ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПРИ РЕЗЬБОШЛИФОВАНИИ

Н.А. Ермохин

Самарский государственный технический университет, 443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Предлагается теплофизическая модель картины резьбошлифования, учитывающая геометрические формы контакта и динамическое взаимодействие изделия со шлифовальным кругом. Аналитически решена тепловая задача, и для нахождения контактной температуры на поверхности резьбы получены температурные зависимости, позволяющие оценивать ограничения, налагаемые на режимы резьбошлифования с целью предотвращения дефектов. Результаты расчетов подтверждены экспериментальными исследованиями.

Ключевые слова: теплофизическая модель, резьбошлифование, безфольфрамовые твердые сплавы, критическая температура.

Процесс резьбошлифования сопровождается интенсивным выделением тепла, которое оказывает существенное влияние на качество шлифуемой поверхности и может вызвать различные дефекты - прожоги, трещины, выкрашивание, сколы и т.д. Неудивительно, что теоретико-экспериментальному изучению теплофизической картины сил резания и температурного поля в зоне шлифования резьбы посвящено значительное количество исследований [1-4].

В работах [1, 2 и 4] предлагаются различные модели для определения температурного поля резьбошлифования, что вызвано сложностью теплофизической картины процесса. Здесь и наличие двух тел, находящихся в динамическом контакте, и сложная геометрическая форма взаимодействующих тел, и унос тепла охлаждающей жидкостью и стружкой, и зернистая структура поверхности обрабатывающего инструмента, и ряд других факторов, затрудняющих теоретическое описание процесса.

В этих работах температурный максимум в зоне шлифования устанавливается на вершине резьбы, а по мере удаления от неё расчетная температура монотонно убывает. Между тем измерения температуры в различных точках контактной области выявили обратную картину: пик температуры отмечался во впадине с довольно резким снижением на грани и в вершине.

В данной работе предлагается модель, отличающаяся от известных более подробной детализацией. В ней учтены сегментовидность формы контактной области, различия траекторий движения для разных точек зоны контакта, неодинаковость влияния условий на ребре, гранях и впадине резьбы на формирование температурного поля, теплоотвод в обрабатывающий инструмент, а также динамическое взаимодействие изделия со шлифовальным кругом.

В модели не учитывается теплоотвод в стружку и теплообмен с воздухом и СОЖ. При этом полагается, что в охлаждающую жидкость тепло попадает не непосредственно из зоны контакта, а с поверхности изделия уже после акта взаимодействия. Влияние охлаждения за источником сказывается на том, что нагретые в зоне

Ермохин Николай Андреевич - доцент кафедры «Механика», к.т.н., доцент.

контакта точки круга и изделия восстанавливают исходную температуру через каждый оборот, и, таким образом, каждый последующий проход резьбошлифования практически начинается с температуры окружающей среды.

В качестве исходного пункта модели использовано решение Сипайлова [2] теплофизической задачи для бесконечного клина, по одной грани которого вдоль ребра в положительном направлении оси OZ с постоянной скоростью V движется полубесконечный полосовой источник шириной 2*h* с постоянной интенсивностью *q*.

Области, свободные от источников, считаются теплоизолированными. Угол клина полагается равным $a = \frac{n}{m}$, где *m* - произвольное целое число.

Решение этой задачи находится в виде

$$T(\rho,\theta,Z) = \frac{2qa}{\pi\lambda V} \int_{Z-H}^{Z+H} M(\rho,\theta,\xi,m) \exp(-\xi) K_0 \left(\sqrt{\rho^2 \sin^2 \theta + \xi^2}\right) d\xi, \qquad (1)$$

где г, #, Z - цилиндрические координаты точки наблюдения в движущейся вместе с источником системе координат (начало координат помещено на ребре в середине полосового источника).

$$P = \frac{V-r}{2a} \qquad \qquad Z = \frac{V-z}{2a} \qquad \qquad H \qquad \frac{V-h}{2a}$$

 Π и a - соответственно коэффициенты тепло- и температуропроводности,

 $K_{i}(x)$ - модифицированная функция Бесселя второго рода нулевого порядка.

Множитель $M(p, \theta, \le 1; m)$ характеризует влияние угла раствора клина на температурное поле. Для точек, близких к р ($\rho \rightarrow 0$, $V \neq 0$), $M(\rho, \theta, \xi, m) \approx \frac{m}{2}$, $_{\rm K}$ что на самом ребре (p = 0) имеем:

$$T(Z,H) = \frac{2qa}{\pi\lambda V} \cdot \frac{90^{\circ}}{\alpha} \int_{Z-H}^{Z+H} \exp(-\xi) K_0(|\xi|) d\xi.$$
⁽²⁾

Числовые значения интеграла

$$J(u) = \int_{0}^{u} \exp(-\xi) \cdot K_{0}(|\xi|) d\xi \quad \text{приво-}$$

дятся в приложении I монографии [2]. С помощью функции Ј (и) температуру ребра можно записать в виде

$$T(Z,H) = \frac{2qa}{\pi\lambda V} \cdot \frac{90^{\circ}}{a} [J(Z+H) - J(Z-H)] \cdot (3)$$

Если источник такой же интенсивности симметрично движется и по второй грани клина, то температура в формуле (3) удваивается. В схеме теплофизической модели (рис. 1) область контакта схематически представлена двумя заштрихованными прямоугольниками.





Шлифовальный круг и резьба изделия изображены в виде бесконечных клиновидных тел с ограниченной площадкой контакта шириной 2h, относительно кото-

рой в противоположных направлениях движется каждое из тел: круг - со скоростью V и обрабатываемое изделие - со скоростью V. В проекции на плоскость, перпендикулярную оси вращения, область контакта приближенно представляет собой половину *AEN* сегмента кругового сечения изделия (рис. 2).



При этом полагается, что источник тепловыделения равномерно распределен по площадке контакта с постоянной средней интенсивностью q. Часть теплового потока q_v направлена в изделие, а другая часть q_x отводится в шлифовальный круг.

Так как скорости V и V\$ при резьбошлифовании весьма

Р и с. 2. Уточненная схема контактной области

велики, мы вправе использовать решение (1), полученное

для полосового источника. Известно, что температура в зоне контакта при больших скоростях перемещения источника тепла зависит не от формы области, а только от её размеров в направлении движения. Однако, как видно из рис. 2, эти размеры и пути, проходимые разными точками в контактной зоне, оказываются различными.

Рассмотрим, например, траекторию произвольной точки «с», перемещающейся вместе с головкой термопары по области контакта между вершиной резьбы и впадиной. Эта точка при вращении изделия пробегает длину окружности СД нагреваясь по мере увеличения пути *Cc.*

Путь, проходимый точкой «с» в зоне контакта, меньше, чем путь точки «г» (дуга AE), находящейся на вершине резьбы, но больше пути точки «в» (дуга BN), перемещающейся по впадине резьбы.

Помимо различий в траекториях точек «г», «с» и «в», имеются различия, обусловленные формой поверхностей клиновидных тел (на вершине резьбы, во впадине и на грани). Точка «с» находится на гранях клинов и для круга, и для изделия. Точка «г» движется вдоль ребра клина, которым мы схематизируем резьбу, и в то же время перемещается по грани клина, которым представляется круг. Наконец, точка «в» скользит по ребрам обоих клиновидных тел, но углы раствора клинов различны: для инструмента $a = 60^{\circ}$, в то время как для изделия во впадине этот угол составляет 300° (рис. 1). Как следует из формулы (3), температура зависит от угла а при ребре клина, от безразмерной длины пути 2H и от безразмерной координаты точки наблюдения Z. Таким образом, для каждой рассматриваемой траектории и для каждого из тел температуры вычисляются различными способами.

Различаются и траектории точек шлифовального круга. Например, до встречи с точкой резьбы изделия «с» соответствующая точка инструмента проходит практически прямолинейный отрезок пути *Tc*. Весь же путь, пробегаемый рассматриваемой точкой круга в зоне контакта, составляет величину TM = 2H%, причем середину этого отрезка точку O_{κ}^{c} будем считать началом отсчета на данной траектории *TM* (здесь и далее нижние индексы «к» или «и» указывают на принадлежность к кругу

или изделию, верхними индексами «с», «г» и «в» отмечено отношение к соответствующей траектории). Аналогичным образом определяются траектории точек инструмента, соответствующие каждому наблюдаемому положению точек «с», «г» и «в».

В предлагаемой модели распределения температур вдоль различных траекторий будем считать независимыми друг от друга. Очевидно, такое допущение оправдано при больших значениях чисел Пекле, которыми характеризуются рассматриваемые режимы. В то же время заметим, что взаимовлиянием близлежащих траекторий на границах области пренебрегать нельзя, и оно будет учтено в дальнейшем.

Принимая во внимание высказанные соображения, найдем температурные поля в отдельности на вершине (r), на произвольной линии на грани (c) и во впадине (s).

Найдем температуру в произвольной точке «с» на грани резьбы. Точка «с» соответствует перемещению термопары, связанной с изделием, вдоль дуги *CD*, которая расположена на плоских поверхностях - гранях обоих клиновидных тел. Поэтому температура в ней определяется как для бесконечного полосового источника, движущегося по плоской поверхности полупространства. Чтобы использовать формулу (3), мы можем считать, что точка «с» движется вдоль «ребра клина» с углом раствора $a = 180^{\circ}$. Учитывая удвоение температуры (так как источник в этом случае располагается по обеим сторонам от «ребра клина»), получим для изделия и для круга:

$$T(Z_{u}, H_{u}^{c}) = \frac{2q_{u} \cdot a_{u}}{\pi \cdot \lambda_{u} \cdot V_{s}} \cdot \varphi(Z_{u}, H_{u}^{c}); \qquad (4)$$

$$T(Z_{\kappa}, H_{\kappa}^{c}) = \frac{2q_{\kappa} \cdot a_{\kappa}}{\pi \cdot \lambda_{\kappa} \cdot V} \cdot \varphi(Z_{\kappa}, H_{\kappa}^{c}),$$
(5)

 $\mathsf{rge} \ \varphi \Big(Z_u, H_u^c \Big) = J \Big(Z_u + H_u^c \Big) - J \Big(Z_u - H_u^c \Big); \ \varphi \Big(Z_\kappa, H_\kappa^c \Big) = J \Big(Z_\kappa + H_\kappa^c \Big) - J \Big(Z_\kappa - H_\kappa^c \Big);$

 H_{u} и H_{κ}^{c} - половины безразмерного пути контактных точек изделия и круга;

Z_a и *Z_k* - безразмерные координаты точек наблюдения в надлежащим образом выбранных системах координат.

Величины тепловых потоков q_u и q_k найдем из условия равенства температур в некоторой общей для обоих тел точке *O* в области контакта. С выбором точки *O* связано окончательное построение предлагаемой модели. Анализ показал, что наилучшее качественное соответствие эксперименту получается в том случае, когда за точку *O* принимается некоторая единая для всех траекторий точка контактной области. Выбираем её в центре дуги радиуса $\frac{r_u + r_{1u}}{2}$ внутри полусегмента *AEN*. При таком

выборе точка O совпадает на рис. 2 с точкой O_u^c .

Итак, приравняем температуры в точке О:

$$T\left(Z_{u}^{o},H_{u}^{o}\right)=T\left(Z_{\kappa}^{o},H_{\kappa}^{o}\right).$$
(6)

Отсюда, с учетом (4) и (5), находим:

$$\frac{q_{u}^{c} \cdot a_{u}}{\lambda_{u} \cdot V_{s}} \cdot \varphi \left(Z_{u}^{o}, H_{u}^{o} \right) = \frac{q_{\kappa}^{c} \cdot \alpha_{\kappa}}{\lambda_{\kappa} \cdot V} \cdot \varphi \left(Z_{\kappa}^{0}, H_{\kappa}^{0} \right).$$

$$\tag{7}$$

В точке О кроме равенства температур должно выполняться условие теплового баланса:

$$q_u^c + q_\kappa^c = q \,. \tag{8}$$

- 1	. 4	10
	1	
	_	
-		-

Решая систему уравнений (7) - (8) относительно неизвестных q_{u}^{c} и q_{g}^{c} получим:

$$q_u^c = \frac{q}{1 + \varepsilon \frac{\varphi_u^o}{\varphi_u^o}}; \tag{9}$$

$$q_{\kappa}^{c} = \frac{q}{1 + \frac{1}{c} \cdot \frac{\varphi_{\kappa}^{o}}{\sigma^{o}}},$$
 (10)

где обозначено: $\varphi_u^o = \varphi(Z_u^o, H_u^o); \quad \varphi_\kappa^o = \varphi(Z_\kappa^o, H_\kappa^o); \quad \varepsilon = \frac{a_u \cdot \lambda_\kappa \cdot V}{a_\kappa \cdot \lambda_u \cdot V_s} = \frac{c_\kappa \cdot \gamma_\kappa \cdot V}{c_u \cdot \gamma_u \cdot V_s} \quad (c_{u,\kappa} - v_{k,\kappa}) = \frac{c_\kappa \cdot \gamma_\kappa \cdot V}{c_\kappa \cdot \gamma_\kappa \cdot V_s}$

удельные теплоёмкости; $\gamma_{u,\kappa}$ – плотности; использовано соотношение $a = \frac{\lambda}{c\gamma}$).

Из (9) или (10) следует условие, при котором можно пренебречь тепловым потоком в шлифовальный круг:

$$\varepsilon \frac{\varphi_u^o}{\varphi_\kappa^o} << 1. \tag{11}$$

При выполнении этого условия почти все тепло поглощается изделием: $q_{\mu}^{c} \approx q$. В нашем случае, как будет показано, условие (11) не выполняется. Подставив найденный тепловой поток (9) в выражение (4), находим:

$$T^{c}\left(Z_{u}, H_{u}^{c}\right) = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{a_{u} \cdot q}{\lambda_{u} \cdot V_{s}} \cdot \frac{\varphi(Z_{u}, H_{u}^{c})}{1 + \varepsilon \cdot \frac{\varphi_{u}^{o}}{\varphi_{v}^{o}}}.$$
(12)

Полученная формула позволяет найти температуру в точке с координатами Z_u на произвольной линии *CD* внутри контактной области на грани резьбы.

Аналогично могут быть получены выражения для определения температуры на вершине и впадине резьбы:

$$T^{\varepsilon}(Z_{u}, H_{u}^{\varepsilon}) = \frac{3}{\pi} \cdot \frac{a_{u} \cdot q}{\lambda_{u} \cdot V_{s}} \cdot \frac{\varphi(Z_{u}, H_{u}^{\varepsilon})}{1 + 3\varepsilon \frac{\varphi_{u}^{o}}{\varphi_{\kappa}^{o}}}.$$
 (13)

$$T^{e}\left(Z_{u}, H_{u}^{e}\right) = \frac{6}{5\pi} \cdot \frac{a_{u} \cdot q}{\lambda_{u} \cdot V_{s}} \cdot \frac{\varphi\left(Z_{u}, H_{u}^{e}\right)}{1 + \frac{\varepsilon}{5} \cdot \frac{\varphi_{u}^{o}}{\varphi_{v}^{o}}}.$$
 (14)

При выводе формул (13) и (14) учитывались реальные углы контакта круга и изделия: $a_x = /.62e = 180^{\circ}$ и $a_u = /.62d = 60^{\circ}$ для точки «г» (рис. 1), $a_x - A\delta e^2 - 60^{\circ}$ и $a_u = Zae6 = 300^{\circ}$ для впадины «в». Кроме того, в формуле (13) учитывалось, что источник находится только по одну сторону от вершины клина.

Приведем необходимые выражения для величин, входящих в расчетные зависимости. Из рис. 3 можно определить геометрические параметры Z_v и Z_k (координаты точки наблюдения *c* произвольной траектории на грани, отсчитываемые соответ-

ственно от т. O_{μ} и O_{μ}), а также h_{μ} и h_{κ} (половины длин соответствующих точек в зоне контакта).



Рис. 3. Схема к определению геометрических величии в зоне контакта

где

Имеем:

$$\beta = \frac{1}{2} \operatorname{arc} \cos \frac{r_{1u}}{r'}; \ h_{u}^{c} = r'\beta = \frac{r'}{2} \operatorname{arc} \cos \frac{r_{1u}}{r'}; h_{s}^{c} = \frac{1}{2} MT = \frac{1}{2} \sqrt{OM^{2} - OT^{2}} = \frac{1}{2} \sqrt{r_{s}^{2} - r'^{2} \cdot \cos^{2} \psi}.$$

 $Z_{\mu}=O_{\mu}c=-r'(\beta-\psi),$

Если задавать положение термопары в данный момент координатой Z_{μ} , то соответствующая координата Z_{κ} выразится в виде

$$Z_{x} = O_{x}c = h_{x}^{c} - cT = \frac{1}{2}\sqrt{r_{x}^{2} - r'^{2} \cdot \cos^{2}\psi} - r'\sin\psi, \qquad (16)$$

причем у выражается через Z_x, из (15)

$$\psi = \beta + \frac{Z_u}{r'}$$

Для точки «г» $r' = r_{\mu}$, и формулы упрощаются. Несколько иначе рассчитываются геометрические величины для точки «в», перемещающейся по впадине резьбы. Головка термопары, сошлифовываясь, описывает почти прямолинейную траекторию в (рис. 4) вдоль периферии шлифовального круга.

Тогда

$$h_{\kappa}^{\sigma} \approx \sqrt{\frac{r_{1u} \cdot l}{2}}; h_{u}^{\sigma} \approx \sqrt{\frac{r_{1u} \cdot t}{2}},$$



Рис. 4. Схема к определению геомстрических соотношений

145

(15)

где t - глубина резания, $l = r_u - r_{x_u} \setminus z_K = h_K - h_u + z_u$.

Проекция области контакта круга с изделием на плоскость, перпендикулярную оси круга, приближенно представляется полусегментом *AEN* (см. рис. 3), откуда можно найти номинальную площадь контакта:

$$>_{\mathfrak{A}} \frac{\underline{\mathsf{T}} \underline{\mathsf{u}}^{\wedge} \, "\Gamma - \underline{\mathsf{\Pi}} \underline{\mathsf{u}} \sin \underline{\mathsf{v}})}{\cos a/2} \tag{17}$$

где a - угол профиля резьбы (в нашем случае $a = 60^{\circ}$), $y = arc \cos^{-1}$ (рад.). Фак-

тическая площадь контакта зерен алмазного круга с изделием

$$S_o = n_{,,} - S_H - S_{,,} \tag{18}$$

где n_p - число режущих зерен на единицу поверхности, S_3 - площадь контакта одного зерна [5].

Плотность теплового потока находится по формуле

$$q = \frac{F - V}{> \phi} \tag{19}$$

при этом значения главной составляющей силы резания F_z определяются опытным путем.



Р и с. 5. Схема расположения электродов полуискусственной термопары

В экспериментах контактная температура в зоне шлифования резьбы определялась методом полуискусственной термопары, позволяющим получать наиболее надежные результаты [1, 3]. Для измерения температур в разных по высоте профиля точках резьбы (во впадине -d, посередине $-^{/_2}$ ^{и на} вершине -d) использовались три медных проволочных электрода диаметром 0,1 мм, которые помещались между притертыми торцами двух твердосплавных колец в специально прорезанных пазах через 90° и изолировались от них (рис. 5).

Пазы предохраняли проволочки от раздавливания, а изоляцию - от разрушения. Открытые торцы зажатых проволочек 1, 2 и 3 выводились на поверхность колец, установленных на центровой оправке и изолированных от неё текстолитовыми втул-146 ками. Свободные концы электродов, проложенных в сквозных отверстиях текстолитовых втулок через токосъемное устройство и штепсельный разъем, подключались к шлейфам осциллографа (рис. 6). Вторым проводником для всех термоэлементов служила проволочка 4, соединенная также с токосъемным устройством.

Перед каждым опытом с помощью корректировочного механизма станка и профильного микроскопа мод. М12 вершина круга совмещалась с электродом 1 (см. рис. 5). В этом случае при нарезании полного профиля резьбы термопара 1 позволяла измерять температуру во впадине, 2 - посередине и 3 - на вершине профиля резьбы.

В момент перерезания электрода термоэлектродвижущая сила, соответствующая наибольшей контактной температуре, регистрировалась на фотобумаге осциллографа H-700. Для измерения термоэлектродвижущей силы использовались шлейфы типа M001.1A с чувствительностью 1400 мм/мА и собственной частотой 120 Гц, что позволяло записывать термотоки без применения усилителя и повысить точность определения температуры

(рис. 6).

Расшифровка осциллограмм осуществлялась по результатам динамического тарирования термопар. Динамическое тарирование позволяет приблизиться к реальным условиям процесса резьбошлифования, при которых каждая точка в зоне обработки испытывает кратковременное (различной длительности) тепловое воздействие.



Экспериментальное исследование контактных температур осуществлялось при шлифовании резьбы М 39х 2 на заготовках из безвольф рамового твердого сплава (БТС) марки ТН-20 кругами *А2П350*-6-203-60°, содержащими алмазы АСВ зернистостью 125/100, 100/80 и 80/63 с относительной концентрацией 100 и



Р и с. 6. Схема исследования контактной температуры





1 y = 44 M/c, $V_s = 0.6$ M/MIH, t = 0.1 MM / o6; 2. - t' = 44 M/c. $V_s = 1.2$ M/MIH, t = 0.2 MM / o6

150% на металлической связке МІ. В качестве СОЖ использовалось масло индустриальное марки И-12А.

Скорость главного движения резания V менялась в пределах от 27 до 44 м/с, скорость движения подачи V_i - от 0,2 до 1,2 м/мин, глубина шлифования t - от 0,05 до 0,2 мм / об. Исследованиями установлено, что с ужесточением режимов шлифования V, V_i , t контактные температуры на всех диаметрах (d, d_2 и di) возрастают. На рис. 7 показано распределение температуры по высоте профиля резьбы в зависимости от режимов обработки. Кривая 1 характерна для случая, когда съем твердого сплава Q не превышает 85⁻⁹⁰ мм /мин, а кривая 2 - для случая Q>100 мм³/мин. Сплошные линии отражают результаты расчета по формуле (14), а штрихпунктирные - экспериментальные данные.

Различный характер распределения температур на вершине профиля резьбы, зависящий от режимов обработки, объясняется, по-видимому, следующим. При малых глубинах резания / и скоростях движения подачи V_s происходит более равномерный прогрев изделия. Это приводит к плавному снижению температуры от впадины к вершине резьбы. С повышением t и V_s вследствие неравномерного нагрева детали на вершине резьбы происходит резкое и значительное повышение температуры. К тому же сказываются худшие условия теплоотвода от наружной поверхности внутрь витка резьбы.

Рассматривая полученные данные, видим, что при резьбошлифовании безвольфрамовых твердых сплавов происходит высокий (до 700 °C) локальный нагрев по впадине резьбы и значительно меньший - на грани и вершине. Температурная неоднородность и резкое изменение градиента температуры приводят к возникновению значительных термических напряжений, превышающих предел прочности сплава. Последние вызывают различные дефекты на обрабатываемой поверхности (мелкие выкрашивания и сколы).

Наличие в структуре твердых сплавов микроконцентраторов напряжений (пор, кольцевых зерен и скоплений карбидов) увеличивает их чувствительность к возникновению шлифовочных дефектов (трещин, мелких выкрашиваний, сколов и др.). Концентраторы, являясь адиабатическими стенками, препятствуют распространению тепла. При более низкой теплопроводности обрабатываемого материала, например БТС, они способствуют большей локальной концентрации тепла и, соответственно, увеличению температурного градиента.

Из рассмотренного выше следует, что режимы обработки должны выбираться исходя из предельно допустимой температуры нагрева контактных поверхностей, исключающей возможность образования дефектов изделия в виде мелких сколов на вершине резьбы.

Комплексное изучение температур в зоне резания и качества поверхности резьбы позволило экспериментальным путем установить для сплава TH-20 критический предел температур 7²=520-550 °C. В исследованном диапазоне превышение T_{sp} приводило к образованию на поверхности дефектов. На основе полученных данных за верхнюю границу области режимов обработки по допустимой температуре принимаем T = 500 °C. С целью снижения T в зоне обработки шлифование резьбы на БТС следует выполнять в области меньших скоростей главного движения резания.

По результатам экспериментальных исследований для расчета максимальной контактной температуры во впадине резьбы, нарезаемой на сплаве TH-20, получена формула

$$T_{dt} = 59, 5\Gamma^{,6*} \cdot t''^{-} - V_{\cdot}^{,*} \cdot K_{3T} \cdot K_{KT}, \qquad (20)$$

где K_{m} и K_{m} - коэффициенты, учитывающие влияние величины зерна и относительной концентрации алмазов в круге на температуру. Их значения даны в таблице.

Коэффици-	Зернистость, мкм		Относительная концентрация, %		
енты	125/100	100/80	80/63	100	150
K3m	1,00	0,95	0,91	-	-
K	-	-	-	1,00	0,93

Значения температурных коэффициентов

С уменьшением зернистости и повышением относительной концентрации алмазов возрастает число зерен, участвующих в контакте круга с изделием, и, следовательно, количество тепловых импульсов. В результате работы большого числа зерен улучшается теплоотвод из зоны шлифования, что приводит к снижению температуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Власова С А. Исследование и оптимизация процесса резьбощлифования.: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Горький, 1980 24 с.
- 2. Сипайлов В. А. Тепловые процессы при шлифовании и управление качеством поверхности. М.: Машиностроение, 1978. 167 с.
- Успенский Н.В. Исследование тепловых факторов при шлифовании резьбы на авиационных материалах // Повышение ресурса работы авиационных деталей технологическими средствами: Сб. науч. тр. Моск. авиац.-технол. ин-та, 1969. - Вып. 60. - С. 33-49.
- 4. Якимов А.В. Оптимизация процесса шлифования. М.: Машиностроение, 1975. 176 с.
- Абразивная и алмазная обработка материалов: Справочник / Под ред. А.Н. Резникова, М: Машиностроение, 1977. - 384 с.

Статья поступила в редакцию 27 августа 2009 г.

UDC 621.99: 536.5

TEMPERATURE FIELD AT THREAD-GRINDING RESEARCH

N.A. Yermokhin

Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya str., Samara, 443100

Thermophysical model of thread-grinding process is offered, which takes into account geometrical shape of the contact point and dynamic item and grinding-wheel interworking. Heat problem has been analytically solved, and temperature correspondences which allow evaluation of limits set on thread-grinding levels for defect avoidance are received in order to find contact temperature. Calculations results are supported by experimental investigations.