

## Рецензия

на электронную лекцию «Переходные термические процессы в тонкостенных деталях, работающих при температурных нагрузках» для дополнительного изучения отдельных тем учебной дисциплины «Технология машиностроения» преподавателя специальных дисциплин **Чемезова Д.А.**

Электронная лекция «Переходные термические процессы в тонкостенных деталях, работающих при температурных нагрузках» для дополнительного изучения отдельных тем учебной дисциплины «Технология машиностроения» предназначена для использования в среднем профессиональном образовании по специальности 151901 «Технология машиностроения». Лекция представляет собой материалы научно-исследовательского характера полностью соответствующие ФГОС по специальности.

Лекция содержит следующие разделы: введение, материалы и методы исследования, результаты и их обсуждение, заключение, библиографический список и вопросы для самостоятельного контроля изученного материала.

Каждый раздел лекции сопровождается понятной для студентов информацией, в которой описывается актуальность проводимого исследования, последовательность выполнения экспериментов, даются рекомендации по возможному использованию полученных результатов на практике.

Представленные лекции позволяют организовать индивидуальную и групповую научно-исследовательскую работу в различных условиях обучения: дифференцированного, интегрированного, самостоятельного и могут использоваться для подведения промежуточных тематических итогов.

Электронная лекция полностью адаптирована к производственному процессу.

Приведенные в лекции задачи могут быть практически выполнены с помощью компьютерных программ трехмерного моделирования и инженерного анализа КОМПАС 3D, SolidWorks, Ansys Workbench.

Электронные лекции рекомендованы для распространения и внедрения передового опыта на территории РФ по специальности 151901 «Технология машиностроения».

Рецензент  **Чемезов Д.А.** (Технический директор - начальник управления ОАО «Завод «Автомобиль»») «16» февраля 2016 г.



Согласовано

«16» февраля 2016г.  
*В.Г. Чувашов*



УТВЕРЖДАЮ

Директор ГБПОУ ВО «ВИК»

«16» февраля 2016г.



**Электронные лекции для дополнительного изучения отдельных тем по учебной дисциплине «Технология машиностроения»**

Тема: «Переходные термические процессы в тонкостенных деталях, работающих при температурных нагрузках»

Для обучающихся специальности 151901 (Технология машиностроения)

Разработчик: Чемезов Д.А., преподаватель спец. дисциплин  
ГБПОУ ВО «Владимирский индустриальный колледж»

Электронные лекции для дополнительного изучения дисциплины «Технология машиностроения» представляют собой материалы научно-исследовательского характера отдельных тем курса. Материалы предназначены для самостоятельного изучения студентами.

РАССМОТРЕНО:

Председатель метод. комиссии

 Т.Н.Комарова

«15» февраля 2016 г.

## Лекция 1 (2 ч)

### Переходные термические процессы в тонкостенных деталях, работающих при температурных нагрузках

#### План

1. Введение
2. Материалы и методы исследования
3. Результаты и их обсуждение
4. Заключение

#### 1. Введение

Тонкостенные стальные детали в процессе изготовления, эксплуатации и ремонта подвергаются деформациям и нагреву. Это приводит к увеличению геометрических размеров детали, возникновению значительных остаточных напряжений, термопластических деформаций и снижению прочности материала. Применяя компьютерные программы инженерного анализа, можно получать тестовые, детальные графические изображения зависимостей тепловых эффектов от времени действия температурной нагрузки на поверхности металлических и неметаллических материалов.

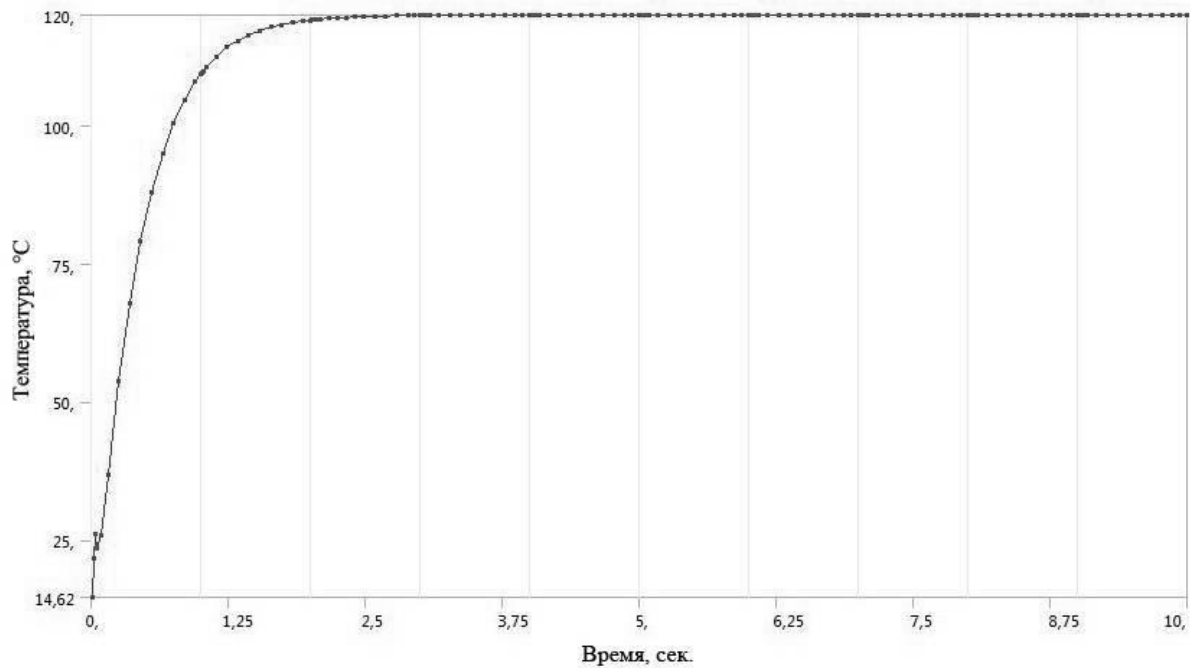
#### 2. Материалы и методы исследования

Расчет производился для конструкционной стали со следующими физическими и термическими свойствами: плотность –  $7850 \text{ кг/м}^3$ ; коэффициент теплового расширения –  $1.2 \cdot 10^{-5}/^\circ\text{C}$ ; удельная теплоемкость –  $434 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ; теплопроводность –  $60.5 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ ; удельное сопротивление –  $1.7 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ . Время действия температурной нагрузки  $120^\circ\text{C}$  составило 10 секунд.

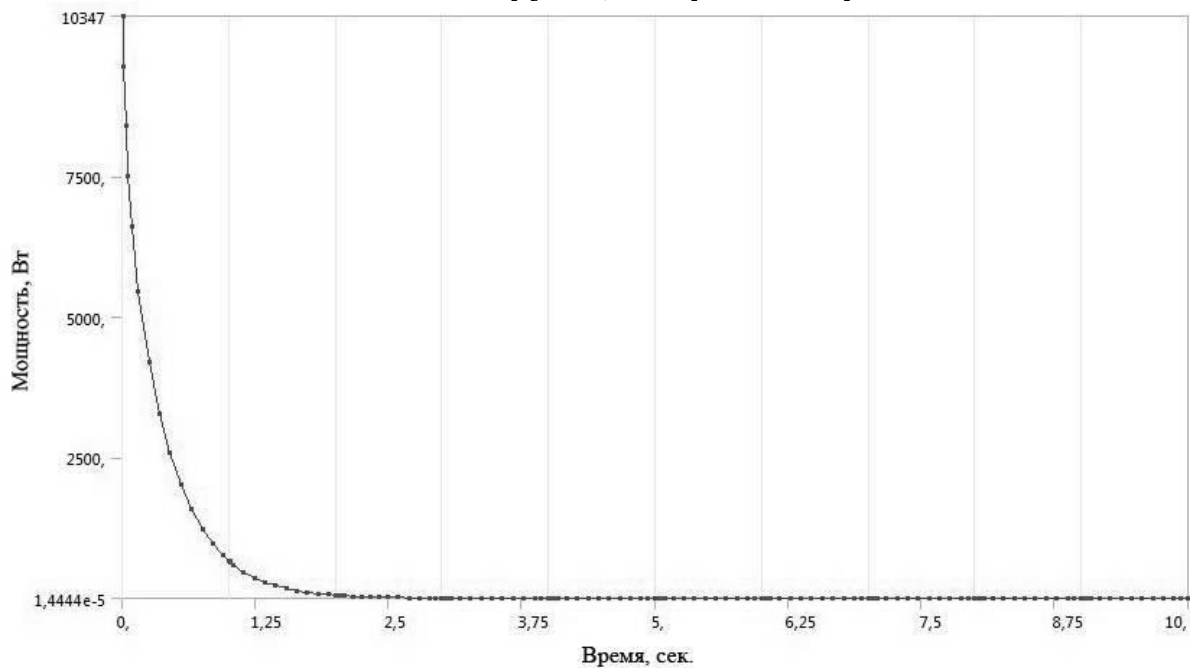
#### 3. Результаты и их обсуждение

Исследования показали, что нагрев (в интервале от 15 до  $120^\circ\text{C}$ ) стенки детали толщиной 4 мм (объемом  $10.73 \text{ см}^3$ ), происходит в течение 4.17 сек при неизменной температурной нагрузке (рис. 1). Температура окружающей среды, в котором находилось твердое тело, составляла  $22^\circ\text{C}$ . Начальное время исследования составило 0.01 сек, минимальный шаг итерации – 0.001 сек, максимальный – 0.1 сек. В результате, были получены следующие значения временного интервала процесса нагрева поверхности детали, сек.: 0.01; 0.02; 0.037; 0.057; 0.088; 0.152; 0.252; 0.352; ...; 0.952; 1.0; 1.01; 1.02; 1.05; 1.14; 1.24; 1.34; ...; 1.94; 2.0; 2.01; 2.02; 2.03; 2.05; 2.09; 2.17; 2.25; 2.33; 2.41; 2.49; 2.59; ...; 2.94; 3.0; 3.01; 3.02; 3.03; ...; 10.0.

Обратно пропорционально значениям температуры, изменяющимся на поверхностях детали, координатно уменьшается величина мощности на временном интервале 0.01 – 10 сек с максимума 10347 Вт до минимума 0.000014 Вт (рис. 2).



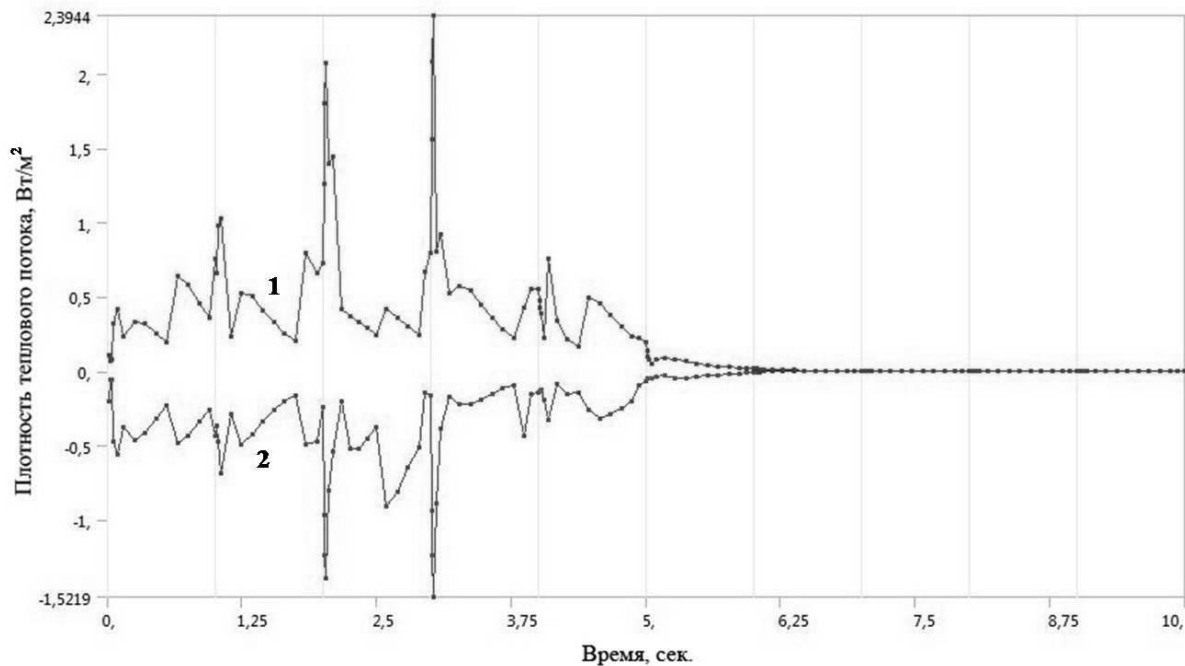
**Рисунок 1. Зависимость температуры поверхности детали, на которую действовала нагрузка, от времени процесса**



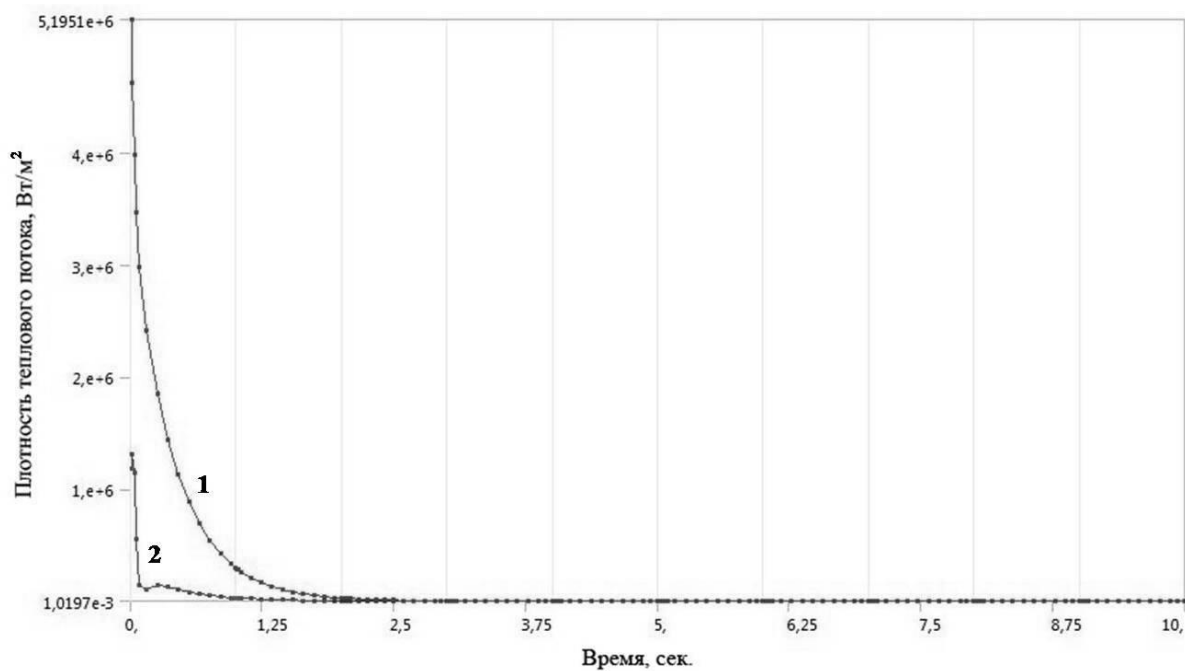
**Рисунок 2. Зависимость величины мощности, при действии на поверхность детали температурной нагрузки, от времени процесса**

Тепловой поток распределяется в двух скачкообразных хаотичных направлениях: максимальное положительное значение потока достигается на 3.03 секунде процесса и составляет  $2.4 \text{ Вт/м}^2$  и максимальное отрицательное значение потока на 3.03 секунде –  $-1.52 \text{ Вт/м}^2$  (рис. 3). На 6.05 сек и до 10 сек процесса нагрева два направления потока имеют практически одинаковые величины, близкие к нулю.

Суммарная плотность теплового потока характеризуется максимальным и минимальным значениями на всем временном интервале (рис. 4). Значительное уменьшение максимальных величин плотности теплового потока с  $5195.1 \text{ кВт/м}^2$  до  $1 \text{ Вт/м}^2$  и минимальных величин с  $1180.4 \text{ кВт/м}^2$  до  $0.1 \text{ Вт/м}^2$  на временном промежутке от 0.01 до 6.09 сек.



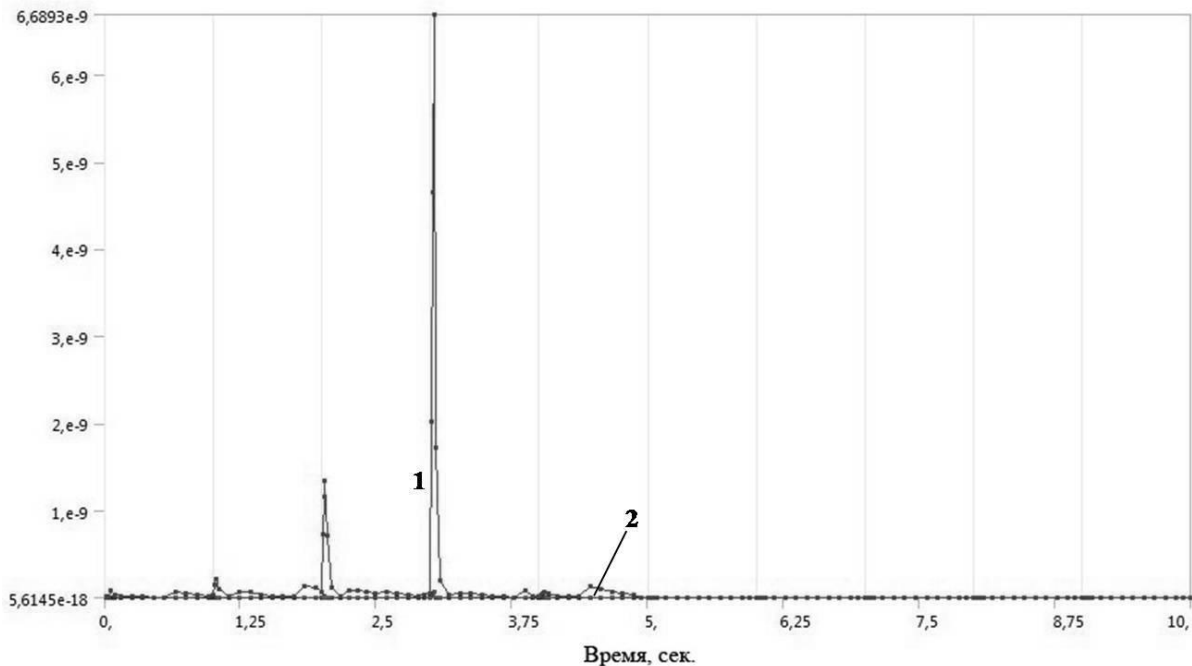
**Рисунок 3. Зависимость плотности теплового потока (направление) от времени приложения температурной нагрузки: 1 – максимальное значение; 2 – минимальное значение**



**Рисунок 4. Зависимость плотности теплового потока (суммарная) от времени приложения температурной нагрузки: 1 – максимальное значение; 2 – минимальное значение**

Наибольшая тепловая ошибка (мгновенный скачок линейной функции зависимости) расчетов наблюдается на 3 секунде процесса нагрева стенки детали и составляет  $6.69 \cdot 10^{-9}$ , минимальная –  $5.6145 \cdot 10^{-18}$  на 7 секунде (рис. 5). Это говорит о высокой точности полученных результатов на всем временном интервале.





**Рисунок 5. Зависимость величины тепловой ошибки от времени процесса: 1 – максимальное значение; 2 – минимальное значение**

#### 4. Заключение

На основании полученных результатов исследования можно сделать следующие выводы:

1) термические процессы, происходящие в результате воздействия температурных нагрузок на поверхности тонкостенных деталей, имеют динамически возрастающий или убывающий характер на первых секундах временного интервала;

2) по известному шагу итерации проведения процесса, можно определить величину скорости нагрева полезной площади поверхности детали.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Влияние температуры на свойства металлов?
2. Охарактеризовать зависимость температуры поверхности детали, на которую действовала нагрузка, от времени процесса?
3. Охарактеризовать зависимость величины мощности, при действии на поверхность детали температурной нагрузки, от времени процесса?
4. Охарактеризовать зависимость плотности теплового потока (направление) от времени приложения температурной нагрузки?
5. Как определить скорость нагрева полезной площади поверхности детали?