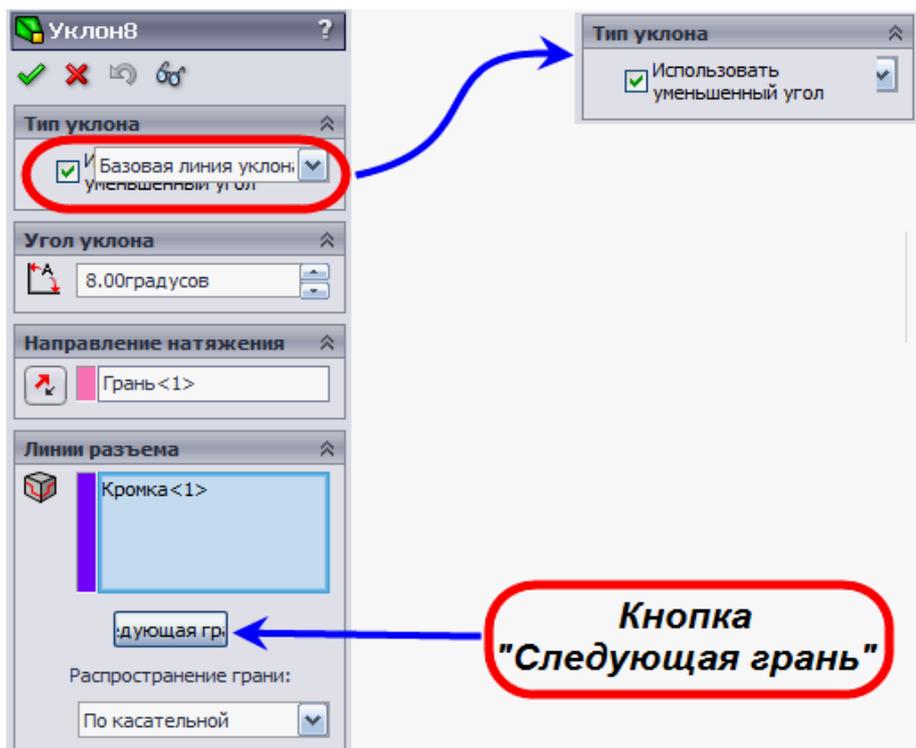
Данный тип уклона часто используется при создании изделия, литейная форма которого состоит из нескольких полуформ. В этом случае уклон поверхностей изделия выполняют от линии разъёма полуформ, причём линия разъёма не обязательно должна быть прямой<sup>6</sup>.

В таких случаях, при создании уклонов, используют *уклон относительно Базовой линии*, для получения которой на поверхности изделия необходимо предварительно создать *Линию разъёма*.

Менеджер свойств данного типа уклона представлен на рисунке 12.3. В отличие от предыдущего типа уклона в уклоне с использованием *Базовой линии уклона* в панели **Тип уклона**, появляется окошко с дополнительной функцией *Использовать уменьшенный угол*, как показано на рисунке 12.3. Помимо этого, в качестве параметров определяющих уклон выступают:

**Направление натяжения** – кромка или грань, определяющие базу для создания уклона.

**Линии разъёма** – список объектов эскиза, составляющих *Линию разъёма*.



**Рис. 12.3** Менеджер свойств Уклон по Базовой линии.

<sup>6</sup> В том случае, когда линия разъёма представляет собой плоскость, для создания уклона можно использовать дополнительную плоскость *Справочной геометрии*, используя её как *Нейтральную плоскость* при создании уклона

Перед тем, как выполнять уклон по *Базовой линии*, необходимо на поверхности изделия создать *Линию разъёма*.

Линия разъёма представляет собой некий эскиз, заключающий в себе любые доступные объекты из панели инструментов **Эскиз**.

Созданный на выбранной для разделения поверхности эскиз преобразуется в *Линию разъёма* при помощи инструмента **Линия разъёма** , расположенного на панели инструментов **Элементы** или в **Главном меню**: *Вставка* → *Кривая* → *Линия разъёма*.

Линия разъёма разделяет грань на две самостоятельные грани выступая на цельной поверхности в качестве границы между ними.

Для того, чтобы создать на поверхности детали уклон по *Базовой линии* необходимо:

1. Спроектировать деталь, на которой требуется создать уклон.
2. Нарисовать эскиз и создать по нему *Линию разъёма*.
3. Активизировать команду **Уклон** .
4. В окне **Тип уклона** выбрать *Базовая линия уклона*.
5. В окне **Угол уклона** ввести значение *Угла уклона* .
6. Активизировав окно **Направление натяжения**, выберите кромку или грань в **Графической области** для указания направления натяжения.

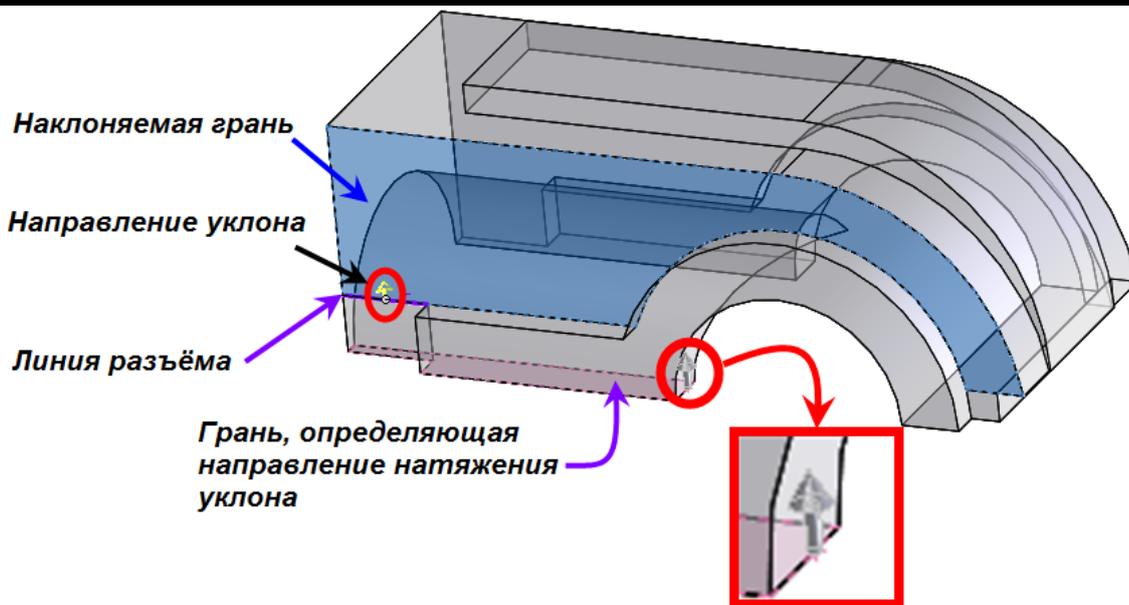
При определении направления натяжения обращайтесь внимание на направление стрелки (рис.12.4) и при необходимости выберите *Реверс направления* .

7. Выберите окно **Линии разъёма**  и укажите в **Графической области** базовые линии разъёма.

Обратите внимание на направление стрелки линии разъёма (рис.12.4). Для задания другого направления уклона для каждого сегмента базовой линии уклона выберите имя кромки в окне *Базовая линия уклона* и нажмите кнопку *Следующая грань* (см.рис.12.3).

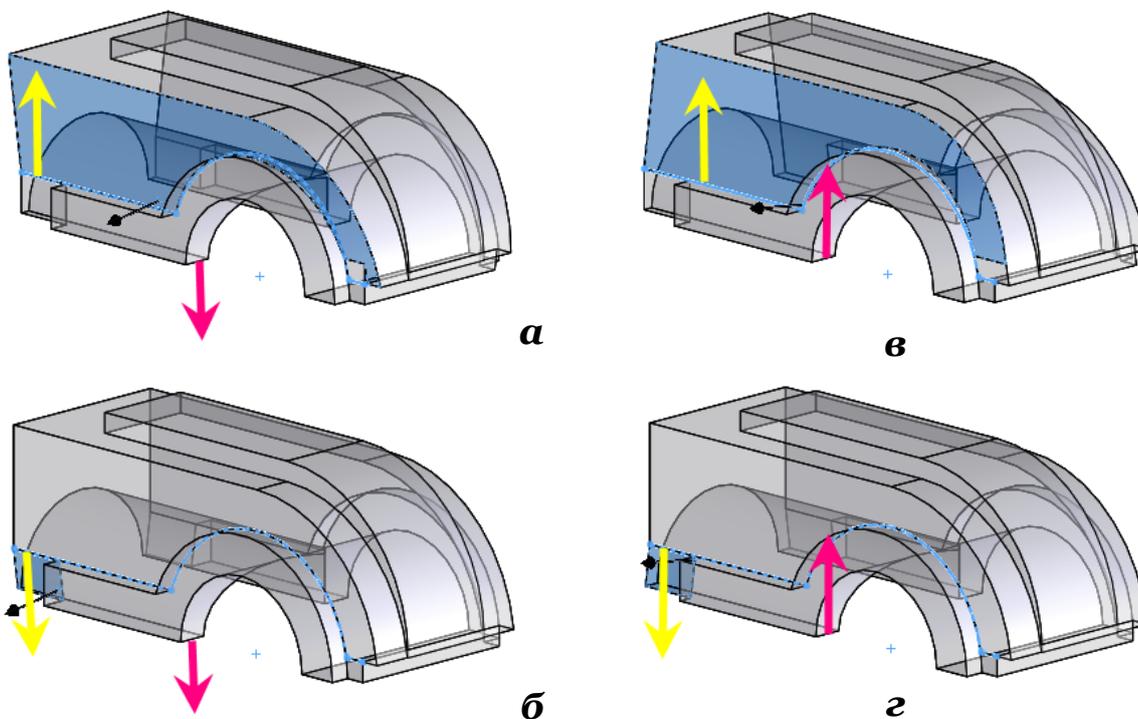
Следите за совокупностью направлений обоих стрелок по п.6 и п.7. поскольку от этого зависит характер создаваемого уклона (рис.12.5).

8. Нажмите **ОК** для завершения работы с командой **Уклон** .



**Рис. 12.4** Выбор параметров уклона по Базовой линии.

Выбирая направления натяжения грани следует помнить о том, что оба параметра: *Направление уклона* и *Направление натяжения уклона* играют важную роль в формировании самого уклона. На рисунке 12.5 показано влияние обоих указанных направлений на создаваемый уклон. Здесь, в частности, жёлтой стрелкой указывается *Направление уклона*, а красной - *Направление натяжения уклона* (см.рис.12.4), при этом грань, которой уклон придаётся, выделена синим цветом.



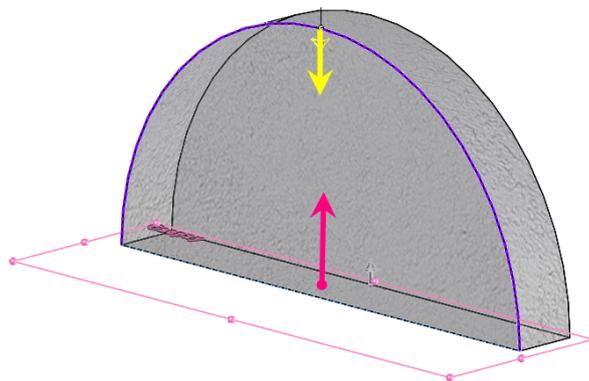
**Рис. 12.5** Влияние направлений натяжения на геометрию создаваемого уклона

Параметр *Использовать уменьшенный угол* (см.рис.12.3) доступен только с параметром уклона *Базовая линия уклона*.

При выборе этого параметра угол уклона в некоторых областях грани с уклоном может быть меньше, чем указанное в *Менеджере свойств* значение *Угла уклона* .

Этот параметр можно использовать в следующих случаях:

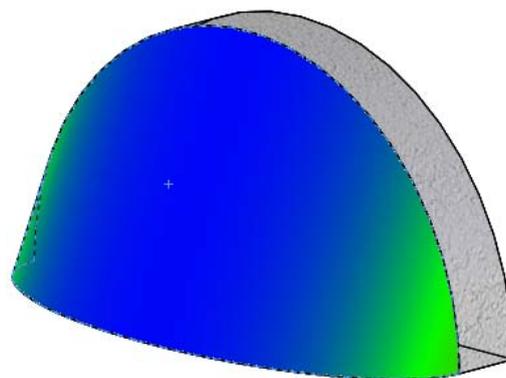
- Перпендикуляр одной или нескольких боковых граней является смежным кромке, а наклоняемые грани практически перпендикулярны *Направлению натяжения*. Сохранив этот тип модели и условие, выберите параметр *Использовать уменьшенный угол*, когда максимальный угол между направлением натяжения и перпендикуляром к крутой грани (рис.12.6), а также угол уклона, больше или равны  $90^\circ$ .



**Рис. 12.6** Выбор граней для создания уклона с уменьшенным углом.

- Когда суммарный угол, образованный этим максимальным углом и *Углом уклона*  имеет значение  $90^\circ$  или более.

Результат создания уклона с параметром *Использовать уменьшенный угол* представлен на рисунке 12.7.

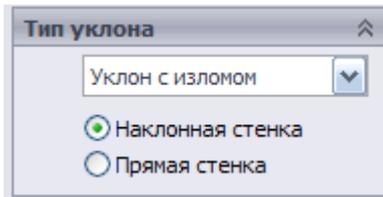


**Рис. 12.7** Уклон грани элемента с параметром *Использовать уменьшенный угол*

### Уклон с изломом

*Уклон с изломом* - это разновидность уклона с *Базовой линией уклона*, а потому *Менеджер свойств* этого типа уклона отличается от рассмотренного в предыдущем разделе только видом параметрического блока **Тип уклона** (рис.12.8).

Уклон с изломом создает одну грань, повернутую вокруг плоскости, использованной как *Направление натяжения*. В результате получаются небольшие грани, изображающие ступени.

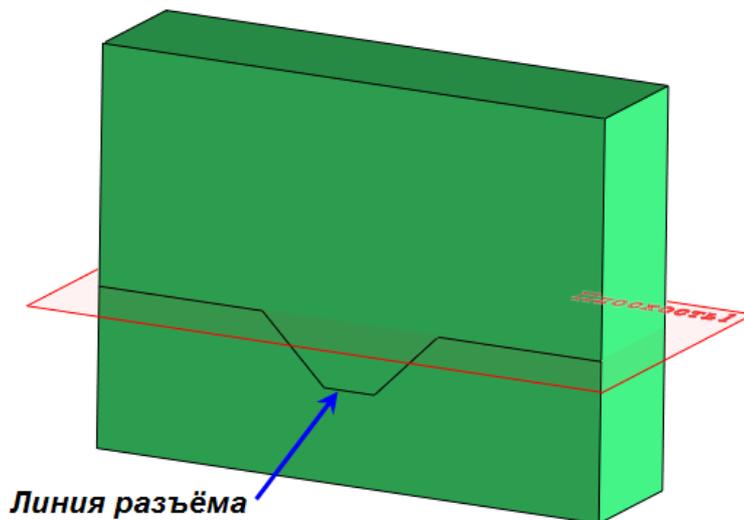


**Рис. 12.8** Параметрическое окно Тип уклона Менеджера свойств Уклона с изломом

Углы уклона в модели можно проверить с помощью инструмента **Анализ уклона** (подробнее об этом см.раздел 12.2). При анализе уклона создается цветное изображение граней модели на основе указанных критериев *Угла* и *Направления натяжения*.

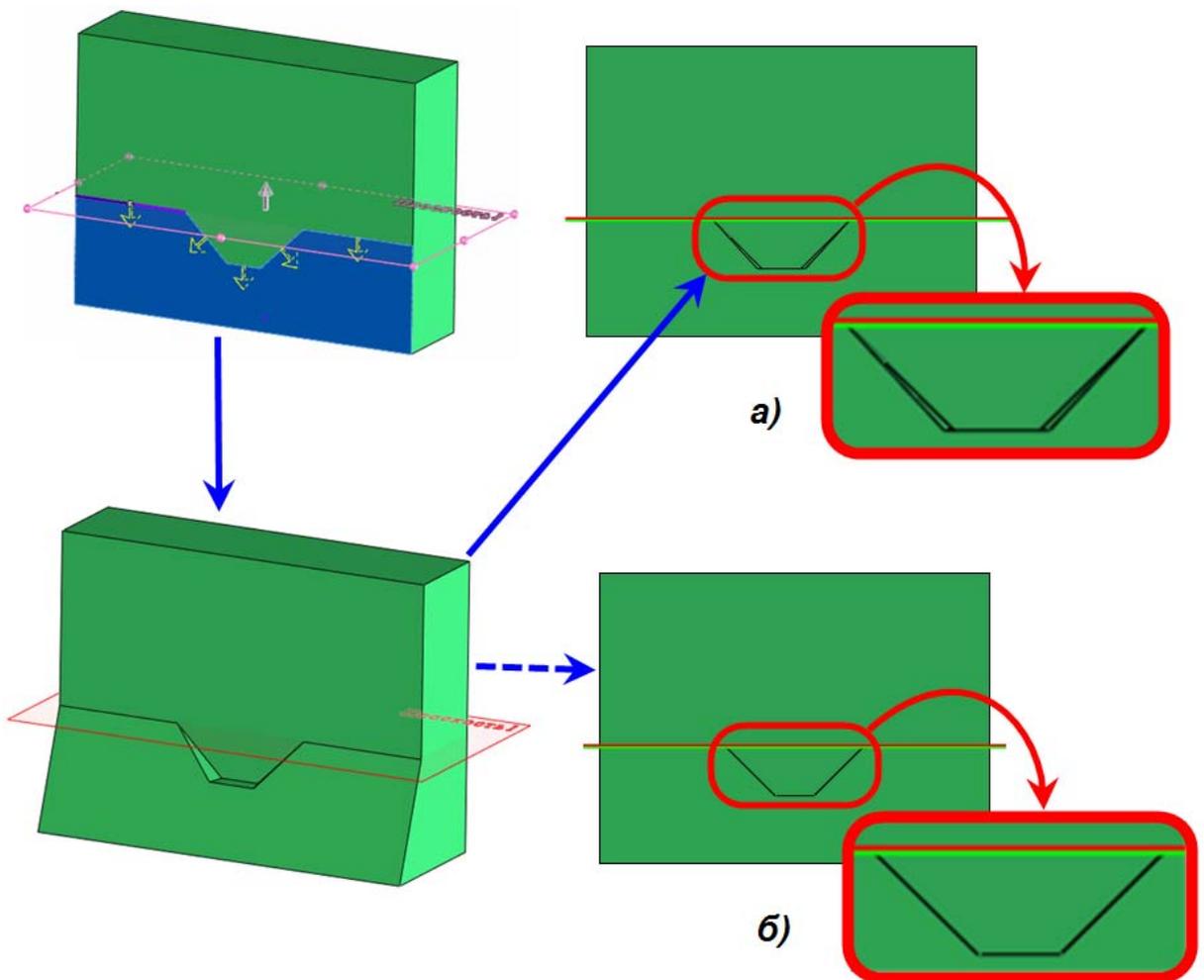
Для того чтобы вставить угол уклона, используя линию разъёма со ступенчатым уклоном необходимо выполнить следующие действия:

1. Нарисуйте деталь, на которой нужно выполнить уклон.
2. Создайте (если это необходимо) дополнительную Плоскость *Справочной геометрии*, которая в последующем будет использована для определения *Направления натяжения* (см.рис.12.4).
3. Создайте требуемую **Линию разъёма**  (рис.12.9), при этом обязательно убедитесь в том, что:
  - Как минимум один сегмент *Линии разъёма* совпадает с *Плоскостью разъёма* на каждой грани для уклона (если это необходимо).
  - Все другие сегменты *Линии разъёма* расположены в направлении натяжения плоскости.
  - Сегменты *Линии разъёма* не перпендикулярны *Плоскости разъёма*.



**Рис. 12.9** Начальный этап подготовки детали к созданию уклона – создание линии разъёма.

4. Нажмите кнопку **Уклон**  на панели инструментов **Элементы** или выберите в **Главном меню**: **Вставка** → **Элементы** → **Уклон**.
5. В окне **Тип уклона** (см.рис.12.8) выберите **Уклон с изломом**.
  - Выберите **Наклонная стенка**, если необходимо, чтобы поверхность генерировалась точно так же, как и поверхности с уклоном (рис.12.10, **а**).
  - Выберите **Прямая стенка**, если необходимо, чтобы поверхности генерировались перпендикулярно исходной основной грани (рис.12.10, **б**).



**Рис. 12.10** Влияние параметра *Тип уклона* на характер излома граней проектируемого изделия.

6. В окне **Угол уклона**  введите значение угла в градусах.
7. В разделе **Направление натяжения**:

- Выберите плоскость, указывающую направление натяжения.
- Выберите *Реверс направления* , чтобы придать уклон в другом направлении.

#### 8. В разделе **Линии разъёма**:

- Выберите сегменты линии разъёма в **Графической области**. Обратите внимание на направление стрелки предварительного вида (см.рис.12.5 и 12.10).
- Нажмите (если необходимо) кнопку *Следующая грань*, чтобы указать другое направление уклона для каждого сегмента *Линии разъёма*.
- В поле *Распространение грани* назначьте удобный для выбора кромок *Линии разъёма* тип:
  - **Нет** – если уклон выполняется только на выбранной грани.
  - **По касательной** – если уклон распространяется на все грани, расположенные касательно к выбранной грани.

9. Нажмите **ОК**  для завершения операции по созданию уклона.

Таким образом, в данном разделе мы рассмотрели вопросы создания уклонов на поверхностях изделия, подвергающегося в дальнейшем последующей модификации с целью получить из него литейную форму, о чем мы будем говорить в следующих разделах этой главы.

Однако, после создания требуемых уклонов, прежде чем мы перейдём к следующим этапам проектирования литейной формы, нам необходимо выполнить анализ получившихся уклонов.

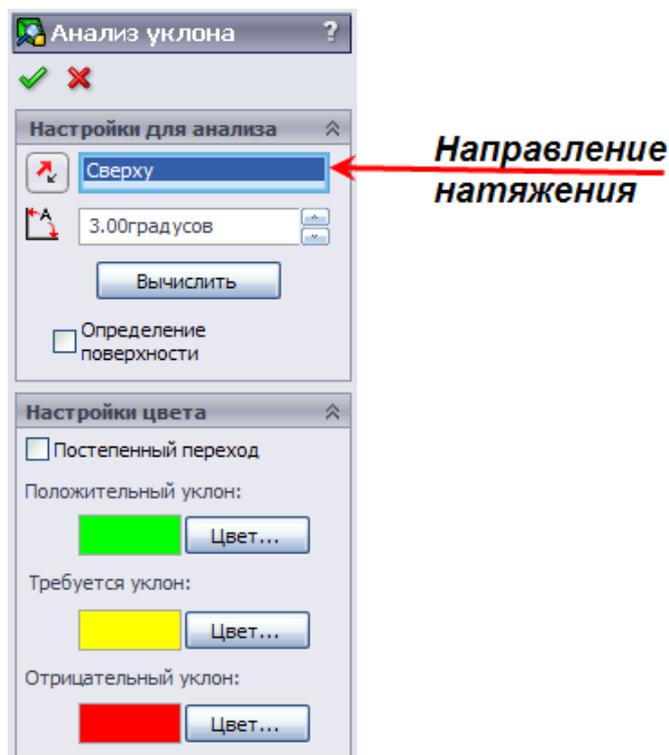
### 12.2 Анализ уклона

Анализ уклонов выполняется при проектировании литейных форм для того, чтобы убедиться в правильности выполнения модели с учётом созданных в ней уклонов.

С помощью анализа уклона можно:

- ✓ проверить углы уклона,
- ✓ просмотреть изменения угла уклона на гранях,
- ✓ найти базовые линии и поверхности с углублениями и выступами в деталях.

**Анализ уклона**  выполняется при помощи одноименной команды, расположенной на панели **Инструменты литейной формы** или непосредственно в **Главном меню** в разделе **Инструменты**. Менеджер свойств инструмента представлен на рисунке 12.11, при этом, в зависимости от выбранных параметров анализа его внешний вид изменяется, сохраняя неизменной суть выполняемой процедуры.



**Рис. 12.11** Менеджер свойств инструмента Анализ уклона

Основными критериями выполняемого анализа являются следующие параметры уклона:

- **Определение поверхности.** При выборе этого параметра анализируется каждая грань детали на основе угла уклона. При нажатии на кнопку **Вычислить** каждая грань отображается отдельным цветом. Когда этот параметр отключен, анализ генерирует *контурную карту уклонов* граней.

Вне зависимости от выбранного типа анализа необходимо указать:

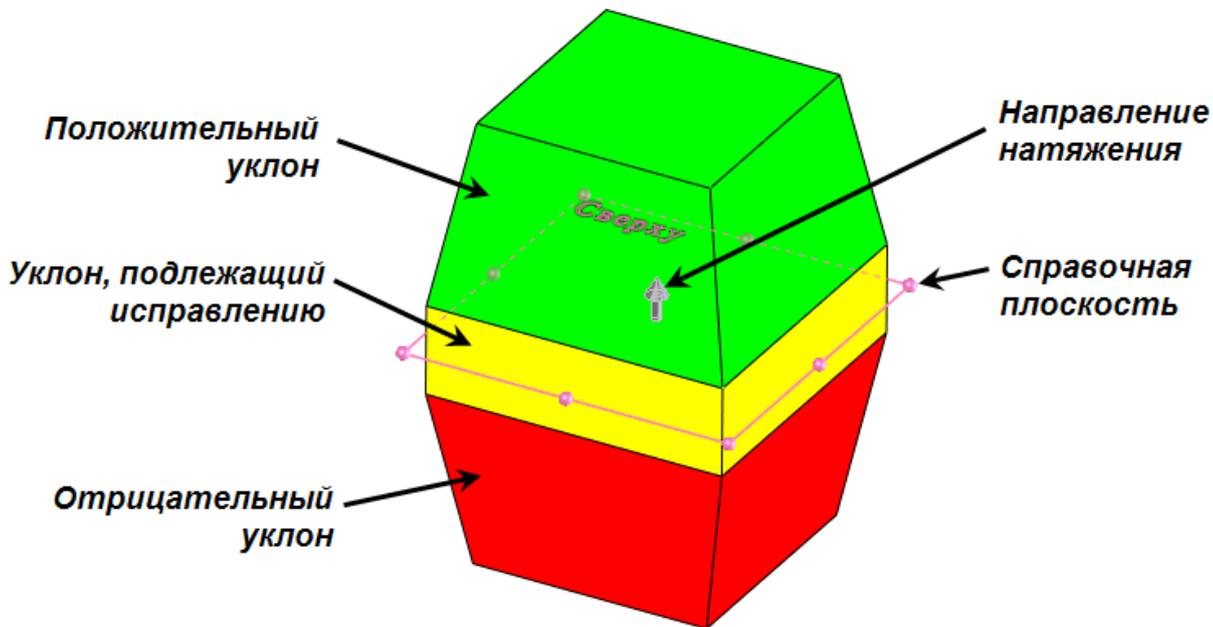
- **Направление натяжения** – плоскость, грань или кромка определяющие направление натяжения;
- **Угол уклона**  – справочный угол уклона, вводимый для сравнения его с углами наклона, имеющимися в настоящий момент в модели.

- *Реверс направления*  - параметр, управляющий направлением натяжения уклона.

Результаты анализа (рис.12.12) отображаются в **Графической области** после нажатия на кнопку **Вычислить** в зависимости от типа выбранного Вами анализа уклона.



**Примечание:** При каждом изменении типа анализа или параметров, вычисление необходимо заново произвести.

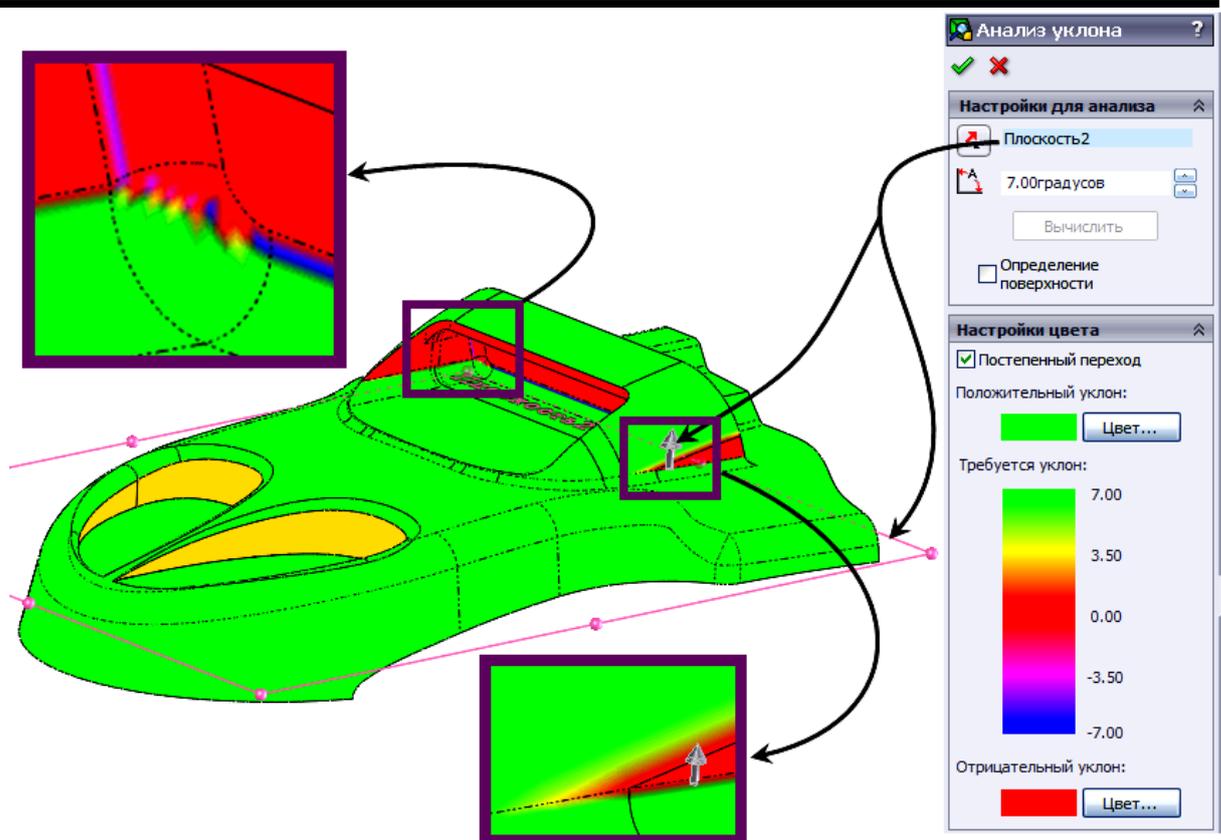


**Рис. 12.12** Результаты анализа уклонов модели

В **Графической области** каждая грань отображается в цвете, который зависит от выбранного Вами *Угла уклона* . Настройка цветовой гаммы может быть осуществлена каждым пользователем самостоятельно, в зависимости от его настроения и характера<sup>7</sup>. Помимо градуированной (см.рис.12.11) в окне **Настройка цветов** может быть установлен параметр *Постепенный переход*, который полезно использовать на деталях со сложными поверхностями, как например, это показано на рисунке 12.13.

Применительно к деталям со сложными поверхностями лучше всего применять анализ уклона его граней, используя тип анализа *Определение поверхности*.

<sup>7</sup> В рассматриваемых примерах была использована системная настройка цветов, определённая *Solid Works* по умолчанию.



**Рис. 12.13** Использование параметра Постепенный переход при анализе уклонов детали сложной формы.

Результаты такого анализа уклона, отображаются в поле **Настройки цвета** и группируются в четыре категории (рис.12.14):

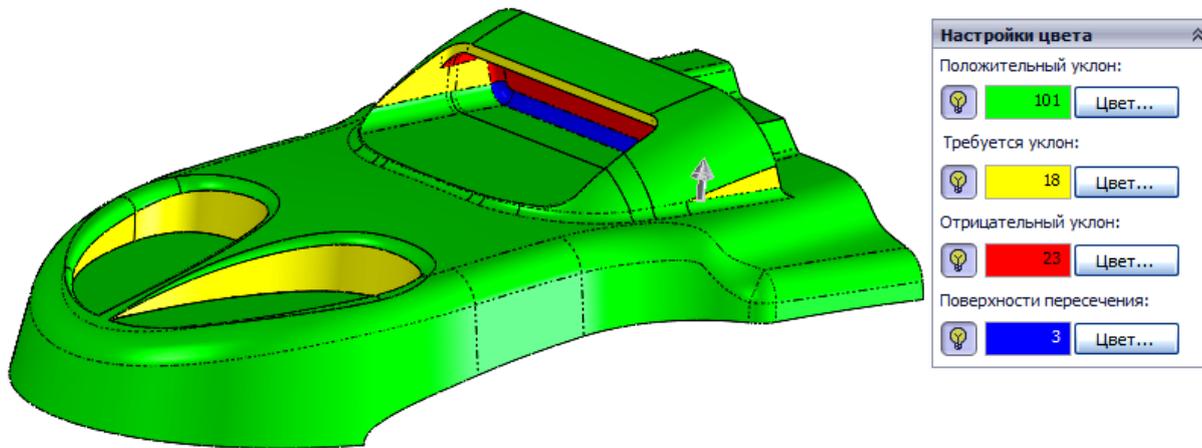
Положительный уклон – отображение граней с положительным уклоном, при этом за основу берется указанный Вами справочный угол<sup>8</sup>. Положительный уклон обозначает, что угол грани, по отношению к направлению натяжения, больше, чем справочный угол.

Отрицательный уклон – отображение граней с отрицательным уклоном, при этом за основу берется указанный Вами справочный угол. Отрицательный уклон обозначает, что угол грани, по отношению к направлению натяжения, меньше, чем справочный угол отрицательного уклона.

Требуемый уклон – отображение граней, требующих исправления. Это грани с углом большим, чем справочный угол отрицательного уклона, и меньшим, чем справочный угол положительного уклона.

<sup>8</sup> Здесь и далее в этом разделе под справочным углом понимается устанавливаемый в Менеджере свойств параметр Угол уклона 

*Поверхности пересечения* – отображение любых граней, имеющих как положительный, так и отрицательный типы уклона. Чаще всего это грани, для которых требуется создать линию разъёма.



**Рис. 12.14** Анализ уклонов модели при использовании параметра *Определение поверхности*.

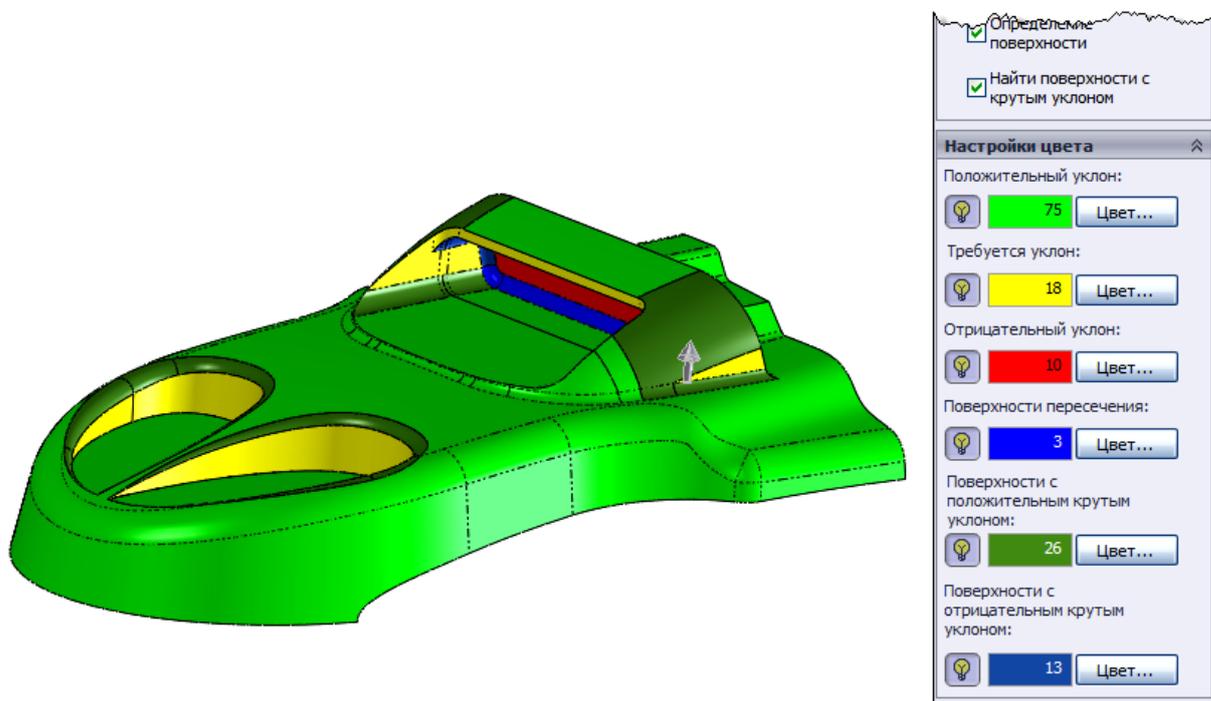
Поскольку такой элемент твёрдого тела, как *Поверхность* (если она использовалась при построении модели детали) включает в себя внешнюю и внутреннюю грани, то эти грани поверхности не добавляются к цифровой части классификации как *Положительный* и *Отрицательный* уклоны. Поэтому, при анализе уклона для поверхностей необходимо использовать ещё и дополнительный параметр определения поверхности: *Поверхности с крутым уклоном*, который включается установкой флажка в соответствующем окне панели **Настройки для анализа** при выборе типа анализа *Определение поверхности*.

Этот параметр используется только для анализа кривых граней модели с уклоном. В зависимости от справочного угла на кривой грани находятся точки, отвечающие критериям, и другие точки на кривой, которые не отвечают критериям, определенным значением справочного угла. В некоторых моделях с кривыми гранями все области по кривой могут соответствовать или превышать справочный угол. В таких случаях выбор параметра *Найти поверхность с крутым уклоном* не отобразит результаты, т.к. любая точка на кривой грани соответствует или превышает справочный угол.

Включение параметра *Найти поверхность с крутым уклоном* добавляет в цветовую палитру панели **Настройки цвета** ещё две дополнительные категории анализа уклона (рис.12.15):

*Поверхности с положительным крутым уклоном* – отображение граней с положительным уклоном, при этом за основу берётся указанный Вами справочный угол уклона.

Поверхности с отрицательным крутым уклоном – отображение граней с отрицательным уклоном, при этом за основу также берётся указанный Вами справочный угол уклона.



**Рис. 12.15** Анализ уклонов модели при использовании параметра *Определение поверхности* с дополнительной категорией: *Найти поверхности с крутым уклоном*

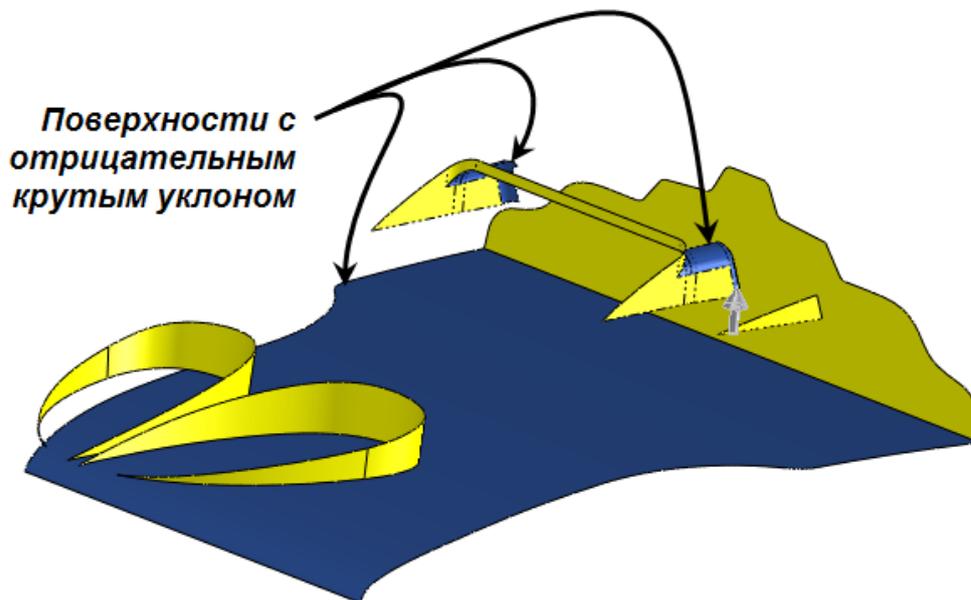
Использование параметра *Определение поверхности* даёт более детальный анализ выполненных в модели уклонов, поскольку каждая категория, отображаемая в цветовой палитре, включает следующую информацию и возможности:

- ❖ **Количество граней**, включенных в эту категорию, отображается как число на образце цвета для этой категории 75
- ❖ **Отображение уклонов** с помощью параметров *Отобразить* или *Скрыть*

Включение\отключение режима **Отображения уклонов** особенно полезно при анализе габаритных, сложных по конфигурации поверхностей деталей, поскольку визуально не всегда имеется возможность обнаружить ту или иную категорию уклона, а соответственно, принять правильное решение по изделию в целом.

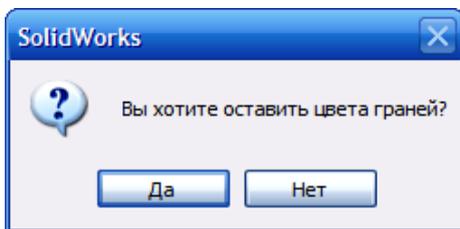
Например, отключив все видимые грани, не вызывающие сомнений в принятии по отношению к ним соответствующих решений и оставив лишь грани, для которых требуется создание уклона и поверхности с отрицательным крутым уклоном для

рассматриваемой в предыдущих примерах (см.рис.12.13-12.15) детали, можно обнаружить скрытые от первого взгляда конфликтные поверхности (рис.12.16).



**Рис. 12.16** Поиск и отображение скрытых проблемных поверхностей детали.

Выполнив анализ уклонов анализируемой детали, можно сохранить получившуюся цветовую классификацию. Для этого достаточно нажать на кнопку **ОК**  и в появившемся окне утвердительно ответить на вопрос *Solid Works*, хотите ли Вы оставить цвета граней.



### 12.3 Определение выточки

В процессе проектирования литейной формы изделия возникают случаи, когда появляются, так называемые, "поглощённые" области, т.е. такие области, которые нельзя извлечь из литейной формы, не разрушив её. Для поиска поглощенных областей в модели в *Solid Works* используется специальный инструмент – **Определение выточки** .

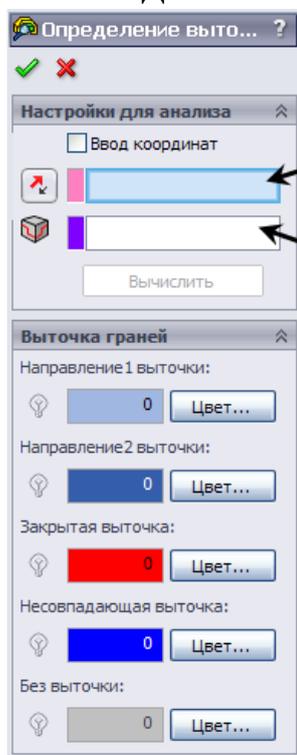
Для поглощённых областей требуется наличие базовых сторон – стержней, которые необходимо создавать специально, если в этом возникает необходимость. Когда основная сердцевина и полость разделены, базовая сторона (стержень) перемещается перпендикулярно направлению движения основной сердцевины или полости, способствуя извлечению детали.



**Примечание:** Инструмент *Определение выточки* применяется только для определения элементов твердых тел. Определение тел поверхностей не выполняется.

Чтобы запустить анализ определения выточки, необходимо выполнить следующие действия над исследуемой моделью:

1. Нажмите на кнопку  инструмента **Определение выточки**, расположенную на панели инструментов **Инструменты для литейной формы** или выберите её из **Главного меню: Инструменты → Определение выточки**.
2. В окне *Менеджер свойств* (рис.12.17), в окне **Настройки для анализа** задайте следующие параметры:



**Направление натяжения**

**Базовая линия уклона**

- **Направление натяжения** –

определение всех граней на предмет того, будут ли они видны *сверху* и *снизу* детали. Чтобы указать *направление натяжения*, можно

выбирать следующие элементы:

- ✓ Плоскость,
- ✓ Грань,
- ✓ Кромка.

**Рис. 12.17** Менеджер свойств инструмента для определения выточки

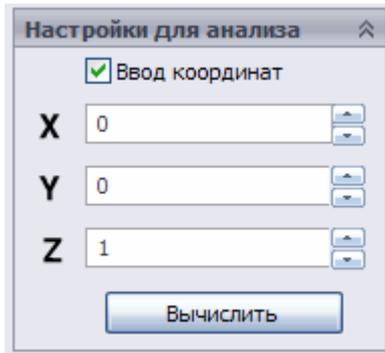
Чтобы перевернуть грани, указанные в результатах как *Направление 1* выточки и *Направление 2* выточки, нажмите *Реверс направления* .

- **Базовая линия уклона** . Для анализа необходимо выбрать линию разъёма (если она имеется в модели изделия).

- ✓ Определение граней *сверху* линии разъёма на предмет того, видны ли они *сверху* линии разъёма.
- ✓ Определение граней *снизу* линии разъёма на предмет того, видны ли они *снизу* линии разъёма.

Если для анализа выбрать *Базовую линию уклона*, то не потребуется указывать *Направление натяжения*, поскольку *Solid Works* автоматически внесёт её как параметр, указывающий направление натяжения.

- **Ввод** координат – Выбор этого параметра открывает дополнительное окно, как показано на рисунке 12.18, в окнах которого нужно указать координаты вдоль осей **X**, **Y** и **Z**.



**Примечание:** *Направление натяжения* и *Линия разъёма* определяют углубления на стенке детали, на которой требуется создать базовую сторону. Линия разъёма помогает определить те части линии разъёма, которые можно изменить, чтобы отпала необходимость создавать базовые стороны.

**Рис. 12.18** Панель ввода координат

3. В разделе **Настройки для анализа** выберите *Вычислить*.

Результаты появятся в окне **Выточка граней** (рис.12.19). Аналогично *Анализу уклонов*, грани по классификациям отображаются разными цветами в **Графической области**. Грани классифицированы следующим образом.

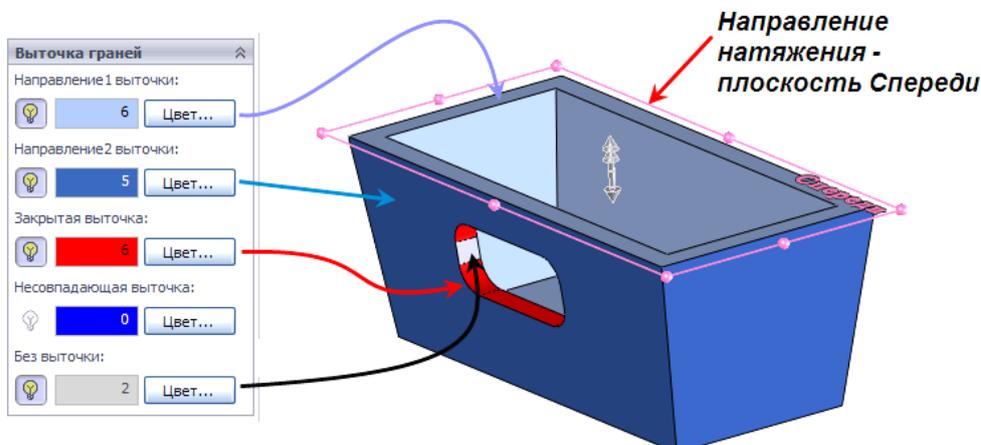
*Направление 1 выточки* ↓ - грани, которые не видны **сверху** детали или линии разъёма.

*Направление 2 выточки* ↑ - грани, которые не видны **снизу** детали или линии разъёма.

*Закрытая выточка* - грани, которые не видны сверху или снизу детали.

*Несовпадающая выточка* - грани, которые перемещаются в обоих направлениях.

*Без выточки.*



**Рис. 12.19** Результаты расчёта по определению выточки.

4. В разделе **Выточка граней** для каждой классификации грани можно выполнить следующее.

- Нажмите *Отобразить*  или *Скрыть* , чтобы отобразить или скрыть грани интересующей Вас классификации в **Графической области**.
- Если Вас не удовлетворяет цветовая гамма граней, то её можно отредактировать, нажав на кнопку *Редактировать цвет*, чтобы отобразить палитру *Цвет* и изменить цвет по умолчанию на любой другой.

5. Для завершения анализа нажмите на кнопку **ОК** .

Так же, как и при анализе уклонов, можно сохранить раскраску всех граней, определяющую их принадлежность к соответствующему разряду классификации.

## 12.4 Создание Линии разъёма

Линии разъёма располагаются вдоль кромки отлитой детали между поверхностями Сердцевины и Полости (см. Раздел 12.7). Они используются для создания поверхностей разъёма и для разделения поверхностей. Линии разъёма создаются после масштабирования модели и применения правильного уклона.

В процессе работы над созданием элемента *Линия разъёма* можно получить следующее:

- ✓ Несколько элементов линии разъёма в одной детали.
- ✓ Частичные элементы линий разъёма.

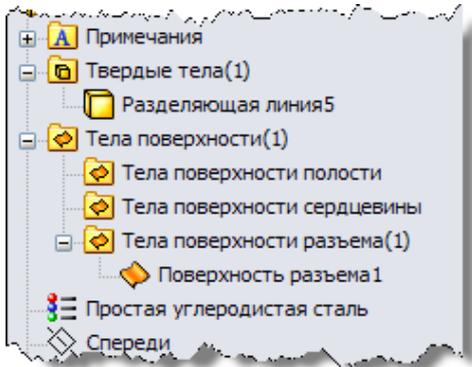
При этом поверхности пересечения можно разделить автоматически. Это могут быть поверхности, обнаруженные во время *Анализа уклона*, либо поверхности, расположенные вдоль границы (+/-) или имеющие заданный угол уклона.

Если же поверхности пересечения не были обнаружены *Solid Works* автоматически, то их можно разделить самостоятельно, выбрав сегмент эскиза, пару вершин или сплайн на поверхности.



**Примечание:** Чтобы элементы линии разъёма сделать видимыми, даже если они не выбраны, нажмите функцию *Показать линии разъёма*  (панель инструментов Вид ) или выберите в Главном меню: *Вид* → *Линии разъёма*.

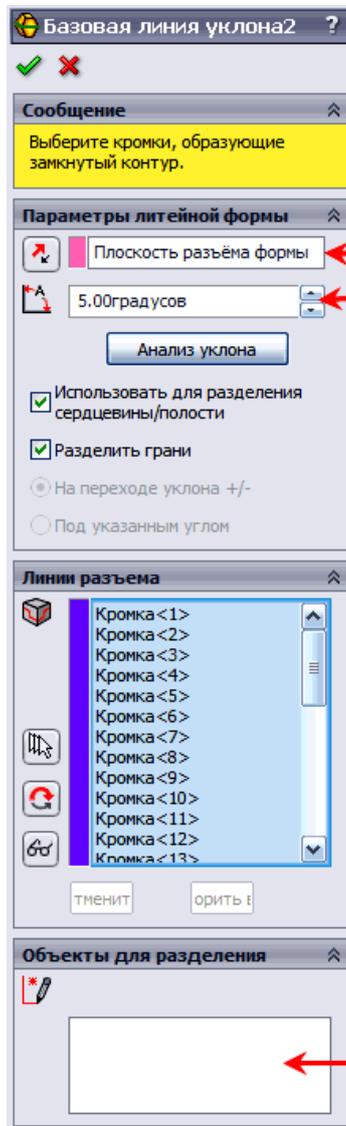
Как только в детали будет создана первая поверхность разъёма, *Solid Works* автоматически в Дереве конструирования создает папки *Тела поверхности полости* и *Тела поверхности сердцевины*, внося в них соответствующие поверхности.



**Рис. 12.20** Фрагмент Деревя конструирования литой детали

Процесс создания *Линии разъёма* состоит из следующих шагов:

1. Выберите команду **Линии разъёма**  на панели инструментов **Инструменты для литейной формы** или выберите её из **Главного меню: Вставка → Литейные формы → Линия разъёма**.



**Направление натяжения (Плоскость разъёма формы)**

**Угол уклонов**

2. В окне *Менеджера свойств Базовая линия уклона* (рис.12.21) задайте следующие параметры:

✓ **Параметры литейной формы**

**Направление натяжения** - Определяет направление, в котором будет натягиваться тело полости для разделения сердцевины и полости. В качестве элемента, определяющего направление натяжения можно выбрать:

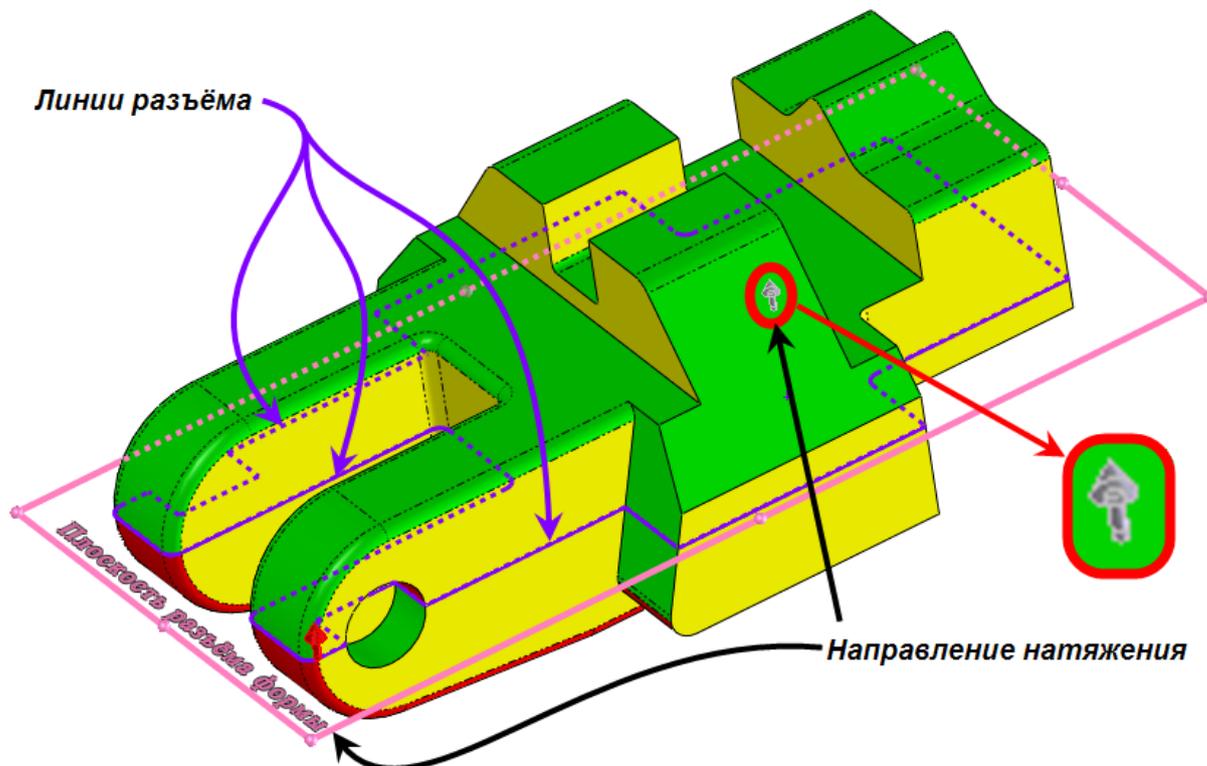
- Плоскость,
- Плоскую грань,
- Кромку.

**Вершины или сегменты эскиза**

**Рис. 12.21** Менеджер свойств Базовая линия уклона для создания *Линии разъёма*

На модели появится стрелка (рис.12.22).

Обратите внимание на направление стрелки и при необходимости нажмите *Реверс направления*  (см.рис.12.21).



**Рис. 12.22** Выбор параметров для создания Линии разъёма

Угол уклона . Установите значение угла уклона. Грани с крутым уклоном, ниже данного значения, в результатах анализа будут отображаться как *Без уклона*.

Использовать для разделения сердцевины/полости. Установите флажок на этом параметре, чтобы создать линию разъёма, которая определяет разделение Сердцевины или Полости.

Разделить грани. Выберите этот параметр, чтобы автоматически разделить поверхности пересечения, обнаруженные во время *Анализа уклона*.

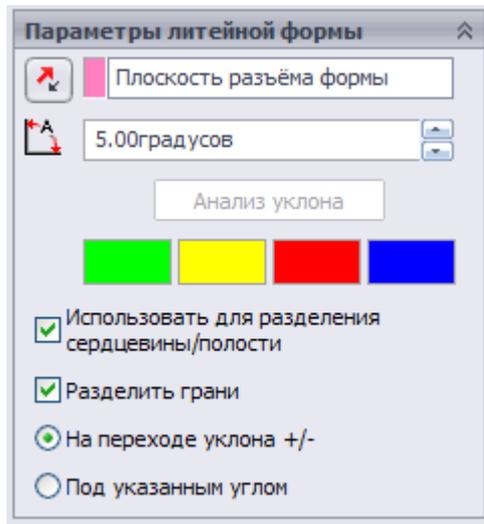
Выбор этого параметра позволяет выполнить одно из следующих определений:

- *На переходе уклона +/-* - Выполняет разделение поверхности пересечения на переходе между положительным и отрицательным уклоном.
- *Под указанным углом* – Осуществляет разделение поверхности пересечения под указанным углом .

Анализ уклона. Для того, чтобы провести анализ уклона и создать в последующем линию разъёма на поверхности детали

нажмите на эту кнопку, активизирующуюся после ввода вышеуказанных параметров.

После нажатия на кнопку *Анализ уклона*:



- Появляются четыре блока в разделе *Анализ уклона* для обозначения цвета для граней:

-  Положительный уклон
-  Без уклона
-  Отрицательный уклон
-  Поверхности пересечения.

В **Графической области** грани модели меняются на соответствующие цвет анализа уклона (см.рис.12.22).

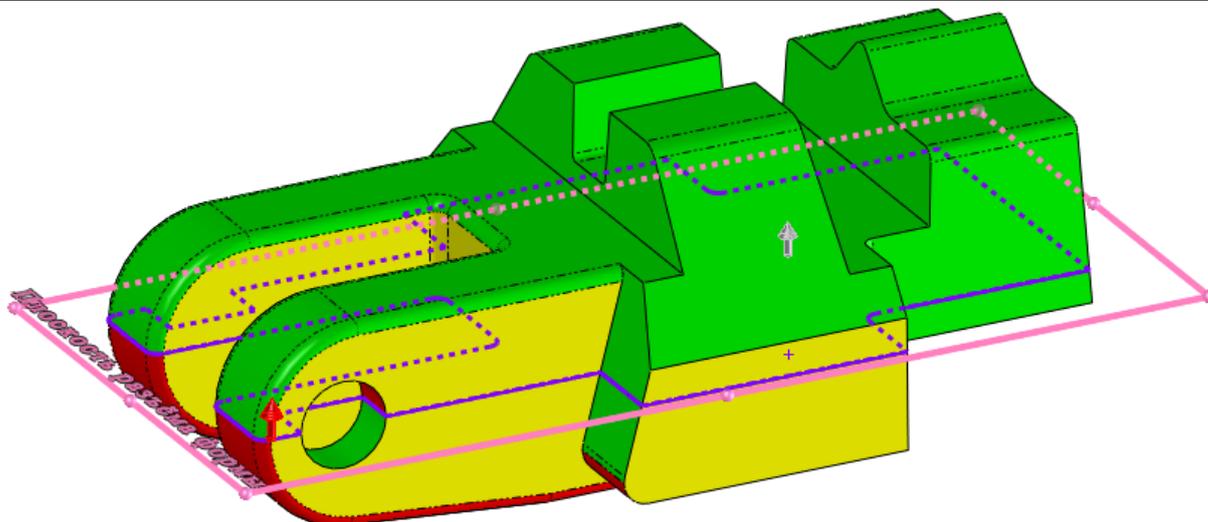
**Рис. 12.23** Параметрическое окно *Параметры литейной формы* после выполнения анализа уклонов

- Для создания *Линии разъёма* на поверхности модели изделия требуется наличие как положительного, так и отрицательного уклонов. Если после анализа выясняется, что некоторые из граней не имеют требуемого уклона для свободной выемки модели из формы (см.рис.12.22), то необходимо недостаток исправить. Для этого нажмите *Отмена* , чтобы закрыть *Менеджер свойств*, а затем выполните одно из следующих действий.

- ❖ В модели *Solid Works* выберите команду **Уклон**  (см.Раздел 12.1) и создайте (добавьте) недостающие уклоны граней на проектируемой детали (рис.12.24).
- ❖ Если деталь импортирована в *Solid Works* из другого пакета объёмного проектирования, тогда выберите команду **Линейчатая поверхность** , расположенную на панели инструментов **Инструменты литейной формы** или выберите её в **Главном меню**: *Вставка* → *Литейные формы* → *Линейчатая поверхность*.

### ✓ **Линии разъёма**

Параметрическое окно *Линии разъёма* содержит в себе единственный параметр – *Кромки* .



**Рис. 12.24** Модель литой детали после исправления уклонов

В нём отображаются названия кромок, выбранных для создания линии разёма. Помимо этого, в окне *Кромки*  можно выполнить следующие действия:

- Выбрать название для отождествления кромки с обозначением её в **Графической области**.
- Выбрать кромку в графической области для добавления или удаления ее из окна *Кромки* .
- Нажмите правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню команду *Удалить выбранные элементы*, чтобы удалить все выбранные элементы из окна *Кромки* .

Если линия разёма незавершена, тогда в **Графической области** на конечной точке кромки появится красная стрелка (см.рис.12.24). Она обозначит другую возможную кромку, при этом в разделе **Линии разёма** появятся следующие дополнительные функциональные команды, позволяющие упростить процесс выбора кромок для создания *Линии разёма*:

- ❖ *Добавить выбранную кромку* . Кромка, указанная красной стрелкой, добавляется в *Кромки* .



**Примечание:** Можно нажать клавишу **Y** вместо *Добавить выбранную кромку* .

- ❖ *Выбрать следующую кромку* . Красная стрелка меняется и указывает на другую возможную следующую кромку.



**Примечание:** Можно нажать клавишу **N** вместо **Выбрать следующую кромку** .

❖ Увеличить выбранную кромку . Увеличивается выбранная область кромки.

✓ **Объекты для разделения** 

Этот параметр используется в тех случаях, когда подготовленная для создания *Линии разъёма* деталь имеет на разделяемой поверхности недостающую кромку. Для её создания в **Графической области** выберите Вершины, Сегменты эскиза или Слайны, чтобы определить, где разделять грани.



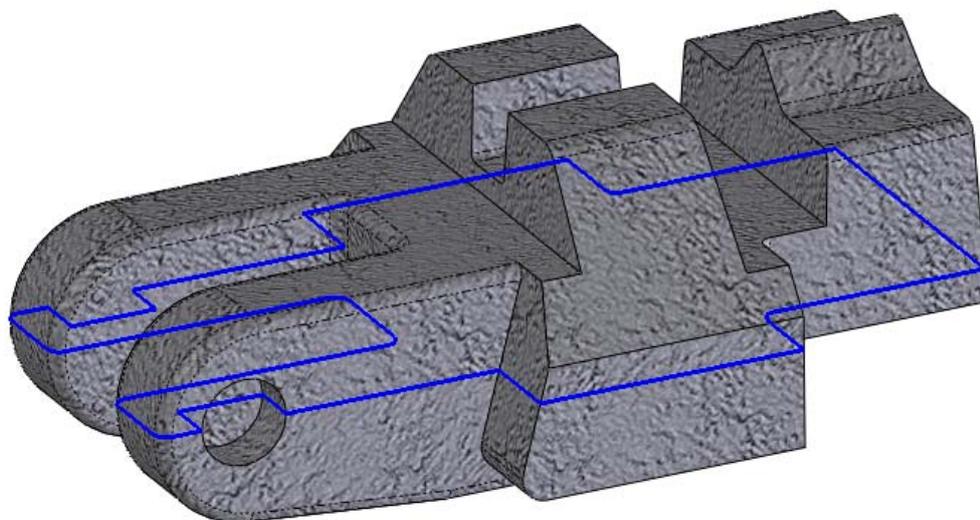
**Примечания:**

- 1) Если модель включает цепочку кромок, которые запускаются между положительными и отрицательными гранями (несовпадающие поверхности отсутствуют), Линия разъёма выбирается автоматически и указывается в окне *Кромки* .
- 2) Если модель включает в себя несколько цепочек, автоматически выбирается самая длинная из них.
- 3) Если требуется, чтобы автоматически выбиралась другая цепь кромок:
  - а). Нажмите правой кнопкой мыши и выберите *Удалить выбранные элементы*.
  - б). Выберите кромку.
  - в). Нажмите *Распространить* , чтобы отобразить все кромки в окне *Кромки* .
- 4) Если необходимо выбрать кромки вручную:
  - а). Нажмите правой кнопкой мыши и выберите *Удалить выбранные элементы*.
  - б). Выберите кромку.
  - в). В *Менеджере свойств* раздела **Линии разъёма** нажмите *Добавить выбранную кромку*  и *Выбрать следующую кромку* , чтобы все необходимые кромки появились в окне *Кромки* .

Если все условия назначения *Линии разъёма* были соблюдены, то для завершения операции по созданию этого элемента литой детали на данном этапе проектирования литейной формы,

необходимо нажать клавишу **ОК**  в Менеджере свойств инструмента **Базовая линия уклона**.

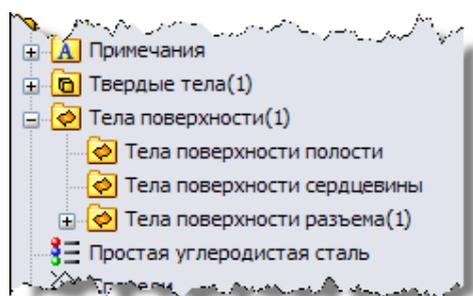
Результат представлен на рисунке 12.25.



**Рис. 12.25** Литая деталь с Базовой линией уклона (разъёма)

### 12.5 Создание Поверхности разъёма

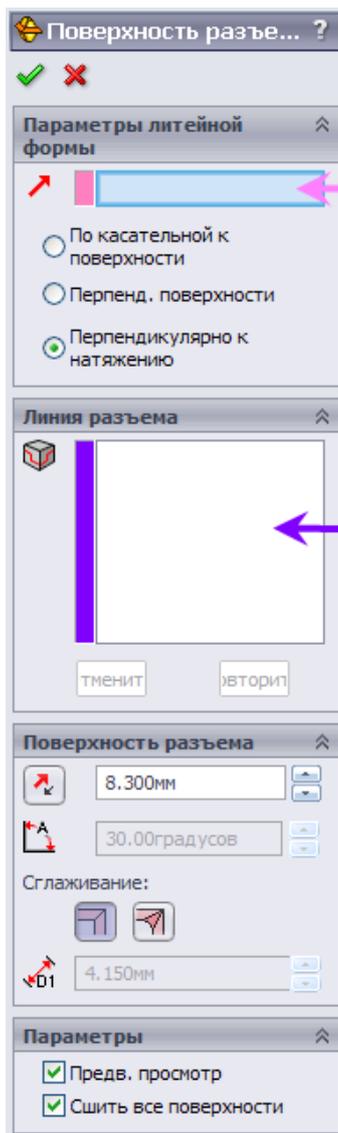
**Поверхности разъёма** вытягиваются из линий разъёма и используются в литейных моделях для отделения сердцевины от полости литейной формы. **Поверхности разъёма** создаются уже после определения **Линий разъёма** (см. Раздел 12.4) и создания **Отсекающих поверхностей** (см. Раздел 12.5), поскольку они используются в процессе создания **Инструментов разделения** литейной формы (см. Раздел 12.7), а для этого требуется наличие не менее трёх тел поверхности в папке **Тела поверхности** (рис.12.26):



- ✓ Тело поверхности сердцевины;
- ✓ Тело поверхности полости;
- ✓ Тело поверхности разъёма.

**Рис. 12.26** Тела поверхности литейной детали

Поверхность разъёма создаётся при помощи специального инструмента **Поверхность разъёма** , расположенного на панели инструментов **Инструменты для литейной формы**, либо в **Главном меню**: **Вставка** → **Литейные формы** → **Поверхность разъёма**.



Менеджер свойств инструмента (рис.12.27) содержит следующие параметры, используемые при его настройке для выполнения операции по созданию поверхности разъёма:

➤ **Параметры литейной формы**

Данная панель включает информацию о создаваемой поверхности разъёма, учитывая плоскость, которая будет выступать в качестве границы между элементами литейных полуформ.

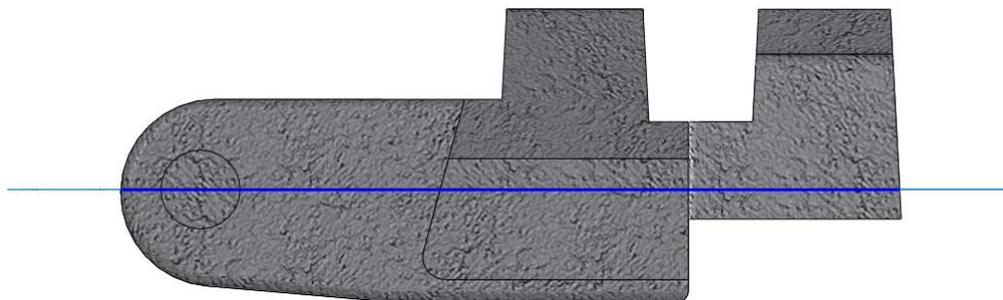
Поскольку внешние формы литейной детали могут значительно отличаться по своей конфигурации, а плоскость разъёма все-таки лучше проектировать как плоская грань, то параметрами литейной формы можно установить такой характер натяжения, который создаст требуемую форму Поверхности разъёма, а именно:

**Рис. 12.27** Менеджер свойств инструмента Поверхность разъёма

- **По касательной к поверхности** – поверхность разъёма расположена по касательной к поверхности линии разъёма.
- **Перпендикулярно поверхности** – поверхность разъёма перпендикулярна поверхности линии разъёма.
  - **Выравнивание реверса.** (Доступно для параметра Перпендикулярно поверхности, когда две грани, близлежащие к кромке разъёма, почти параллельны.) Измените грань, по отношению к которой поверхность разъёма перпендикулярна.
- **Перпендикулярно к натяжению** – поверхность разъёма перпендикулярна направлению натяжения.

По понятным причинам, поскольку литейные полуформы разделяются по плоской грани, наиболее распространенным к

применению выступает последний параметр, т.е. **Перпендикулярно к натяжению**. В результате создаваемая Плоскость разъёма имеет внешний вид плоской грани, как это показано на рис.12.28.



**Рис. 12.28** Плоскость разъёма, перпендикулярная к плоскости натяжения – результат построения.

➤ **Линия разъёма (Базовая линия уклона)**

Данная раскрывающаяся панель содержит текстовое окно списка тех **Кромок** , которые будут образовывать внешнюю границу разделяющей поверхности литейной детали. Кромки будущей Поверхности разъёма (рис.12.29) можно выбрать вручную, но при этом не исключается возможность автоматизировать процесс выбора кромки, применив уже ранее описанные (см. Раздел 12.4, стр.163) *инструменты выбора контура*.

Выполняя данную процедуру можно исполнить следующие действия:

- Выбрать кромку или линию разъёма в **Графической области** для добавления или удаления её из окна **Кромки** .
- Выбрать название для отождествления кромки с обозначением в **Графической области**.
- Если та или иная кромка (линия разъёма) были выбраны не правильно или по ошибке, то, нажав правой кнопкой мыши, в появившемся **Контекстном меню** можно выбрать команду **Удалить** или **Удалить выбранные элементы**, чтобы удалить конкретную кромку или же все выбранные элементы из окна **Кромки** .

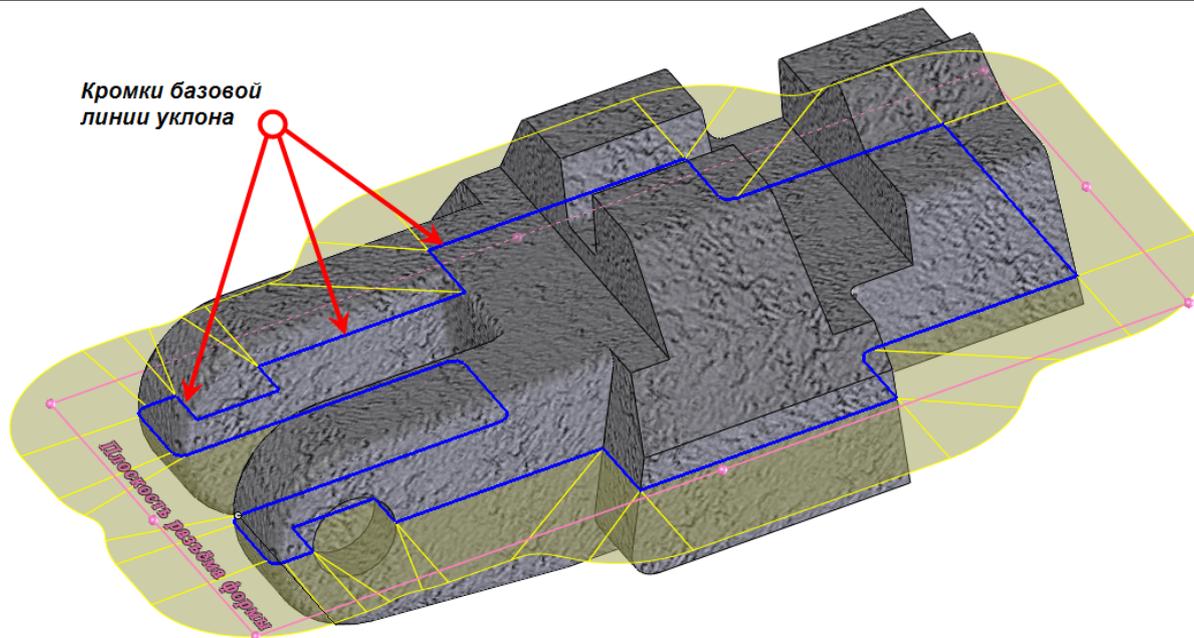


Рис. 12.29 Выбор кромок для создания линии разъёма

### ➤ Поверхность разъёма

Данная панель параметров (см.рис.12.27) устанавливает внешние границы и определяет форму создаваемой **Поверхности разъёма**, основанную на ранее выполненных настройках.

Рассматриваемая панель содержит настройку таких параметров, как:

- **Расстояние.** В окне этого параметра указывается числовое значение ширины "юбки", получаемой **Поверхности разъёма**.
- **Реверс направления смещения** . При помощи этой клавиши можно изменить (при необходимости) направление поверхности разъёма по отношению к линии разъёма.
- **Угол** . При помощи данного параметра можно изменить угол наклона **Поверхности разъёма** от её перпендикулярного направления натяжения. Этот параметр имеет ограничение своего действия и распространяется только при выборе параметров литейной формы как **По касательной поверхности** или **Перпендикулярно к поверхности**.
- **Разглаживание** – позволяет применять плавный переход между смежными поверхностями **Поверхности разъёма**. При этом пользователь сам может сделать выбор степени сглаживания смежных поверхностей:

**Острый**  - параметр устанавливается по умолчанию.

**Гладкий** . При помощи этого параметра, задав значение **Расстояния**  между соседними кромками можно создать (если в этом есть необходимость) более плавный переход.

### ➤ **Параметры**

В этом разделе *Менеджера свойств* устанавливаются такие дополнительные параметры инструмента по созданию **Поверхности разъёма**, которыми, в принципе, можно пренебречь, но которые необходимы при решении некоторых сложных задач проектирования литейной формы сложной по конфигурации детали. К числу этих параметров относятся:

✓ **Сшить все поверхности** – используется в тех случаях, когда при выполнении процедуры построения **Поверхности разъёма** в ней образуются разрывы. Установив флажок напротив этого параметра можно "заказать услугу", попросив *Solid Works* автоматически сшить все поверхности.

Для большинства моделей поверхности созданы правильно. Однако, если необходимо "починить зазор" между близлежащими поверхностями, очистите этот параметр, чтобы предупредить сшивание поверхностей. Для "починки" в ручном режиме используйте инструменты *Поверхности* (см. Глава 10) - **Поверхность по сечениям**  или **Линейчатая поверхность**  на Панели инструментов **Поверхности**.

И только после этого Вы можете воспользоваться инструментом **Сшить поверхность** , чтобы вручную сшить поверхности после проведения починки.

✓ **Оптимизировать<sup>9</sup>** - оптимизирует поверхность разъема для обработки путем создания такой поверхности только с помощью плоских граней, касательных к верхней грани инструмента литейной формы. Когда этот параметр очищен, могут быть сгенерированы некоторые кривые грани. Когда этот параметр выбран, создание кривых граней заблокировано.

✓ **Предварительный просмотр**. Выберите этот параметр для предварительного просмотра поверхности в **Графической области**.

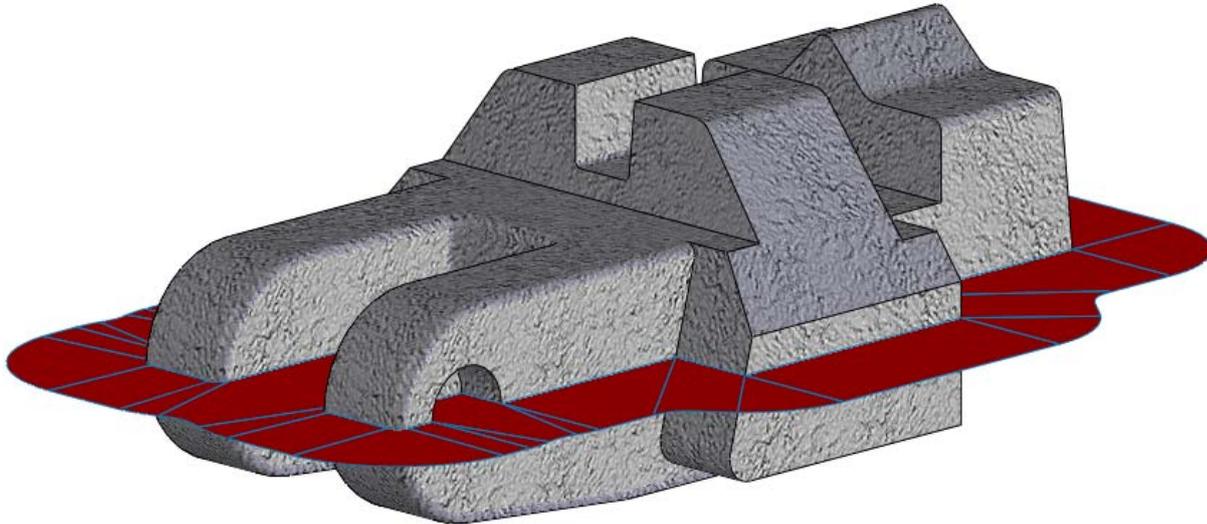


**Примечание:** Для повышения быстродействия работы компьютера при создании **Поверхности**

<sup>9</sup> Только для параметра **По касательной к поверхности**

**разъёма** рекомендуется очистить этот параметр, т.е. не использовать режим предварительного просмотра.

Результат проделанной работы по созданию **Плоскости разъёма** представлен на рис.12.30.



**Рис. 12.30** Модель литой детали с указанной на ней Поверхностью разъёма литейных полуформ.

### 12.6 Создание литейной формы детали.

Говоря об инструментах, располагающихся на панели **Инструменты литейной формы** следует помнить, что большая их часть предназначена для проектирования литейных форм деталей из пластмассы. Это очень важно, поскольку в рамках этого пособия мы не будем рассматривать часть имеющихся на панели инструментов команд, поскольку они абсолютно бесполезны при работе конструктора-литейщика НКМЗ – имеющего дело со стальным, чугунным и цветным литьём.

Данный раздел будет посвящён вопросам проектирования литейных форм для изделия, получаемого методами литья, т.е. вопросам получения самих пустотелых форм, которые, заполняясь впоследствии металлом образуют литую деталь или заготовку для неё.

Не следует рассматривать этот раздел как методику проектирования литейных форм, поскольку автор настоящей Методики не является специалистом-литейщиком, а потому претендовать на специальные знания в этой области не имеет права. Здесь нами будет рассмотрен принципиальный подход к решению задачи по проектированию литейной формы. Расстановку же требуемых литниковых систем, литейных знаков, холодильников и прочего специального оборудования, так необходимого для

получения качественного литья, оставим за пределами данной работы на откуп специалистов в этой области знаний.

Итак, на рисунке 12.30 мы видим некую деталь, подготовленную нами на предыдущих этапах к процессу её получения методом литья (предположим!) в песчаную форму.

Рассматриваемая деталь уже имеет необходимые уклоны, места сопряжения граней снабжены поверхностями перехода – скруглениями, создана поверхность разъёма, определяющая местоположение стыка двух полуформ. Можно приступить к непосредственному проектированию самих полуформ.

Что собой представляет полуформа всем хорошо известно – некая песчаная масса с отпечатком в ней определенной части отливаемой детали.

Для получения отпечатка в некоем компоненте – полуформе – частей поверхностей другого компонента – детали – используется специальный инструмент **Полость** . Создание литейной формы с использованием данного инструмента требует предварительной подготовки *Solid Works*, т.е. наличие следующих компонентов:

- *Проектируемая деталь* – деталь, которую необходимо отлить;
- *Основание литейной формы* – деталь, которая имеет полость в форме отливаемой детали;
- *Промежуточная сборка* – сборка, в которой создаётся полость;
- *Производные детали компонента* – детали, которые становятся половинами литейной формы после разреза.

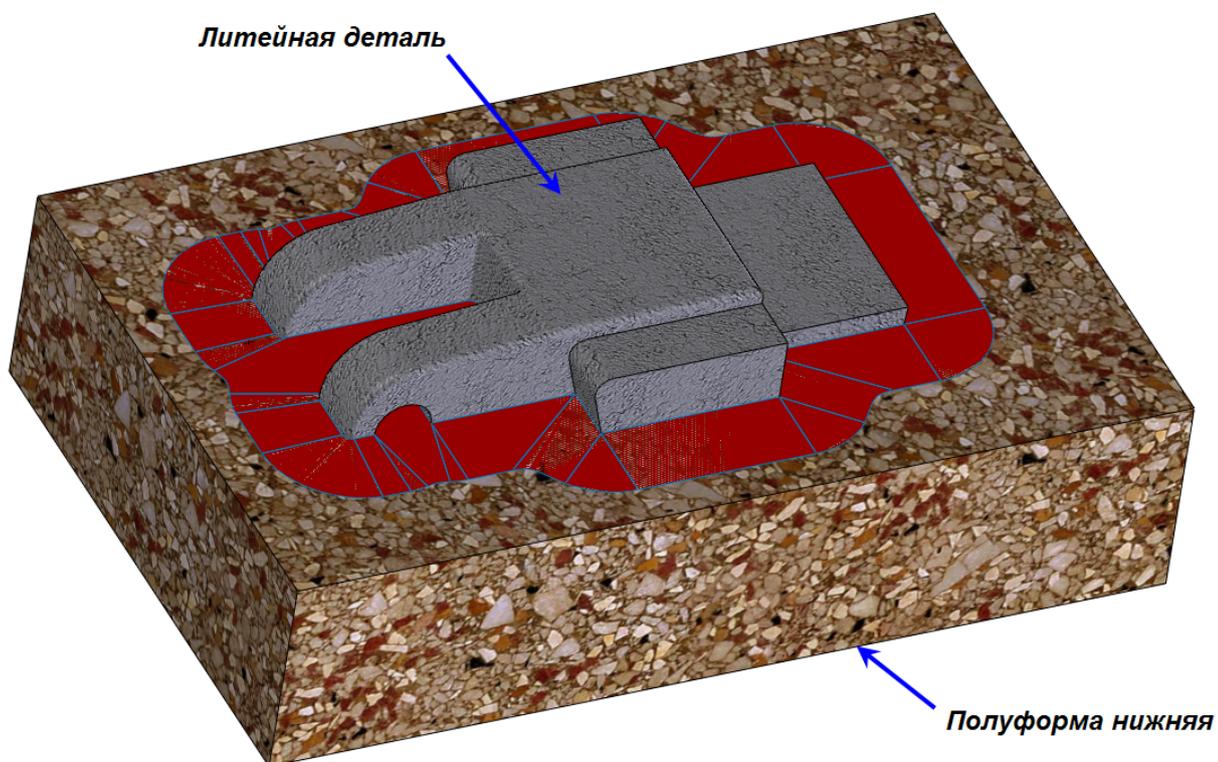
Суть методики проектирования полостей будущей литейной формы заключается в том, что:

1. *Отливаемая деталь и основание литейной формы* объединяются в промежуточной сборке.
2. *Создается полость в контексте промежуточной сборки.* Этот процесс создает взаимосвязь между проектируемой деталью и основанием литейной формы, необходимую в том случае, если форма проектируемой детали будет подвержена изменениям.

Итак, воспользовавшись выше описанными рекомендациями, создадим литейную форму для детали, представленной на рис.12.30. Для этого:

1. Создадим новый файл сборки – промежуточную сборку и вставим в неё деталь для которой создаётся литейная форма.
2. В контексте сборки дополним новую сборку некоторым телом, имитирующим песчаную полуформу, как это показано на рисунке 12.31.

Обратите внимание, что при проектировании объёма литейной массы в качестве "опорной" была использована ранее созданная нами *Поверхность разъёма*. Глубина же параллелепипеда, моделирующего объём литейной массы, выбран в нашем случае произвольно – больше, чем высота детали.



**Рис. 12.31** Размещение литейной детали в литейной массе

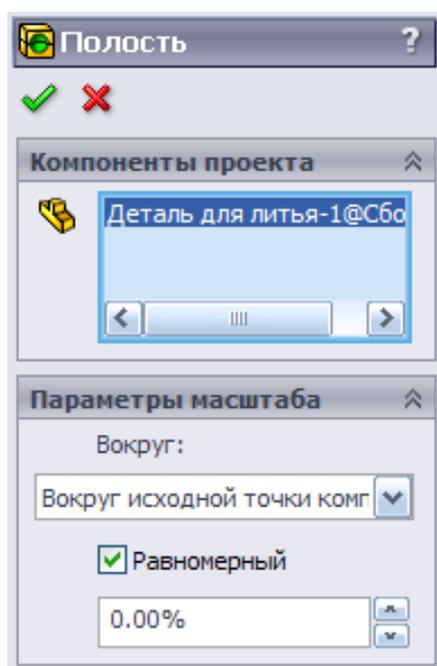
3. В *Дереве* конструирования сборки возьмем "на редактирование" деталь *Полуформа нижняя*.



**Примечание:** Следует заметить, при этом Вы редактируете *Деталь*, а не *Сборку*. Внесенные изменения отражаются в исходном файле детали *Полуформа*. Если Вы не хотите вносить изменения в исходное основание литейной формы, используйте параметр *Сохранить как...* в документе детали *Полуформы*, чтобы сохранять его под другим именем в каждой новой сборке литейной формы. В противном случае исходное основание литейной

полуформы будет включать Полость, которую вы хотите вставить.

4. Нажмите кнопку **Полость** , расположенную на панели инструментов **Инструменты для литейной формы** или выберите команду из **Главного меню: Вставка → Литейные формы → Полость**.
5. В окне **Менеджера свойств** (рис.12.32) в разделе **Компоненты проекта**, в **Дереве конструирования** выберите литейную деталь, для которой создается литейная полуформа.
6. В разделе **Параметры масштаба**:
  - а). Выберите точку в поле **Вокруг**, по отношению к которой должно произойти масштабирование:



- **Вокруг центроида компонента** – масштабирует полость для каждой *Детали* относительно их *Центроид*.

- **Вокруг исходной точки компонента** – масштабирует полость для каждой *Детали* относительно их *Исходных точек*.

- **Вокруг исходной точки основания литейной формы** – масштабирует полость для каждой *Детали* относительно *Исходных точек*.

- **Система координат** – масштабирует полость для каждой *Детали* относительно выбранной *Системы координат*.

**Рис. 12.32** Менеджер свойств инструмента *Полость*

- б). Введите *Коэффициент масштабирования* в поле **Масштаб** в %, помня, что положительное значение означает *увеличение полости*, а отрицательное - *усадку полости*.

*Коэффициент масштаба* - это количество материала в литейной форме, которое уходит на усадку или увеличение в объёме при его застывании. *Коэффициент масштаба* зависит от типа используемого материала, а также от вида литейной формы, и выражается в процентах от линейного размера (не от объёма!) проектируемой детали.

Система определяет размер полости по указанному коэффициенту масштаба, используя следующую формулу:

$$\text{Размер полости} = \text{Размер детали} \times \left( 1 + \frac{\text{Коэффициент масштаба}}{100} \right)$$

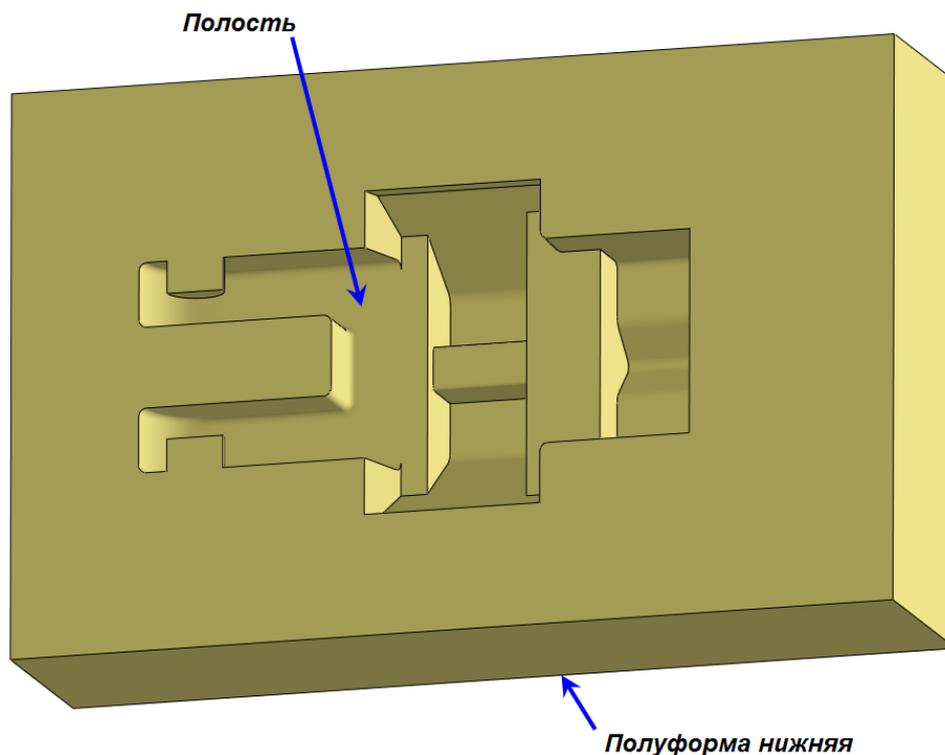
При назначении *Коэффициента масштаба* учитывайте степень его равномерности по отношению к габаритам *Детали*:

- **Равномерный масштаб.** Установите флажок в окне параметра *Равномерный* и введите значение для масштабирования в % во всех направлениях.

- **Неравномерный масштаб.** Снимите флажок с параметра *Равномерный* и введите значение масштабирования отдельно для каждого из направлений вдоль осей **X**, **Y** и **Z**.

7. Нажмите **ОК**  в *Менеджере свойств* инструмента **Полость** .

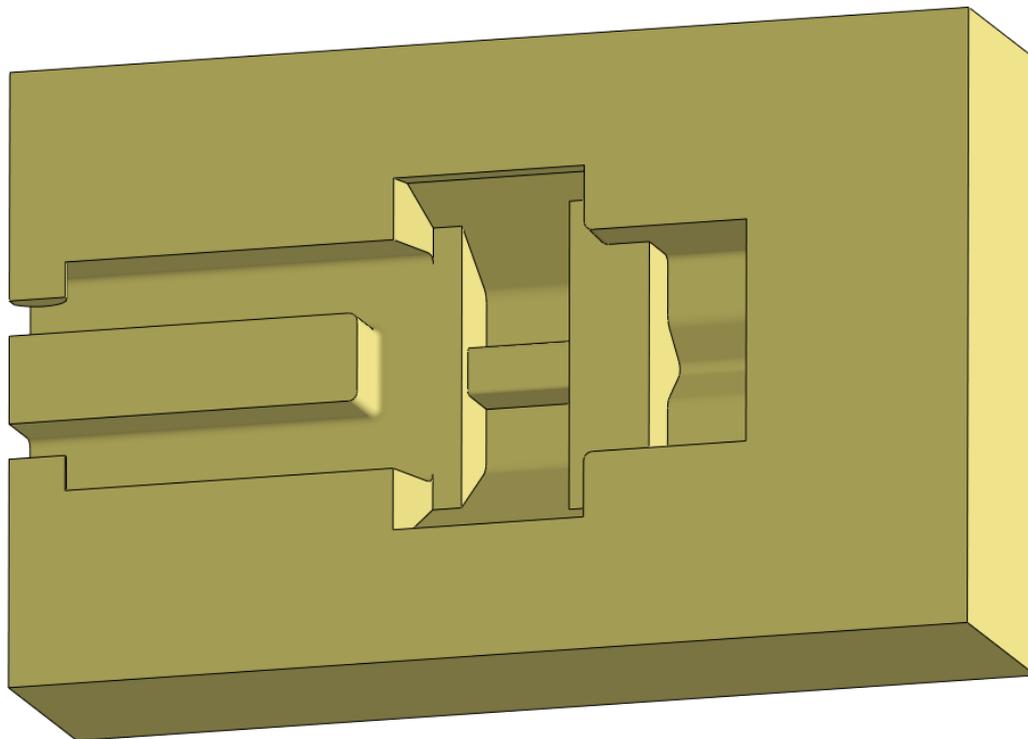
Результатом описанных выше действий будет появившаяся в теле детали, имитирующей литейную массу, полости – отпечатка литейной детали, как это показано на рисунке 12.33<sup>10</sup>. Размер полости будет отличаться от размеров литейной детали в соответствии с назначенным *Коэффициентом масштаба*.



**Рис. 12.33** Литейная полуформа с полостью, образованной отпечатком верхней поверхности литейной детали рис.12.30.

<sup>10</sup> На рис.12.33 для удобства отображения полости в теле модели литейной полуформы литейная деталь была скрыта.

Теперь, продолжая работу по проектированию литейной детали, все вносимые в неё изменения будут напрямую отображаться и в теле литейной полуформы (рис.12.34). При этом следует помнить, что разрыв связи между полуформой (файлом детали *Полуформа*) и литейной деталью (файлом промежуточной *Сборки*, где "прописаны" литейная деталь и *Полуформа*) приведёт и к разрыву указанной ассоциативности.



**Рис. 12.34** Ассоциативность связи литейной детали и литейной Полуформы

Для демонстрации ассоциативности связей между деталями при проектировании литейных форм в модель литейной детали были внесены некоторые изменения – увеличена длина рычага. Результат такого изменения в конструкции детали не замедлил сказаться на форме отпечатка в уже спроектированной литейной полуформе – полость вышла за пределы полуформы.

Таким образом, используя в своей практике различные инструменты для проектирования литейных форм, описанные в данной главе, можно выполнять задачи по точному моделированию их отдельных частей с целью построения более сложных полостей для изготовления отливок любой сложности.