

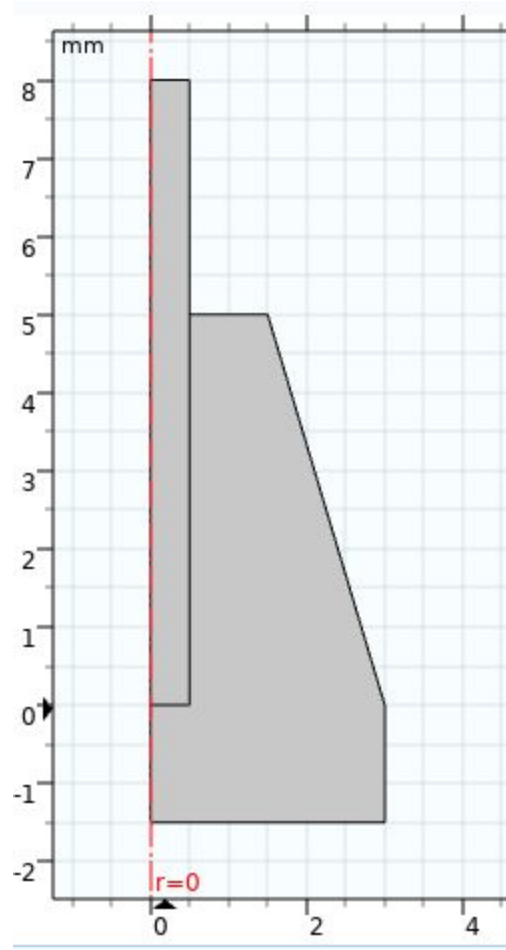
# Температурные напряжения

# Температурный патрон

- Задача – 2d axisymmetric
- Time dependent

# Геометрия

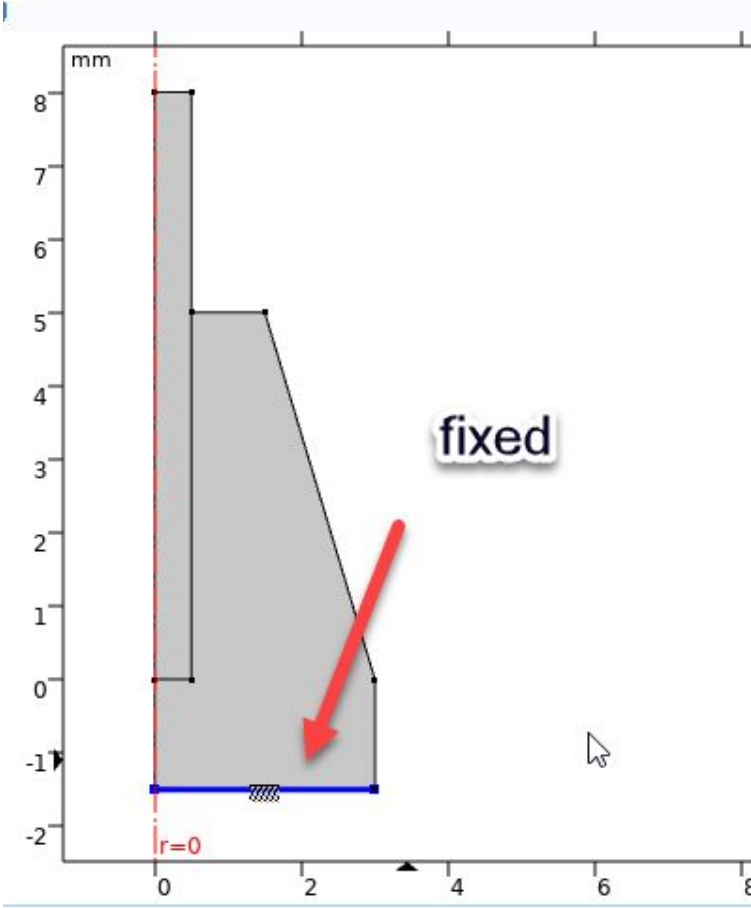
- Единицы – mm
- Обязательно:  
form assembly
- Это создаст пару  
контакта стержня  
и конуса



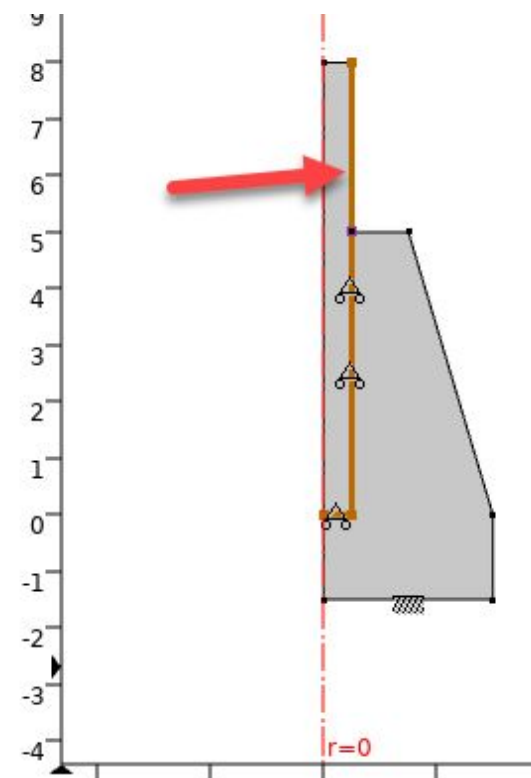
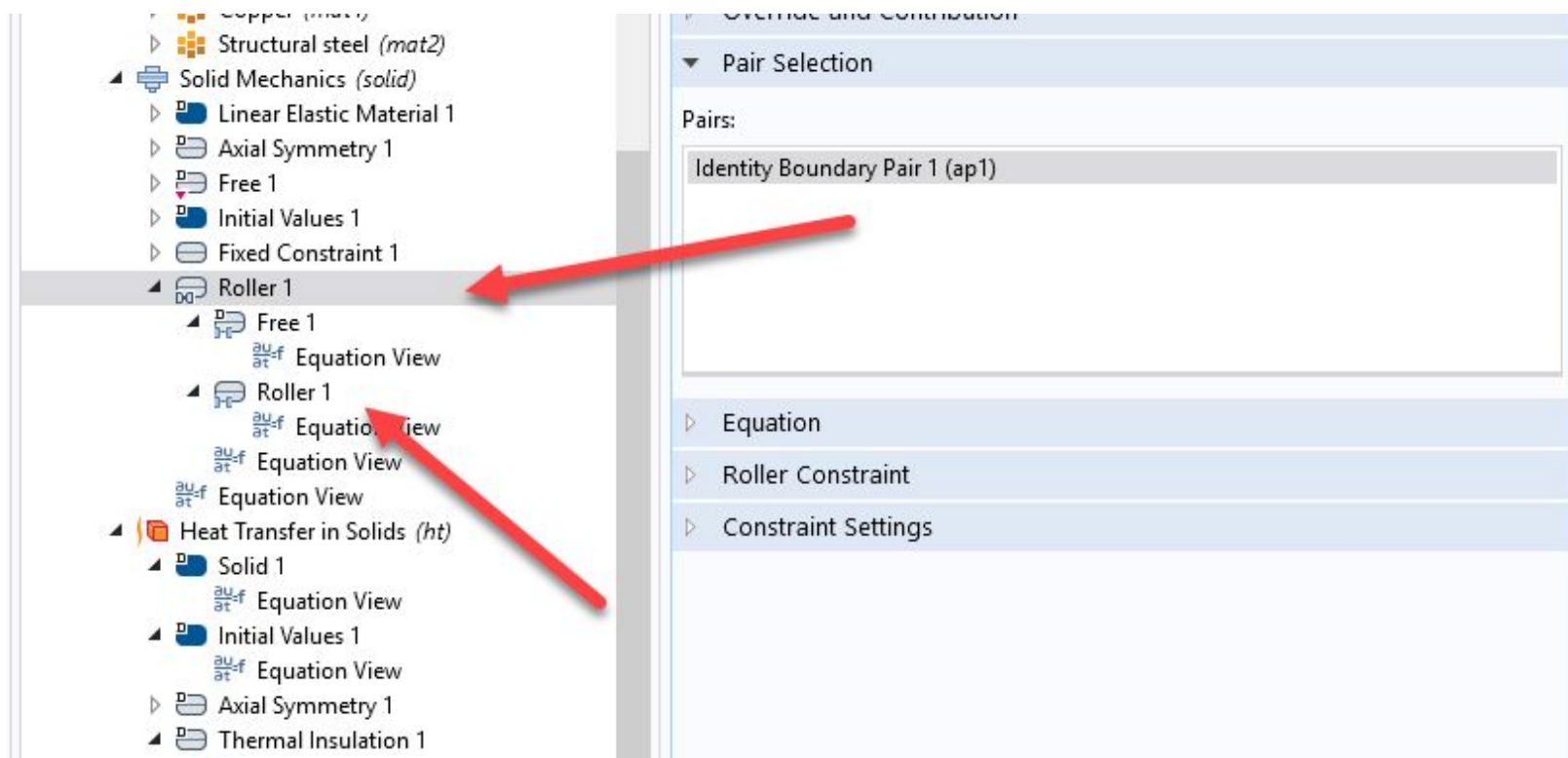
# Начальные условия

- 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 setting up a temperature boundary condition on a cylinder end. The interface is divided into three main sections:

- Left Pane (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 Pane (Properties):** Shows the configuration for 'Temperature 1'.
  - Label:** Temperature 1
  - Boundary Selection:** Manual
  - Selection:** Manual
  - Active:** ON (indicated by a green button)
  - Temperature:** User defined
  - Temperature Value:** 20[degC] (with a unit 'K' next to it)A red arrow points to the 'Temperature' dropdown menu.
- Right Pane (Diagram):** Shows a cross-section of a cylinder. The vertical axis is labeled 'mm' and ranges from -4 to 10. 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[mm]

# Конвекция

The image shows the COMSOL Multiphysics software interface. On the left is the tree view, in the center is the Heat Flux property interface, and on the right is a 2D plot of a trapezoidal object with red arrows indicating heat flux directions.

**Tree View:**

- Untitled.mph (root)
  - Global Definitions
    - Parameters 1
    - Common Model Inputs
    - Materials
  - Component 1 (comp 1)
    - 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
      - Heat Flux 1
      - Equation View
    - Multiphysics
      - Thermal Expansion 1 (te1)
      - Temperature Coupling 1 (tc1)
    - Mesh 1
  - Study 1
    - Step 1: Time Dependent
    - Solver Configurations
    - Job Configurations
  - Results

**Heat Flux Interface:**

Selection: Manual

ON 8  
9  
Active 10

Override and Contribution

Equation

Material Type

Material type: From material

Sketch

Heat Flux

General inward heat flux

Convective heat flux

$q_0 = h \cdot (T_{ext} - T)$

Heat transfer coefficient: External natural convection

Vertical wall

Wall height: L 0.008 m

Fluid: Air

Absolute pressure:  $p_A$  User defined 1[atm] Pa

External temperature:  $T_{ext}$  User defined 293.15[K] K

Heat rate

$q_0 = \frac{P_0}{A}$

**2D Plot:**

The plot shows a trapezoidal object in the r-z plane. The vertical axis is labeled 'mm' and ranges from -2 to 8. The horizontal axis is labeled 'r=0' and ranges from 0 to 6. Red arrows indicate heat flux directions: one arrow points inward from the top surface, two arrows point inward from the slanted side surface, and one arrow points inward from the right vertical surface.

**Messages:**

COMSOL Multiphysics 5.4.0.225

Warning: The preference setting Number of cores is ignored because the environment variable number of processors is set.

Warning: The number of allocated threads 8 exceeds the number of available processors 4.

[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 10 edges.

# 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

- Equation View
- ▶ Axial Symmetry 1
- ▶ Thermal Insulation 1
  - Equation View
- ▶ Initial Values 2
- ▶ Heat Flux 1
- ▶ Continuity 1
  - Thermal Insulation 1
  - ▶ Symmetry 1
    - Equation View
    - Equation View
    - Equation View
- ▶ Multiphysics
  - ▶ Thermal Expansion 1 (te1)
  - ▶ Temperature Coupling 1 (tc1)
    - Equation View
- ▶ Mesh 1
- ▶ Study 1
  - ▶ Step 1: Time Dependent
  - ▶ Solver Configurations
  - ▶ Job Configurations

Selection: All boundaries

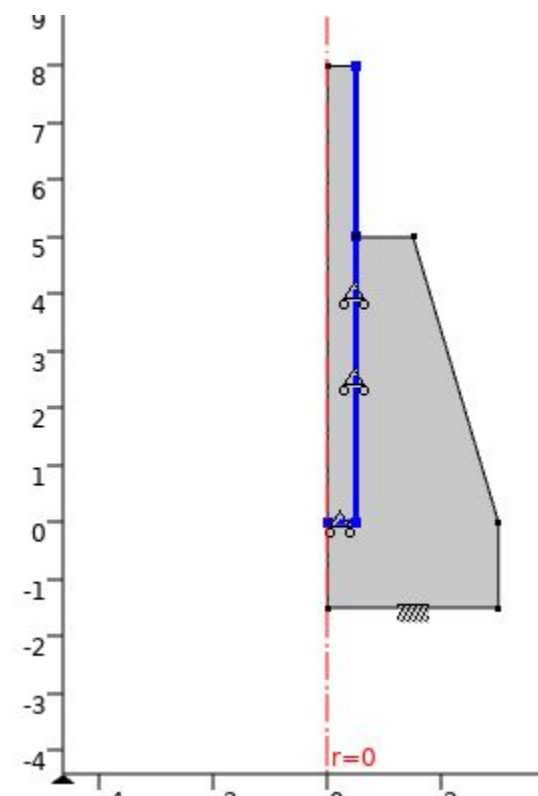
ON

Active

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

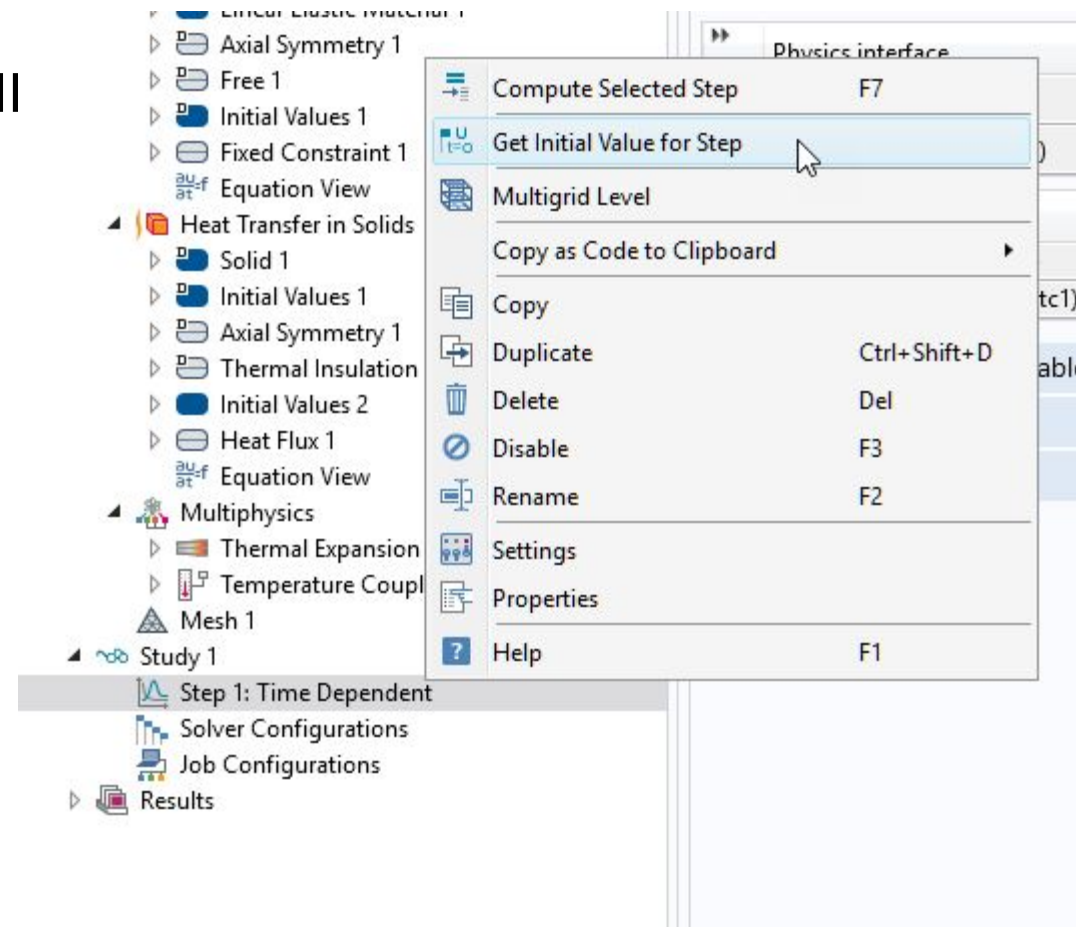
▶ Override and Contribution

▶ 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

