

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ТЕРМОГРАММАМ

Карпович Д.С. Михайлов В.Б., Стоцкий В.А., Стаблецкий В.Д., Латушкина С.Д.
Белорусский государственный технологический университет
г. Минск, Беларусь

Температура является распределенным параметром и часто используемым параметром при управлении технологических процессов. Изучение процесса теплопроводности, т.е. процесса передачи тепла от одной части тела к другой или от одного тела к другому, находящемуся в соприкосновении с первым, по своей сущности требует применения специального математического аппарата. В общем случае, температурное поле $T = T(x, y, z, t)$, соответствующее уравнению

$$T(x, y, z, t) = f(x, y, z, t) \quad (1)$$

является пространственно распределённым (трёхмерным).

Уравнение теплопроводности или уравнение Фурье:

$$\partial T / \partial t = a \Delta T, \quad (2)$$

где a – коэффициент температуропроводности, который зависит от физических свойств материалов, а выражение

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad (3)$$

является оператором Лапласа в декартовой системе координат для трёхмерной пространственной области определения температурного поля.

Методика проведения эксперимента.

Основной целью проведения современного эксперимента является определения распределения температурного поля на разогретой круглой дисковой пиле.

В данной работе исследования тепловыми объектами с распределенными параметрами был произведен эксперимент с нагревающей круглой дисковой пилой. Он состоит из станка со специальным шпинделем, закрепленной на станке, круглой дисковой пилы. Станок позволяет регулировать частоту вращения 1000-2000 об/мин. Эксперимент проводился при частоте 2000 об/мин, так как данная угловая скорость является наиболее типичной для реального дереворежущего инструмента.

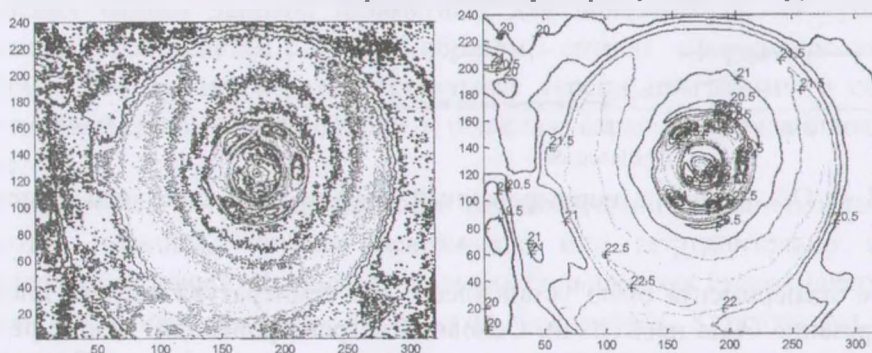


Рисунок 1 – Трёхмерные линии уровня для массивов данных с метками значений (слева – без сглаживания, справа - предварительно сглаженные) дисковой пилы

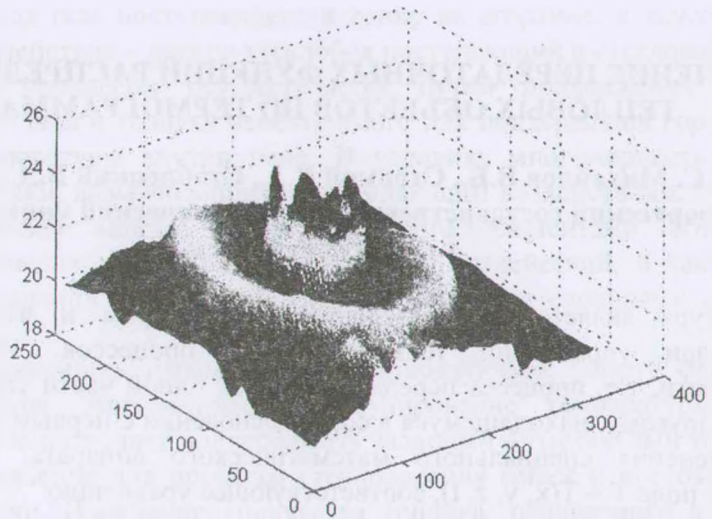


Рисунок 2 – 3-D рисунок данных (предварительно сглаженные) дисковой пилы

Полученные в результате обработки сглаженных данных методом площадей для трех пространственных координат передаточные функции имеют следующий вид:

$$W = \frac{1.65}{11p+1} e^{-15p} \quad W = \frac{1.89}{9.75p+1} e^{-15p} \quad W = \frac{1.97}{7.25p+1} e^{-15p}$$

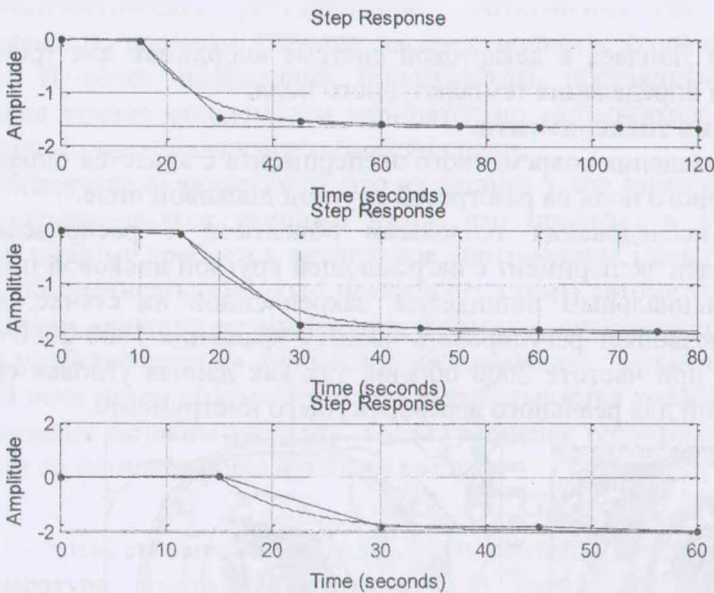


Рисунок 3 – Обобщенный нормированный график динамического изменения температуры

В процессе эксперимента было установлено, что температура нагрева дисковой пилы во время резания была невысокой. Основной нагрев происходит в зоне резания. Значение температуры при удалении от зоны резания уменьшается. Полученные динамические свойства позволяют утверждать, что инерционность процесса также увеличивается, по мере удаления от зоны резания.

Постоянная времени в процессе охлаждения следующие $T_1=11, T_2=9.75, T_3=7.25$ с. Запаздывание в процессе нагрева имело одинаковые значения в трех точках.