

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический  
университет имени В.И. Ленина»

**РАСЧЕТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ  
ПРИ АВАРИЙНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ  
ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ**

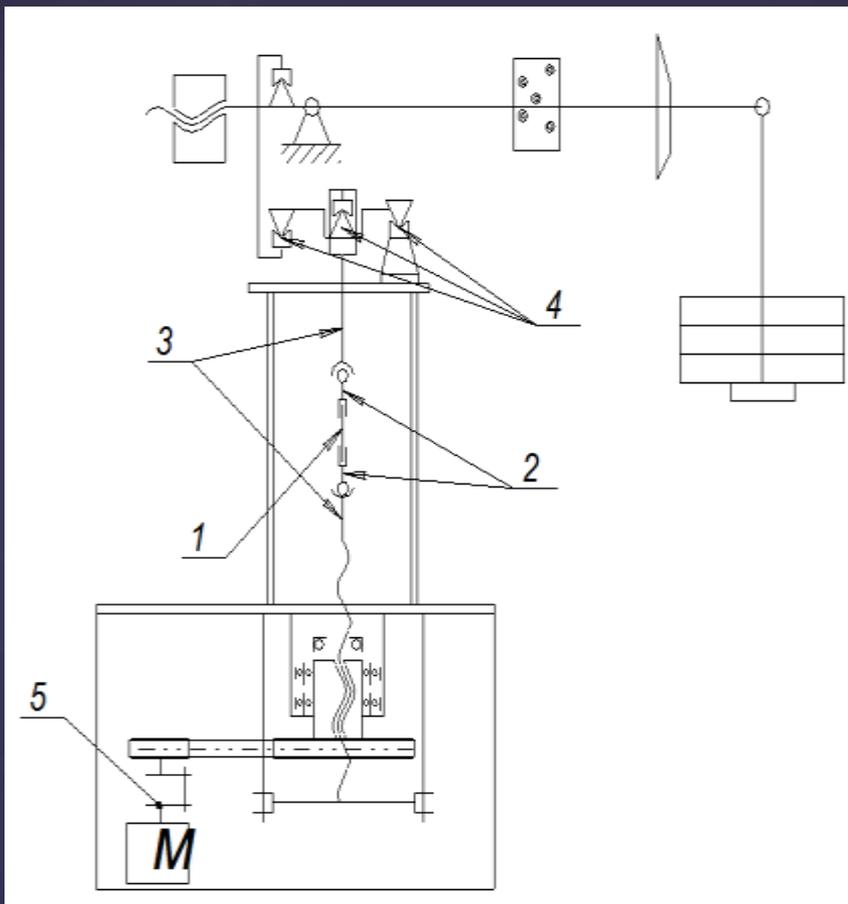
Магистрант гр.1-33м Осипенко А.А.

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Ноздрин М.А.



Рис.1. Внешний вид машины

Принцип проведения испытаний на машине UTC1300 основан на приложении к испытываемому образцу нормированного значения силы при постоянном значении заданной температуры.

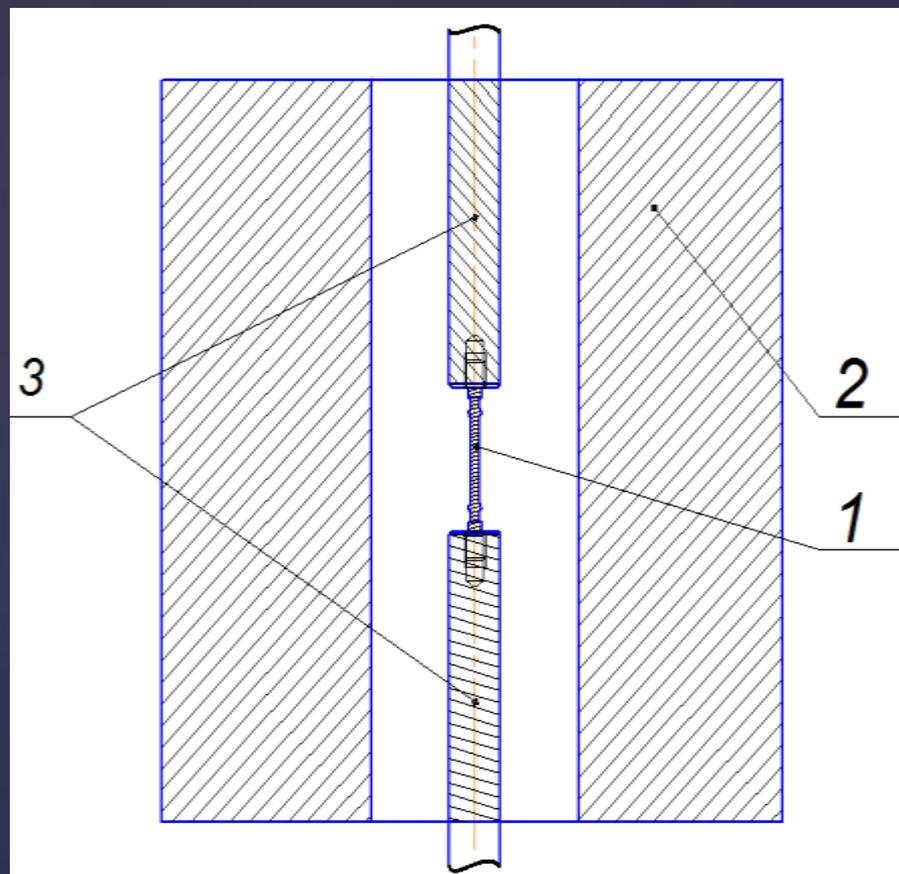


**Рис.2.** Кинематическая схема машины:

- 1 – испытываемый образец
- 2 – жаропрочные захваты
- 3 – тяди
- 4 – призмы и спец. подушки
- 5 – электромагнитная муфта

При проведении испытания на длительную прочность образец доводится до разрушения действием постоянной растягивающей нагрузки.

При проведении испытания на ползучесть производится измерение деформации образца во времени при воздействии на него постоянной растягивающей нагрузки и постоянного значения заданной температуры.



Образец чаще всего имеет форму цельного цилиндра диаметром 10 мм и длиной 100 мм.

Образец закрепляется в жаропрочных захватах, а они в свою очередь в специальных тягах, которые передают усилие различным рычагам

**Рис.3.** Закрепление образца:

1 – испытываемый образец

2 – печь

3 – жаропрочные захваты



При длительной эксплуатации возможны отключения электроэнергии, т.к. испытания могут проходить во времени от нескольких часов до тридцати лет.

Рис.4. Разрушенный элемент конструкции

Термоупругая составляющая напряжения имеет вид:

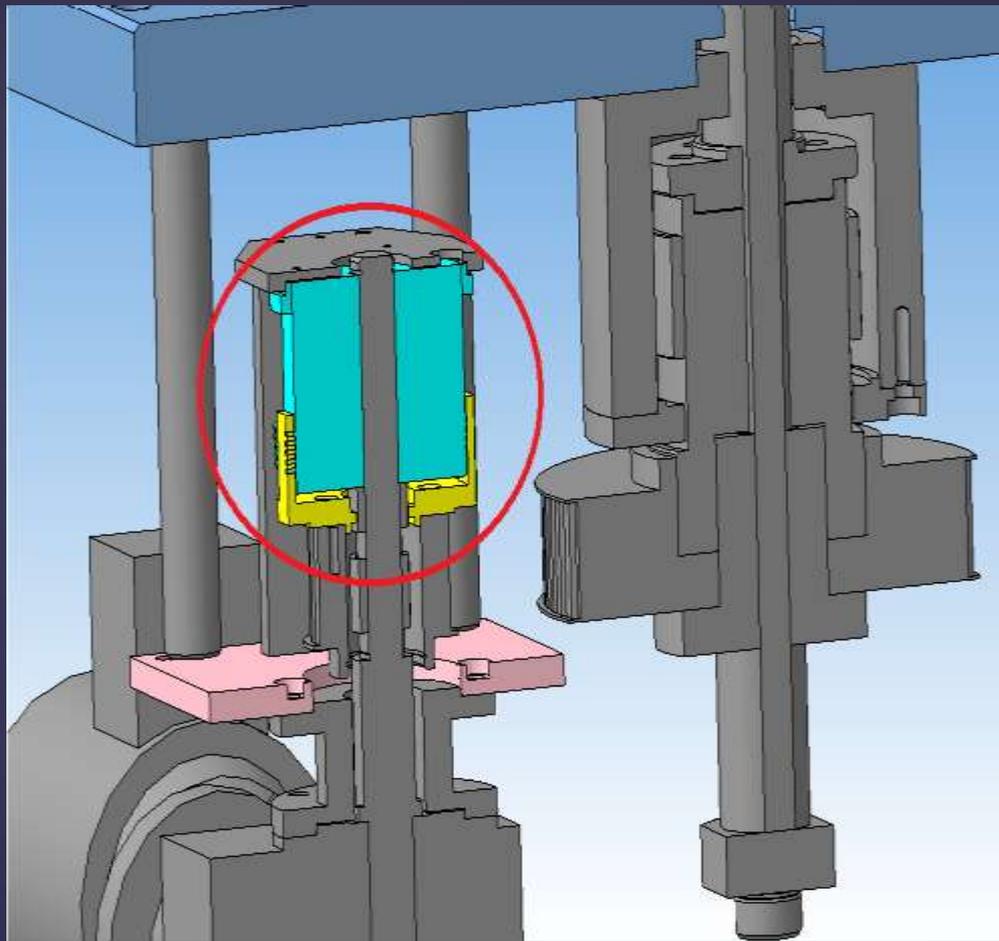
$$\sigma = \alpha E \left( T_{\text{ос}} - \frac{q}{h} - \frac{ql}{k_{xx}} \right).$$

Исходные данные для численного расчета : модуль упругости для стали  $E=2*10^{11}$  [Па];  $\alpha = 12,5 * 10^{-6}$  [ $\frac{1}{\text{°C}}$ ];  $\Delta T = 1000\text{°C}$

В результате расчета получается  $\sigma = 2500$  МПа

Расчетное значение напряжения в испытываемом образце, возникающее при его остывании, получилось немного больше экспериментального значения. Это связано с тем, что:

- при расчетах не учитывалось время остывания образца;
- на практике отсутствует абсолютно жесткое закрепление образца;
- в реальных условиях тепло отдается не равномерно, а в основном через захваты образца.



**Рис.5.** Продольный разрез модели машины

Результаты проведенных расчётов подтвердили обоснованность проведения модернизации конструкции испытательной машины, заключающейся в установке следующих

дополнительных устройств:

- установлен источник бесперебойного питания
- установлена электромагнитная муфта сцепления