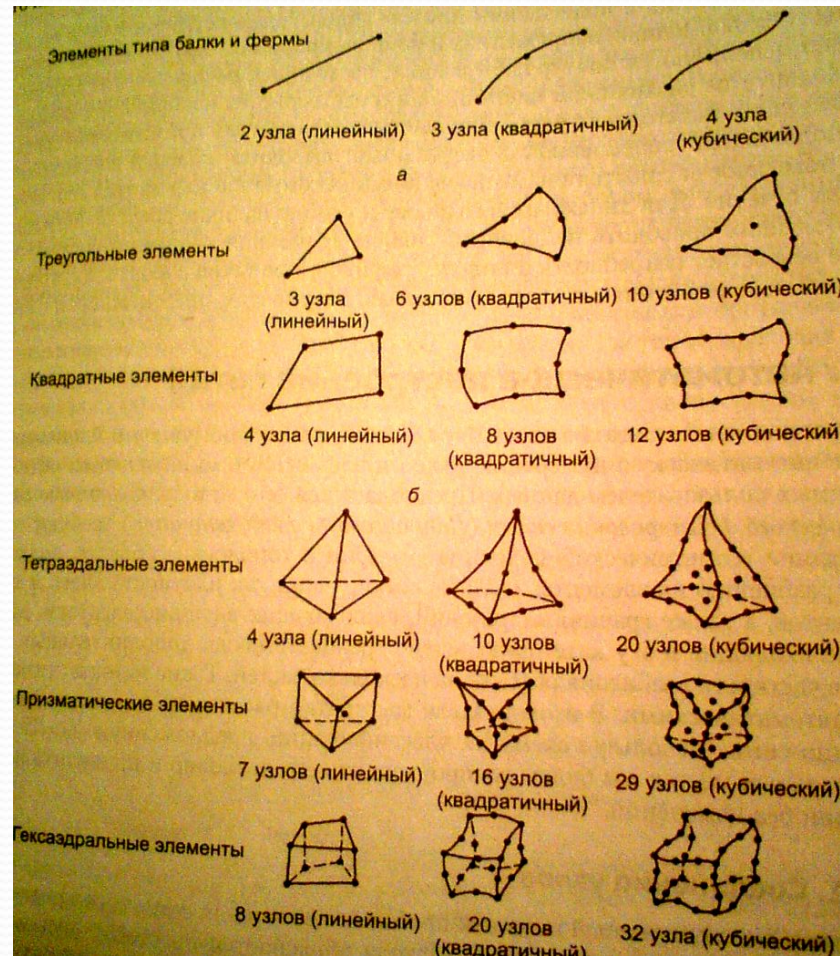


Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Метод конечных элементов – численный метод решения дифференциальных уравнений.

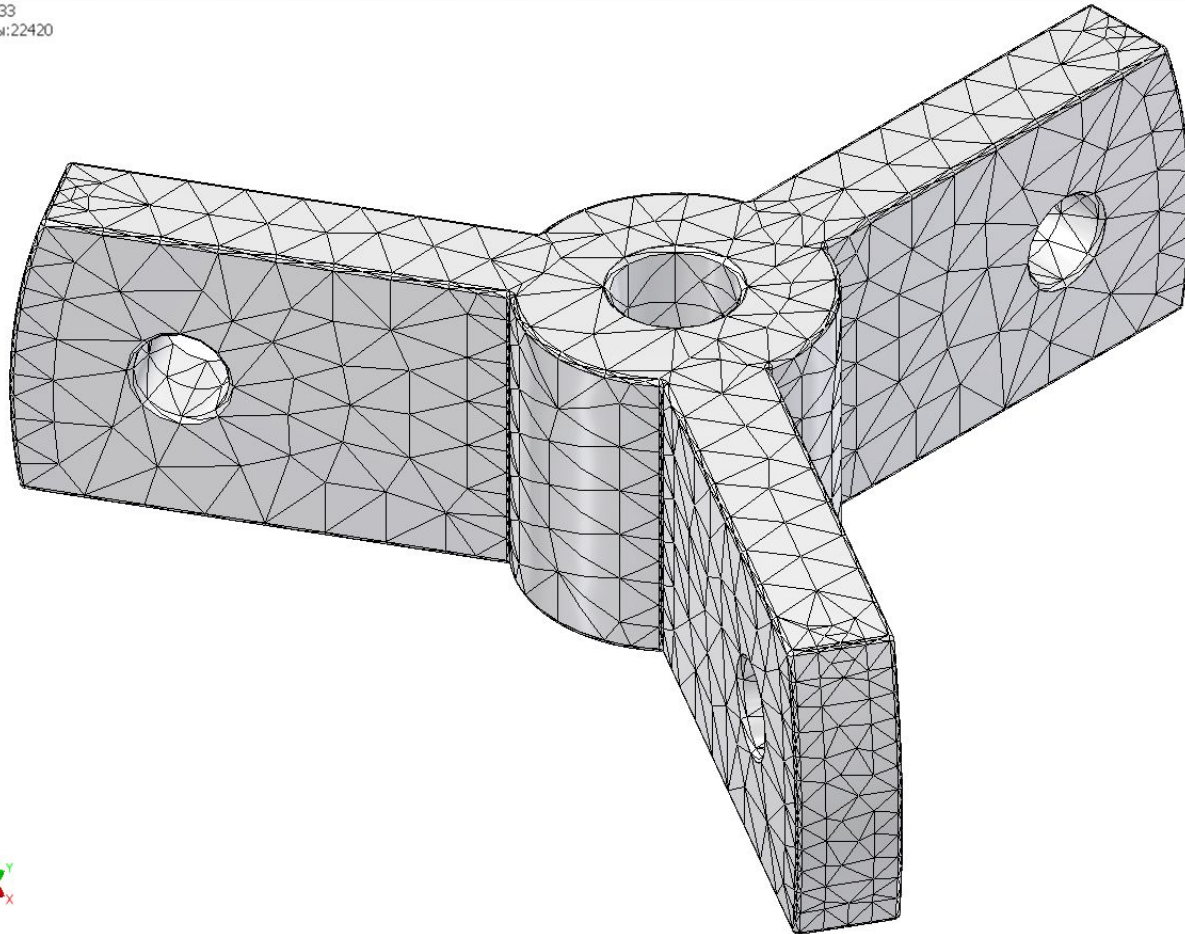
Типы КЭ



Расчет деталей и сборок на прочность методом конечных элементов

Сетка КЭ

Узлы: 33833
Элементы: 22420



Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Основные этапы расчета в системе Autodesk Inventor

1. Выбор вида расчета

2. Создание таблицы рассчитываемых параметров

3. Уточнение формы деталей и сборок

4. Задание свойств материала

5. Настройка и построение сетки КЭ

6. Задание граничных условий

7. Задание нагрузок

8. Расчет

9. Анализ результатов расчета, уточнение сетки и повторный расчет

Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Выбор вида расчета

The screenshot displays the 'Создать новое моделирование' (Create new modeling) dialog box in a CAD application. The dialog is titled 'Упр. Создать новое моделирование' and is open over a 3D model of a mechanical part. The 'Анализ напр' (Analysis) tab is active, and the file name 'Траверса.ipt' is visible in the left sidebar.

The dialog box contains the following settings:

- Имя:** Моделирование: 1
- Цель проектирования:** Параметрический размер
- Тип моделирования:** Состояние модели
- Статический анализ:** Selected. Sub-options include:
 - Обнаружить и устранить моды жесткого тела
 - Разделить поперечные напряжения контактных поверхностей
 - Анализ нагрузок движения
- Модальный анализ:** Unselected. Sub-options include:
 - Число мод: 8
 - Диапазон частот: 0,000 - 0,000
 - Рассчитать предварительно загруженные моды
 - Повышенная точность
- Контакты:**
 - Допуск:** 0,100 мм
 - Тип:** Связано
 - Нормальная жесткость:** 0,000 Н/мм
 - Тангенциальная жесткость:** 0,000 Н/мм
 - Допуск соединителя оболочки:** 1,750 (как произведение толщины оболочки)

The background shows a 3D model of a mechanical part, likely a cross-section of a shaft or a similar component, with a central hole and two side holes. The software interface includes a ribbon with various tools like 'Создать моделирование', 'Параметрическая таблица', 'Назначить материал', 'Зависимость фиксации', 'Контакт', 'Без трения', 'Сила', 'Давление', 'Автоматически Вручную', 'Найти тонкие тела', 'Срединная поверхность', 'Смещение', 'Вид сети', 'Моделировать', 'Анимация', 'Датчик', and 'Сходимость'.

Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

2. Создание таблицы параметров

The screenshot displays the software interface for finite element analysis. The top ribbon contains various toolbars: 'Управление' (Control) with 'Создать моделирование' (Create simulation) and 'Параметрическая таблица' (Parametric table); 'Материал' (Material) with 'Назначить материал' (Assign material); 'Зависимости' (Dependencies) with 'Зависимость фиксации' (Fixation dependency), 'Контакт' (Contact), and 'Без трения' (Frictionless); 'Нагрузки' (Loads) with 'Сила' (Force) and 'Давление' (Pressure); 'Контакты' (Contacts) with 'Автоматически' (Automatic) and 'Вручную' (Manual); 'Подготовка' (Preparation) with 'Найти тонкие тела' (Find thin bodies), 'Срединная поверхность' (Mid-surface), and 'Смещение' (Displacement); 'Сеть' (Mesh) with 'Вид сети' (View mesh); and 'Рас' (Results) with 'Модел...' (Models).

Two dialog boxes are open:

- Параметрическая таблица (Parametric Table):** This dialog is used to define dependencies and parameters for the simulation. It contains two tables:
 - Зависимости проектирования (Design Dependencies):**

Имя зависимости	Тип зависимости	Предел	Козфф.	Значение p	Единица
Макс Напряжение по Мизесу	Просмотр значения				MPa
Макс Смещение	Просмотр значения				mm
 - Параметры (Parameters):**

Имя компонента	Имя элемента	Имя параметра	Значения	Текущее знач.	Единица
- Выбор ограничения проекта (Select Project Limit):** This dialog allows the user to select a specific result to monitor during the simulation. It lists various results under 'Результаты компонента' (Component Results):
 - Напряжение по Мизесу (Mises stress)
 - 1-ое основное напряжение (1st principal stress)
 - 3-е основное напряжение (3rd principal stress)
 - Смещение (Displacement)
 - Козфф. запаса прочности (Safety factor)
 - Напряжение (Stress)
 - Смещение (Displacement)
 - Деформация (Strain)
 - Контактное давление (Contact pressure)
 - Масса (Mass)
 - Масса (Mass)
 - Объем (Volume)On the right, there are options to select the limit type: 'Максимальное значение' (Maximum value), 'Минимальное значение' (Minimum value), and 'Диапазон значений' (Range of values). Under 'Выбор геометрии' (Select geometry), there are options: 'Вся геометрия' (All geometry), 'Включить выбранную геометрию' (Include selected geometry), and 'Исключить выбранную геометрию' (Exclude selected geometry). A 'Грани Ребра' (Edges) button is also present. 'OK' and 'Отмена' (Cancel) buttons are at the bottom.

Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

3. Уточнение формы детали для расчета

The image shows a CAD software interface for finite element analysis. The top toolbar contains various analysis tools categorized into: Управление (Управление), Зависимости (Зависимости), Нагрузки (Нагрузки), Контакты (Контакты), Подготовка (Подготовка), Расчет (Расчет), and Результат (Результат). The 'Анализ напряжений' (Stress Analysis) tree on the left lists the model's features, with a context menu open over the 'Исключить из моделирования' (Exclude from modeling) option. The 3D model of a mechanical part is shown with a blue dashed mesh overlay, indicating the finite element analysis setup.

Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

4. Задание свойств материалов

The image shows two overlapping dialog boxes from a software application. The top dialog, titled 'Назначить материалы' (Assign Materials), is a table with the following data:

Компонент	Исходный материал	Переопределить матери	Кoeff. запаса прочности
Траверса.ipt	Сталь	(как определено)	Предел текучести

The 'Предел текучести' dropdown menu is open, showing options: 'Предел текучести' (selected), 'Окончательный предел прочности растяжения', and 'Окончательный предел прочности сжатия'. A 'Материалы...' button is visible at the bottom left of this dialog.

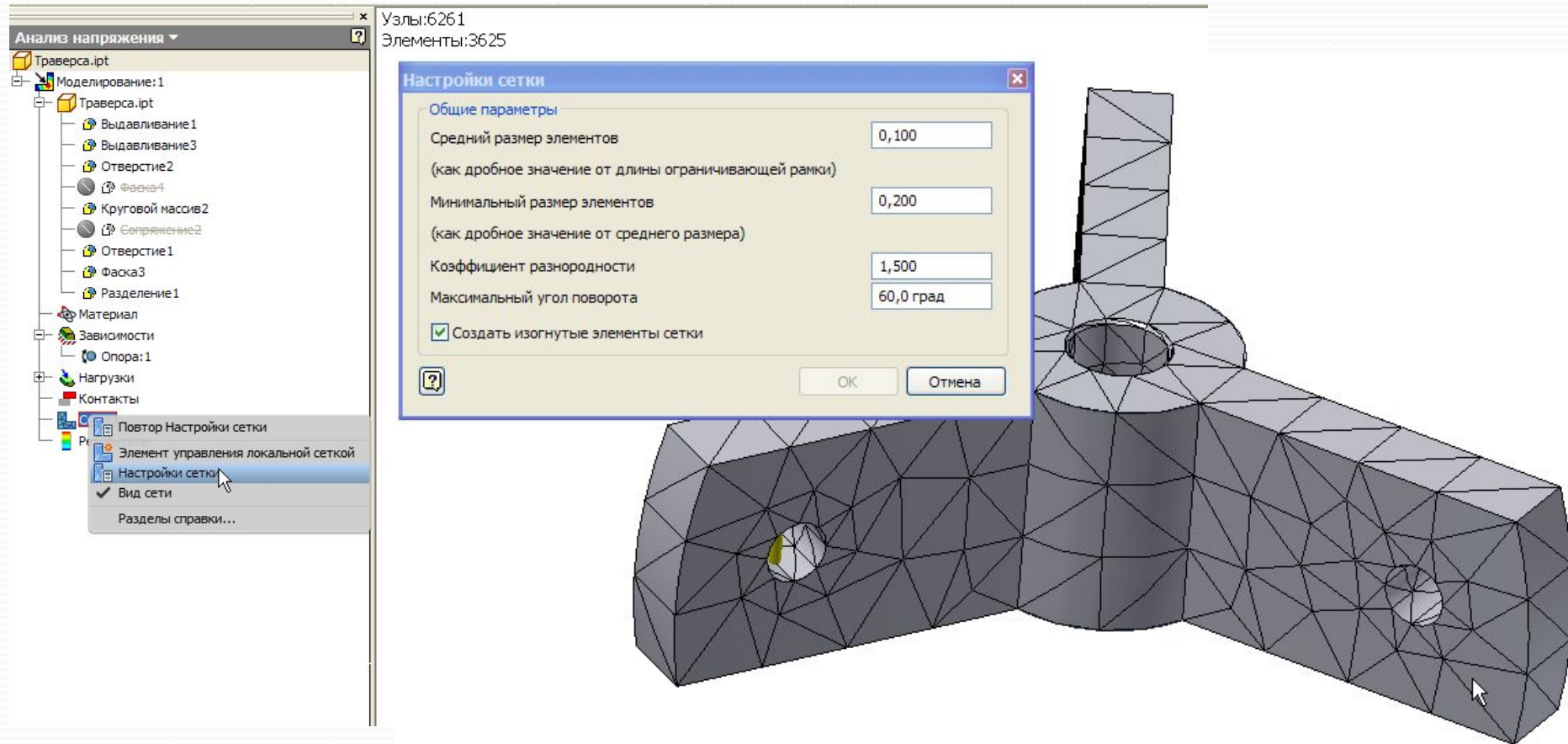
The bottom dialog is titled 'Сталь' (Steel) and shows 'Физические параметры' (Physical parameters). It is divided into several sections:

- Информация** (Information)
- Базовые температурные** (Basic temperature):
 - Теплопроводность: 56,000 Вт/(м·°К)
 - Удельная теплоемкость: 0,460 Дж/(г·°С)
 - Коэффициент теплового расширения: 12,000 мкм/(м·°С)
- Механические** (Mechanical):
 - Поведение: Изотропный
 - Модуль Юнга: 210,000 ГПа
 - Коэффициент Пуассона: 0,30
 - Модуль сдвига: 80000,000 МПа
 - Плотность: 7,850 г/см³
 - Коэффициент затухания: 0,00
- Прочность** (Strength):
 - Предел текучести: 207,000 МПа
 - Коэффициент уменьшения при сдвиге: 1,00
 - Предел прочности растяжения: 345,000 МПа
 - Термообработка

The bottom of the dialog has 'OK', 'Отмена' (Cancel), and 'Применить' (Apply) buttons.

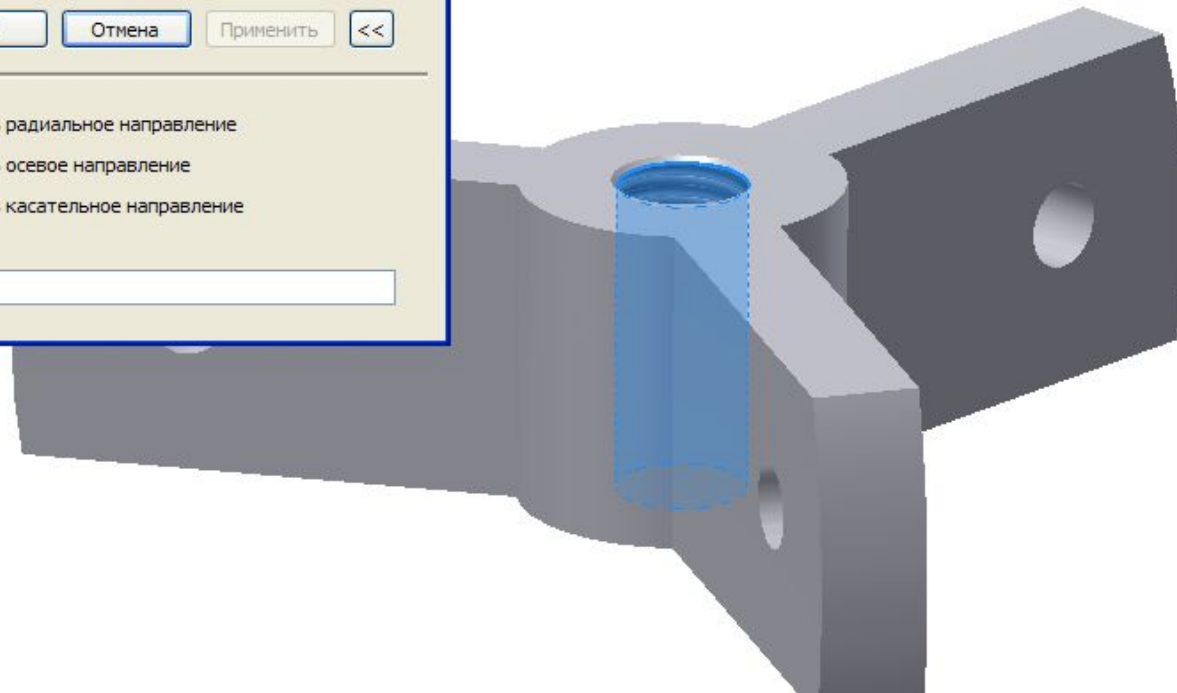
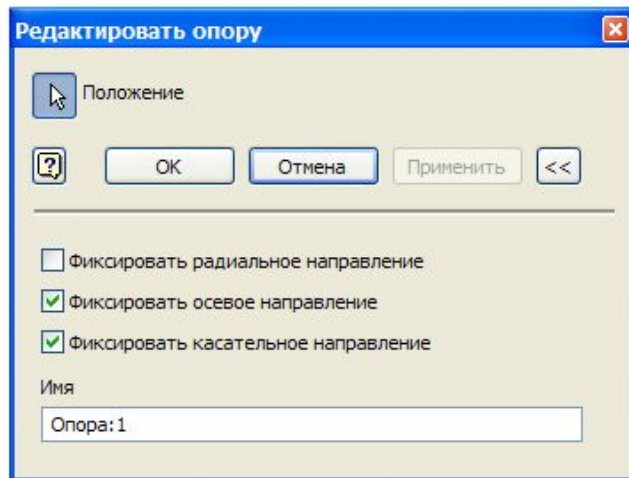
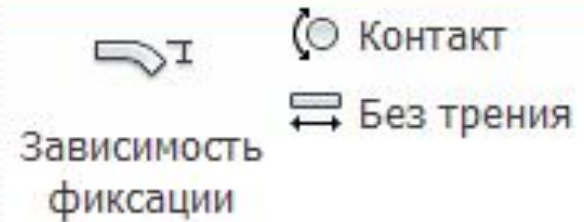
Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

5. Создание сетки КЭ



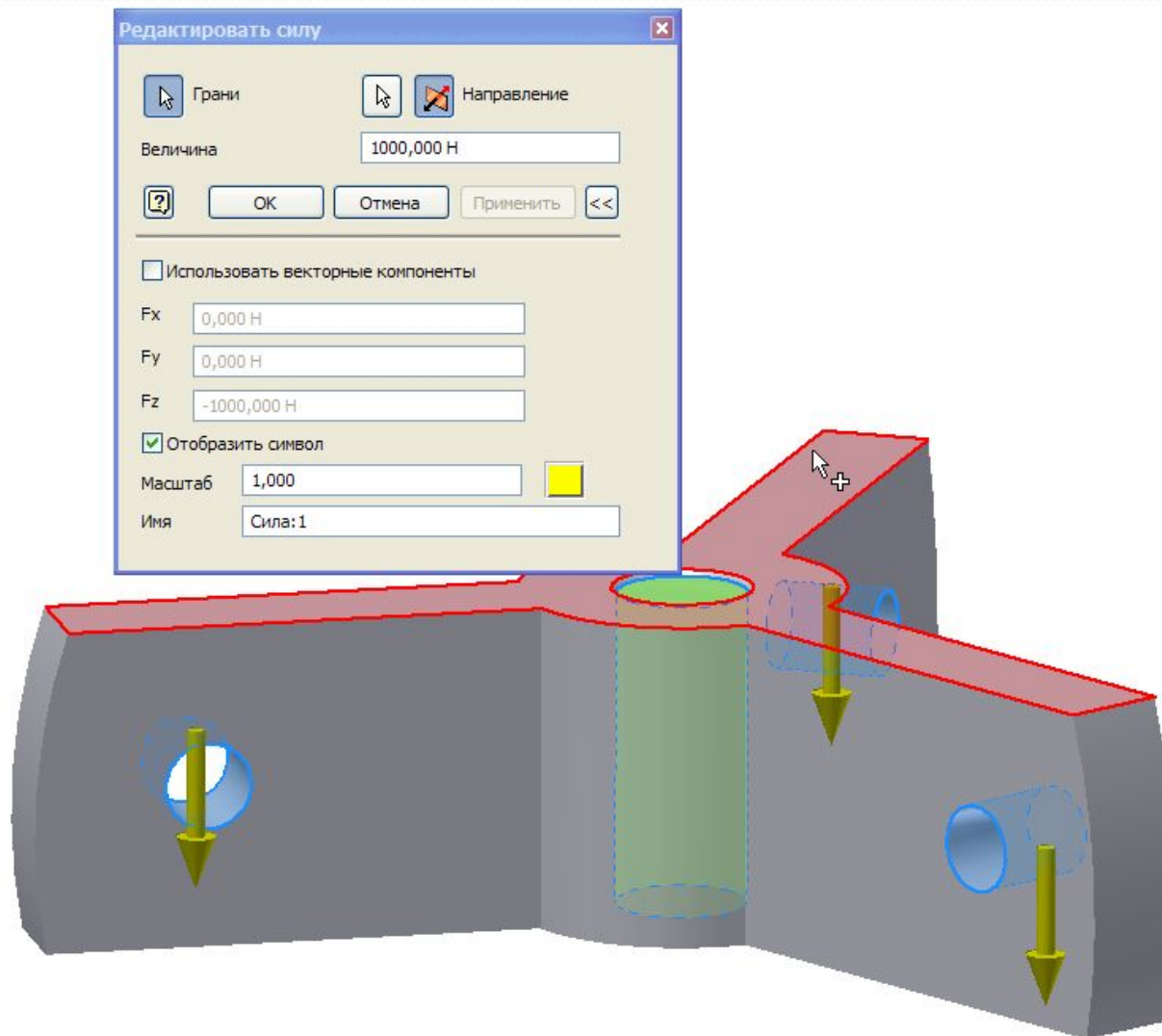
Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

6. Задание условий опирания



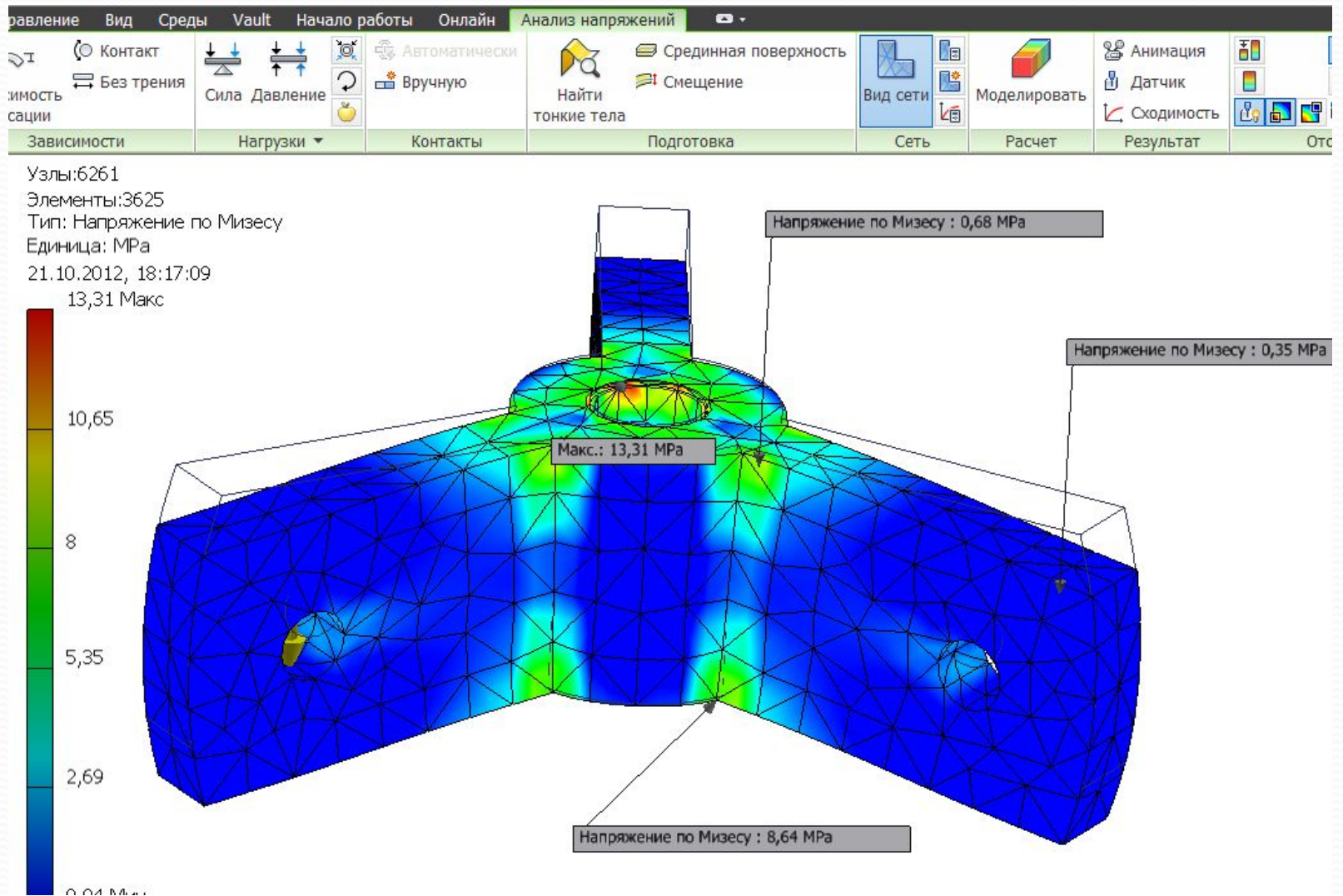
Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

7. Задание нагрузок



Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

8. Анализ результатов расчета



Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

9. Результаты расчета в виде таблицы

Параметрическая таблица

Параметрическая таблица

Зависимости проектирования

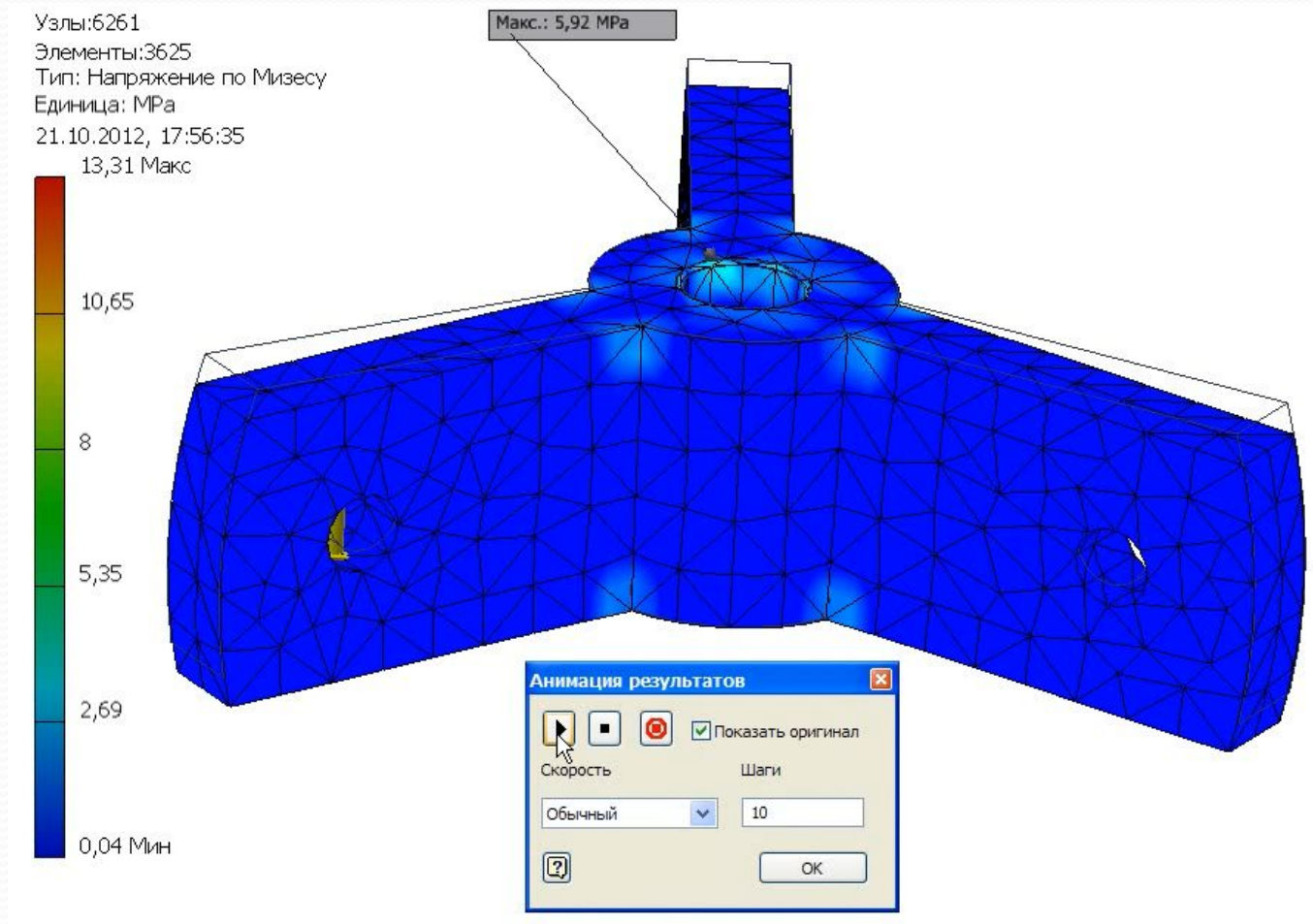
Имя зависимости	Тип зависимости	Предел	Кoeff. запас	Значение рез	Единица
▶ Макс Напряжение	Просмотр значения			13,3096	МПа
Макс Смещение	Просмотр значения			0,00314502	mm
Мин Кoeff. запаса	Просмотр значения			15	ul

Параметры

Имя компонента	Имя элемента	Имя параметра	Значения	Текущее значение	Единица
▶					

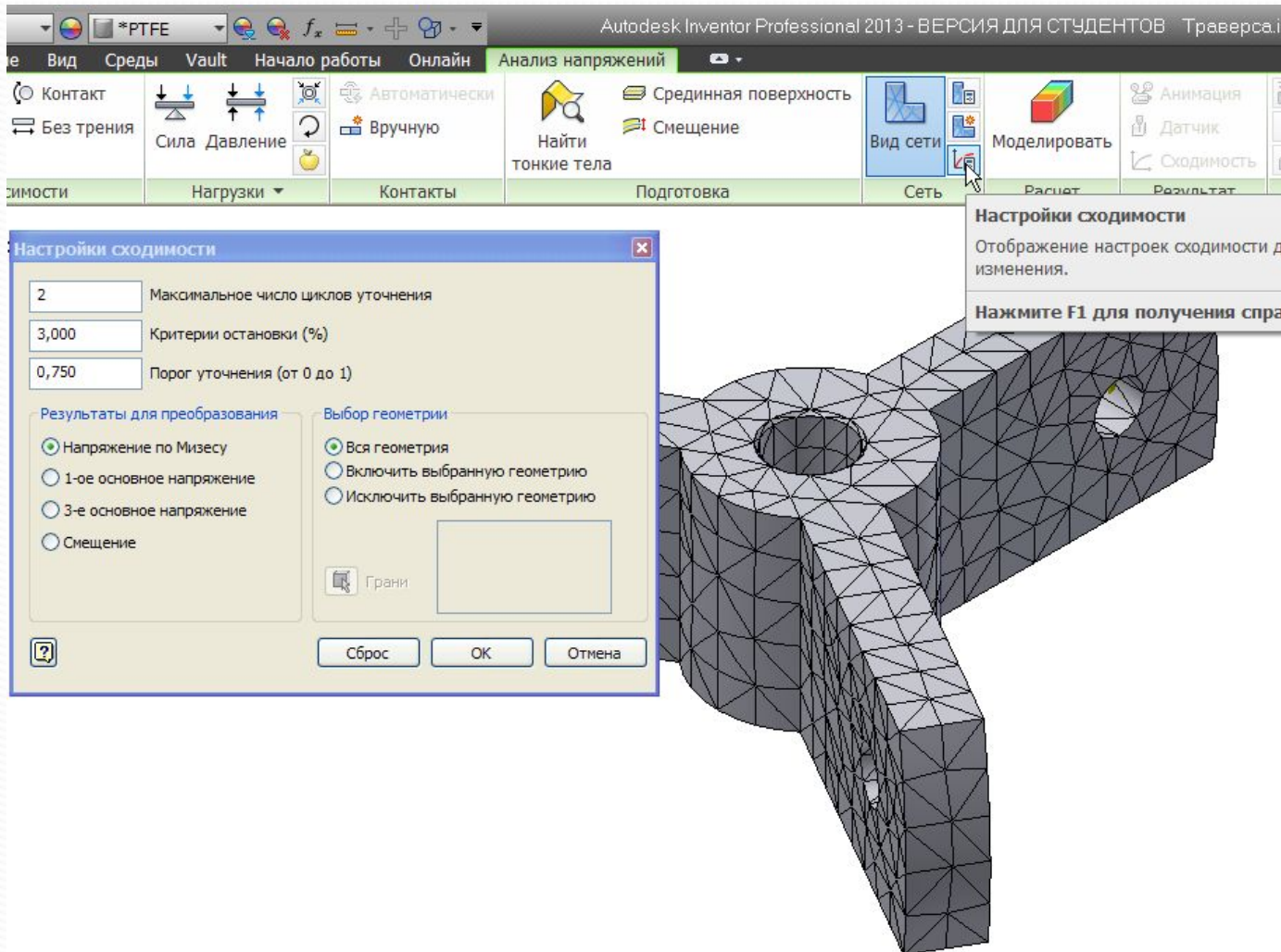
Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

10. Анимация результатов



Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

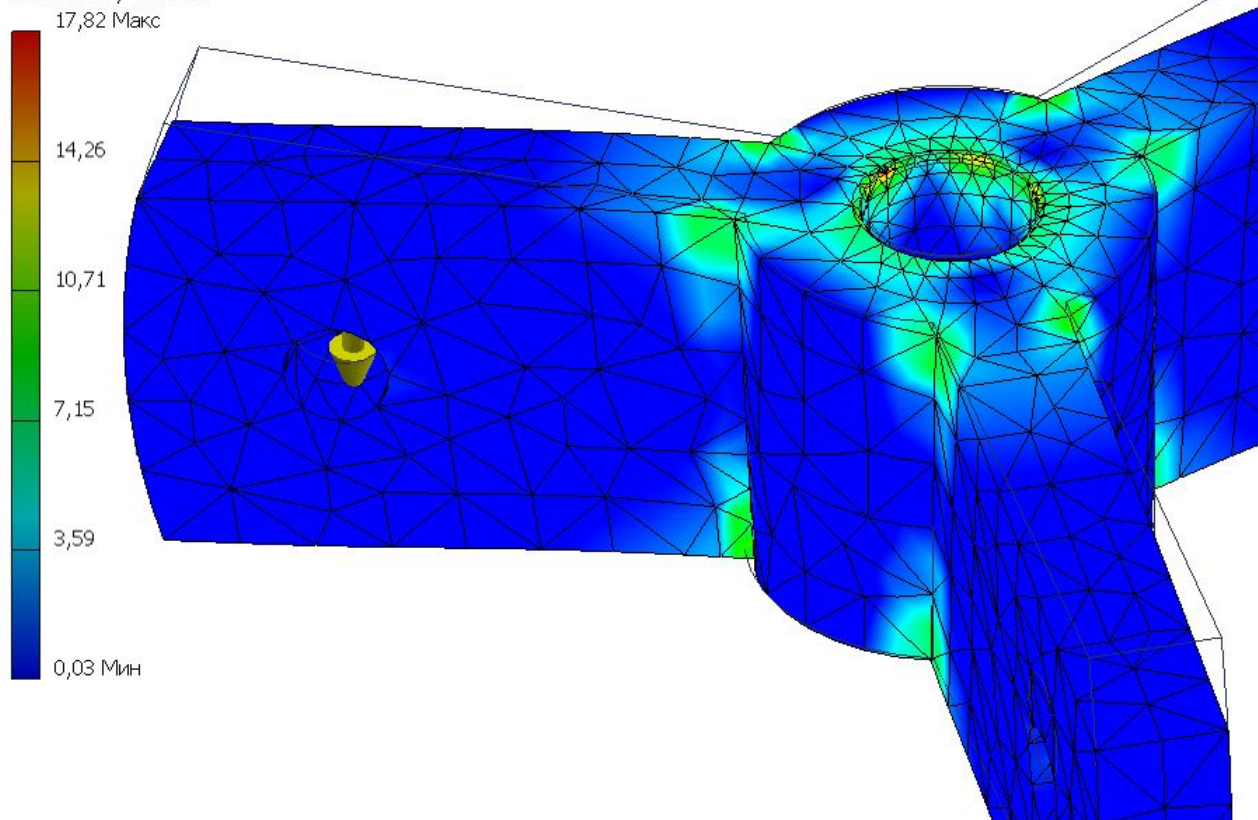
11. Настройка сходимости



Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

12. Результаты уточненного расчета

Узлы: 10575
Элементы: 6241
Тип: Напряжение по Мизесу
Единица: МПа
21.10.2012, 21:17:53



Расчет деталей и сборок на прочность МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

12. Результаты расчета

