

Библиотеки конструктора штампов. Параметрические библиотеки конструктора штампов ориентированы на проектирование штампов холодной листовой штамповки различных конструкций (разделительных, гибочных, вытяжных и т. д.).

Библиотека конструктивов содержит параметрические изображения различных типовых элементов, используемых при создании конструкторских чертежей. Это различные геометрические формы, профили отверстий, крепежные детали (винты, штифты, болты и т. д.), системы отверстий в плане.

Библиотека деталей штампов содержит параметрические изображения всех основных деталей, используемых при проектировании штампов. Это плиты, колонки, втулки, хвостовики, пуансоны, пуансон-матрицы, траверсы, ножи, штыри транспортные, толкатели и т. д.

Библиотека элементов фиксации содержит ряд различных элементов, применяемых для фиксации заготовки при штамповке: упоры, трафареты, фиксаторы, пружины, пружинные пакеты, прижимы и т. д. Существует возможность отрисовки элемента фиксации как в сборе, так и отдельных его составляющих. Каждый элемент Библиотек

конструктора штампов включает возможность отрисовки параметрического изображения с автоматической простановкой всех необходимых размеров. Кроме того, для стандартных изделий параметры элементов можно выбирать из стандартного ряда или задавать нестандартные параметры.

Библиотеки конструктора пресс-форм. Библиотеки содержат конструктивные элементы, используемые при проектировании пресс-форм (стандартные и унифицированные детали, фрагменты чертежей и т. п.). Элементы сгруппированы по функциональному назначению (колонки, втулки, толкатели, хвостовики и т. д.). Выбор необходимых элементов из Библиотек осуществляется с помощью текстовых и слайдовых меню. При работе с Библиотеками конструктору предоставляется возможность выбора параметров конструктивных элементов из таблиц стандартных значений, а режим диалога позволяет присваивать параметрам произвольные значения, т. е. проектировать оригинальную деталь на базе стандартного прототипа.

*Использованы материалы:
<http://www.ascon.kiev.ua/>*



ПРИКЛАДНЫЕ НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ

УДК 621.923

ОБЩИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Гершиков Илья Владимирович, генеральный директор ЗАО «Азовский машиностроительный завод», ул. Гагарина, 7, г. Бердянск, Запорожская область, 71111
Контактный тел.: (06153) 45-97-9
E-mail: direktor@amz.com.ua

У роботі наведені аналітичні залежності для визначення температури шліфування, які дозволили з єдиних позицій оцінити можливості зменшення температури різання для різних схем шліфування.

Ключові слова: шліфування, температура різання, якість обробки.

В работе приведены аналитические зависимости для определения температуры шлифования, которые позволили с единых позиций оценить возможности уменьшения температуры резания для различных схем шлифования.

Ключевые слова: шлифование, температура резания, качество обработки.

1. Введение

Исследования, о которых идет речь в статье, относятся к области технологии машиностроения, в частности к механической обработке деталей машин. Как показывает практика, на операциях

шлифования вследствие высокой температуры резания на обрабатываемых поверхностях образуются прижоги, микротрещины и другие температурные дефекты, которые приводят к снижению качества обработки и эксплуатационных свойств детали. Вопросу снижения температуры резания

в научно-технической литературе уделено большое внимание, ему посвящены многочисленные исследования украинских и зарубежных ученых, однако он до сих пор в полной мере не решен. Для его решения необходимы новые эффективные технологии шлифования, обеспечивающие снижение силовой и тепловой напряженности процесса обработки и соответственно температуры резания.

2. Постановка проблемы

Для решения проблемы снижения температуры резания при шлифовании и повышения качества обработки важно располагать функциональными связями температуры с основными параметрами обработки, включая режимы резания, характеристики инструмента и т. д. Это позволит определить параметры, в наибольшей степени влияющие на температуру резания, за счет которых можно добиться существенного ее уменьшения без снижения производительности обработки. Исследования проводились в рамках тематического плана работ ЗАО «Азовский машиностроительный завод».

3. Анализ последних достижений и публикаций

В работах [1–3] приведены аналитические зависимости для определения температуры резания для различных схем шлифования. Однако, они получены на основе различных теоретических подходов, что не позволяет произвести сопоставимые сравнения данных схем шлифования с точки зрения уменьшения температуры резания при заданной производительности обработки и выбрать лучший вариант шлифования. Таким же недостатком обладают эмпирические зависимости для определения температуры резания, полученные на основе экспериментальных исследований, поскольку они справедливы для частных условий обработки и не позволяют получить общие решения, охватывающие различные кинематические схемы шлифования. Поэтому данная статья посвящена теоретическому анализу с единых позиций температуры резания для различных схем шлифования, что открывает новые технологические возможности повышения эффективности процесса шлифования в плане обеспечения высококачественной и высокопроизводительной обработки.

4. Цель работы

Обоснование условий повышения качества и производительности обработки на основе уменьшения температуры резания при шлифовании.

5. Результаты исследований

В работе [4] приведена упрощенная аналитическая зависимость для определения температуры резания при шлифовании:

$$\theta = \frac{q \cdot l_2}{\lambda} = \sigma \cdot V_{\text{рез}} \cdot \sqrt{\frac{2}{c \cdot \rho \cdot \lambda}} \cdot \tau, \quad (1)$$

где $q = \sigma \cdot V_{\text{рез}}$ — плотность теплового потока, Вт/м²; σ — условное напряжение резания, Н/м²; $V_{\text{рез}}$ — скорость перерезания шлифовальным кругом адиабатического стержня, набором которых представлен

снимаемый припуск (рис. 1), м/с; $l_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot \lambda \cdot \tau}{c \cdot \rho}}$ —

глубина проникновения тепла в поверхностный слой обрабатываемой детали, м; λ — коэффициент теплопроводности обрабатываемого материала, Вт/(м · град); c — удельная теплоемкость обрабатываемого материала, Дж/(кг · град); ρ — плотность материала, кг/м³; τ — время контакта шлифовального круга с адиабатическим стержнем, с.

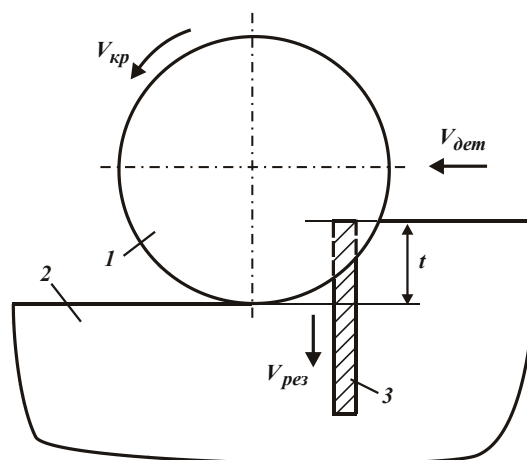


Рис. 1. Расчетная схема плоского шлифования:
1 — круг; 2 — деталь; 3 — адиабатический стержень

Из зависимости (1) следует, что уменьшить температуру шлифования θ можно за счет уменьшения условного напряжения резания σ , скорости перерезания адиабатического стержня $V_{\text{рез}}$ и времени контакта круга с адиабатическим стержнем τ . Очевидно, уменьшение $V_{\text{рез}}$ приводит к уменьшению производительности обработки, что неэффективно. Поэтому основным условием уменьшения температуры шлифования θ необходимо рассматривать уменьшение условного напряжения резания σ (за счет повышения режущей способности круга и снижения интенсивности трения в зоне резания) и времени контакта круга с адиабатическим стержнем τ (за счет периодического прерывания процесса шлифования с целью обес-

печения охлаждения стержня — обрабатываемой детали). В этом плане более эффективно применение жесткой схемы шлифования с возвратно-поступательным перемещением обрабатываемой детали и периодически выходом ее из контакта с кругом.

Шлифование по упругой схеме предполагает непрерывный контакт круга с обрабатываемой деталью (адиабатическим стержнем) и соответственно неограниченное увеличение времени обработки τ (при заданной скорости $V_{рез}$), что ведет к увеличению температуры шлифования θ . Поэтому в данном случае требуется достаточно интенсивное охлаждение обрабатываемой детали в процессе шлифования, чтобы поддерживать на заданном уровне температуру θ , т. е. за счет непрерывного охлаждения детали необходимо нивелировать рост θ с увеличением времени обработки τ в соответствии с зависимостью (1).

Скорость $V_{рез}$ при шлифовании по упругой схеме определяется из зависимости радиальной составляющей силы резания

$$P_y = \frac{P_z}{K_{ш}} = \frac{\sigma \cdot S \cdot V_{рез}}{K_{ш} \cdot V_{кр}}, \quad (2)$$

где $P_z = \sigma \cdot Q / V_{кр}$ — тангенциальная составляющая силы резания, Н; $Q = S \cdot V_{рез}$ — производительность обработки, м³/с; S — площадь поперечного сечения обрабатываемой детали (адиабатического стержня), м²; $K_{ш}$ — коэффициент шлифования.

Разрешая зависимость (2) относительно $V_{рез}$ и подставляя полученное выражение в (1), имеем

$$\theta = K_{ш} \cdot p \cdot V_{кр} \cdot \sqrt{\frac{2}{c \cdot \rho \cdot \lambda} \cdot \tau}, \quad (3)$$

где $p = P_y / S$ — нормальное давление в зоне резания, Н/м².

Из зависимости (3) следует, что при шлифовании по упругой схеме температура θ тем больше, чем больше коэффициент шлифования $K_{ш}$, нормальное давление в зоне резания p , скорость круга $V_{кр}$ и время контакта круга с адиабатическим стержнем τ . При этом увеличение температуры θ с увеличением $K_{ш}$ связано с увеличением скорости $V_{рез}$ и соответственно производительности обработки Q .

Аналогично изменяется и тангенциальная составляющая силы резания $P_z = K_{ш} \cdot P_y$ с увеличением $K_{ш}$ при условии $P_y = \text{const}$. Следовательно, чем выше режущая способность шлифовального круга, тем больше P_z и температура шлифования θ , что обусловлено, как отмечалось выше, увеличением скорости $V_{рез}$ и соответственно производительности обработки Q . Из этого вытекает, что все факторы, способствующие увеличению коэффициента шлифования $K_{ш}$ при шлифовании по упругой схеме ($P_y = \text{const}$), приводят к увеличению P_z , т. к. $P_z = K_{ш} \cdot P_y$ зависит лишь от двух параметров — $K_{ш}$ и P_y .

Проведем анализ температуры, возникающей при шлифовании по жесткой схеме, для чего преобразуем зависимость (1) с учетом выражений $V_{рез} = t/\tau$ и $\tau = l/V_{дет}$:

$$\theta = \sigma \cdot t \cdot \sqrt{\frac{2}{c \cdot \rho \cdot \lambda} \cdot \frac{1}{\tau}} = \sigma \cdot t \cdot \sqrt{\frac{2}{c \cdot \rho \cdot \lambda} \cdot \frac{V_{дет}}{l}}, \quad (4)$$

где t — глубина шлифования, м; l — длина контакта шлифовального круга с адиабатическим стержнем, м; $V_{дет}$ — скорость детали, м/с.

При плоском шлифовании периферией круга [4]: $l = \sqrt{2 \cdot t \cdot R_{кр}}$, а при плоском шлифовании торцом круга $l = B$, где $R_{кр}$ — радиус круга, м; B — ширина рабочей части торцевого круга, м. Очевидно, во втором случае (т. е. при плоском шлифовании торцом круга) величина l больше, поэтому будет меньше температура шлифования θ , определяемая зависимостью (4). Например, для исходных данных: $t = 0,01$ мм; $R_{кр} = 300$ мм, имеем $l = 2,45$ мм. Ширина рабочей части торцевого круга изменяется в пределах $B = 10-40$ мм. Поэтому, применяя шлифование торцом круга, можно существенно уменьшить температуру шлифования θ . Этим можно объяснить то, что заточка режущего инструмента осуществляется в основном торцом абразивного или алмазного круга. Это исключает образование на обрабатываемых поверхностях температурных дефектов и обеспечивает высококачественную обработку.

Как показывает практика, увеличить величину l при шлифовании периферией круга можно увеличением радиуса круга $R_{кр}$. Однако, габариты шлифовального круга ограничены и поэтому на практике этот вопрос решается путем создания на круге конусной части с углом при вершине 2α (рис. 2,а). В этом случае приведенный (условный) радиус круга R в плоскости, проведенной перпендикулярно плоскости шлифования, будет отличаться от радиуса круга $R_{кр}$ в плоскости, проведенной под углом α к плоскости шлифования. В этом несложно убедиться, рассматривая расчетную схему (рис. 2,б), откуда вытекает уравнение $(R-t)^2 = R^2 - t^2$. Разрешая его относительно R , имеем:

$$R = \frac{(t^2 + l^2)}{2 \cdot t} \approx \frac{l^2}{2 \cdot t}. \quad (5)$$

Умножим числитель и знаменатель зависимости (5) на величину h , равную «условной» глубине шлифования OA в плоскости, проведенной под углом α к плоскости шлифования (рис. 2,а):

$$R = \frac{l^2}{2 \cdot t} \cdot \frac{h}{h} = \frac{l^2}{2 \cdot h} \cdot \frac{h}{t}. \quad (6)$$

Очевидно, в этом случае расчетная схема, приведенная на рис. 2,б, трансформируется в расчетную

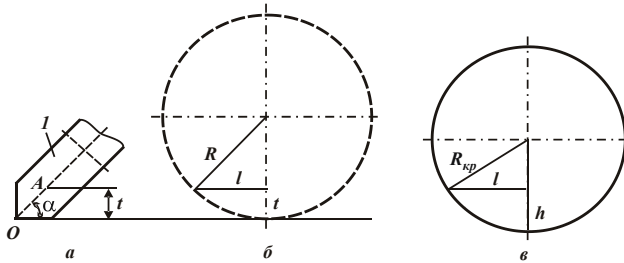


Рис. 2. Расчетные схемы шлифования конусным кругом 1

схему, приведенную на рис. 2, в. Для нее справедлива преобразованная зависимость (5):

$$R = \frac{l^2}{2 \cdot h}. \quad (7)$$

Для обеих схем величина l остается постоянной. Тогда, подставляя зависимость (7) в (6) с учетом $t/h = \sin \alpha$ (рис. 2, а), получим

$$R = R_{кр} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}. \quad (8)$$

Как видно, приведенный (условный) радиус круга R всегда больше радиуса круга $R_{кр}$. При условии $\alpha \rightarrow 0$, имеем $R \rightarrow \infty$. Таким образом, аналитически доказано, что создание на периферии круга конуса с углом при вершине 2α приводит к увеличению R и соответственно величины l , что создает объективные предпосылки уменьшения температуры шлифования θ . В этом случае температура шлифования θ может быть меньше температуры при шлифовании торцом круга, т. к. $l > B$. Следовательно, шлифование конусным кругом является важным фактором снижения температуры шлифования θ . Полученное теоретическое решение согласуется с известными экспериментальными данными, например, установленными

при зубошлифовании конусным кругом. В этом случае на обрабатываемых поверхностях отсутствуют прижоги и микротрещины. Необходимо отметить, что эффект от применения конусного круга имеет место в основном при плоском шлифовании. При круглом наружном шлифовании такой эффект фактически отсутствует. Это вытекает из зависимости для определения длины дуги контакта круга с обрабатываемой деталью [4]:

$$l = \sqrt{\frac{2 \cdot t}{\left(\frac{1}{R_{кр}} + \frac{1}{R_{дет}}\right)}}, \quad (9)$$

где $R_{дет}$ — радиус детали, м.

При небольшом $R_{дет}$ увеличение $R_{кр} \rightarrow \infty$ фактически не приводит к увеличению величины l , т. к. она определяется вторым слагаемым в знаменателе зависимости (9), которое многократно превышает первое слагаемое, в результате чего

$$l = \sqrt{2 \cdot t \cdot R_{дет}}.$$

6. Выводы

Проведен теоретический анализ условий уменьшения температуры резания при шлифовании на основе выбора рациональных параметров режима резания и характеристик инструмента при шлифовании по жесткой и упругой схемам. Показано определяющее влияние на температуру условного напряжения резания и времени контакта круга с фиксированным сечением обрабатываемой детали. Доказана эффективность осуществления плоского шлифования конусным кругом, обеспечивающим увеличение условного радиуса круга и соответственно снижения температуры резания.

Литература

1. Якимов А. В. Оптимизация процесса шлифования [Текст] / А. В. Якимов. — М. : Машиностроение, 1975. — 175 с.
2. Резников А. Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов [Текст] / А. Н. Резников. — М. : Машиностроение, 1981. — 279 с.
3. Сипайлов В. А. Тепловые процессы при шлифовании и управление качеством поверхности [Текст] / В. А. Сипайлов. — М. : Машиностроение, 1978. — 166 с.
4. Теоретические основы резания и шлифования материалов: учеб. пособие [Текст] / А. В. Якимов, Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, Б. С. Серов, А. А. Якимов. — Одесса : ОГПУ, 1999. — 450 с.

Abstract. The theoretical analysis of temperature reduction in grinding the rigid and elastic schemes. It is shown that when grinding the rigid scheme to reduce the temperature without the performance of processing can be achieved by reducing the apparent stress of cutting (by increasing the cutting capacity of the circle and reduce the intensity of the friction in the cutting zone) and time of contact with the fixed circle section of the workpiece (through periodic interruption of the process grinding in order to cool the workpiece). Found that the elastic grinding circuit can reduce the temperature by reducing the speed of the circle, the normal pressure in the cutting area and time of contact with the fixed circle section of the workpiece. A comparison of the temperature at surface grinding and the end of the circle and found that grinding butt circle due to the increased length of contact with the workpiece range temperature lower. It is shown that increase the length of the contact circle with the part when surface grinding circle can create the conical part of its surface. In this case, the conditional radius grinding can be infinitely increased, which, in fact, have led to the end face grinding wheel. This creates objective conditions reduce the temperature to the temperature level of the end face grinding circle, which is confirmed by the results of experimental studies of the process cone-grinding wheel. In this case, the area to be treated no burn marks and cracks, which provide significant improvement of the quality of treatment. We also show that the effect of the application of the cone in a circle round grinding significantly lower than in surface grinding.

Keywords: grinding, cutting temperature, the quality of treatment.