

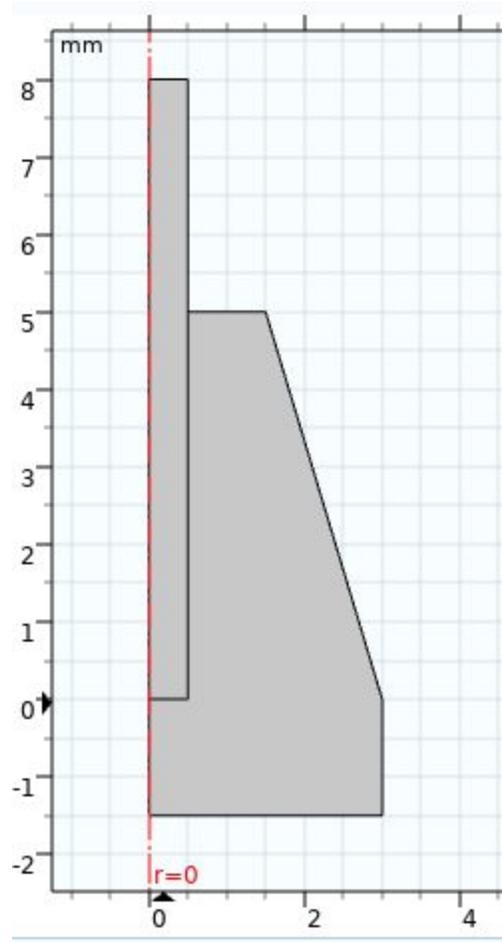
# Температурные напряжения

# Температурный патрон

- Задача – 2d axisymmetric
- Time dependent

# Геометрия

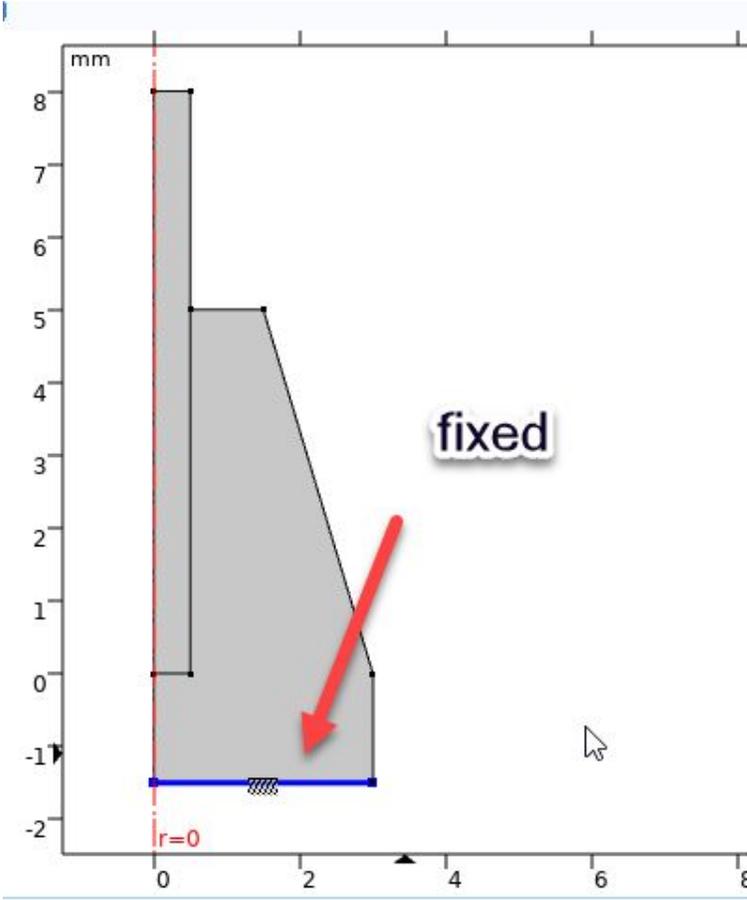
- Единицы – mm
- Обязательно:  
form assembly
- Это создаст пару  
контакта стержня  
и конуса



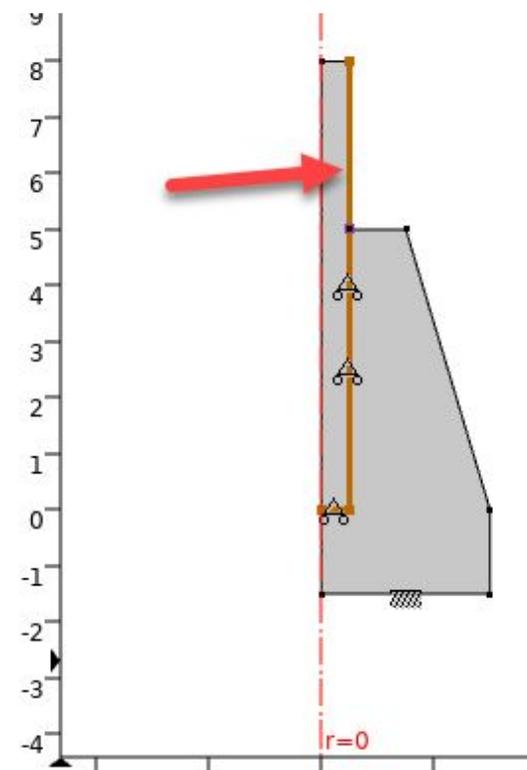
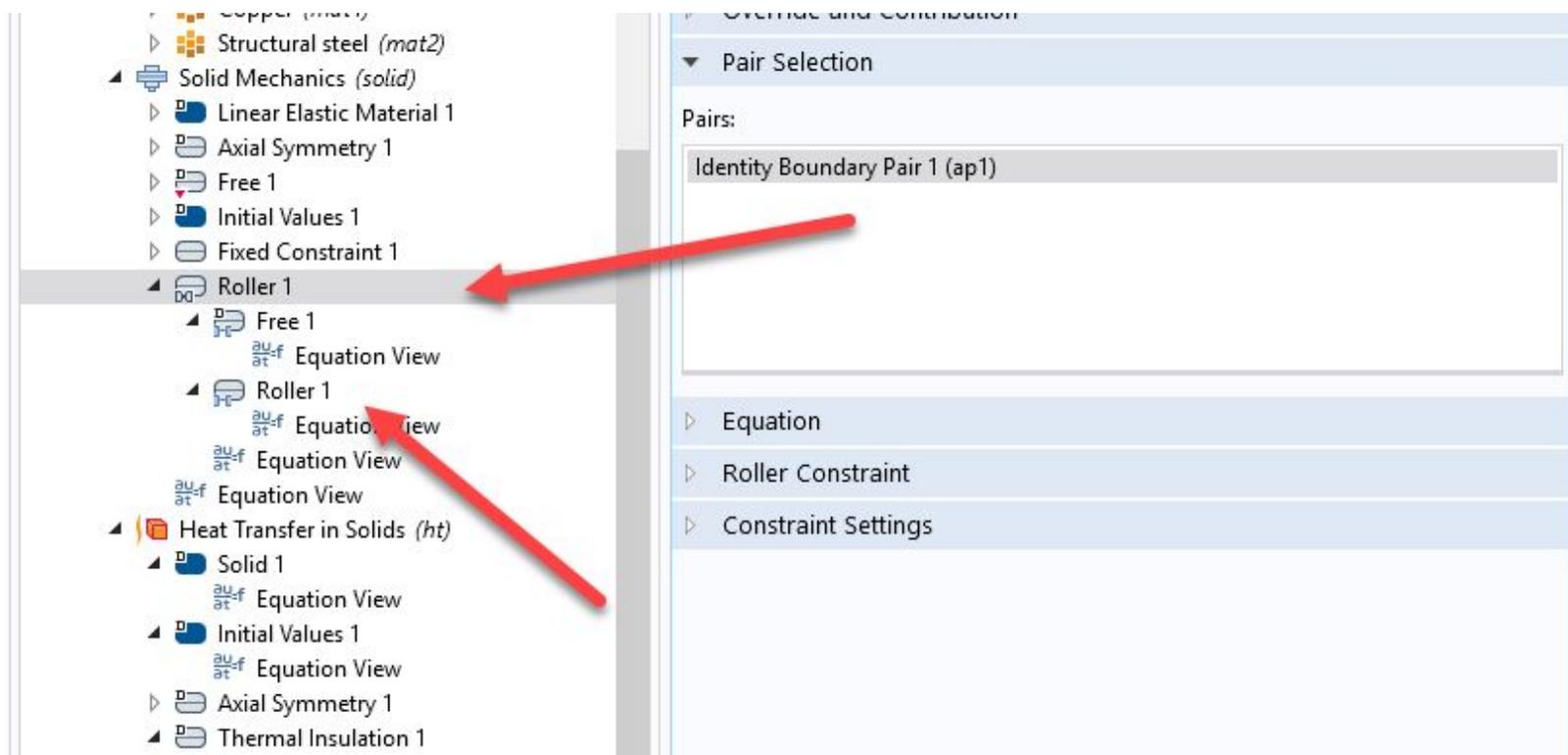
# Начальные условия

- Стержень – медь
- Конус – сталь

# Structural – фиксируем дно конуса



# Добавьте контакт - роллер



# Добавьте контакт - роллер

- К роллеру добавьте FallbackFeature - роллер, остальное выполнит Comsol – **попробуйте сначала НЕ добавлять**
- Это дает поверхности, способные перекатываться друг по другу (не внедряясь внутрь)

# Начальные условия

- Конус – нагрет до 200 градусов 200[degC]
- Стержень – 20[degC] (устанавливать не надо, задано по умолчанию)
- Можно наоборот (задать по умолчанию 200), а стержень задать 20

# Начальные условия

**Parameters 1**

- Common Model Inputs
- Materials
- Component 1 (*comp1*)
  - Definitions
  - Geometry 1
    - Rectangle 1 (*r1*)
    - Bézier Polygon 1 (*b1*)
    - Form Union (*fin*)
  - Materials
    - Copper (*mat1*)
    - Structural steel (*mat2*)
  - Solid Mechanics (*solid*)
    - Linear Elastic Material 1
    - Axial Symmetry 1
    - Free 1
    - Initial Values 1
    - Fixed Constraint 1
    - Equation View
  - Heat Transfer in Solids (*ht*)
    - Solid 1
    - Initial Values 1
    - Axial Symmetry 1
    - Thermal Insulation 1
    - Initial Values 2**
    - Equation View
  - Multinbody

**Domain Selection**

Selection: Manual

Active

**Override and Contribution**

**Initial Values**

Temperature:

T User defined

200[degC] K

Messages × Progress Log

# Температура на торце цилиндра

- Добавьте температуру 20 градусов на верхний торец цилиндра
- Это соответствует оттоку тепла

# Температура на торце цилиндра

The image displays a software interface for configuring a temperature boundary condition on a cylinder end. The interface is divided into three main sections:

- Left Panel (Tree View):** Shows a hierarchical structure of physics and study settings. The 'Temperature 1' node is selected and highlighted. A red arrow points to this node.
- Middle Panel (Configuration):** Shows the settings for 'Temperature 1'. The 'Boundary Selection' is set to 'Manual'. The 'Active' checkbox is checked. The 'Temperature' is set to 'User defined' with a value of '20[degC]'. A red arrow points to the 'User defined' dropdown menu.
- Right Panel (Diagram):** Shows a cross-section of a cylinder. A red arrow points to the top edge of the cylinder. A dashed vertical line is labeled 'r=0', indicating the center of the cylinder.

# Конвекция

- Heat flux на боковые стороны конуса
- Условно считаем конвекцию естественной на вертикальной стенке в воздухе
- Высота стенки (условно) – длина боковой линии патрона.
  - Так как геометрия в мм, а длина в м, задаем длину  $/1000 = 8\text{мм}/1000=0,008\text{м}$
  - Можно также задать  $8[\text{mm}]$

# Конвекция

The screenshot displays the COMSOL Multiphysics interface for a heat transfer simulation. The left sidebar shows the model tree with 'Heat Flux 1' selected under 'Heat Transfer in Solids (ht)'. The main window shows the 'Heat Flux' settings for a 'Manual' selection. The 'Material Type' is set to 'From material'. Under the 'Heat Flux' section, 'Convective heat flux' is selected, with the equation  $q_0 = h \cdot (T_{ext} - T)$ . The 'Heat transfer coefficient' is set to 'External natural convection', and the 'Wall height' is 0.008 m. The 'Fluid' is set to 'Air', and the 'External temperature' is 293.15 K. The 'Equation View' shows the heat flux equation  $q_0 = \frac{P_0}{A}$ .

Red arrows point to various elements: the 'Heat Flux 1' entry in the model tree, the 'Manual' selection, the 'Active' list (8, 9, 10), the 'Material Type' dropdown, the 'Convective heat flux' radio button, the equation  $q_0 = h \cdot (T_{ext} - T)$ , the 'External natural convection' dropdown, the 'Wall height' input field, the 'Air' fluid dropdown, and the 'User defined' dropdown for external temperature.

The right window shows a 2D plot of a trapezoidal object with a vertical axis from -2 to 8 mm and a horizontal axis from 0 to 6 mm. The object is shaded gray, and red arrows indicate heat flux directions on its top, right, and bottom surfaces. A vertical dashed line at x=0 is labeled 'r=0'.

The bottom window shows the 'Messages' pane with the following text:

```
COMSOL Multiphysics 5.4.0.225
Warning: The preference setting Number of cores is ignored because the envi
Warning: The number of allocated threads 8 exceeds the number of available
[May 7, 2019 3:20 AM] Formed union of 2 solid objects.
[May 7, 2019 3:20 AM] Finalized geometry has 2 domains, 10 boundaries, and
```

# Добавьте контакт - Continuity

- Укажите контактную пару и добавьте FallbackFeature – симметрию (попробуйте сначала НЕ добавлять)
- Это дает непрерывный контакт поверхностей с простой передачей теплового потока

Initial Values 1

- $\frac{\partial u}{\partial t}$  Equation View
- ▶ Axial Symmetry 1
- ▲ Thermal Insulation 1
  - $\frac{\partial u}{\partial t}$  Equation View
- ▶ Initial Values 2
- ▶ Heat Flux 1
- ▲ Continuity 1
  - ▶ Thermal Insulation 1
  - ▲ Symmetry 1
    - $\frac{\partial u}{\partial t}$  Equation View
    - $\frac{\partial u}{\partial t}$  Equation View
    - $\frac{\partial u}{\partial t}$  Equation View
- ▲ Multiphysics
  - ▶ Thermal Expansion 1 (te1)
  - ▲ Temperature Coupling 1 (tc1)
    - $\frac{\partial u}{\partial t}$  Equation View
- ▲ Mesh 1
- Study 1
  - ▶ Step 1: Time Dependent
  - ▶ Solver Configurations
  - ▶ Job Configurations

Selection: All boundaries

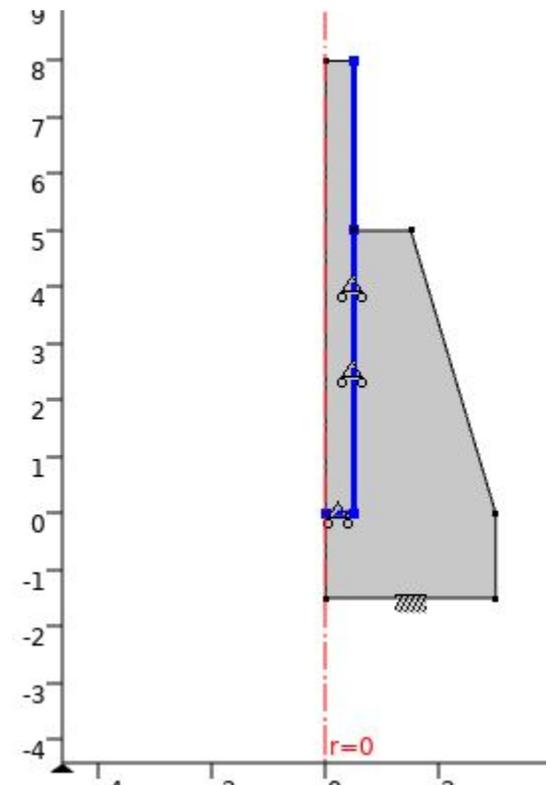
ON

Active

- 1 (not applicable)
- 2 (not applicable)
- 3
- 4
- 5 (not applicable)
- 6 (not applicable)

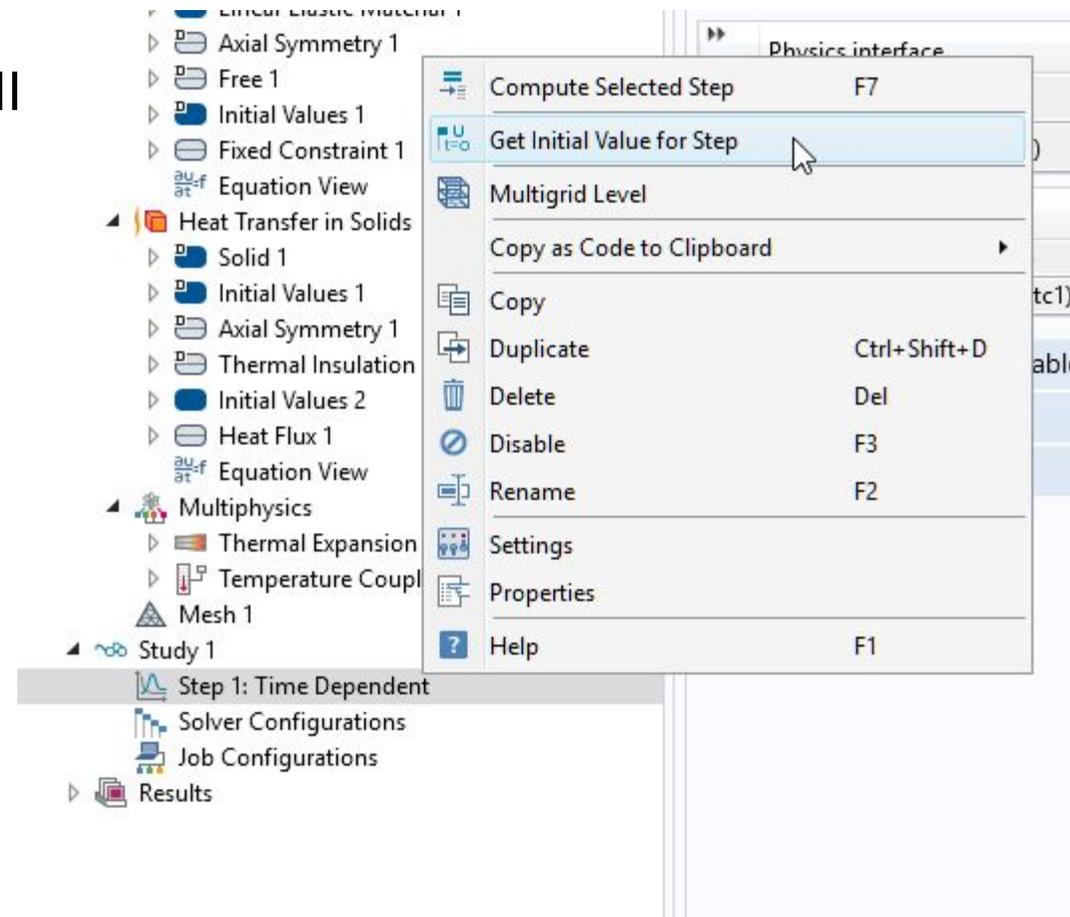
▶ Override and Contribution

▶ Equation



# Решатель

- Получите начальные значения



# Задайте время интегрирования

- `range(0,0.1,60)`
- Больше 60 бессмысленно, так как произойдет остывание
- Можно уменьшить шаг до 0,01 (это более наглядно покажет процесс остывания на начальном этапе)
- Можно задать сетку ExtraFine

# Включите расчет графиков

Time Dependent

Compute

Label: Time Dependent

Study Settings

Time unit: s

Times: range(0,0.1,100) s

Tolerance: Physics controlled

Include geometric nonlinearity

Results While Solving

Plot

Plot group: Default

Update at: Times stored in output

Probes: All

Update at: Time steps taken by solver

mm

8

7

6

5

4

3

2

1

0

Сохранитесь!

# После остывания стержень зажат в патроне

