

Машиностроение, 1977. – 263с. 2. Скоростная алмазная обработка деталей из технической керамики / Н.В. Никитков, В.Б. Рабинович, В.Н. Суботин, Н.Н. Шепилов. Под. Ред. З.И. Кремня. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отд-ние, 1984. – 131с. 3. А.с. 967784 СССР мки в24в 53/00 способ правки алмазно-абразивного инструмента / В.В. Бурмистров - 4с. 4. Гусев В.В., Молчанов А.Д. Определение параметров разноразмерности зерен алмазного круга при шлифовании // физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве. Труды 5-й международной научно-технической конференции, 28-29 мая 2002. – Харьков: ХНПК «ФЭД», 2002 - с.175-179. 5. Гусев В.В. О распределении параметров срезов при глубинном круглом шлифовании периферией круга // резание и инструмент в технологических системах: межд. Научн.-техн. Сборник. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – Вып.65. – с.37-46. 6. Гусев В.В., Калафатова Л.П. Вплив стану робочої поверхні алмазного інструмента на процес шліфування крихких неметалевих матеріалів // вісник ждту - №2 (26). – 2003. – с.49-54. 7. Гусев В.В. Силы резания и формирование дефектного слоя при алмазном шлифовании керамики // надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА. – 2003.- вип. №13. – с. 70-76.

Сдано в редакцию 29.01.07

ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕВОГО ЭФФЕКТА ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

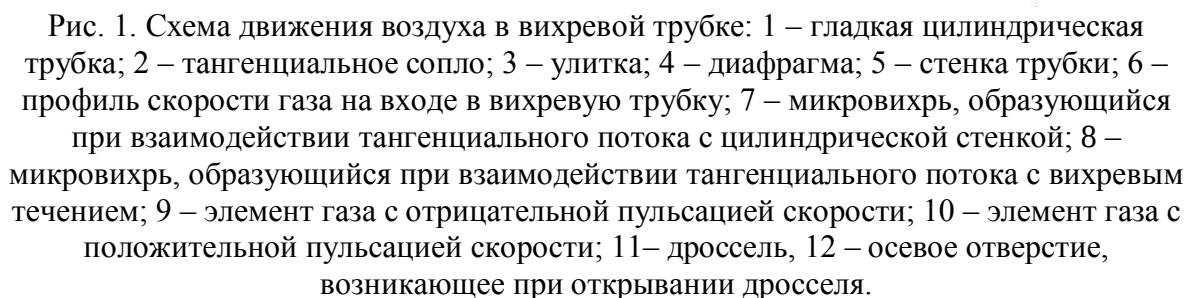
Долганов А.М., Иванова Т.Н.

(ОАО «Удмуртторф», ЧФ ПГТУ, г. Ижевск, г. Чайковский, Россия)

In a paper the problems of creation and study of vortex effect motion cooling plates during grinding.

Эффективность процесса шлифования зависит от свойств внешней среды, в которой происходит резание. Принудительное изменение свойств этой среды – один из путей управления и оптимизации процесса шлифования. Например, подача в зону резания холодного воздушного потока, появляющегося в закрученном потоке вязкого сжимаемого газа и реализующегося в вихревой трубке, позволяет снизить температуру шлифования.

Вихревая трубка представляет собой гладкую цилиндрическую трубку 1, снабженную тангенциальным соплом 2, улиткой 3, диафрагмой 4 с осевым отверстием и дросселем 11 (рис. 1). При втекании газа через сопло образуется интенсивный круговой поток, приосевые слои которого заметно охлаждаются и отводятся через отверстие диафрагмы в виде холодного потока, а периферийные слои подогреваются и вытекают через дроссель в виде горячего потока.


$$E_2 = -\frac{K}{K-1}RT^*_{\text{cop}} \left[\left(p^*_{\text{xol}} / p^*_{\text{cop}} \right)^{\frac{K-1}{K}} - 1 \right], \quad (1)$$

R – газовая постоянная.

$$E_1 = -E_2 G_{\text{yon}} / G_1, \quad (2)$$

G_1 – расход газа периферийными слоями.

$$dA_{mp} = \xi \frac{V^2}{2qd_1} dx. \quad (3)$$

d_1 – диаметр вихревой трубки,

V – результирующая скорость потока газа.

Проинтегрируем выражение (3) в пределах (рис. 1) от входного сопла до вентиля и вентиля до диафрагмы получим потери на трение при движении газа: по периферии вдоль стенок трубы:

$$A_{1mp} = \xi \frac{V^2}{2gd} \int dx = \xi_{1cp} \frac{V_{1cp}^2}{d_1 2g} \int_{l_2}^{l_1+l_2} dx = \xi_{1cp} \frac{V_{1cp}^2}{2g} \frac{l_1}{d_1} \quad (4)$$

при движении газа от оси трубы к диафрагме:

$$A_{2mp} = \xi_{2cp} \frac{V_{2cp}^2}{d_2 2g} \int_0^{l_2} dx = \xi_{2cp} \frac{l_2}{d_2} \frac{V_{2cp}^2}{2g}. \quad (5)$$

Индекс 1 относится к гладкостенной цилиндрической трубке, 2 – тангенциальному соплу.

Зная потери полного давления газа при его движении вдоль стенок вихревой трубки по винтовой линии, можно определить необходимую длину пути газа от входного сопла до вентиля. По длине пути газа и диаметру вихревой трубки определяется длина вихревой зоны (за длину вихревой зоны берется расстояние от диафрагмы до вентиля).

Полное давление периферийных слоев газа падает за счет работы сил трения, которые пропорциональны длине пути потока и квадрату его скорости. Поэтому потери на трение можно уменьшить двумя способами: уменьшением скорости движения потока газа или уменьшением длины пути газа от входного сопла до дроссельного вентиля. При полном давлении газа на входе в вихревую трубку выше критического скорость движения потока нельзя уменьшить ниже критической, поэтому входное сопло нужно конструировать так, чтобы средняя скорость потока газа на входе в сопло была критической. При изменении длины пути газа по винтовой линии вдоль стенок трубки полное давление перед вентиляем изменяется. При этом изменяется как перепад давлений при движении газа от вентиля к диафрагме, так перепад температур между входом в вихревую трубку и выходом из нее. Для передачи всей избыточной энергии от осевых слоев к периферийным они должны пройти некоторый путь. Этот путь будет тем больше, чем больше количество передаваемой энергии. С изменением необходимой длины пути газа должна изменяться и длина вихревой трубки.

Поэтому, с одной стороны, длина вихревой трубки должна быть такой, чтобы потери на трение при движении потока газа о стенки трубки были минимальными. С другой стороны, длина вихревой трубки должна быть достаточной для перехода ее избыточной энергии газа от осевых слоев к периферийным. Установлено [1], что для обеспечения плавности входа газа и хорошей осевой симметрии оптимальное соотношение ширины b к высоте h_{1cp} потока в цилиндрической трубке должно быть равно двум. С учетом этого длина вихревой трубки примет, следующий вид:

$$l_{1T} = \frac{b_1}{\pi(d_1 - h_{1cp})} A_{1mp} \frac{d_1}{\xi_{1cp}} \frac{2g}{V_{1cp}}. \quad (6)$$

$$l_{2T} = \frac{b_2}{\pi \cdot d_2} A_{2mp} \frac{d_2}{\xi_{2cp}} \frac{2g}{V_{2cp}^2}. \quad (7)$$

Расчет ведется методом последовательных приближений и считается законченным при $l_{1T} = l_{2T}$.

Анализ результатов расчет по зависимостям (6, 7) показал, что длина вихревой трубки зависит от ее диаметра и может изменяться в диапазоне 4 – 10 диаметров. При сокращении длины вихревой зоны уменьшается эффект охлаждения. Увеличение

длины вихревой зоны делает практически невозможным размещение вихревой трубки в шлифовальном круге. Если сделать вихревую зону в виде усеченного конуса с расширением в сторону дросселя и с углом конусности около 7° , то длину вихревой трубки можно уменьшить до 4-х диаметров при сохранении максимального эффекта охлаждения. Но значительное сокращение длины вихревой зоны затрудняет процесс энергетического обмена между вихрями, в этом случае особое значение приобретает форма горячего конца вихревой трубы, обеспечивающая создание турбулентности формирующегося здесь вынужденного вихря, но конструкция в этом случае значительно усложняется.

С увеличением размера сопла растет общий расход газа через вихревую трубку, что приводит к повышению гидравлического сопротивления отверстия диафрагмы, а, следовательно, к повышению уровня давления в вихревой зоне. Но увеличение общего расхода (и расхода холодного потока) уменьшает эффект подмешивания к холодному потоку теплового пограничного слоя, текущего по плоскости диафрагмы, что приводит к увеличению эффективности вихревой трубки.

При получении оптимальных характеристик необходимо учитывать определенное соотношение между диаметром вихревой трубки и площадью F_c проходного сечения входа сопла. С увеличением F_c растет общий расход газа, что приводит к увеличению гидравлического сопротивления отверстия диафрагмы (холодному потоку), к повышению давления в вихревой зоне и снижает эффект охлаждения. Но увеличение общего расхода и расхода холодного потока уменьшает эффект подмешивания к холодному потоку теплового пограничного слоя, текущего по плоскости диафрагмы, что увеличивает эффективности вихревой трубки. Эти два противоположно влияющих фактора дают оптимальное значение величины проходного сечения сопла. Которое выражается относительной величиной F'_c , являющейся отношением площади F_c проходного сечения сопла к площади поперечного сечения d_1 вихревой трубки. Установлено [1], что оптимальное значение относительной площади F'_c проходного сечения сопла лежит в пределах: $0,085 < F'_c < 0,1$. Нижнее значение соответствует повышенному значению давления поступающего на вход сопла сжатого газа. Верхнее значение принимается в случае максимального эффекта охлаждения.

Если обозначить полную температуру и давление у поступающего в сопло сжатого газа через T^* и p^* , у холодного потока – через $T^*_{хол}$ и $p^*_{хол}$, а у горячего – $T^*_{гор}$ и $p^*_{гор}$. Тогда эффект охлаждения холодного потока и эффект нагрева можно оценить по следующей разности температур:

$$\Delta T_{хол} = T^* - T^*_{хол}, \Delta T_{гор} = T^*_{гор} - T^* \quad (8)$$

Абсолютный эффект охлаждения $\Delta T_{хол}$ зависит от относительной доли охлажденного потока μ , который определяется через уравнение теплового баланса [1]:

$$\mu = \Delta T_{гор} / (\Delta T_{гор} + \Delta T_{хол}) \quad (9)$$

Важной характеристикой режима работы вихревой трубки является степень расширения в вихревой трубке:

$$\pi' = p^* / p_{хол} \quad (10)$$

Каждое входящее в выражение (10) давление сильно влияет на характеристики вихревой трубки. С ростом π' заметно возрастает эффект охлаждения, особенно в интервале $1 < \pi' < 8$. При дальнейшем возрастании π' темп роста эффекта охлаждения снижается. При неизменном π' и снижении уровня давлений p^* и $p_{хол}$ эффект охлаждения незначительно уменьшается в виду снижения общего расхода.

Для обобщения оценки эффективности вихревой трубки вместо эффекта охлаждения рассматривают безразмерную величину температурную эффективность η :

$$\eta_t = \Delta T_{хол} / \left[T^* \cdot \left(1 - \langle 1/\pi' \rangle^{0,286} \right) \right] \quad (11)$$

Максимальное значение абсолютного эффекта охлаждения $\Delta T_{хол}$ достигается при относительной доли холодного потока $\beta = 0,2 \div 0,3$. Дальнейшее уменьшение β на холодном конце приводит к внутренней перестройке потока (из-за повышения гидравлического сопротивления вихревой трубки) и значительном росте влияния на эффекты теплообмена с окружающей средой. Для получения минимального значения p^* целесообразно принимать $\beta = 0,3$, соответствующее η_{tmax} , а максимальная экономичность наступает при $\beta = 0,65$ и соответствует $(\eta_t)_{max}$, при меньших β экономичность возрастает с ростом степени расширения газа π' в вихревой трубке. Уменьшение p^* приводит к незначительному снижению величины η_t .

Анализ вихревого эффекта показывает, что с экономической точки зрения процесс вихревого энергетического разделения газов в вихревой трубке является высокоэффективным. Применение вихревой трубки решает проблему охлаждения зоны шлифования без применения традиционных СОЖ. Как показали исследования [2], особенно вихревая трубка, встроенная в шлифовальный круг, эффективна в случаях, когда применение обычных СОЖ затруднено или недопустимо, а также, если она не обеспечивает требуемого технологического эффекта, например при обработке металлов, склонных к сильному налипанию на шлифовальный инструмент, при обработке нержавеющей стали и титановых сплавов.

Список литературы: 1. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. Куйбышев: КуАИ. 1988. С. 223. 2. Долганов А.М. Повышение эффективности шлифования за счет применения инструмента с вихревым охлаждением. Сб. статей международной научно-техн. конф. «Процессы абразивной обработки, абразивные инструменты и материалы». Волжский: Волжский институт строительства и технологий (филиал) ВолГАСУ, 2006. с. 142 – 145.

Сдано в редакцию 29.01.07

ФРЕТТИНГ-ИЗНОС РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Ерохин В.В. (БГТУ, г. Брянск, Россия)

In clause substantive provisions by definition of deterioration of functional surfaces of details of adaptations depending on contact slidings and fatigue failures of a relief of a contacted surface are stated at action on a surface of variable oscillating external forces. Management in this parameter at a stage of design technological preparation of manufacture allows to raise accuracy and quality as adaptations, and processable.

Точность и долговечность станочного приспособления определяются параметрами износостойкости материалов его деталей. Основное влияние на износ функциональных поверхностей деталей станочных приспособлений оказывает фреттинг-износ.

Фреттинг-износ поверхностей установочных опор и поверхностей других деталей приспособления, зависит от следующих факторов: