

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

ДОПУСКАЕТСЯ К ЗАЩИТЕ:

Факультет	<u>И</u> индекс факультета
Выпускающая кафедра	<u>И1</u> индекс кафедры
Группа	<u>И1М31</u> индекс группы

Заведующий кафедрой	И1
	индекс кафедры
Борейшо А.С.	
Фамилия ИО	подпись
« 14 »	2019 г.
марта	

# ОТЧЕТ

о прохождении	учебной	практики
наименование практики		
Патлана Валентина Игоревича		
Фамилия, имя, отчество обучающегося		

обучающегося по направлению/специальности технологии	12.04.05 код	Лазерная техника и лазерные полное наименование направления/специальности
--	-----------------	--

**Руководитель практики:** Погода А.П., к.ф.-м.н., преподаватель  
Фамилия ИО, ученая степень, ученое звание, должность

**Срок прохождения практики:** с 04.02.2019 г. по 14.03.2019 г.

**Должность обучающегося на практике:** **магистрант**

**Руководитель практики:**

\_\_\_\_\_  
 Подпись

« 14 »                      марта                      2019 г.

\_\_\_\_\_  
 Погода А.П.  
 Фамилия ИО

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2019 г.

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ .....	5
СТАТИКА .....	5
ГИДРОСТАТИКА.....	10
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	18

## ВВЕДЕНИЕ

В промышленной индустрии большое значение имеет автоматизированное проектирование как инструмент упрощения инженерного труда. Благодаря автоматизации конструирования большая часть расчетов перешли из муторного ручного труда в машинный, что значительно сократило трудоемкость проектирования. Применение навыков автоматизированного проектирования позволяет определить различные параметры конструкции, рассчитать ее устойчивость к внешним воздействиям, определить прочность, проработать различные конструктивные варианты решений и выбрать оптимальный.

Для увеличения навыков автоматизированного проектирования у студентов, в качестве лабораторной работы было предложено произвести статический анализ конструкции в рамках курса «Компьютерное моделирование». Поскольку большая часть дипломных работ студентов кафедры «Лазерная техника и лазерные технологии» связана с конструированием различного рода узлов, а иногда даже целых приборов, то данное умение очень важно для студентов. При проектировании любого оборудования, статический анализ конструкции позволяет оценить воздействие различных нагрузок на составные части или отдельные элементы прибора, что позволяет оценить надежность и риски использования данной конструкции.

Для выполнения статического анализа конструкции предлагается использовать программный пакет SolidWorks и встроенную библиотеку Simulation. С помощью среды конструирования создается модель исследуемого тела, к которой прикладываются внешние нагрузки, и проводится исследование на прочность.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При выполнении лабораторной работы требуется выполнить статический расчет конструкции. В качестве исследуемых объектов для расчета были предложены:

- Плоская балка, как пример стандартного силового элемента, удерживающего некий объект с заданной массой;
- Сосуд, в качестве примера расчета давления, вызванного жидкостями или газами внутри тела.

Цель лабораторной работы – проводить статический анализ конструкции с использованием программного пакета Solidworks и библиотеки Solidworks Simulation.

Задачи лабораторной работы:

- Выполнить статический анализ заделанных в стену двух балок, служащих креплением для объекта с заданной массой, и определить их оптимальную толщину;
- Выполнить статический анализ резервуара заполняемого водой, определить требуемую толщину его стенок и других конструктивных параметров;
- Проанализировать результаты проведенных исследований.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

В качестве исследуемых объектов будут рассматриваться модель плоского крепления в виде балки, изображенная на рис.1.3, и модель заполненного резервуара, изображенного на рисунке 2.2.

Так как в данной работе предусматривается выполнение двух различных прочностных задач, то для удобства понимания и выполнения разделим работу на два отдельных раздела:

- Статика (предполагает расчет и выбор параметров балки);
- Гидростатика (предусматривает расчет прочности резервуара и нахождение его оптимальной конструкции).

### СТАТИКА

Исходными данными для создания твердотельной модели и статического исследования в SolidWorks Simulation являются материал балки, ее размеры и масса действующей на нее нагрузки.

Дано:

Материал балки: нержавеющая сталь 316;

Масса нагрузки:  $m=400$  кг.

Толщина пластинки:  $t=10$  мм;

$x=500$  мм;  $y=100$  мм;  $a=20$  мм;  $b=160$  мм;  $c=300$  мм;  $d=10$  мм;  $f=20$  мм.

Исследуемая балка с размерами и приложенная к ней нагрузка показаны на рис.1.1 и рис. 1.2 соответственно.

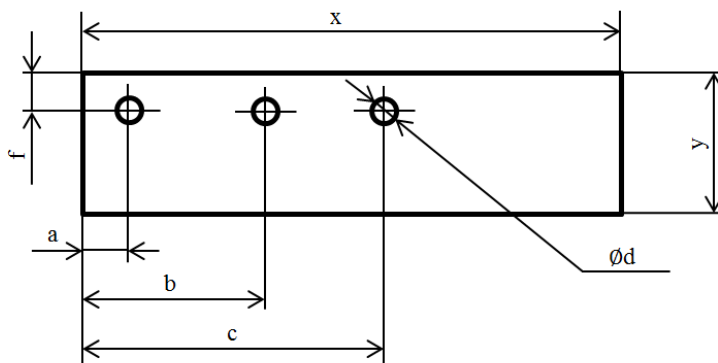


Рис. 1.1. Чертеж исследуемой балки

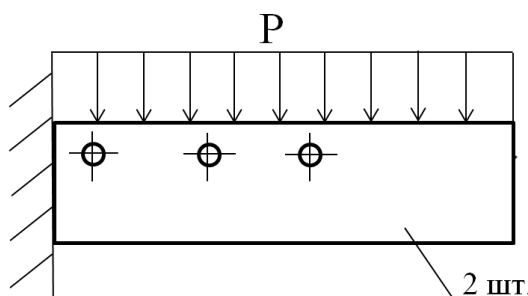


Рис. 1.2. Распределение нагрузки, приложенной к балке

Давление, действующее на верхнюю грань балки, выражается следующим образом:

$$P = \frac{m \cdot g}{2 \cdot S_{\text{гр}}}$$

$S_{\text{гр}}$  – площадь верхней грани балки.

В рассматриваемом случае давление будет численно равно:

$$P = \frac{400 \cdot 10}{2 \cdot 10 \cdot 500 \cdot 10^{-6}} = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

### **Порядок выполнения работы**

#### ***Создание трехмерной модели расчетной области***

Создать в SolidWorks трехмерную модель расчетной области согласно заданным геометрическим параметрам.

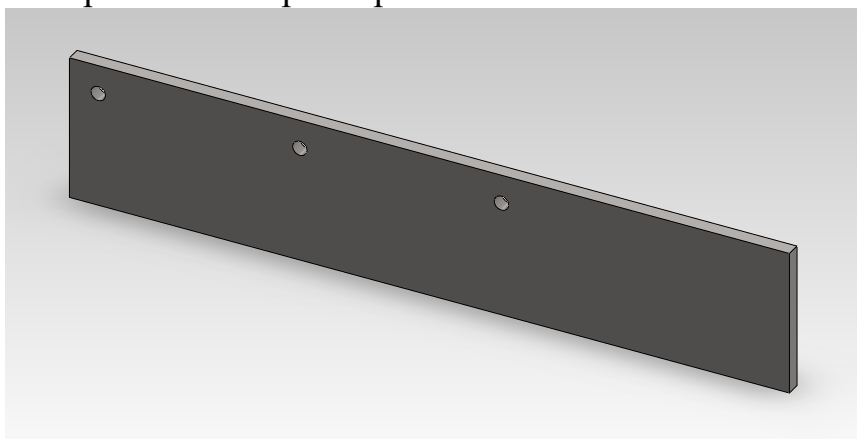


Рис. 1.3. Геометрия расчетной области

#### ***Создание и запуск исследования***

1. Во вкладке Simulation (рис.1.4, а) создать новое исследование.
2. Выбрать вид исследования «Статический» (рис. 1.4, б).

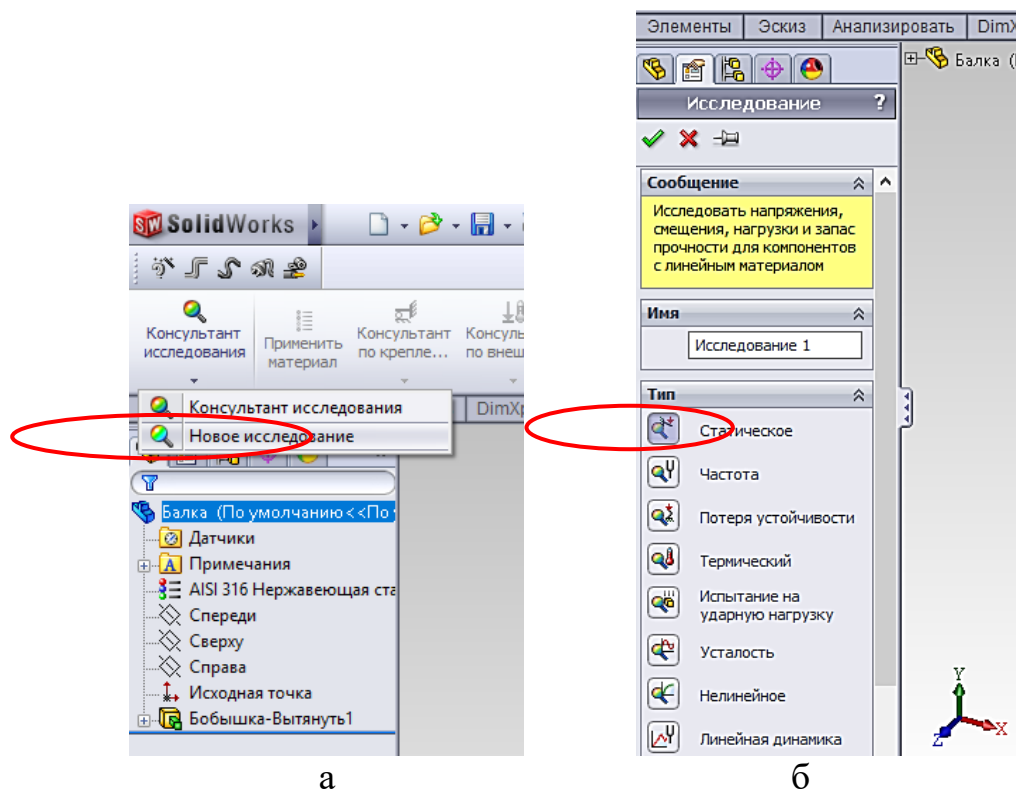


Рис. 1.4. Создание нового исследования

3. Выбрать тип крепления балки в соответствии с исходными данными. Для этого правой кнопкой мыши нажатием на меню *Крепление* → *Зафиксированная геометрия* (рис. 1.5) вызвать контекстное меню, в котором выбрать фиксируемую поверхность (рис. 1.6).

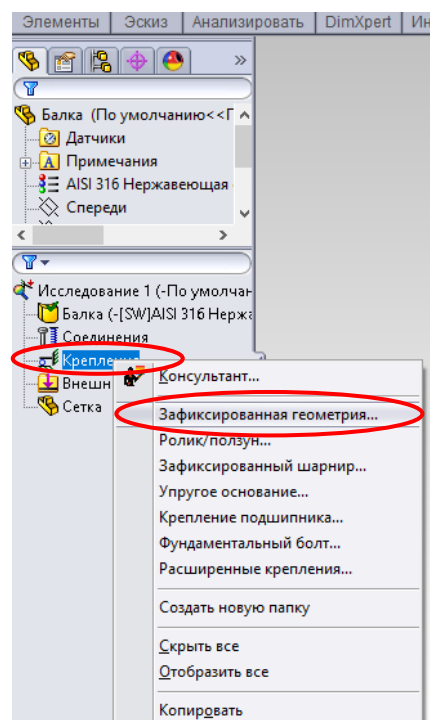


Рис. 1.5. Выбор типа крепления

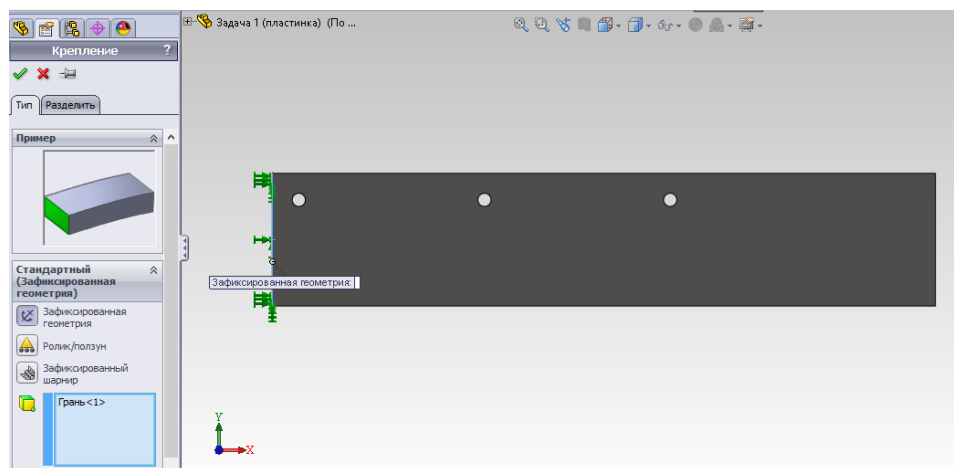


Рис. 1.6. Выбор фиксируемой поверхности балки

4. Задать действующую нагрузку согласно исходным данным. Для этого правой кнопкой мыши нажатием на меню *Внешние нагрузки*→*Давление* (рис. 1.7) вызвать меню, в котором выбрать грань, на которую действует нагрузка, и задать величину этой нагрузки (рис. 1.8).

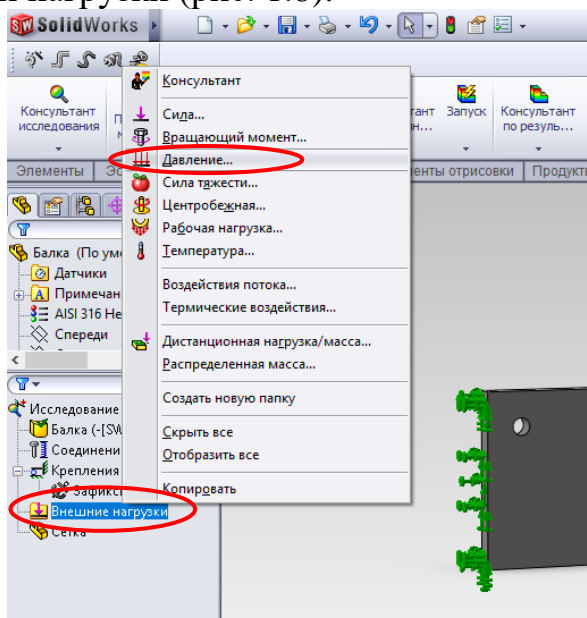


Рис. 1.7. Выбор вида нагрузки

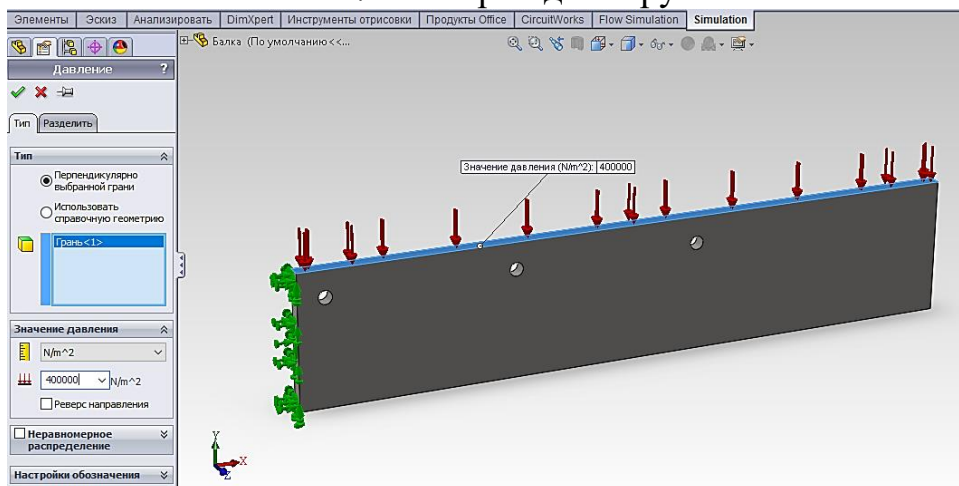


Рис. 1.8. Задание величины нагрузки



- Создать расчетную сетку (рис. 1.9). Для этого правой кнопкой мыши нажатием на меню *Сетка* → *Создать сетку* (рис. 1.9, а) вызвать меню, в котором задать плотность сетки (рис. 1.9, б). При выборе плотности сетки необходимо учитывать толщину минимального слоя.

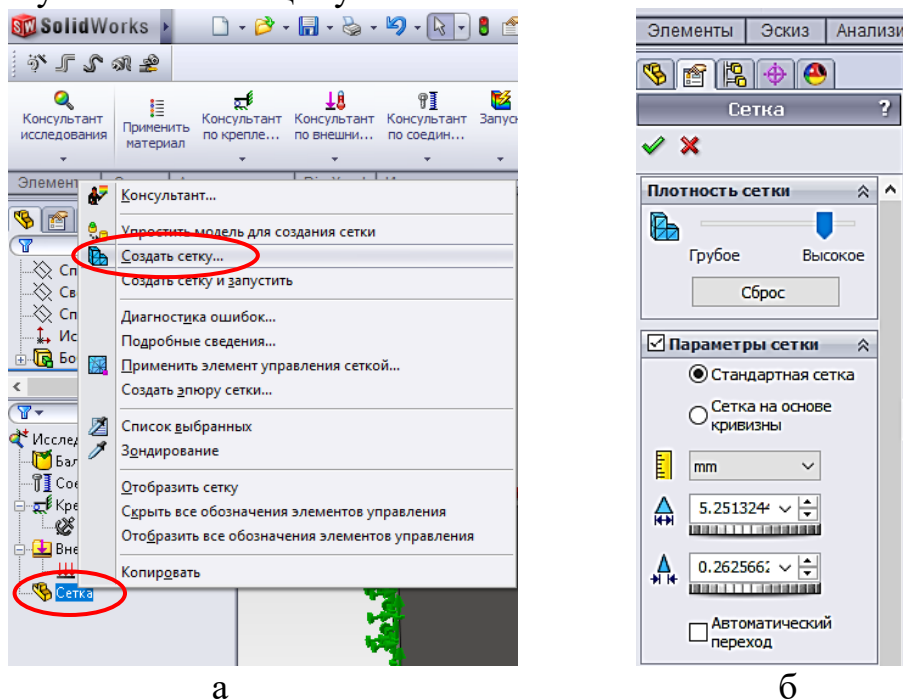


Рис. 1.9. Построение сетки

- Запустить исследование. Для этого нажать кнопку *Запуск* на панели инструментов. После завершения расчета в дереве исследования появится папка «Результаты» (рис. 1.10) с эпюрами напряжения, перемещения и деформации.

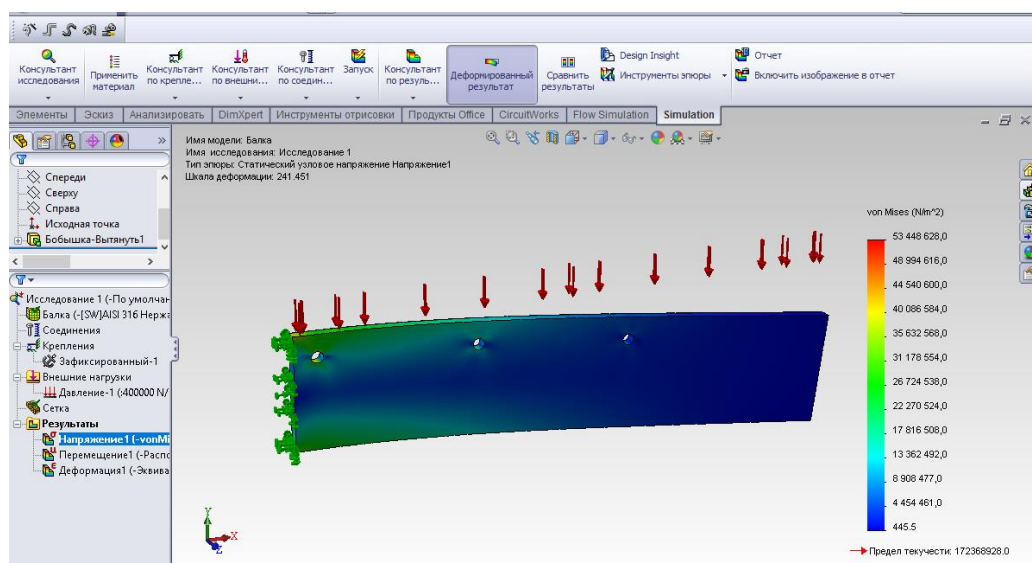


Рис. 1.10. Результаты статического исследования балки

- Проделать пункты 5 и 6 для значений сетки: 10 мм, 4 мм и 2 мм и сравнить результаты.

## ГИДРОСТАТИКА

Исходными данными для создания твердотельной модели и статического исследования в SolidWorks Simulation являются материал резервуара, его размеры, высота заполнения резервуара водой и плотность воды.

Дано:

Материал резервуара: Сплав алюминия 1060;

Толщина стенки:  $t=5$  мм;

$a=1000$  мм;  $b=2000$  мм;  $R=500$  мм;  $h=1000$  мм;  $c=900$  мм.

Плотность воды:  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

Исследуемый резервуар с размерами и распределение в нем жидкости показаны на рис. 2.1, а и рис. 2.1, б соответственно.

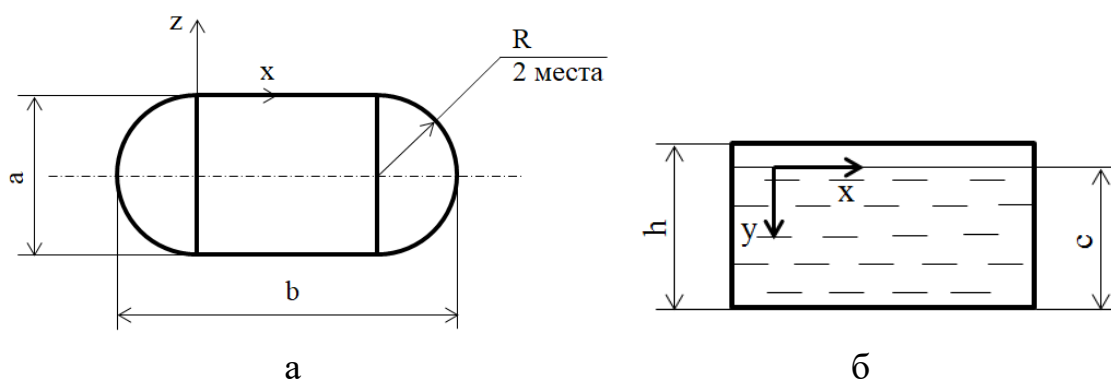


Рис. 2.1 Резервуар: вид сверху (а); распределение жидкости в резервуаре.

### Порядок выполнения работы

#### *Создание трехмерной модели расчетной области*

Создать в SolidWorks трехмерную модель расчетной области согласно заданным геометрическим параметрам.

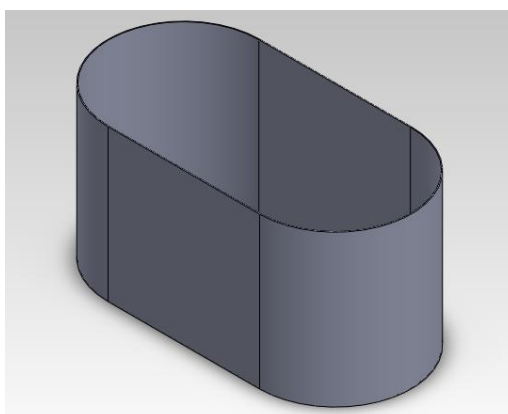


Рис. 2.2. Геометрия расчетной области

Создать линию разреза на внутренней поверхности резервуара, которая будет ограничивать уровень заполнения воды. Для этого необходимо

создать эскиз на внутренней плоской грани резервуара, в котором провести отрезок на заданном расстоянии от верхней кромки резервуара, параллельный этой кромке (рис. 2.3). Затем с помощью вкладки *Вставка* выбрать инструмент *Кривая* → *Линия разъема* (рис. 2.3). Далее для построения линии разъема выбрать ранее созданную линию и внутренние грани резервуара, на которые будет проецироваться линия (рис. 2.4).

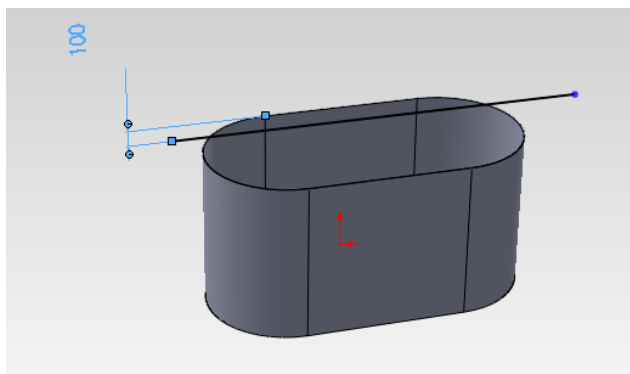


Рис. 2.3. Эскиз для создания линии разъема

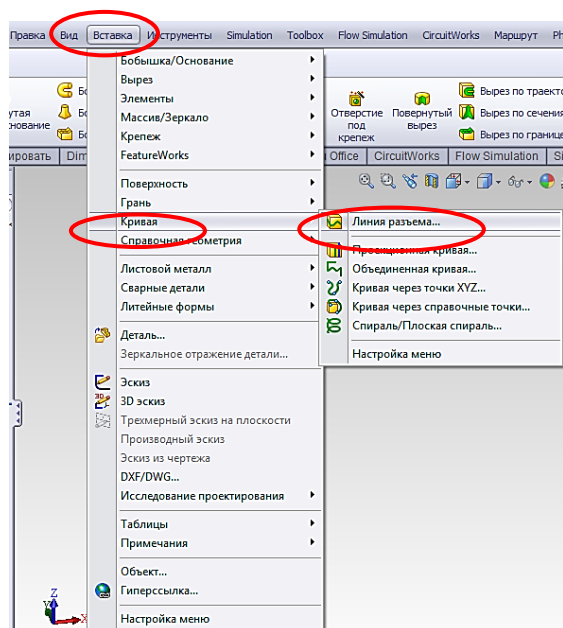


Рис. 2.3. Создание линии разъема

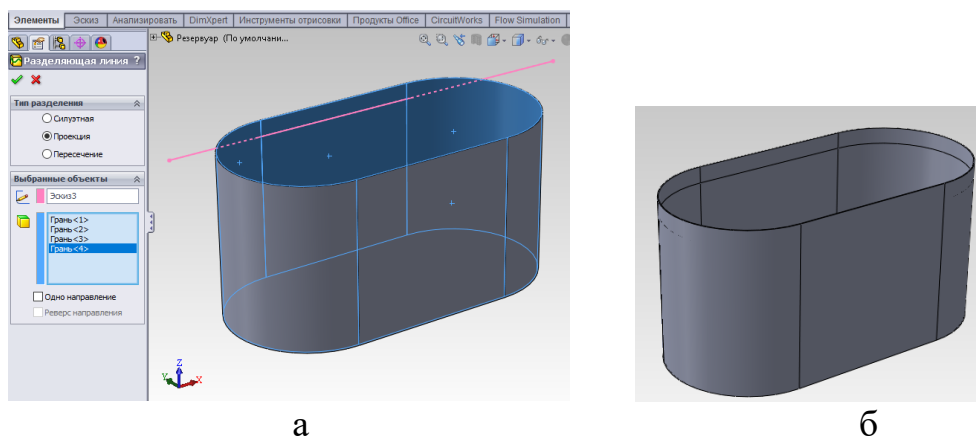


Рис. 2.4. Выбор элементов для создания линии разреза (а); внешний вид линии разреза (б).

### Создание и запуск исследования

1. Во вкладке Simulation (рис. 2.5, а) создать новое исследование.
2. Выбрать вид исследования «Статический» (рис. 2.5, б).

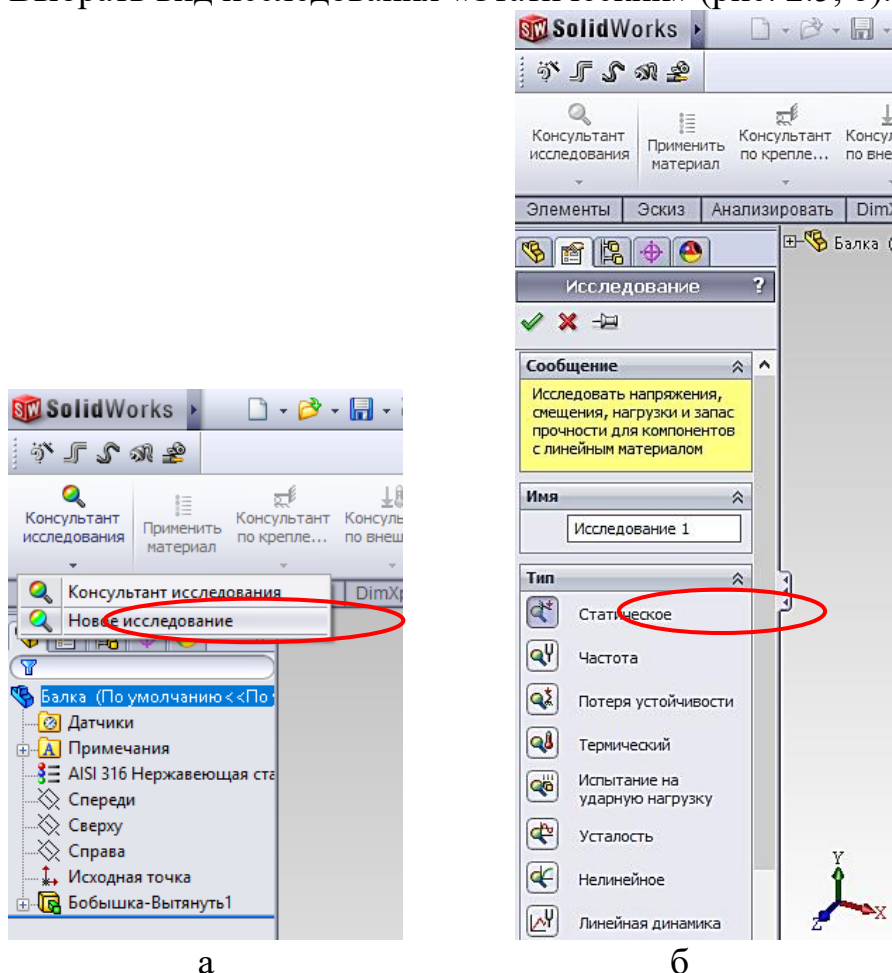
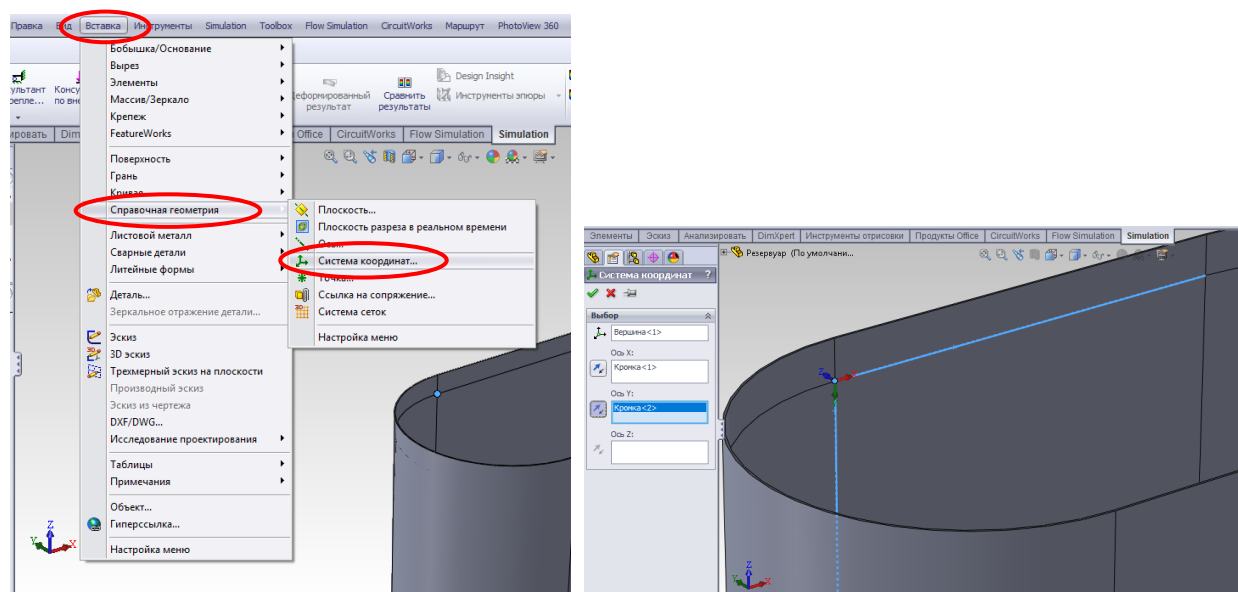


Рис. 2.5. Создание нового исследования

3. Создать систему координат в точке пересечения линии разреза и образующей резервуара. Для этого с помощью вкладки *Вставка* выбрать инструмент *Справочная геометрия* → *Система координат* (рис. 2.6, а).

Далее выбрать направление осей в соответствии с заданной системой координат (рис. 2.6, б).



а

б

Рис. 2.6. Создание системы координат в точке

4. Выбрать тип крепления резервуара. Для этого правой кнопкой мыши нажатием на меню *Крепление* → *Зафиксированная геометрия* (рис. 2.7) вызвать контекстное меню, в котором выбрать фиксируемую поверхность – нижнюю грань резервуара (рис. 2.8).

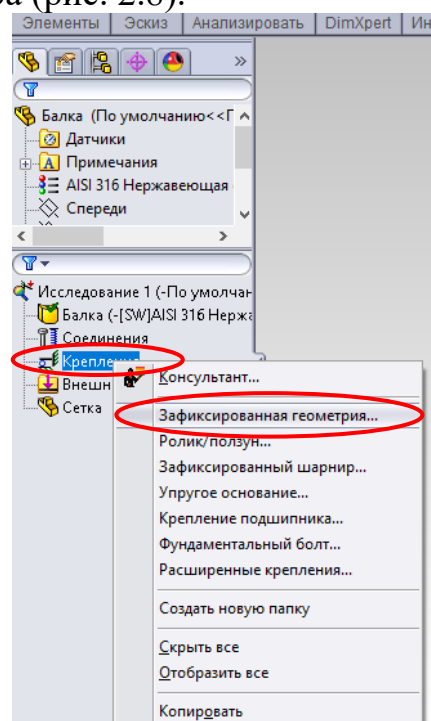


Рис. 2.7. Выбор типа крепления

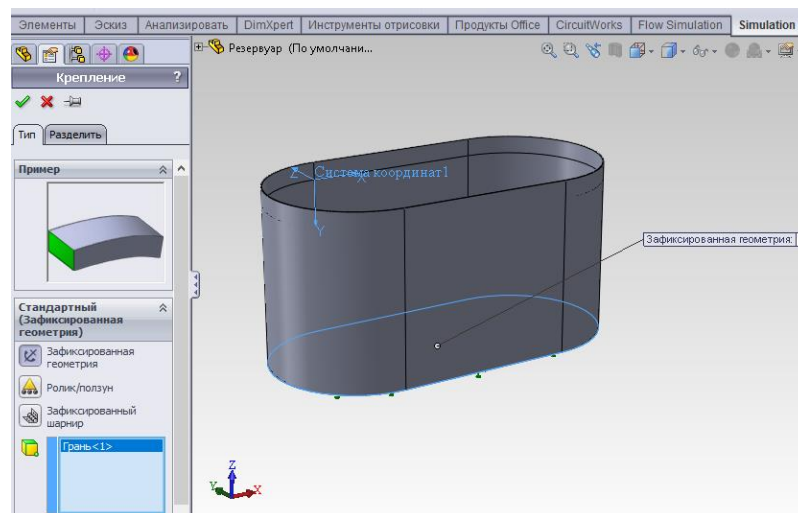


Рис. 2.8. Выбор фиксируемой поверхности

5. Задать действующую нагрузку согласно исходным данным. Для этого правой кнопкой мыши нажатием на меню *Внешние нагрузки* → *Давление* (рис. 2.9) вызвать меню, в котором выбрать поверхности, на которые действует нагрузка, и задать величину этой нагрузки (рис. 2.10).

Величину давления задать уравнением:

$$P(y) = 1 + \rho g y$$

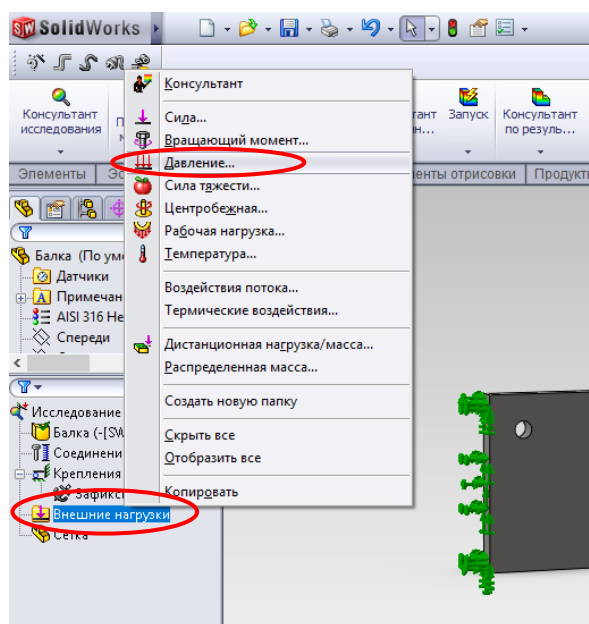


Рис. 2.9. Выбор вида нагрузки

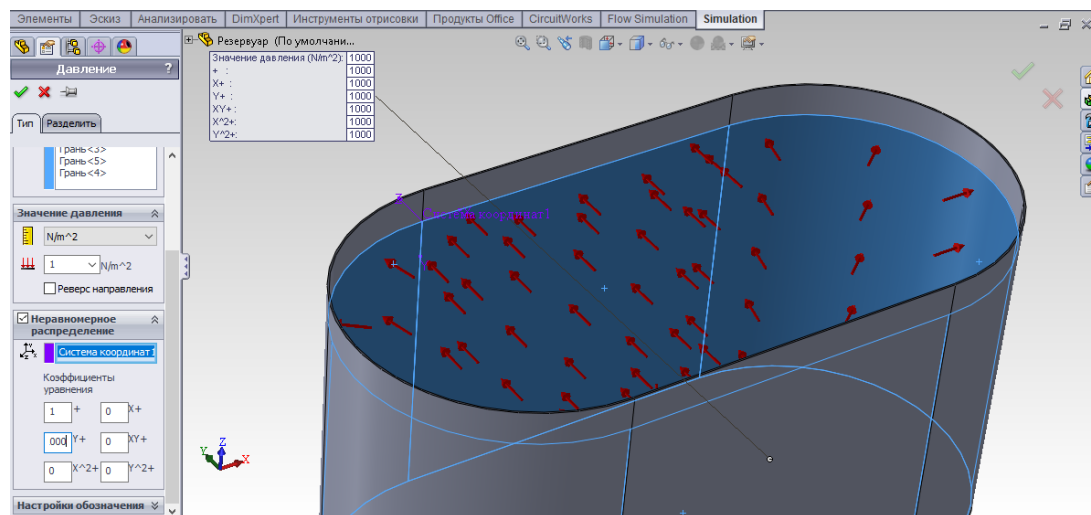
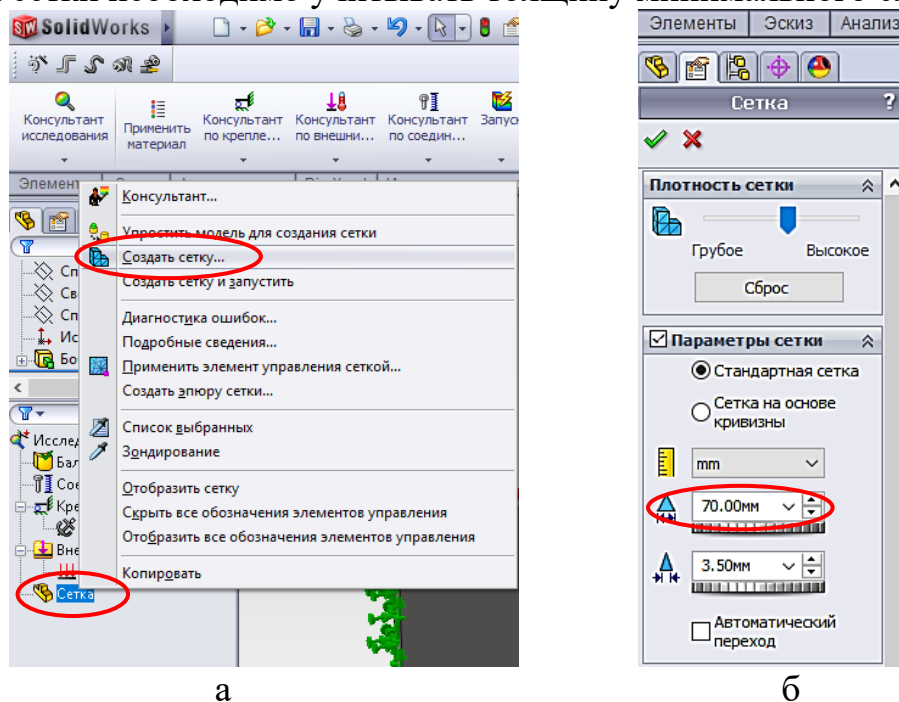


Рис. 2.10. Задание величины нагрузки

6. Создать расчетную сетку (рис. 2.11). Для этого правой кнопкой мыши нажатием на меню *Сетка* → *Создать сетку* (рис. 2.11, а) вызвать меню, в котором задать плотность сетки, равную 70 мм (рис. 2.11, б). При выборе плотности сетки необходимо учитывать толщину минимального слоя.



а

б

Рис. 2.11. Построение сетки



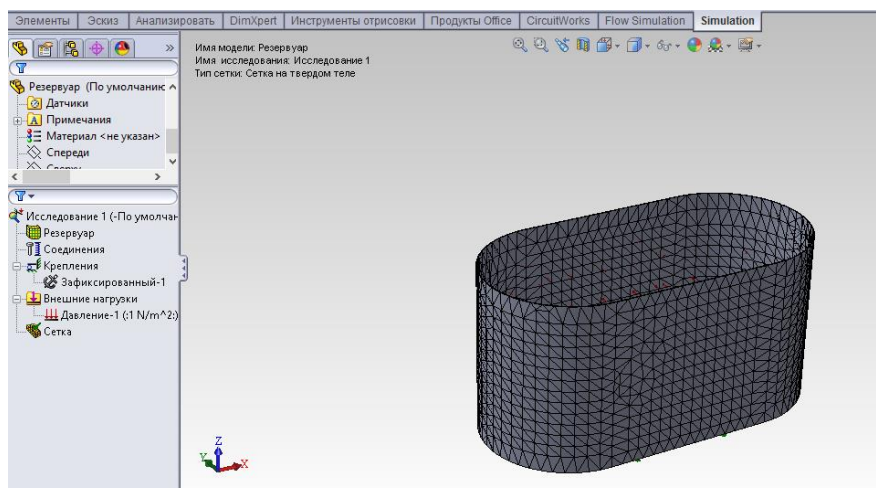


Рис. 2.12. Внешний вид сетки

7. Задать материал резервуара в соответствии с исходными данными. Для этого правой кнопкой мыши нажатием на название модели «Резервуар» → *Применить/редактировать материал* (рис. 2.13, а) вызвать контекстное меню выбора материала (рис. 2.13, б).\

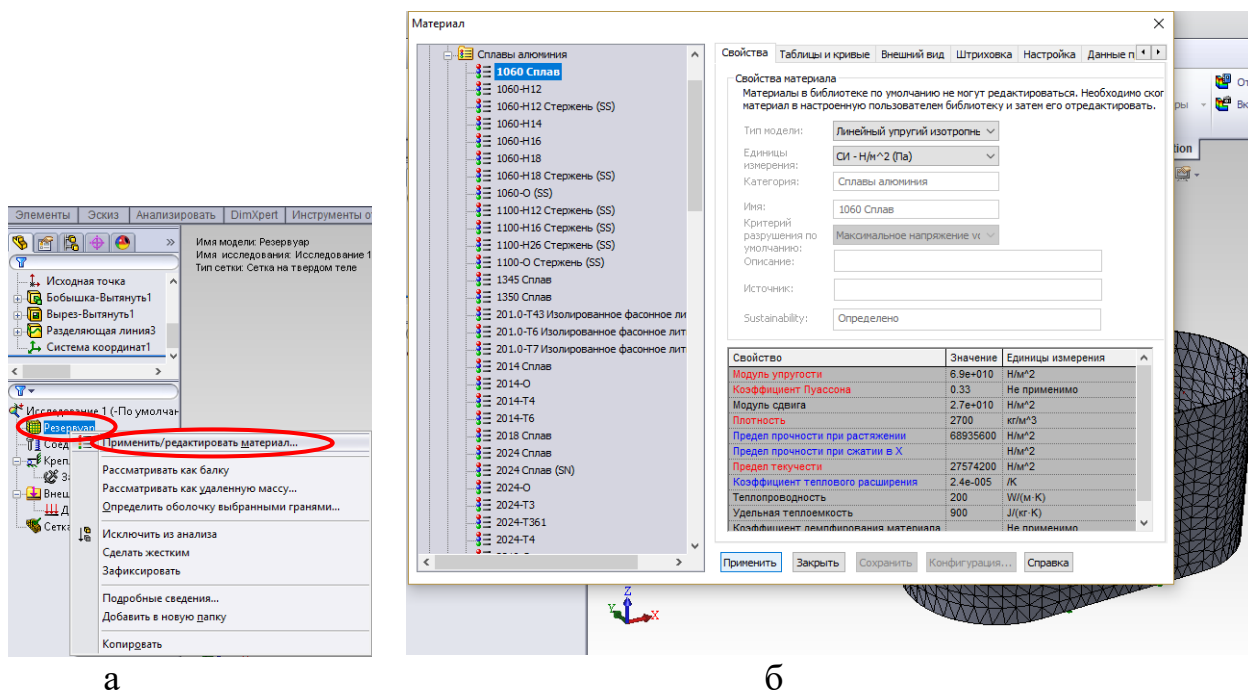


Рис. 2.13. Задание материала

8. Запустить исследование. Для этого нажать кнопку *Запуск* на панели инструментов. После завершения расчета в дереве исследования появится папка «Результаты» (рис. 2.14) с эпюрами напряжения, перемещения и деформации.
9. Прodelать пункты 6 и 8 для значений сетки: 70 мм, 50 мм и 30 мм и сравнить результаты.



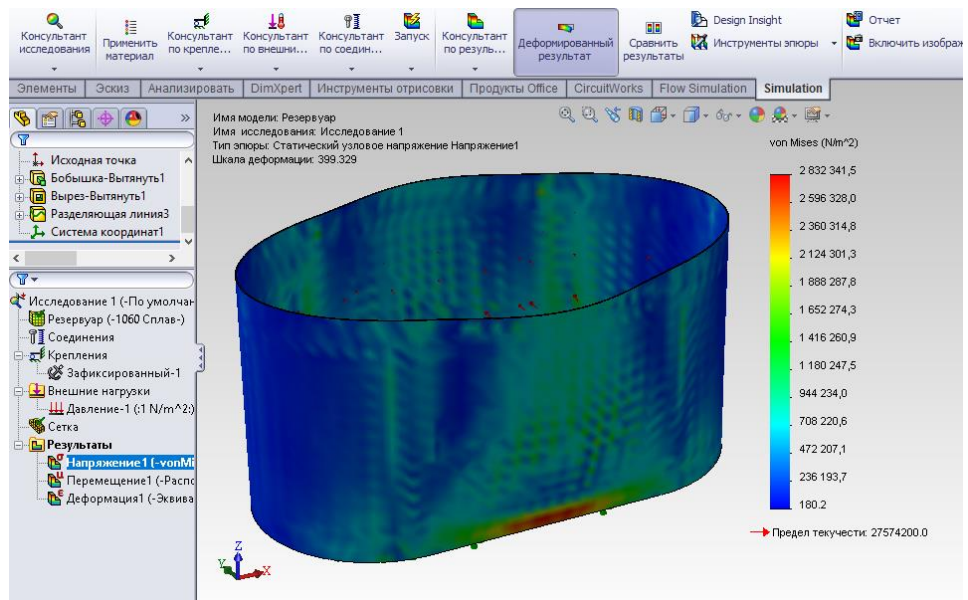


Рис. 2.14. Результаты статического исследования резервуара

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Статический анализ конструкции в среде SolidWorks Simulation позволяет получить данные о надежности конструкции. При помощи данного пакета можно получить необходимые знания и данные для подбора наилучших материалов для изготовления приборов и параметров отдельных элементов. Также при проведении анализа различных конфигураций можно выявить оптимальные решения, например, для крепления частей сборок, позволяющие выдерживать требуемые нагрузки. Кроме этого статический анализ позволяет проводить исследования, используя данные термических расчетов, что позволяет получать еще более точную картину надежности, как системы в целом, так и каждого компонента в отдельности.