

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ
ОБРАБОТКЕ КАМЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ****Беспалова А.В. к.т.н. доц.****Дашковская О.П. к.т.н. доц.**

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Лебедев В.Г. д.т.н проф.

Одесский национальный политехнический университет

Каменные строительные материалы естественного происхождения, включают широкую номенклатуру изделий, получаемых из горных пород. Ввиду широкого распространение таких материалов неизбежно встает вопрос об их формообразовании, которое осуществляется за счет их разрезания. Каменные поверхности обрабатывают специальными абразивными кругами, на которые нанесены абразивные зерна. Пыль при разрезании “в сухую” представляет собой совокупность микростружек, которые срезаются абразивными зёрнами. Скорость оседания пыли возрастает по мере увеличения диаметра пылинок. Поэтому в воздухе, попадающем в дыхательные пути, находится относительно мало частичек диаметром больше 5 мкм. При разрезании камня запыленность воздуха значительно превышает предельно допустимые концентрации, а разлетающаяся стружка является источником глазного травматизма. Кроме того, пыль и стружка снижают надежность и ухудшают работоспособность средств автоматизации и систем управления.

Для того, чтобы определить толщину снимаемой стружки режущим абразивным зерном, необходимо знать радиус закругления вершины зерна (зависит от номера зернистости шлифовального круга), фактическое расстояние между режущими зёрнами (в работе резки участвуют только 10 - 12% зёрен [3]). Удельное количество режущих зёрен в единице поверхности круга (зависит от I_{ϕ}), а также режима резания $V_{кр}$ – скорость вращения круга, м/с, $V_{дет}$ - скорость перемещения детали, м/с, t - глубина шлифования, мм или м; S – поперечная подача, мм/ход стола или мм/об детали. Эти величины определялись по методике, связанной с использованием искусственных микротермопар с диаметром электрода 10 мкм, изложенной в работах [1, 2], которая заключается в следующем. Образец состоял из двух половин (рис. 1).

Плоскость разъема располагалась нормально к шлифуемой поверхности и параллельно движению теплового источника по этой поверхности. На одной из плоскостей разъема закладывают термоэлектроды, покрытые изолирующим лаком. Один конец термоэлектрода выводится на поверхность образца и зашлифовывается. При этом, непосредственно на поверхности образца в одной точке происходит соединение термоэлектрода с материалом образца, в результате образуется термопара типа "термоэлектрод – деталь",

малая инерционность которой позволяет регистрировать тепловые импульсы длительностью $0,5 \cdot 10^{-6}$ с.

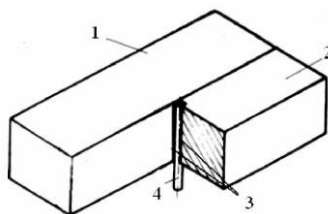


Рис. 1 – Образец для измерения температуры по закладным термоэлектродам: 1-левая половина образца, 2 - правая половина образца, 3-термоэлектроды, 4 - изоляция

Продолжительность контакта зерна с термоэлектродом τ' равна:

$$\tau = \frac{l + d S r'}{V_{кр}} \quad (1)$$

где d – диаметр термоэлектрода, мкм;

S – толщины изоляции, мкм;

r' – длина хорды окружности радиуса закругления зерна, при определенном углублении его в материал.

$$r' = \sqrt{2hr - h^2} \quad (2)$$

где h – величина углубления зерна или толщина стружки;

r – радиус закругления зерна.

Регистрация импульсов производилась по цепи: термопара – аналоговый высокочастотный усилитель (не менее 10 МГц) – аналого-цифровой преобразователь – компьютер (ноутбук).

Характерный вид теплового импульса показан на рис. 2.

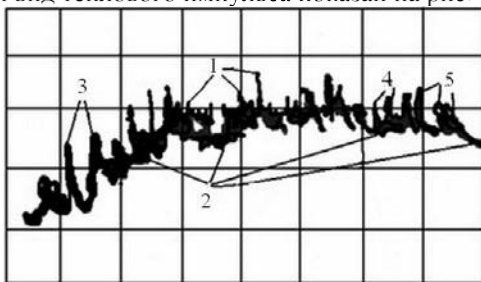


Рис. 2 – Характерный вид теплового импульса: 2 - общий температурный фон, 1 - температурные всплески от режущих зерен, 3 - τ , 4 - 2τ 5 - 3τ временные промежутки между моментами резки зернами

По зарегистрированной осциллограмме легко определить временные интервалы между моментами резки зерном микротермопары.

Зная скорость вращения шлифовального круга можно определить среднее расстояние между режущими зернами круга:

$$l_{\phi} = v_{кр} \cdot \tau_{кр} \quad (3)$$

Средняя толщина стружки, снимаемой режущим зерном, или средняя величина углубления зерна в материал определится из следующих соображений:

время контакта шлифовального круга с данной точкой шлифованной поверхности (микротермопарой):

$$\tau_{конт} = \frac{\sqrt{D t}}{v_{дет}} \quad (4)$$

где D - диаметр шлифовального круга;

длина окружности круга, которая пройдет по данной точке за это время:

$$L = \tau_{конт} \cdot v_{кр} = \frac{\sqrt{D t}}{v_{дет}} \cdot v_{кр} \quad (5)$$

количество зерен n , которые сняли припуск в данной точке

$$n = \frac{L}{l_{\phi}} = \frac{\sqrt{D t} \cdot v_{кр}}{v_{дет} \cdot l_{\phi}} \quad (6)$$

средняя толщина стружки, снимаемая режущим зерном:

$$h = \frac{t}{n} = \frac{t \cdot v_{дет} \cdot l_{\phi}}{\sqrt{D t} \cdot v_{кр}} \quad (7)$$

толщина среза одним зерном или величина пылинки:

$$h = \frac{20 t v_{дет} \cdot l_{\phi}}{v_{кр} \cdot \sqrt{D t}} \quad (8)$$

где $v_{кр}$ – скорость вращения круга, t – глубина шлифования,

l_{ϕ} – фактическое расстояние между режущими зернами в кругу.

Средний размер стружек (пылинок) показан на рис. 3.

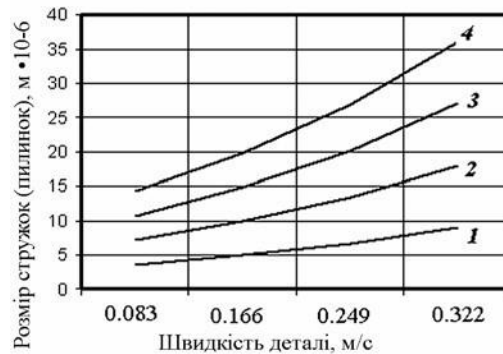


Рис. 3 – Средний размер стружек (пылинок) в зависимости от зернистости абразивного круга и режимов обработки: 1 - зернистость 6; 2 - зернистость 10; 3 - зернистость 16; 4 - зернистость 25

Удельный объем пылинок, образующийся при шлифовке ,на режимах соответствующих рис. 3, представлен на рис. 4.



Рисунок 4 – Удельный объем пылинок при шлифовке

Есть два существенных фактора режимов, которые влияют на размер пылинок. Это скорость вращения круга $v_{кр}$ и глубина резания t . Анализ показывает, что размер пылинок обратно пропорционален скорости круга, т.е. при увеличении скорости круга размер пылинок снижается. Что касается глубины резания при шлифовании, то размер пылинки прямо пропорционален $t \cdot 0,5$. Таким образом, поскольку на скоростях менее 30 м/с шлифовка не выполняется, то можно ожидать уменьшения размера пылинок при переходе к скоростному шлифованию со скоростями около 50 м/с. То есть, при шлифовке образуются частицы пыли именно таких размеров, которые обладают наибольшим патогенным воздействием на организм человека.

Выводы: 1. Размеры стружек при разрезании "в сухую" находятся в диапазоне 0,4 - 6 мкм. Время оседания таких частиц составляет несколько часов, что создает значительные минутные концентрации пыли - в пределах $1,68 \cdot 10^8$ - $0,28 \cdot 10^8$ шт/м³. Таким образом, размеры стружек создают возможность создания пылевой взвеси, скорость оседания которой достаточно мала и которая в больших концентрациях находится в рабочем пространстве во время работы. Размеры пылинок находятся в диапазоне наибольшего патогенного воздействия на человека.

2. Знание закономерностей образования пыли, включая размеры пылинок, концентрация, химический состав и скорость оседания пылинок, дает возможность определить степень вредности процесса разрезания и разработать адекватную систему защиты работающего.

Литература

1. Лебедев В.Г, Аль-Аджелат С.А Радіус закруглення зерен з КНБ і середня величина стружки, що знімається ріжучим зерном. проблеми техніки // Проблеми техніки. – 2009. – №4. – С. 76 – 85.
2. Лебедев В.Г, Аль-Аджелат С.А Аналітичне визначення сил і температур різання одиничним ельборовим зерном // Вісн. Харків. національн. технічного унів-ту сільського госп-ства, 2013. – Вип. 81.– С25
3. Редько С.Г Процессы теплообразования при шлифовке металлов // - Саратов: Изд-во .Саратовского унив-та1962. – С. 231.

LAWS OF DUST FORMATION WHILE MACHINING STONE SURFACES

The cutting of stones is made by diamond discs whose rotational speed, and hence the cutting rate is 35 - 50 m/s. Due to the high intensity of the process of cutting and intensive micro chip formation, stone cutting process is accompanied by considerable dust formation which can be both harmful and dangerous factors at work.