

Базовый курс ANSYS Mechanical – Лекция 5

Моделирование соединений

Бубнов Михаил

План лекции

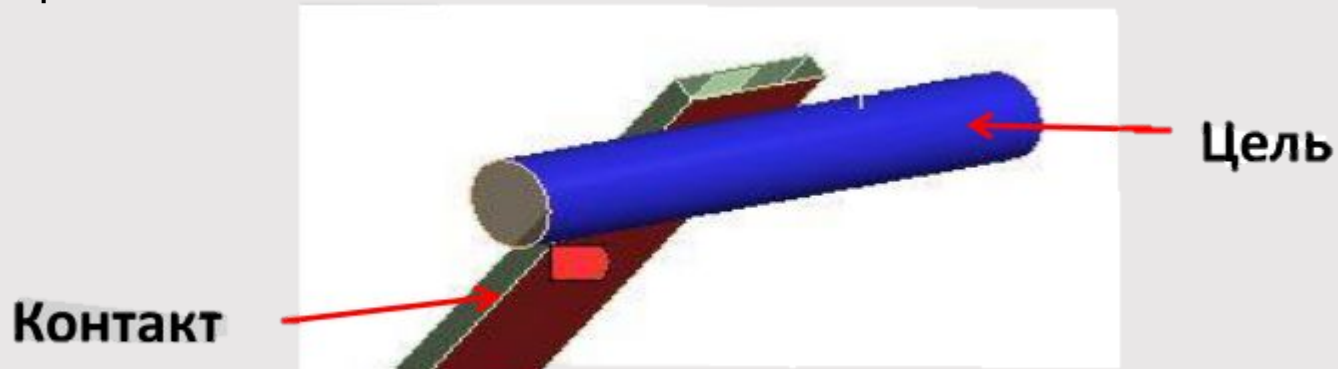
1. Контакт
2. Настройки контакта
3. Контактные результаты
4. Точечная сварка
5. Соединение сетки
6. Worksheet соединений
7. Пример 4.1 – Настройки контакта
8. Определение шарниров
9. Пружины и балки
10. Пример 4.2 – Использование шарниров
11. Приложение

1. Контакт

В данном курсе мы коснемся некоторых понятий контактного анализа.

Имейте в виду, что контакт – это сильно нелинейная опция и раскрывается в полном объеме в курсе нелинейностей Mechanical Nonlinearities.

- Контактные элементы можно представить как “кожу”, покрывающую поверхности, которые должны взаимодействовать между собой.
- Одну сторону контактной пары называют “contact”, а вторую “target”, т.е. целевая поверхность, цель.
- Mechanical использует цветовую систему дифференциации контактных и целевых поверхностей.



Контакт

- Одну сторону контакта называют контактной поверхностью, а другую - целевой.
- Контактная и целевая поверхность не обязаны быть одинаковыми. Например, контакт может содержать 2 поверхности, в то время как цель - 5.
- Контактные пары окрашены и в окне свойств и в графическом окне.



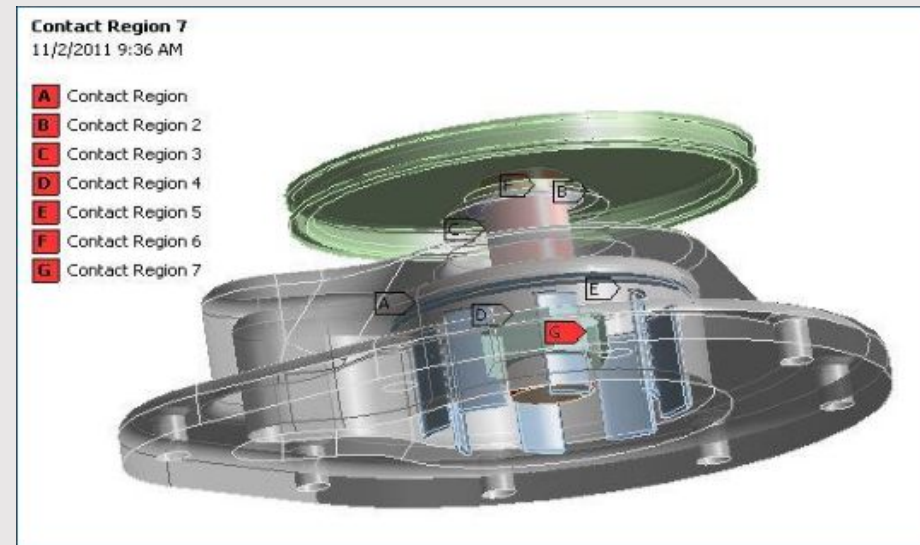
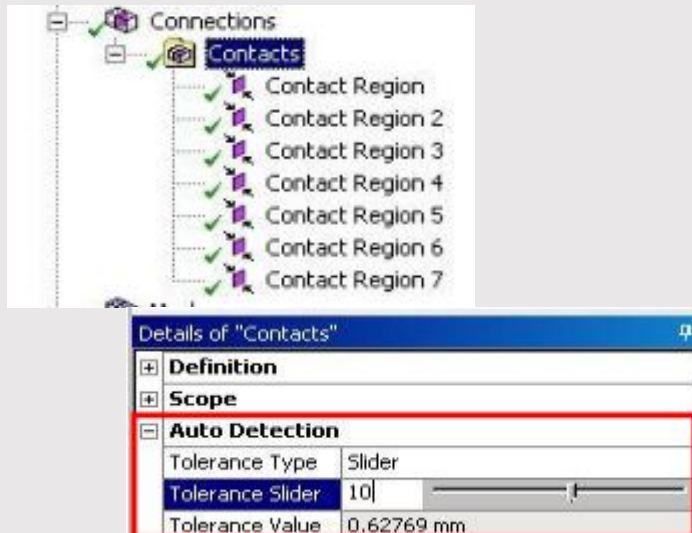
Details of "Bonded - TopPlate To BottomPlate"	
[-] Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Contact	1 Face
Target	4 Faces
Contact Bodies	TopPlate
Target Bodies	BottomPlate
[-] Definition	
Type	Bonded
Scope Mode	Manual
Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Suppressed	No
[-] Advanced	
Formulation	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
[-] Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

Контакт

При импорте сборки области контактов между деталями создаются автоматически.

- Контакты содержатся в ветви «Connections» и группируются в нескольких папках «Contacts».

- Существуют также настройки допуска определения контакта (low = свободный допуск; high = жесткий допуск).



←→
Свободный Жесткий

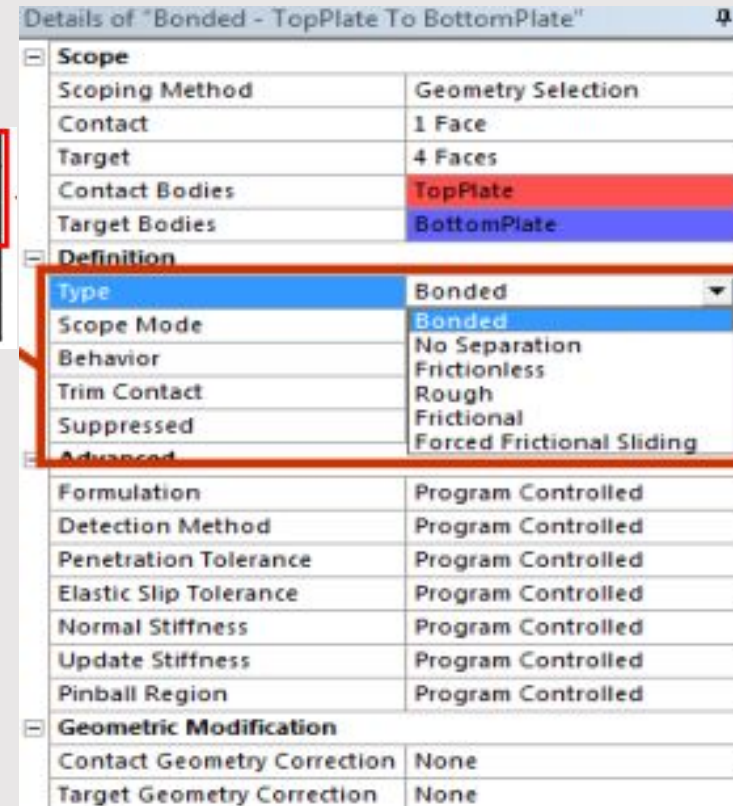
Контакт

Доступны пять видов поведения

контакта:

Contact Type	Iterations	Normal Behavior (Separation)	Tangential Behavior (Sliding)
Bonded	1	Нет разрыва	Нет
No Separation	1	Нет разрыва	Допускается
Frictionless	Несколько	Допускаются разрывы	Допускается
Rough	Несколько	Допускаются разрывы	Нет
Frictional	Несколько	Допускаются разрывы	Допускается

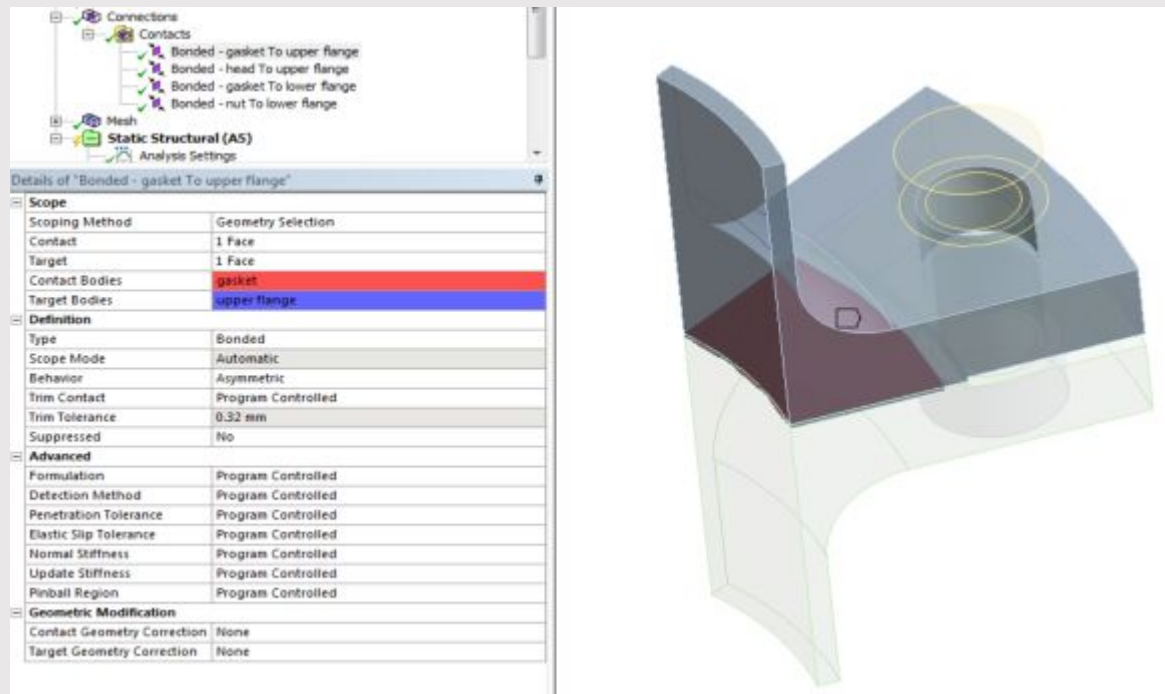
- Контакты «Bonded» и «No Separation» линейны и требуют только одну итерацию.
 - Bonded: поверхности зафиксированы поэтому нет ни разрывов, ни скольжений.
 - No Separation: разрывов нет, но небольшое скольжение вполне может иметь место.
- Контакты Frictionless, Rough и Frictional нелинейные и требуют нескольких итераций.



Контакт

Для удобства, детали при выделении контактной области в ветви соединений делаются прозрачными.

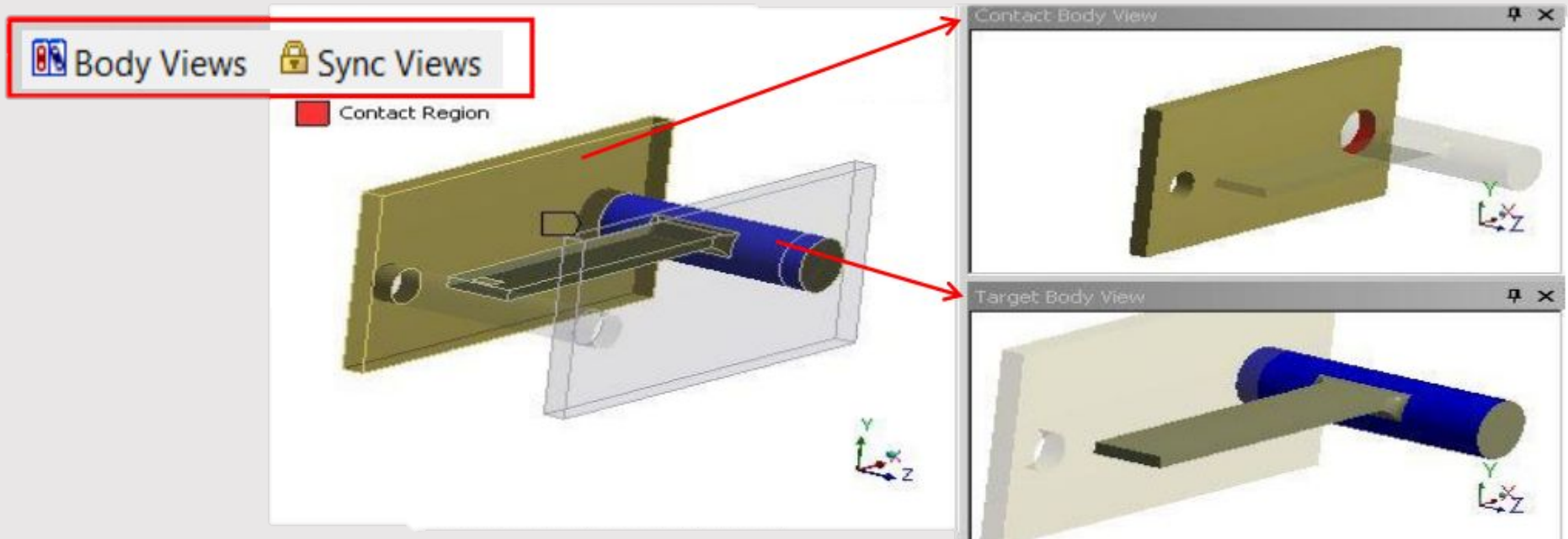
- А сами контактные поверхности подкрашиваются.



Контакт

Для более удобного обзора или выбора можно активировать “Body Views”:

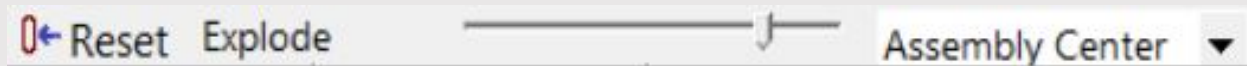
- Вся модель, а также контактное и целевое тела изображаются в отдельных окнах.
- Виды можно “синхронизировать” (все окна двигаются вместе).
- Выбор (для определения контакта) можно сделать в любом окне.



Контакт

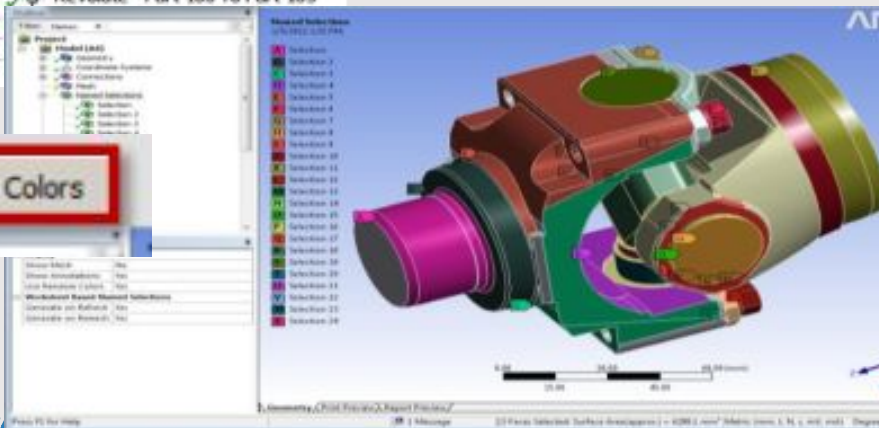
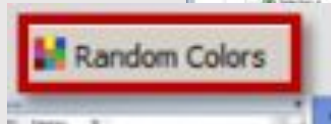
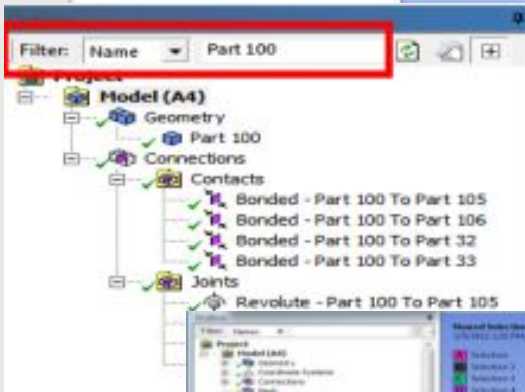
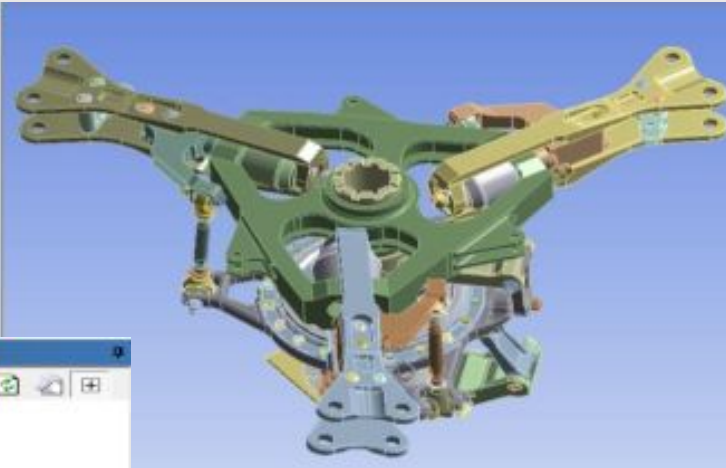
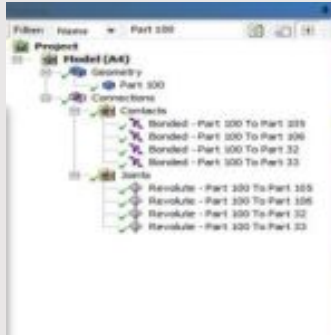
Для удобства отображения можно также «взорвать» (explode) модель сборки

- Разделение деталей осуществляется с помощью специального ползунка
- Система координат также определяется пользователем.



Контакт

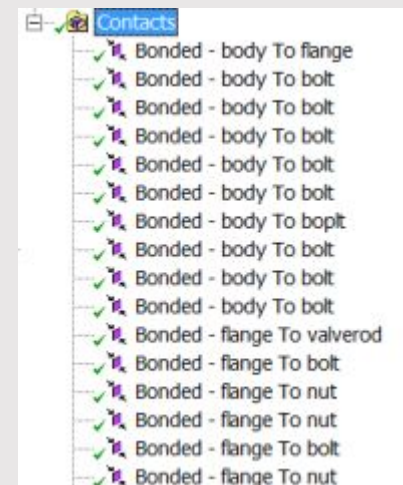
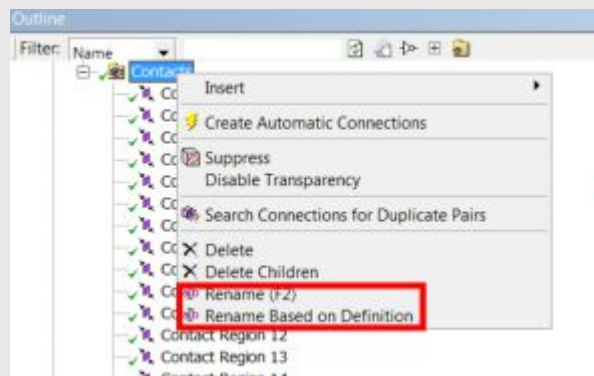
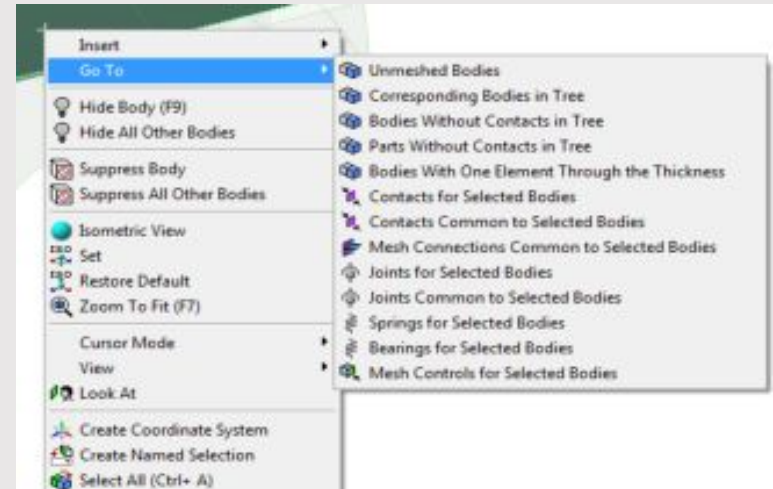
Для улучшения читаемости моделей, есть фильтры по имени и уникальные цвета для изображения множества нагрузок, граничных условий и именованных наборов.



Контакт

“Go To” утилиты предоставляют простой способ проверки определения контактов:

- Тела без контакта
- Детали без контакта
- Контактные области для выбранных тел
- Контакты, общие для выбранных тел
- Соответствующие тела в дереве
- Контакты можно быстро переименовать для совпадения их названий с названиями деталей.

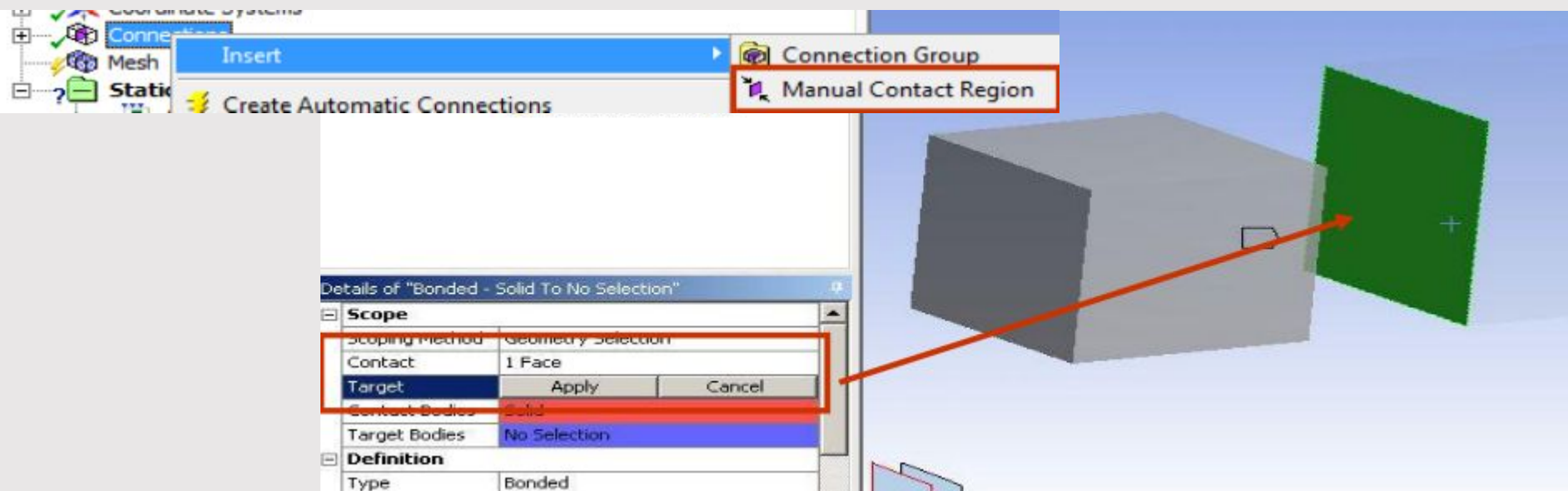


Контакт

Там, где поверхности не определяются автоматически, можно задать контактную пару вручную.

- Задайте контактную область вручную и выберите поверхности “contact” и “target”.

ПКМ



2. Настройки контакта

В Mechanical одна сторона контактной пары называется contact, а другая - target.

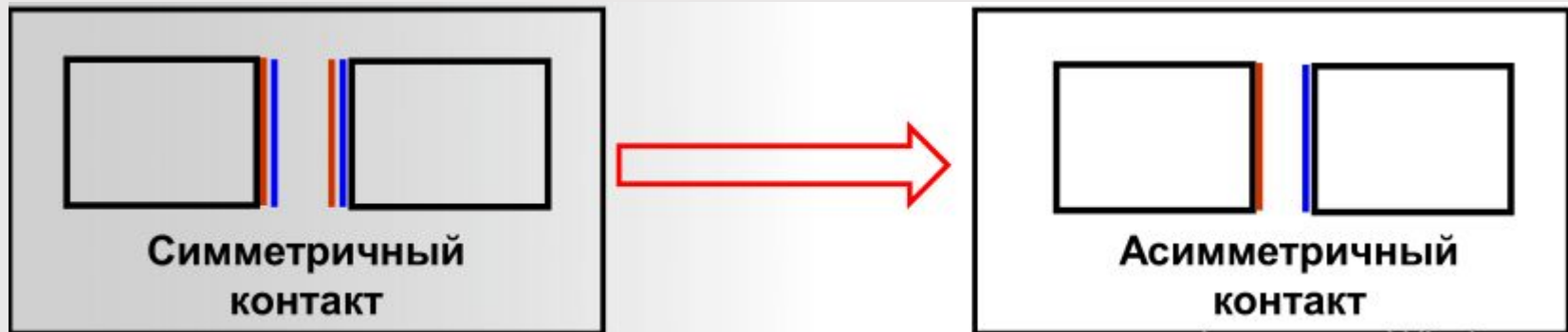
- По умолчанию (выбор программы) Mechanical использует то, что называется авто-симметричным контактом.
- В некоторых ситуациях существуют “предпочтения” для того, какая сторона будет контактом, а какая целью.

Поскольку решатель не определяет этот параметр загодя, изначально контактная пара дублируется (симметричный контакт).

Когда решатель обнаруживает предпочтительное расположение, одна из контактных пар удаляется. Это называется асимметричный контакт.

Details of "Frictionless - PumpHousing To Impeller"

Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Contact	1 Face
Target	1 Face
Contact Bodies	PumpHousing
Target Bodies	Impeller
Definition	
Type	Frictionless
Scope Mode	Automatic
Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Trim Tolerance	0.79243 mm
Suppressed	No
Advanced	



Настройки контакта

Нелинейные типы контакта обладают опцией “interface treatment” :

- “Add Offset”: вводит нулевое или ненулевое значение для первоначальной настройки.
- “Adjusted to Touch”: ANSYS закрывает любой разрыв до соприкосновения.

Добавить смещение: положительное или отрицательное.

Коррекция до соприкосновения

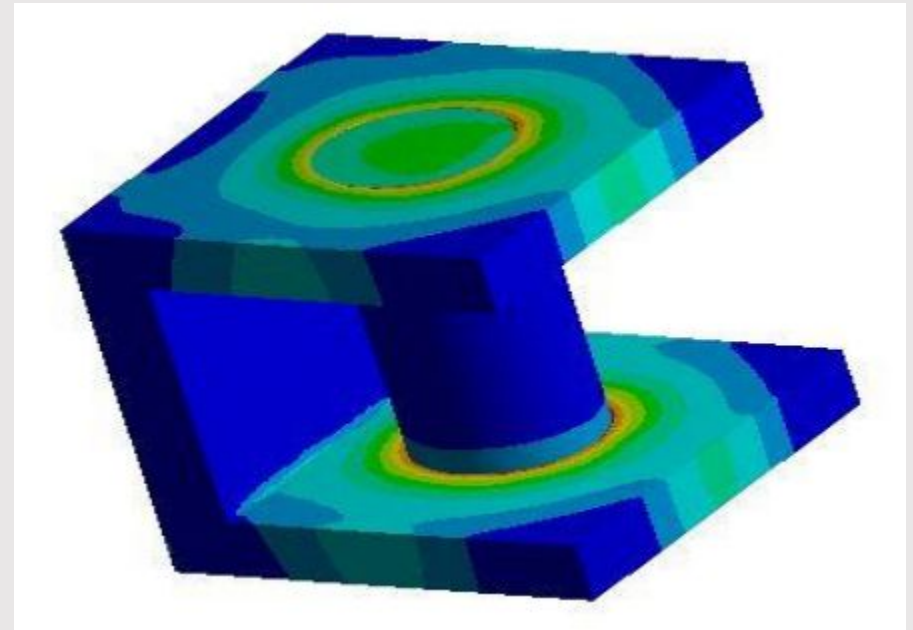
Настройки контакта

Пример настройки поверхностей - моделирование прессовой посадки:

Геометрическая модель содержит штифт в отверстии того же диаметра. Смещение контакта используется для имитации прессовой посадки слишком большого штифта.

Ниже представлен графический результат по напряжениям.

Details of "Frictionless - Solid To Solid"	
+ Scope	
+ Definition	
- Advanced	
Formulation	Program Controlled
Detection Method	Program Controlled
Interface Treatment	Add Offset, No Ramping
<input type="checkbox"/> Offset	0.5 mm

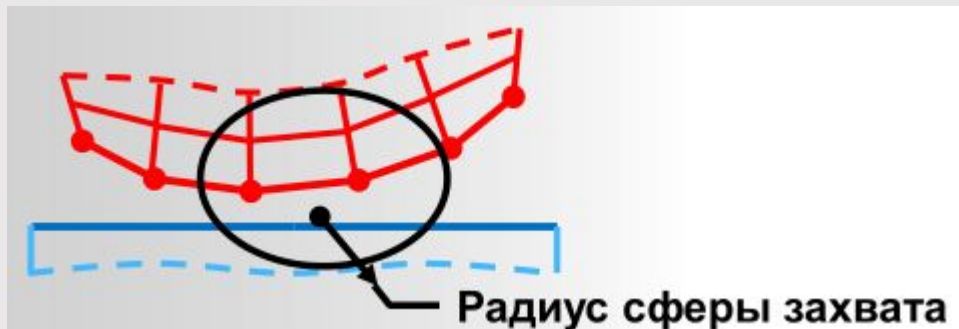
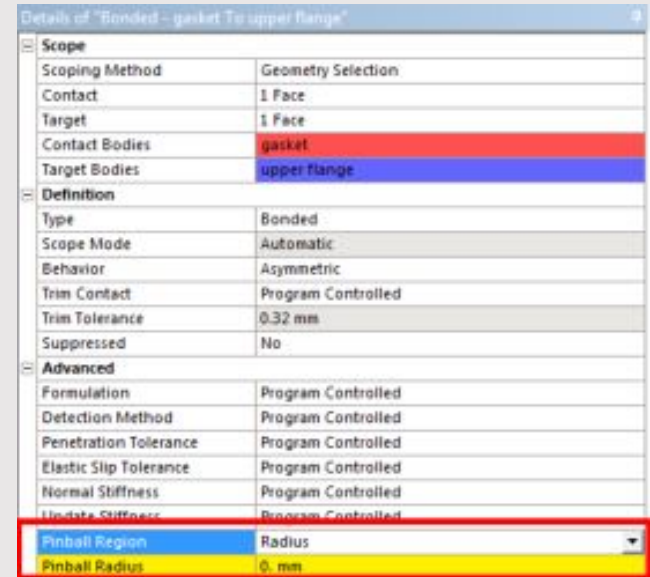


Настройки контакта

«Pinball Region» (сфера захвата) является зоной, определяющей дальнее или ближнее поле открытого статуса контакта (внутри радиуса или снаружи). Её можно рассматривать в качестве зоны, ограничивающей каждую контактную область.

Основная цель этой опции – обеспечить эффективное решение контактов, которые “далеко” друг от друга. Для большинства ситуаций просто используйте настройку программного выбора (program controlled).

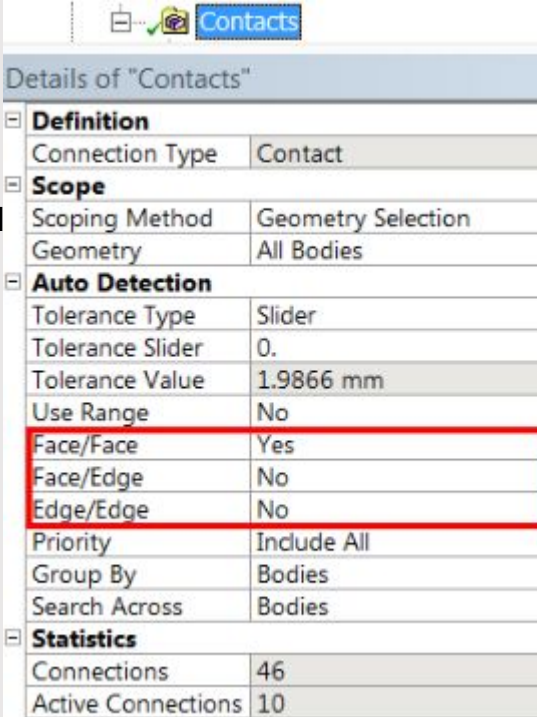
В ходе этого курса мы выделим несколько ситуаций, когда может быть полезно вручную настроить радиус сферы захвата.



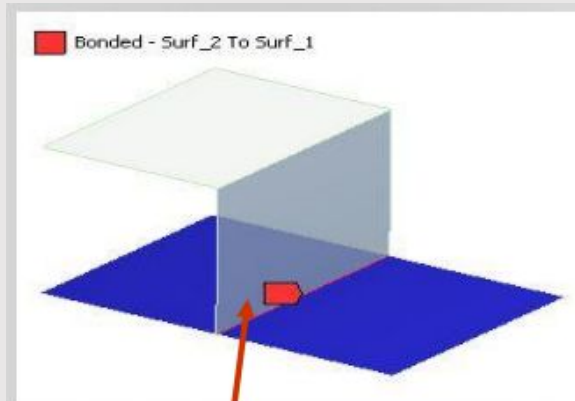
Настройки контакта

Оболочечный контакт – это грань-по-грани, ребро-по-грани или ребро-по-ребру:

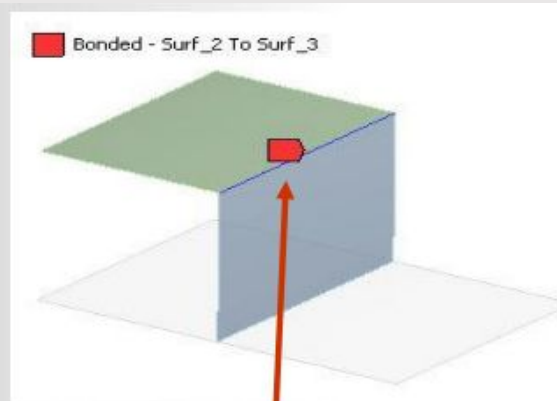
- Автоматический оболочечный контакт не включен по умолчанию, но может быть задан для определения контактов грань-по-ребру или ребро-по-ребру.
- Чтобы предотвратить создание нескольких контактных областей в одной, можно задать приоритет.



Details of "Contacts"	
Definition	
Connection Type	Contact
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Auto Detection	
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0.
Tolerance Value	1.9866 mm
Use Range	No
Face/Face	Yes
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Statistics	
Connections	46
Active Connections	10



Ребро по поверхности



Ребро по ребру

Настройки контакта

При использовании контактов необходимо разобраться с несколькими уникальными аспектами геометрии поверхностей:

Верх

С наличием всего одной грани важно определить, какая сторона будет использоваться. При выборе поверхности выделяется “верх”.

Низ

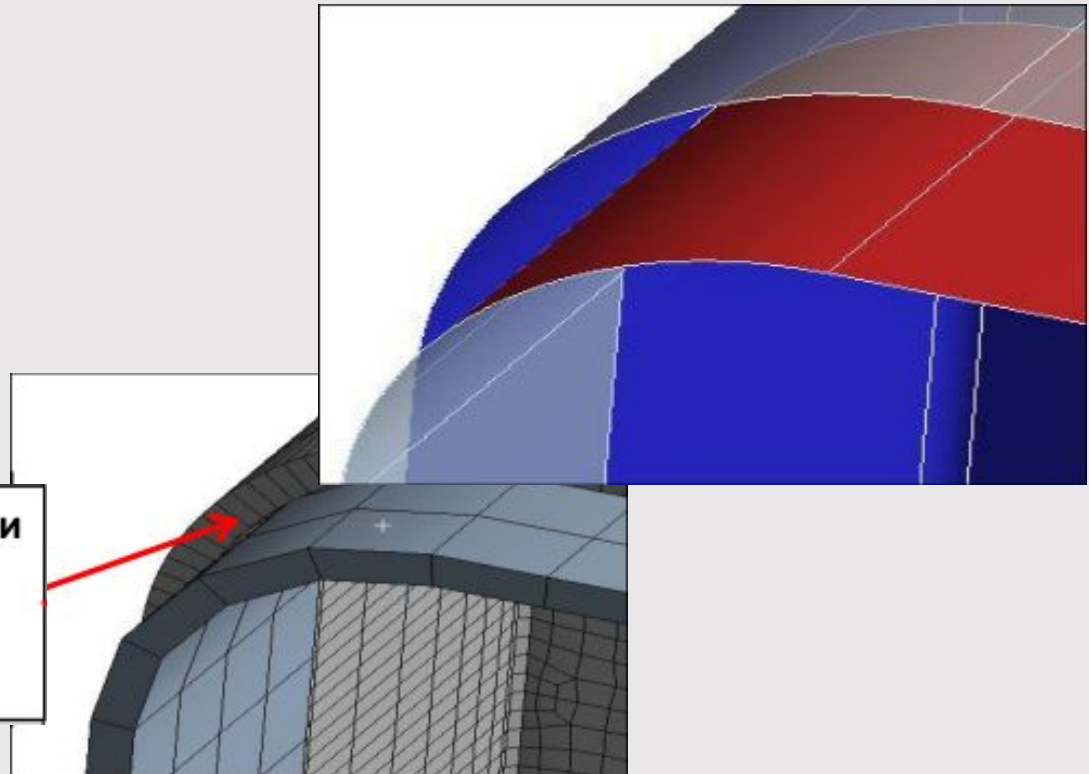
Изображение поверхностей без учета толщины часто приводит к разрывам в тех местах, где предполагается “реальная” поверхность.

Настройки контакта

Окно свойств поверхностного контакта содержит настройки для назначения верха или низа оболочки, а также включения эффекта толщины. Включение эффекта толщины здесь означает игнорирование разрыва и такое поведение поверхностей, как если бы они были в контакте.

Details of "Bonded - 1 To 1"	
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Contact	8 Faces
Target	17 Faces
Contact Bodies	1
Target Bodies	1
Contact Shell Face	Top
Target Shell Face	Bottom
Shell Thickness Effect	Yes

В данном примере при активировании эффекта толщины оболочек мы подразумеваем исходную конфигурацию. Только касание.



3. Контактные результаты

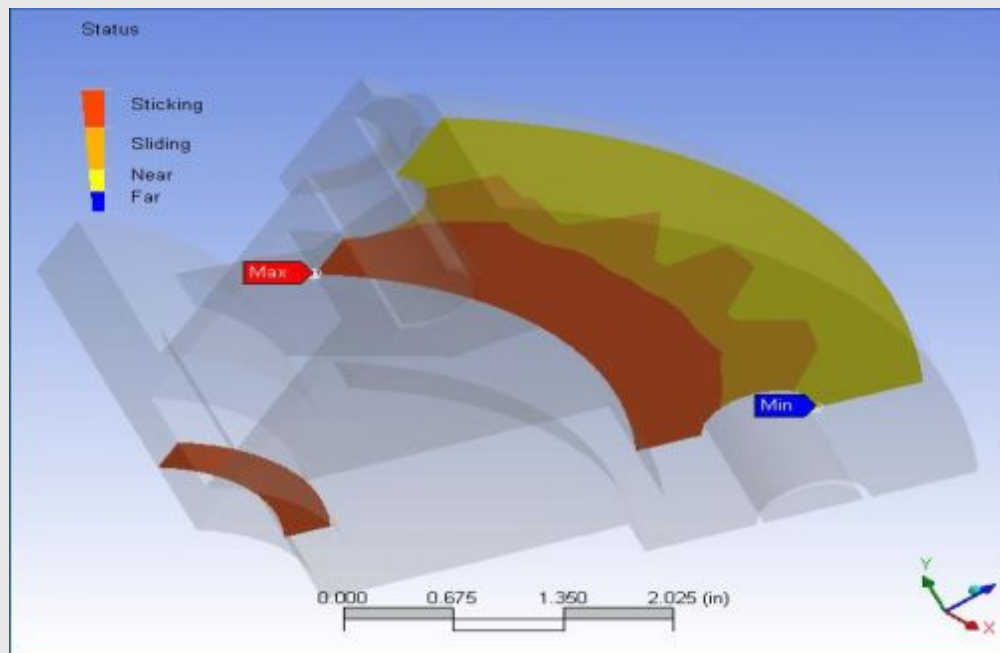
Специальные контактные результаты запрашиваются через “Contact Tool”.

- Выбор геометрии или worksheet (показано ниже) используются для выбора интересующих контактов.

The screenshot shows the ANSYS software interface. On the left, the 'Tools' menu is open, with 'Contact Tool' highlighted in a red box. To the right, a list of contact results is displayed: Frictional Stress, Pressure, Sliding Distance, Penetration, Gap, Status, and Fluid Pressure. Below this list is a 'Probe' button and a 'User Defined Result' option. At the bottom, there is a 'Commands' button.

The 'Contact Tool' dialog box is shown below the menu. It has two sections: 'Contacts Selection' with a dropdown set to 'All Contacts' and 'Add' and 'Remove' buttons; and 'Contact Side' with a dropdown set to 'Both' and an 'Apply' button. Below the dialog is a note: 'For additional options, please visit the context menu for this table (right mouse button)'. At the bottom is a table with columns 'Name' and 'Contact Side'.

Name	Contact Side
<input type="checkbox"/> Frictionless - PumpHousing To Impeller	Contact
<input checked="" type="checkbox"/> Frictionless - PumpHousing To Pulley	Contact
<input type="checkbox"/> Bonded - Impeller To Shaft	Contact
<input type="checkbox"/> Bonded - Impeller To Nut	Contact
<input type="checkbox"/> Bonded - Pulley To Shaft	Contact
<input checked="" type="checkbox"/> Bonded - Shaft To Nut	Contact

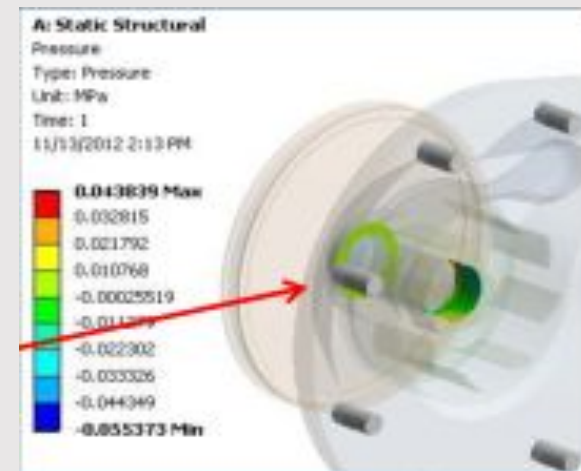
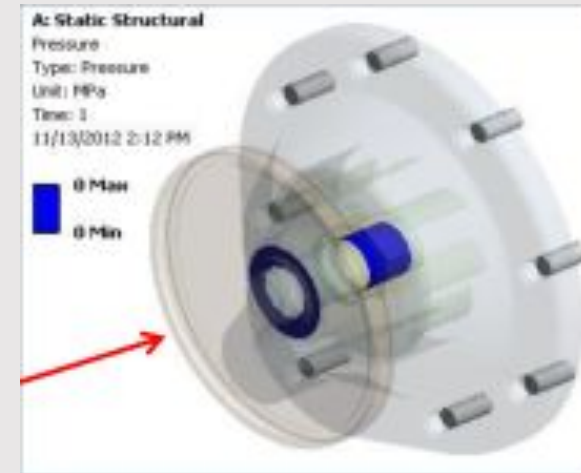
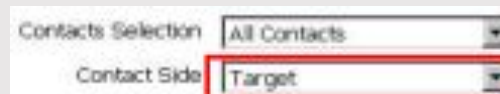


ANSYS License	Availability
Design Space	
Professional	x
Structural	x
Mechanical/Multiphysics	x

Контактные результаты

Контактные результаты отображаются только на стороне контакта. При авто-симметричном контакте, после того как решатель выбрал контактную поверхность, не так очевидно на какой стороне будут отображаться результаты.

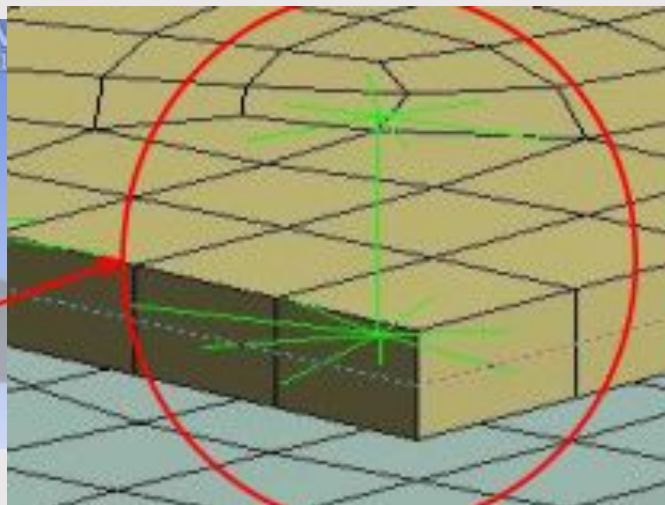
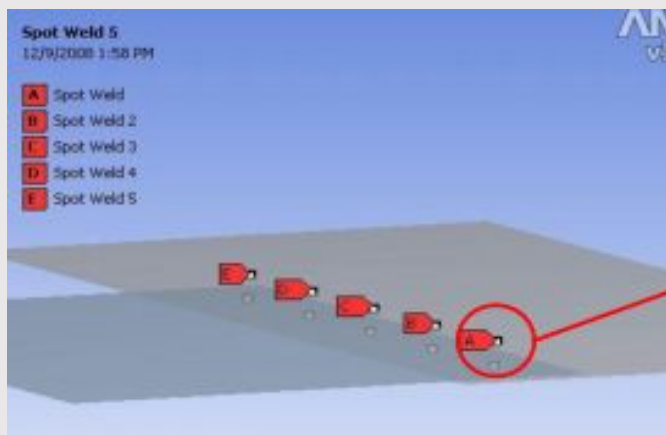
В данном примере исходное определение контакта/цели было перевернуто решателем. Как показано на верхней картинке на целевой стороне контактной пары отображается нулевой результат.



4. Точечная сварка

Точечная сварка является средством соединения оболочечных сборок в дискретных точках:

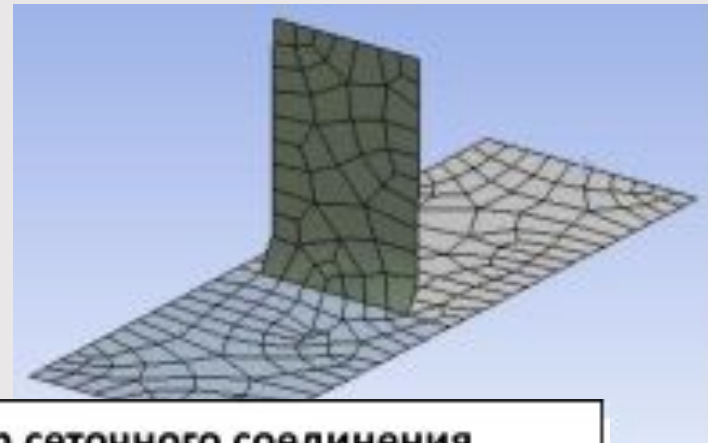
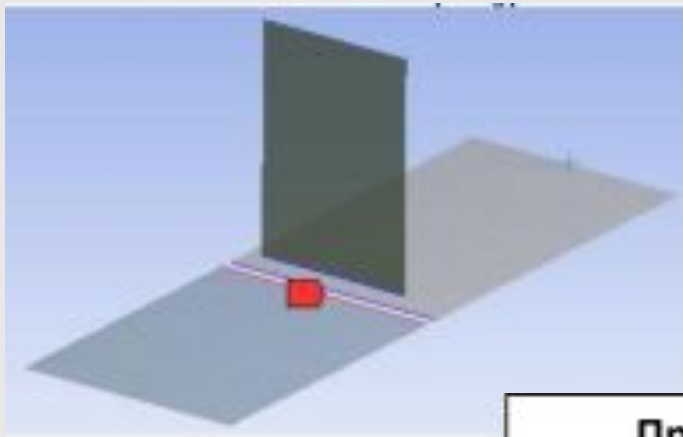
- Точечная сварка определяется как пары точек. В настоящее время для создания автоматической точечной сварки используются только DesignModeler и NX (обратите внимание, точечная сварка может быть определена вручную если в нужных местах существуют вершины).
- Соединение точечной сварки осуществляется с использованием балочного соединения между точками. Для распределения нагрузки из каждой точки исходит “Паутина”.



5. Сеточные соединения

Функция сеточного соединения позволяет на уровне сетки соединять поверхностные тела разъединенные топологически:

- Ранее такие соединения требовали работы в приложениях для геометрии для закрытия разрывов (например DesignModeler или CAD).
- Сеточные соединения выполнены на уровне сетки и используют либо конфигурации «ребро – ребро» либо «ребро – грань».
- В отличие от геометрических решений, многотельная деталь не требуется.



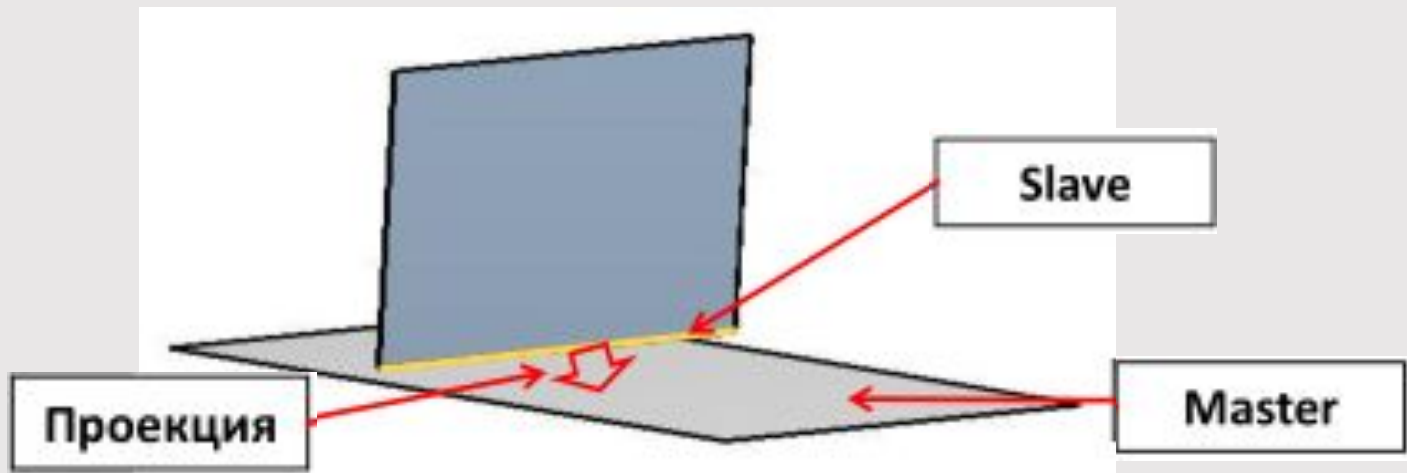
Пример сеточного соединения

Сеточные соединения

Соединения сеток для управления соединением используют принципы

“master” и “slave” геометрии:

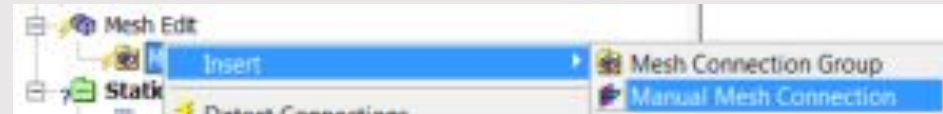
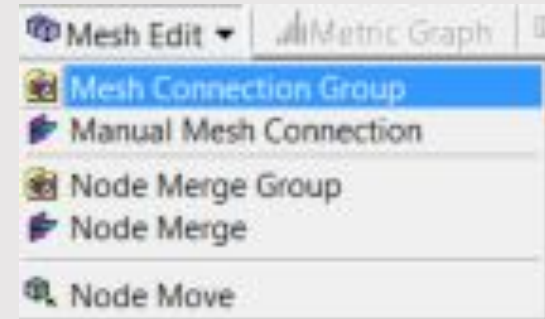
- Master: указывается геометрия/топология на которую проецируется другая геометрия.
- Slave: указывается геометрия, которая будет проецироваться на геометрию “master”.
- “Master” геометрия может быть гранями или ребрами, в то время как “slave” геометрия может быть только ребрами.



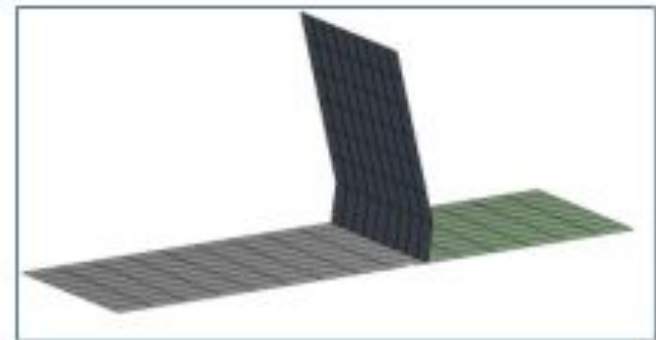
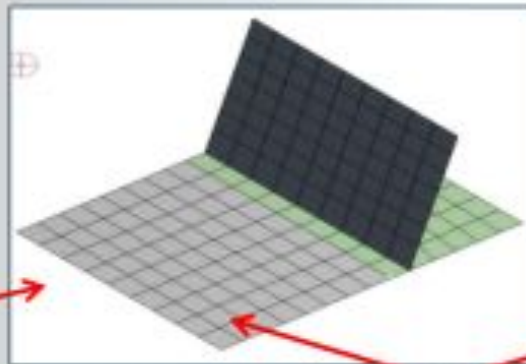
Сеточные соединения

Как и контакты и шарниры (joints), сеточные соединения также отображаются в ветви “Connections”:

- Как и другие типы соединений сеточные можно задавать в ручную или автоматически.
- При задании вручную сеточные соединения предлагают несколько дополнительных настроек.



Details of Mesh Connection	
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Master Geometry	1 Face
Slave Geometry	1 Edge
Master Bodies	Surface Body
Slave Bodies	Surface Body
Definition	
Scope Mode	Manual
Tolerance Type	Value
Tolerance Value	2.25 mm
Suppressed	No
Snap to Boundary	No

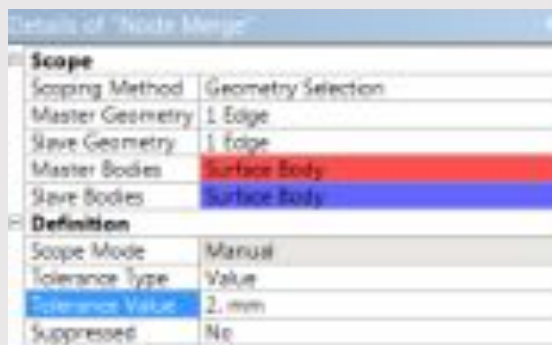
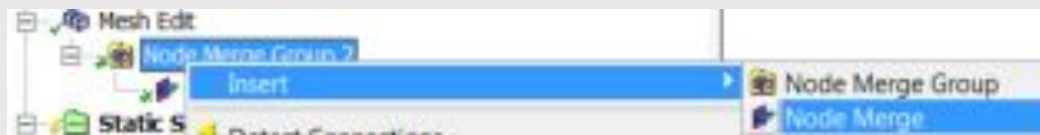
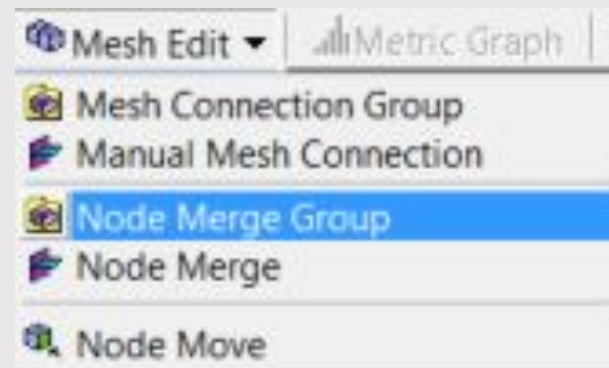


Используйте “Snap to Boundary=Yes” чтобы избежать изменений в связи с привязкой к границе (изображения преувеличены).

Сеточные соединения

Опция Node Merge отображается в ветви “Mesh Edit” в дереве через “Node Merge group”.

- Этот объект определяет узлы, которые будут объединены при построении сетки.
- Можно задать несколько опций Node Merge Group в качестве дочерних объектов Mesh Edit Object.
- Требуется построения сетки.



6. Окно спецификации соединений

Окно спецификации (connections worksheet) содержит множество функций, позволяющих пользователю исследовать и оценивать различные соединения, которые используются в модели.

Здесь представлен образец, а свойства представлены на следующих страницах.

Connections

Show Preferences Refresh

Contact Information

Name	Type	Scope	Scope Mode	File Contact	Train Tolerance	Behavior	Manual stiffness	Update Joint
Frictionless - Pure Friction	Face (Solid), Face (Solid)	Automatic	Program Controlled	0.79043	Program Controlled	Program Controlled	Program Controlled	Program Controlled
Frictionless - Pure Friction	Face (Solid), Face (Solid)	Automatic	Program Controlled	0.79043	Program Controlled	Program Controlled	Program Controlled	Program Controlled
Bonded - Inpeller	Bonded Face (Solid), Face (Solid)	Automatic	Program Controlled	0.79043	Program Controlled	Program Controlled	Program Controlled	Program Controlled
Bonded - Pulley To Bonded	Face (Solid), Face (Solid)	Automatic	Program Controlled	0.79043	Program Controlled	Program Controlled	Program Controlled	Program Controlled
Bonded - Shaft To Bonded	Face (Solid), Face (Solid)	Automatic	Program Controlled	0.79043	Program Controlled	Program Controlled	Program Controlled	Program Controlled

Joint Information

Name	Type	Scope	Status
Revolute - PumpHouseing To Shaft	Revolute	Body/Body	Not supported

Connection Matrix

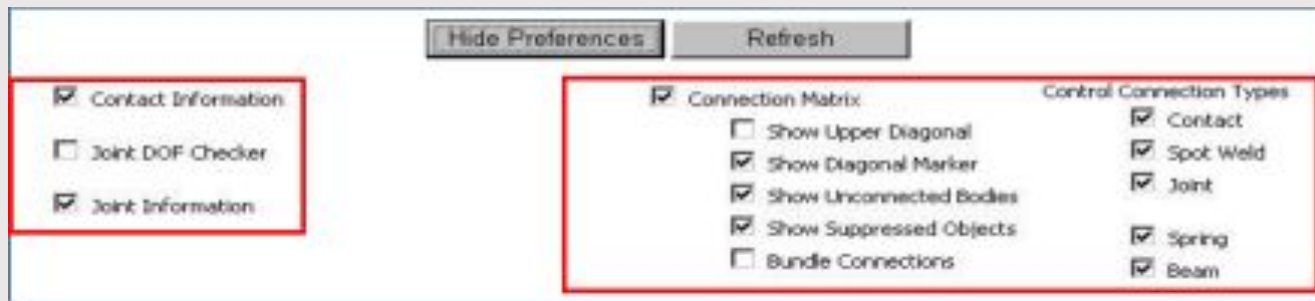
	PumpHouseing	Inpeller	Pulley	Shaft	Rail
PumpHouseing	Circle - Ground To PumpHouseing Circle - Ground To PumpHouseing 2 Circle - Ground To PumpHouseing 3 Circle - Ground To PumpHouseing 4 Circle - Ground To PumpHouseing 5 Circle - Ground To PumpHouseing 6 Circle - Ground To PumpHouseing 7 Circle - Ground To PumpHouseing 8				
Inpeller	Revolute - PumpHouseing To Inpeller				
Pulley	Revolute - PumpHouseing To Pulley				
Shaft	Revolute - PumpHouseing To Shaft	Bonded - Inpeller To Shaft	Bonded - Pulley To Shaft		
Rail	Revolute - PumpHouseing To Rail	Bonded - Inpeller To Rail	Bonded - Pulley To Rail	Bonded - Shaft To Rail	

Legend

- Contact
- Joint
- Revolute
- Revolute - Inpeller To Shaft
- Revolute - Inpeller To Rail
- Revolute - Pulley To Shaft
- Revolute - Shaft To Rail
- Suppressed

Окно спецификации соединений

Вид окна спецификаций настраивается в показанном ниже разделе предпочтений (Preferences). Эти предпочтения появляются при первой активации «worksheet», но могут быть изменены в любое время с помощью кнопки Show/Hide Preferences.



В левом столбце должна быть отображена информация по контакту и/или шарниру (эти данные те же, что и доступные в релизах до 14.5 Mechanical).

Правый столбец управляет видом раздела соединительной матрицы в окне спецификаций.

Матрица соединения используется для отображения того, как каждое тело соединено и каким образом (т.е. контакт, сочленения, и т. д.).

Окно спецификации соединений

Раздел “информации” по соединениям и шарнирам предлагает перечень соединений со свойствами каждого. Счетчик степеней свободы шарниров вычисляет, как много свободных DOF существует в модели. Обратите внимание, это касается только шарниров. Если существуют контакты и другие соединения, они должны учитываться отдельно.

The screenshot displays two panels from a software interface. The top panel, titled "Contact Information", contains a table with columns: Name, Type, Scope, Scope Mode, Trim Contact, Trim Tolerance, Behavior, and Normal. The bottom panel, titled "Joint DOF Checker", shows a calculation: 5 Unsuppressed Parts x 6 DOF = +30, 1 Revolute joint x 5 DOF = -5, resulting in Free DOF = +25 DOF. A warning message is present: "Warning: it is recommended to use a 'Redundancy Analysis' to detect redundant joint constraints". Below this is another "Joint Information" table with columns: Name, Type, Scope, and Status.

Name	Type	Scope	Scope Mode	Trim Contact	Trim Tolerance	Behavior	Normal
Frictionless - PumpHousing To In	Frictionless	Face (Solid), Face (Solid)	Automatic	Program Controlled	0.79243	Program Controlled	Program
Frictionless - PumpHousing To Pi	Frictionless	Face (Solid), Face (Solid)	Automatic	Program Controlled	0.79243	Program Controlled	Program
Bonded - Impeller To Shaft	Bonded	Face (Solid), Face (Solid)	Automatic	Program Controlled	0.79243	Program Controlled	Program
Bonded - Impeller To Nut	Bonded	Face (Solid), Face (Solid)	Automatic	Program Controlled	0.79243	Program Controlled	Program
Bonded - Pulley To Shaft	Bonded	Face (Solid), Face (Solid)	Automatic	Program Controlled	0.79243	Program Controlled	Program
Bonded - Shaft To Nut	Bonded	Face (Solid), Face (Solid)	Automatic	Program Controlled	0.79243	Program Controlled	Program

Joint DOF Checker

5 Unsuppressed Parts x 6 DOF = +30
1 Revolute joint x 5 DOF = -5
Free DOF = +25 DOF

Warning: it is recommended to use a "Redundancy Analysis" to detect redundant joint constraints

Joint Information

Name	Type	Scope	Status
Revolute - PumpHousing To Shaft	Revolute	Body-Body	Not suppressed

Окно спецификации соединений

В матрице соединений все детали перечислены сверху и слева от таблицы, а в самой таблице на пересечении изображены различные соединения для каждой пары деталей (цветовой код).

	Pump-Housing	Impeller	Pulley	Shaft
Pump-Housing	Circle - Ground To PumpHousing Circle - Ground To PumpHousing 2 Circle - Ground To PumpHousing 3 Circle - Ground To PumpHousing 4 Circle - Ground To PumpHousing 5 Circle - Ground To PumpHousing 6 Circle - Ground To PumpHousing 7 Circle - Ground To PumpHousing 8			
Impeller	Mesh - PumpHousing To Impeller	---		
Pulley	Mesh - PumpHousing To Pulley		---	
Shaft	Revolute - PumpHousing To Shaft	Bonded - Impeller To Shaft	Bonded - Pulley To Shaft	---
Nut		Bonded - Impeller To Nut		Bonded - Shaft To Nut

Legend:

- Contact
- Mesh
- Joint
- Mesh Connection
- Spring
- Beam
- Multiple Connection Types
- Suppressed

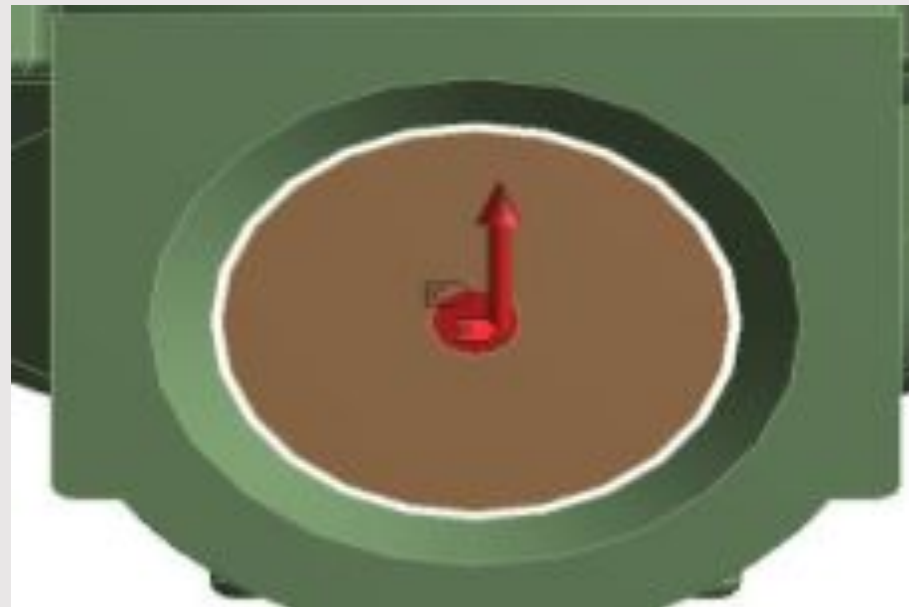
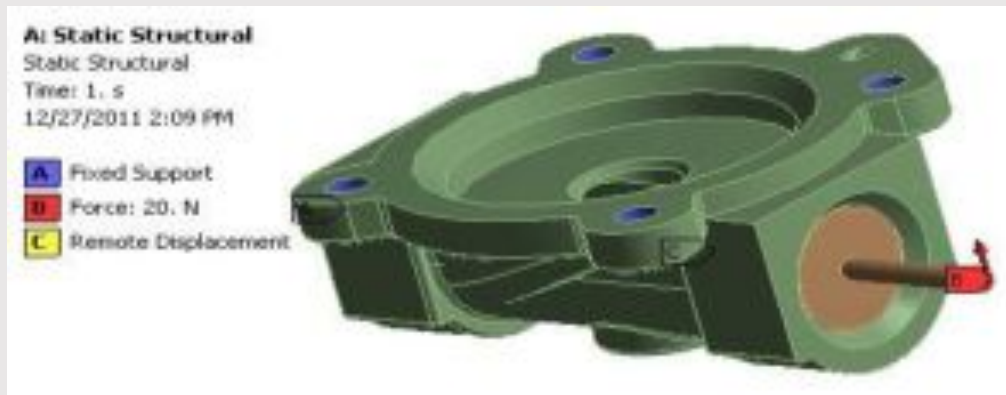
Матрица соединений может быть особенно полезной в определении переопределенных ситуаций. Там, где обнаруживаются несколько типов подключения, они помечаются в матрице.

	Impeller	Pulley	Shaft
Shaft	Bonded - Impeller To Shaft	Bonded - Pulley To Shaft	Revolute - PumpHousing To Shaft
Nut	Bonded - Impeller To Nut		Bonded - Shaft To Nut

Legend:

- Contact
- Mesh
- Joint
- Mesh Connection
- Spring
- Beam
- Multiple Connection Types
- Suppressed

7. Пример 4.1 – Настройка контакта



8. Определение шарниров

Функция шарниров в Mechanical предлагает альтернативу контакту при моделировании взаимодействия между телами или с землей:

Существует 9 типов шарниров, доступных в Mechanical, которые могут быть двух типов: либо тело-по-телу либо тело-по-земле.

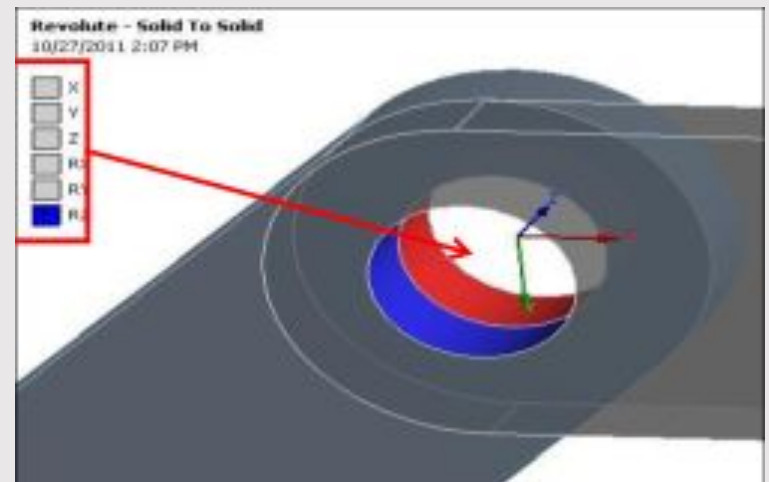
Для удобства области «reference» и «mobile» подкрашены.

На шкале указаны степени свободы шарнира по

отношению к своей исходной системе

координат. Подкрашенные DOF свободны, а серые означают закрепление.

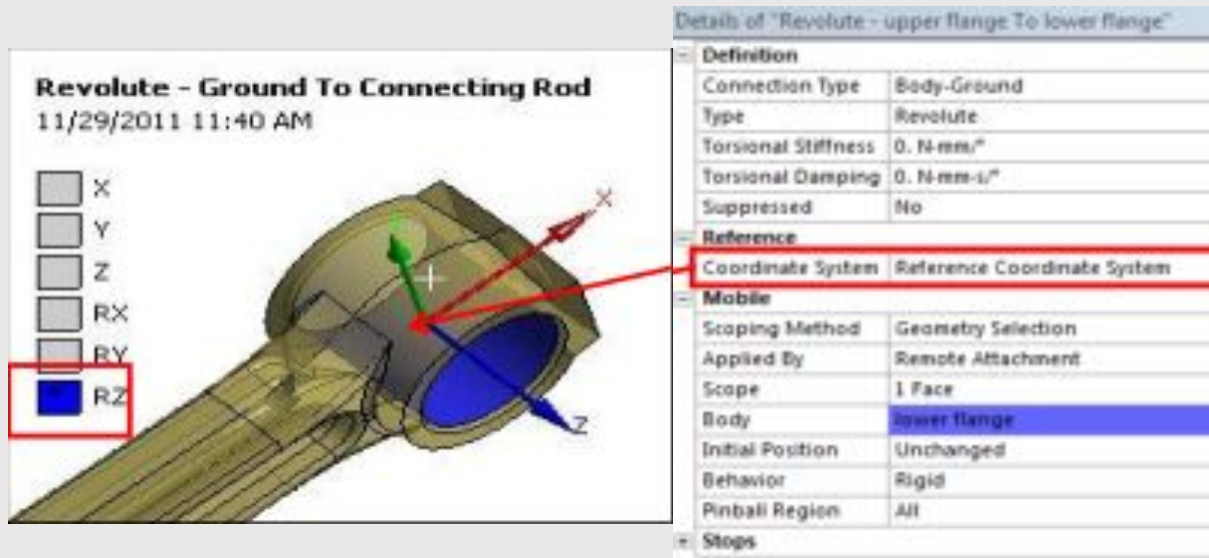
Обратите внимание, этот материал является введением в опции шарниров. Курс динамики жестких тел содержит более подробное описание.



Определение шарниров

Пример вращательного шарнира:

- Шкала показывает, что “RZ” или поворот вокруг оси Z разрешен.
- Степени свободы, окрашенные серым, закреплены.
- Базовая система координат “Reference Coordinate System” указана в свойствах и изображена графически.



Revolute - Ground To Connecting Rod
11/29/2011 11:40 AM

X
 Y
 Z
 RX
 RY
 RZ

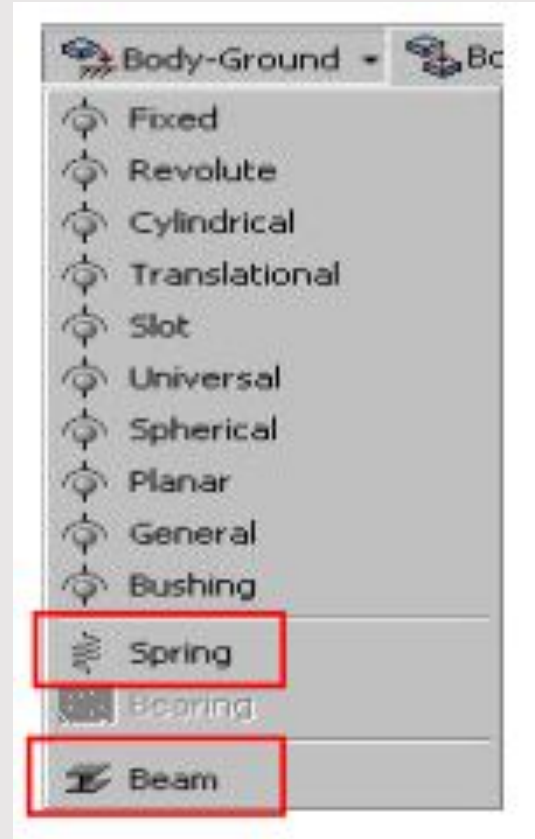
Details of "Revolute - upper flange To lower flange"	
Definition	
Connection Type	Body-Ground
Type	Revolute
Torsional Stiffness	0. N-mm/°
Torsional Damping	0. N-mm-s/°
Suppressed	No
Reference	
Coordinate System	Reference Coordinate System
Mobile	
Scoping Method	Geometry Selection
Applied By	Remote Attachment
Scope	1 Face
Body	lower flange
Initial Position	Unchanged
Behavior	Rigid
Pinball Region	All
Stops	

9. Пружины и балки

Пружины и балки определяются как шарниры

«тело – тело» или «тело – земля»:

- Пружины и балки находятся в меню «Body-Ground» и «Body-Body».
- Соединения с землей относятся к системе координат как к положению земли.
- Обратите внимание, пружины и балки являются формами удаленных граничных условий, и обладают настройками поведения, а также зоной охвата (эти темы раскрыты в главе 7).




Behavior	Rigid
Pinball Region	All


Пружины и балки

Пружины:

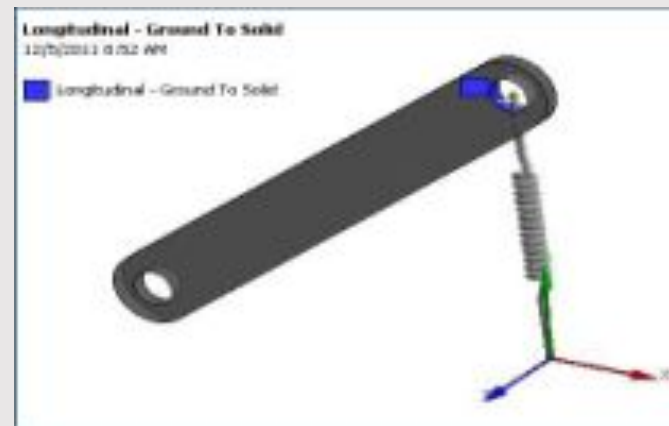
- По умолчанию пружины находятся в свободном состоянии (не нагружены).
- Пружина работает как на растяжение, так и на сжатие.
- При определении пружины может быть добавлено демпфирование.
- Пружины, связанные с землей, относятся к локальной системе координат как к положению земли.
- Нагрузка также может быть добавлена с помощью либо свободной длины, либо величины нагрузки.



Details of "Longitudinal - Ground To Solid"	
Graphics Properties	
Definition	
Type	Longitudinal
Spring Behavior	Both (Linear)
Longitudinal Stiffness	1. N/mm
Longitudinal Damping	0. N*s/mm
Preload	None
Suppressed	No
Spring Length	64.386 mm



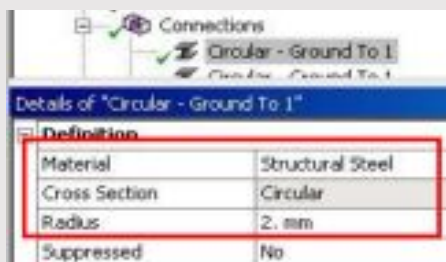
Preload	None
Suppressed	No
Spring Length	Free Length



Пружины и балки

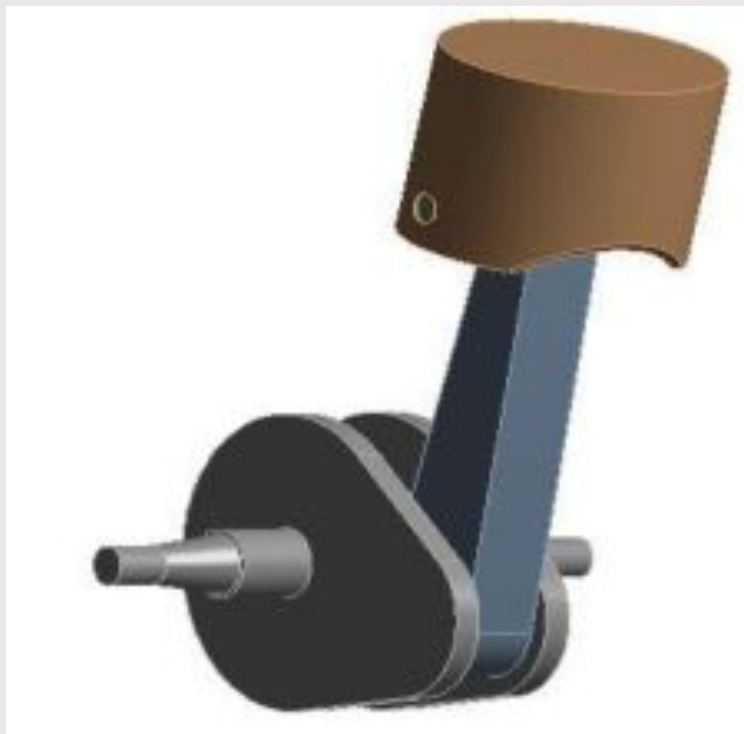
Балки:

- Создаются балки с круглым сечением. Радиус задается в окне свойств.
- Материала балок также задается в свойствах (материалы Engineering Data).
- Связанные с землей балки относятся к локальной системе координат как к положению земли.



Хотя это и не ограничивается этой целью, балки часто бывают полезны при моделировании крепежа.

10. Пример 4.2 – Использование шарниров



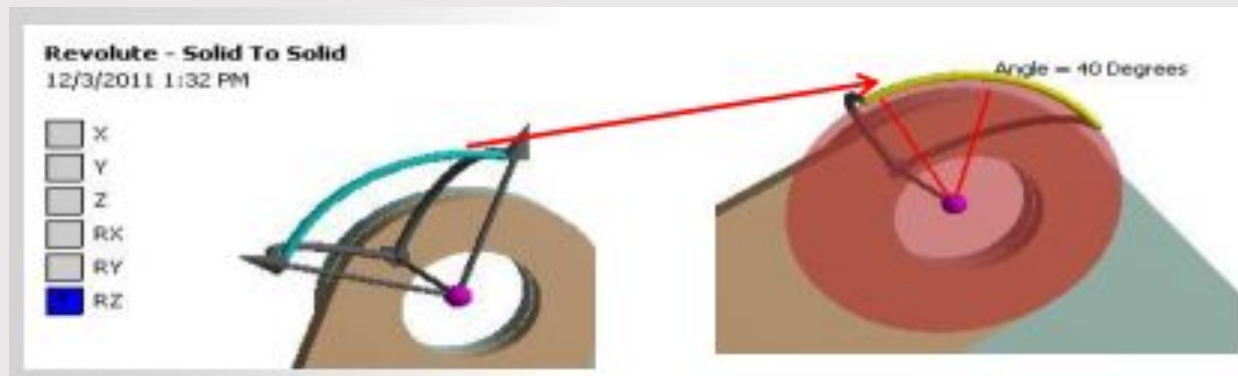
11. Приложение

- Конфигурация шарниров
- Опции Stops и Locks

Настройка конфигурации шарниров

Настройка конфигурации шарнира позволяет изменять его начальное положение без редактирования в CAD:

- Начните с выделения интересующего вас шарнира в дереве.
- Далее нажмите иконку “Configure” в контекстном меню.
- Когда шарнир в режиме «configure», его положение можно изменить двигая ручку DOF как показано ниже.

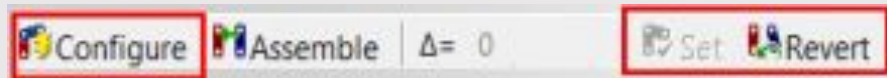


Настройка конфигурации шарниров

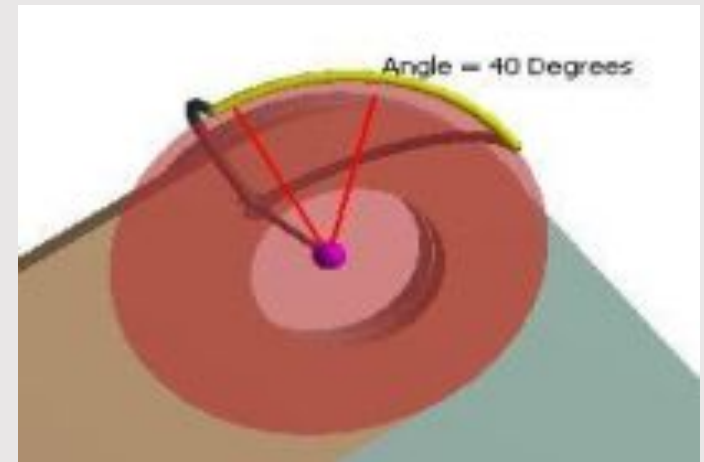
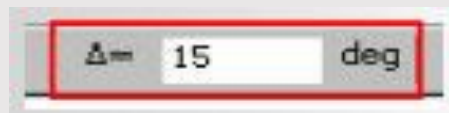
Настройка конфигурации шарниров также используется, для качественного “тестирования” движения шарнира. Выключите инструмент «configure» и шарнир вернется в исходное положение.

При желании шарнир можно оставить в новом положении:

- После задания нового положения шарниру, выберите “Set” из контекстного меню. Новое положение станет отправной точкой в решении.
- Иконка “Revert” используется для отмены операции.



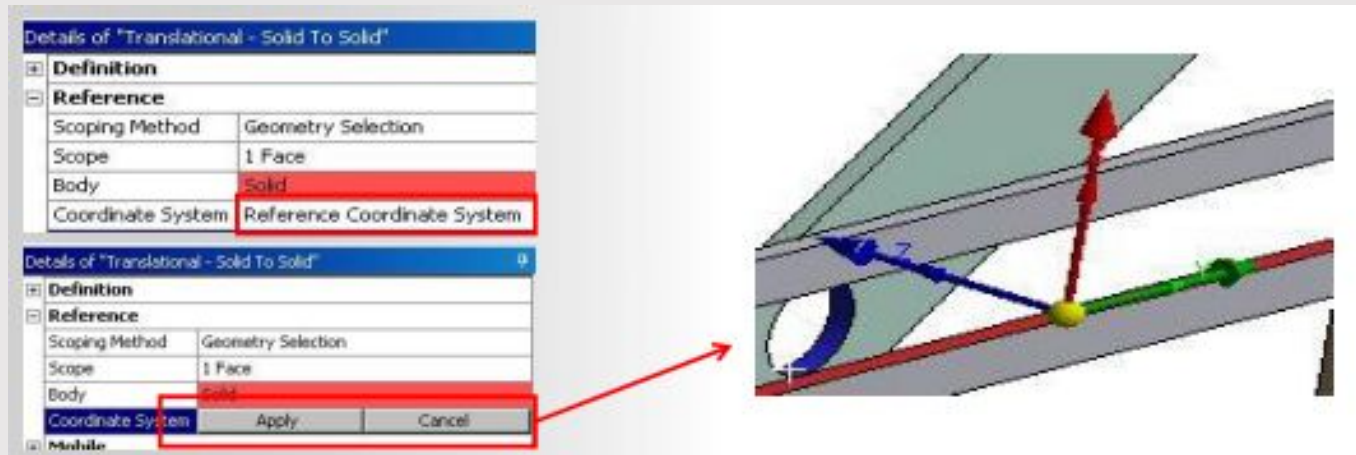
- В дополнение к ручному настраиванию шарнира, можно ввести точную величину в поле напротив иконки «configure».



Настройка конфигурации шарниров

Поскольку движения в шарнирах определяются в соответствии с их системами координат, то для создания корректного поведения шарниров иногда необходимо эти системы переориентировать.

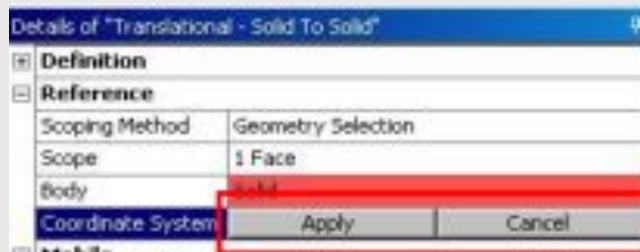
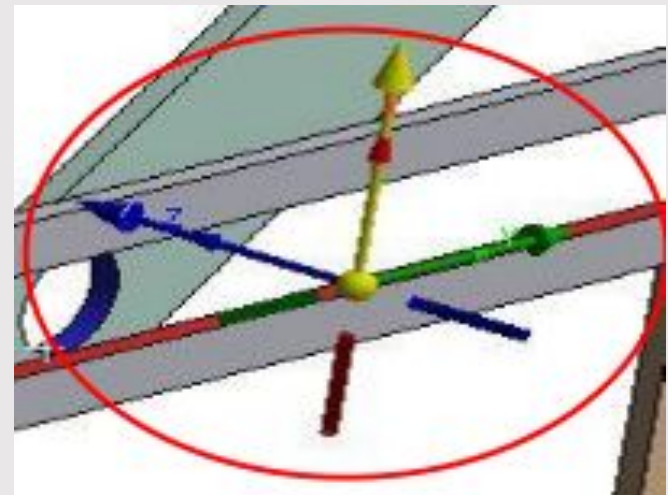
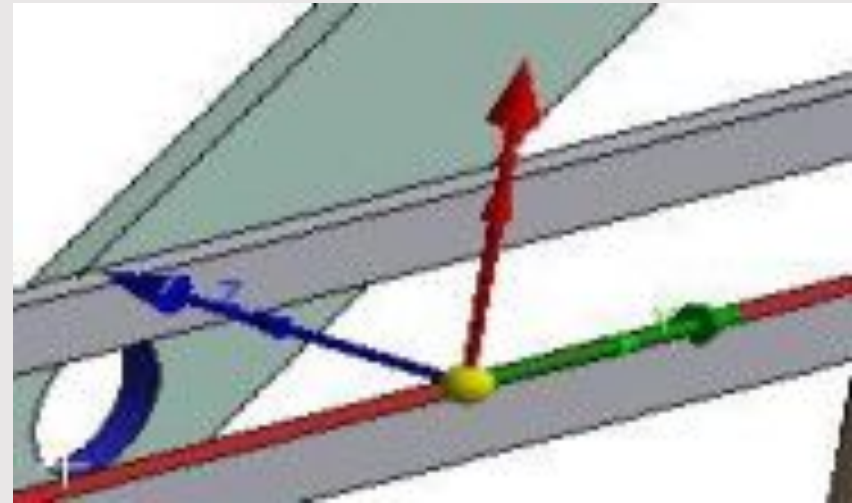
- Нажмите в поле «Coordinate System» свойств шарнира для перехода в режим редактирования. Обратите внимание, СК графически расширяется при редактировании.



Настройка конфигурации шарниров

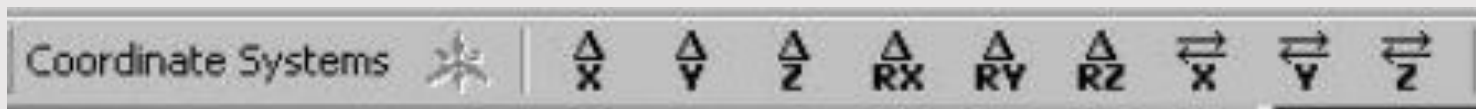
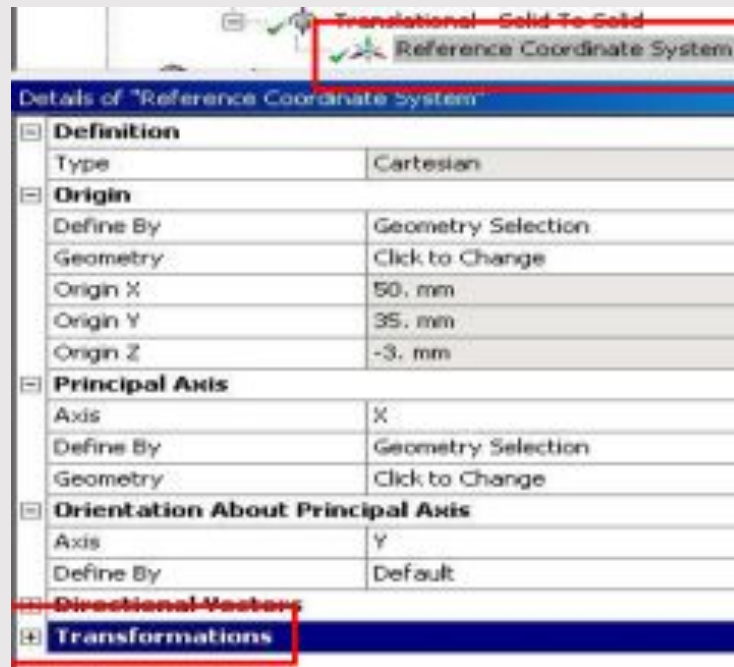
В режиме редактирования кликните на ось СК для задания изменений:

- С этой “активной” осью можно нажать на другую ось, ребро, грань, и т. д. для задания нового направления.
- Обратите внимание, в процессе редактирования также показаны отрицательные оси.
- Завершите изменение нажатием кнопки “Apply” в свойствах шарнира.



Настройка конфигурации шарниров

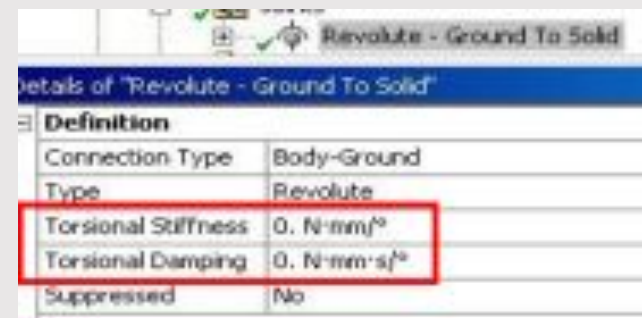
В дополнение к ручному переориентированию системы координат шарнира доступны также преобразования, что используются при создании и изменении локальных систем координат.



Опции "Stop" и "Lock" у шарниров

Для вращательного и цилиндрического типов шарнира жесткость на кручение и/или демпфирование определяются в свойствах шарнира.

Большая часть шарниров также использует опцию «stop» и/или «lock» для ограничения диапазона движения шарнира (смотри таблицу ниже).



Joint Type	Stop/Lock
Revolute	Yes
Cylindrical	Yes
Translational	Yes
Slot	Translational
Universal	Yes
Spherical	No
Planar	Yes
General	Translational

