

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК ПОВОЛЖЬЯ

Сборник научных статей

№1 2012

Направления:

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Казань

2012

УДК 60

ББК 30-1

Н-66

Н-66 Научно-технический вестник Поволжья. №1 2012г. – Казань: Научно-технический вестник Поволжья, 2012. – 249 с.

ISSN 2079-5920

Журнал зарегистрирован в Управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций ПИ № ФС77-41672 от 13 августа 2010г.

Журнал размещен в открытом бесплатном доступе на сайте www.ntvp.ru, и в Научной электронной библиотеке (участвует в программе по формированию РИНЦ).

Журнал включен ВАК РФ в перечень научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» № 12025.

Главный редактор Р.Х. Шагимуллин

Редакционная коллегия

И.Н. Дияров – д.т.н., проф.; Б.Н. Иванов – д.т.н., проф.; В.С. Минкин – д.х.н., проф.; В.К. Половняк – д.х.н., проф.; Х.Э. Харлампиди – д.х.н., проф.; Р.Х. Шагимуллин – к.т.н., проф.

В сборнике научных трудов отражены материалы по теории и практике технических, физико-математических и химических наук.

Материалы сборника будут полезны преподавателям, научным работникам, специалистам научных предприятий, организаций и учреждений, а также аспирантам, магистрантам и студентам.

УДК 60
ББК 30-1

ISSN 2079-5920

© Научно-технический вестник Поволжья, 2012 г.

А. М. Долганов к.т.н., Т. Н. Иванова к.т.н., А. А. Паклина, Э. И. Рахмангулова

Чайковский филиал
Пермского национального исследовательского политехнического университета
кафедра автоматизации, информационных и инженерных технологий
Россия, г. Чайковский
rsg07-8829@udm.net

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБЛАСТИ КЛИНА ПРИ ШЛИФОВАНИИ ПЛАСТИН ПО КРОМКЕ

Интенсивное тепловыделение при шлифовании является причиной серьезных структурных изменений и деформирования поверхностных слоев, снижающих качество поверхностного слоя пластины. Поэтому исследование особенностей распределения температуры при шлифовании в клиновидных телах является важной самостоятельной теплофизической задачей. Цель исследований: полученные зависимости распределения температуры от угла раствора клина и на поверхности клина позволят управлять температурным полем при шлифовании пластин по кромке.

Ключевые слова: шлифование, пластина, кромка, клин, тепловые процессы.

Особенностью шлифования пластин по кромке (заточка) является то, что температурное поле обрабатываемой поверхности, представляющее собой в сечении клин, по одной из граней которого движется источник тепла. Поэтому область близкая к ребру, может существенно отличаться от температурного поля самой пластины. Шлифование характеризуется большим теплоотводом во внутрь детали в силу малых сечений снимаемого слоя и небольшого отвода тепла в абразивный круг [1]. А так как интенсивное тепловыделение является причиной серьезных структурных изменений и деформирования поверхностных слоев, снижающих качество поверхностного слоя пластины, поэтому исследование особенностей распределения температуры в клиновидных телах является важной самостоятельной теплофизической задачей. Исследование распределения температуры при шлифовании в клиновидных телах даст возможность получить зависимость распределения температуры от угла раствора клина и на поверхности клина, позволит управлять температурным полем при заточке пластин по кромке.

Наиболее распространенной схемой обработки пластин является обработка – заточка по краю, когда шлифовальный круг, перемещается параллельно ребру создаваемого клина. В этом случае задача по расчету температурного поля решается при следующих условиях:

- по поверхности клина с углом при вершине $\alpha = \pi/m$ (где m – целое вещественное число) в направлении оси Z движется полосовой источник шириной $2h$;
- границы клина не пропускают тепло;
- плотность теплового потока q принята равномерно распределенной по всей поверхности источника.

Фундаментальное решение поставленной задачи, т.е. выражение температурного поля в клине, может быть следующим [2]:

$$T = \int_{-h}^h \frac{q}{2\pi\lambda} \exp\left[-\frac{\vartheta(z-z')}{2a}\right] K_0 \left\{ \frac{\vartheta^2}{4a^2} \left[r^2 \sin^2(\theta - 2\alpha m) + (z-z')^2 \right] \right\}^{1/2} \times$$

$$\times \left(1 + \sum_{n=0}^{\frac{\pi}{\alpha}-1} \frac{\int_0^{\frac{\vartheta}{2\alpha} - r \cos(\theta - 2\alpha n)} \frac{\exp \left\{ - \left\{ \frac{\vartheta^2}{4a^2} [r^2 \sin^2(\theta - 2\alpha n) + (z - z')^2] + \eta^2 \right\}^{1/2} \right\}}{\left\{ \frac{\vartheta^2}{4a^2} [r^2 \sin^2(\theta - 2\alpha n) + (z - z')^2] + \eta^2 \right\}^{1/2}} d\eta}{K_0 \left\{ \frac{\vartheta^2}{4a^2} [r^2 \sin^2(\theta - 2\alpha n) + (z - z')^2] + \eta^2 \right\}^{1/2}} dz' \right) \quad (1)$$

где a – коэффициент температуропроводности материала;

λ – коэффициент теплопроводности материала;

ϑ – скорость источника;

r, θ, z – цилиндрические координаты;

$\eta = \vartheta r / 2a$ – параметр замены;

$K_0(u)$ – модификация функции Бесселя второго рода нулевого порядка.

Подинтегральная функция выражения (1) описывает температурное поле линейного источника, движущегося по поверхности клина. Выражение перед скобкой описывает температурное поле линейного источника, движущегося по поверхности полубесконечного тела; сумма в скобках характеризует влияние ограниченности изделия на температурное поле.

Если ввести безразмерные комплексы ρ, ζ , которые определяются углом клина α , $\frac{\vartheta(z - z')}{2a} = \zeta$, $\frac{\vartheta}{2a} r = \rho$, и заменить выражение в скобках (1) множителем M , то общее решение можно представить в виде

$$T = \int_{-h}^h M(\xi, \rho, \theta, \alpha) \frac{q}{\pi \lambda} \exp \left[- \frac{\vartheta(z - z')}{2a} \right] \times \\ \times K_0 \left\{ \frac{\vartheta^2}{4a^2} [r^2 \sin^2(\theta - 2\alpha n) + (z - z')^2] + \eta^2 \right\}^{1/2} dz' \quad (2)$$

Для любого из углов клина множитель M может быть вычислен.

На рис. 1 приведена зависимость множителя M от z и ρ для поверхности клина с $\alpha = 60^\circ$.

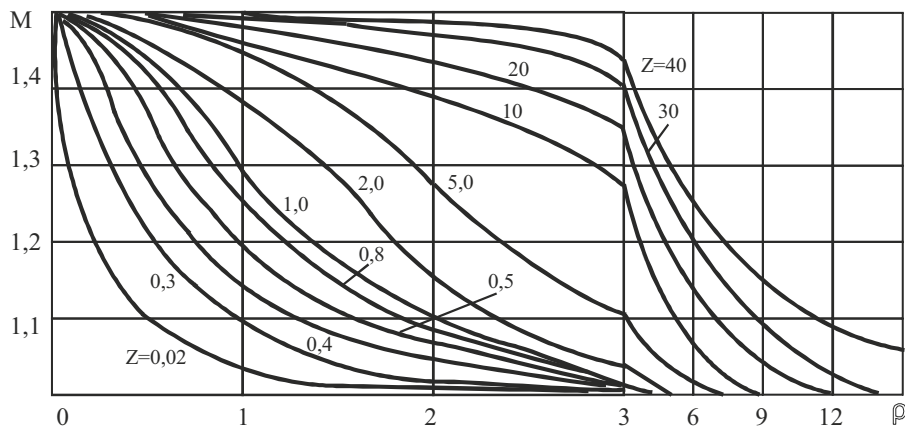


Рис. 1 - Зависимость множителя M от z и ρ для клина с $\alpha = 60^\circ$.

Для ребра клина ($\rho = 0$) во всех случаях множитель $M = 1,5$. Это значит, что температура на ребре клина в 1,5 раза выше, чем температура на поверхности полубесконечного тела при тех же условиях. По мере удаления от ребра клина значения множителя M убывают, стремясь к единице. В области непосредственно под источником (при малых значениях z) множитель M быстро стремится к единице, что характеризует слабое влияние ограниченности изделия на температурное поле непосредственно под источником. Чем дальше от источника, тем сильнее сказывается влияние ограниченности изделия, но само значение температуры вдали от источника мало. Анализ множителя M показывает, что при $\nu \rightarrow \infty$ значение $M \rightarrow 1$. При $\rho \rightarrow \infty$ и $\alpha = 0$, т.е. в точках шлифуемой поверхности, удаленной от ребра достаточно далеко, влияние ограниченности детали становится все меньше, и при $\rho = \infty$ для всех ζ множитель $M = 1$. Величина M из анализа зависимости (2) показывает, что она находится в пределах $1 \leq M \leq 1,5$ – при движении от ребра и $1 \leq M \leq 3,0$ – при движении к ребру. В общем случае, когда угол клина равен α , значение множителя M на ребре клина может быть представлено $M = \frac{\pi}{2\alpha}$.

Решение для расчета температуры на ребре клина выглядит так

$$T = \frac{\pi}{2\alpha} \int_{-h}^h \frac{q}{2\pi\lambda} \exp\left[-\frac{\vartheta(z-z')}{2a}\right] K_0\left\{\frac{\vartheta^2}{4a^2}\left[r^2 \sin^2(\theta - 2\alpha n) + (z-z')^2\right]\right\}^{1/2} dz' \quad (3)$$

С уменьшением угла α множитель M увеличивается. Например, для $\alpha = 30^\circ$ множитель $M = 3$, а для $\alpha = 60^\circ$ множитель M равен 1,5. Таким образом, при малых углах повышение температуры вследствие формы изделия может быть очень большим. При $\alpha = 90^\circ$, $M = 1$, т.е. шлифование происходит так, как если бы источник двигался по поверхности полубесконечного тела, и именно никаких для этого угла изменений температуры из-за ограниченности теплопроводящего пространства не происходит.

Вводя обозначения $\frac{\vartheta}{2a}z = Z$, $\frac{\vartheta}{2a}h = H$, $\Theta = \frac{\pi\lambda\vartheta}{2aq}T$, решение (3) можно представить в безразмерном виде

$$\Theta = \frac{\pi}{2\alpha} \int_{Z-H}^{Z+H} \exp(-\zeta) K_0\left[\rho^2 \sin \theta + \zeta^2\right]^{1/2} d\zeta. \quad (4)$$

При $\rho \rightarrow \infty$, т.е. в точках шлифуемой поверхности удаленной от ребра достаточно далеко, влияние ограниченности размеров детали становится все меньше, и при $\rho = \infty$ для всех ζ множитель $M = 1$.

Расчет температуры по полученной методике упрощается, если представить интеграл (4) в виде двух табулированных функций:

$$J(H, Z, \rho) = \int_0^{Z+H} \exp(-\zeta) K_0\left[\rho^2 \sin \theta + \zeta^2\right]^{1/2} d\zeta$$

Тогда общее решение по расчету температуры можно представить

$$T = \frac{qa}{\alpha\lambda\vartheta} [J(Z+H) - J(Z-H)] \quad (5)$$

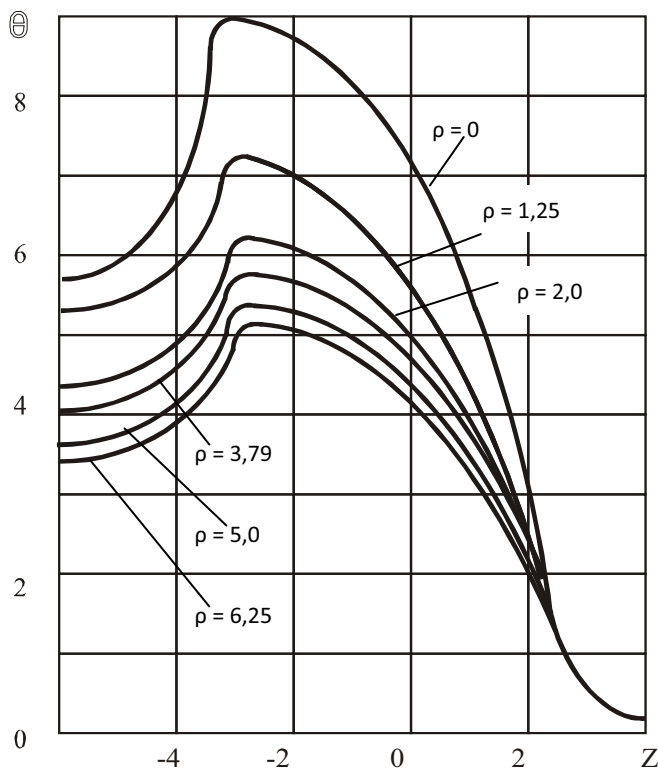


Рис. 2 - Распределение температуры на поверхности клина с $\alpha = 60^\circ$

На рис. 2 приведен расчет распределения температуры на поверхности клина с углом при вершине $\alpha = 60^\circ$ для точек поверхности соответствующих различным ρ . При $\rho = 6,25$ температура соответствует температуре на поверхности полубесконечного тела; при $\rho = 0$ (ребро клина) оно во всех точках больше, чем на удаленных от ребра участках поверхности в 1,5 раза. Если соответствующее построение провести для клина с углом раствора α , то температура на ребре будет соответственно превышать температуру достаточно удаленных точек в $\pi/2\alpha$ раз.

Таким образом, в результате выполненных исследований распределения температуры при шлифовании в клиновидных телах:

–Разработана методика расчета температуры на ребре клина и поверхности клиновидной детали при шлифовании – заточке пластин по кромке с учетом угла раствора клина.

Использование методики позволит повысить качество заточки пластин.

–Показано, что температура на ребре клина влияет на температуру поверхности пластины. Установлено, что температура на ребре превышает температуру удаленных точек в $\pi/2\alpha$ раз.

–На основании исследований общее решение по расчету температуры на ребре и поверхности клина табулировано.

Список литературы:

1. Иванова Т.Н. Исследование структуры поверхностного слоя при шлифовании. / ж. Обработка металлов. Технология. Оборудование, Инструменты № 3(28), 2005. Стр. 30 - 32.

2. Сипайлов В.А. Тепловые процессы при шлифовании и управление качеством поверхности. М.: Машиностроение, 1978. 167с. (47 с.)