

УДК 621

В.В. Малыхин, Ф.В. Новиков, П.А. Харитонов

Курский государственный технический университет

**Особенности шлифования инструментов
с прерывистыми поверхностями**

Статья посвящена методам снижения дефектов при шлифовании твердосплавных инструментов с прерывистыми поверхностями.

Прерывистое резание является наиболее сложным и в то же время наименее изученным вопросом в теории обработки металлов резанием. Многочисленные исследования, проведенные с целью выявления основных закономерностей процесса и в первую очередь объяснения низкой работоспособности инструмента, привели к противоречивым результатам [1, 2, 3]. В одних случаях специалисты считают основным фактором, влияющим на показатели процесса, механический удар инструмента с деталью во время врезания, в других случаях предпочтение отдается тепловым и адгезионным явлениям, сопровождающим процесс обработки. Рассмотрим некоторые особенности взаимодействия шлифовального круга с прерывистой поверхностью.

Обработка прерывистых поверхностей характеризуется периодическим кратковременным взаимодействием инструмента и детали. В отличие от установившегося процесса резания, при котором технологическая система находится в статическом равновесии, неустано-

вившийся процесс обладает дисбалансом подводимой и расходуемой энергии.

Как известно, часть энергии идет на пластические деформации обрабатываемого металла и отделение стружки, т.е. на процесс резания, а часть энергии расходуется на упругие деформации элементов технологической системы. Так, при установившемся процессе резания соотношение этих энергий во времени устанавливается и практически остается неизменным, а в случае прерывистого резания, когда взаимодействие сопровождается механическим ударом, это соотношение не постоянно на протяжении времени контакта.

В момент врезания значительная часть энергии затрачивается на деформацию элементов технологической системы. Через некоторое время процесс устанавливается и в принципе ничем не отличается от обычного резания. Поэтому основная особенность обработки прерывистых поверхностей заключена в начальной стадии взаимодействия инструмента с деталью.

Используя зависимость, полученную в [4]

$$y_{\max} = \frac{k_1^2 \cdot t}{k \left(\frac{\pi^2}{T^2} - k^2 \right)} \cdot \sqrt{\frac{\pi^2}{T^2} + k^2 - 2 \frac{\pi}{T} k \cdot \cos kT}, \quad (1)$$

может быть предложен путь повышения эффективности шлифования прерывистых поверхностей, связанный с установлением глубины шлифования, не превышающей максимальной высоты выступания зерен над уровнем связки круга. В этом случае, очевидно, обрабатываемый элемент не должен касаться связки круга, т.е. съём материала должен происходить в слое зерен выше уровня связки. Однако, учитывая, что в условиях применения весьма небольших глубин шлифования имеет место многопроходность съёма припуска (9), т.е. полный съём подводимого в зону резания материала происходит не на первом, а на последующих проходах, фактическая глубина шлифования может значительно (в 10 и более раз) превышать номинальную (установленную по лимбу станка) глубину шлифования.

Важным фактором в демпфировании удара может быть скорость круга. Поэтому рассмотрим ее влияние на силу, действующую на деталь со стороны круга в вертикальном направлении.

С физической точки зрения указанная сила представляет собой силу скоростного напора, которая по своей природе сопоставима с действием набегающего потока воздуха на крыло самолета или с движением катера по поверхности воды (глиссирование). Для установления математической зависимости силы скоростного напора выделим элемент круга массой dm (рис.):

$$dm = \rho \cdot t \cdot V_{кр} \cdot d\tau \quad (2)$$

где ρ – плотность материала связки круга, кг/м; $V_{кр}$ – скорость круга, м/с; t – глубина шлифования, м; τ – время, с.

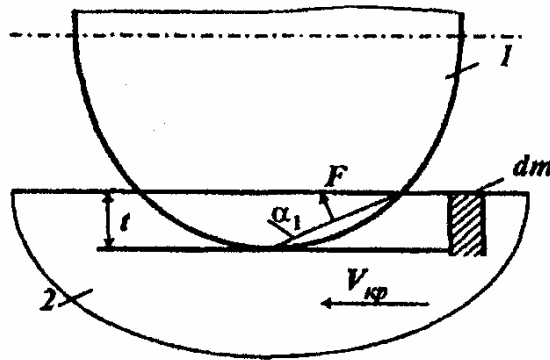


Рис. Расчетная схема: 1 – обрабатываемая деталь; 2 – рабочая поверхность круга

Масса dm производит удар по детали со скоростью $V_{кр}$. Элементарная сила удара при этом равна

$$dF = w \cdot dm \quad (3)$$

где w – ускорение, м/с; ($w = \frac{dV}{d\tau}$).

Тогда

$$dF = \frac{dV}{d\tau} \cdot \rho \cdot t \cdot V_{кр} \cdot dt = \rho \cdot t \cdot V_{кр} \cdot dV. \quad (4)$$

Скорость массы dm в момент удара изменяется от значения $V_{кр}$ до нуля. Тогда

$$F = \int_{V_{кр}}^0 \rho \cdot t \cdot V_{кр} \cdot dV = -\frac{\rho \cdot t}{2} V_{кр}^2. \quad (5)$$

Сила скоростного напора, действующая в вертикальном направлении, равна

$$F = \frac{\rho \cdot t}{2} \cdot \operatorname{ctg} \alpha \cdot V_{\text{кр}}^2. \quad (6)$$

Как следует из полученной зависимости, сила, действующая на деталь со стороны круга, пропорциональна квадрату скорости круга. Исходя из зависимости (6), при определенных значениях скорости круга $V_{\text{кр}}$ проникновение обрабатываемого материала вглубь рабочей поверхности круга станет невозможным. Обрабатываемая деталь будет как бы глиссировать по поверхности круга, образованной вершинами максимально выступающих зерен круга.

Таким образом, в отличие от скорости детали, с увеличением которой происходит более глубокое внедрение обрабатываемого элемента детали в рабочую поверхность круга, с увеличением скорости круга наблюдается обратная картина – выталкивание детали из рабочей поверхности круга. Следует отметить, что влияние $V_{\text{кр}}$ на характер взаимодействия неоднозначен с кинематической и динамической точек зрения. Если при кинематическом представлении процесса шлифования увеличение $V_{\text{кр}}$ приводит к росту числа одновременно работающих зерен, что положительно отражается на работоспособности круга, то при динамическом представлении увеличение $V_{\text{кр}}$ играет отрицательную роль.

Следовательно, увеличение $V_{\text{кр}}$ до определенного значения играет положительную роль, т.к. это обеспечивает увеличение количества одновременно работающих зерен и рассеивание энергии удара обрабатываемого элемента. При дальнейшем увеличении $V_{\text{кр}}$ начинает превалировать динамический фактор, имеющий аэродинамическую природу, который при больших скоростях $V_{\text{кр}}$ практически не позволит производить съём материала.

Таким образом, для снижения количества дефектов при шлифовании твердосплавных прерывистых поверхностей необходимо постоянно поддерживать остроту режущих зерен, устанавливая глубину шлифования, не превышающую максимальную высоту выступающих зерен над уровнем связки круга, а также обеспечить выбор оптимальной скорости круга, данные условия возможно реализовать алмазно-электроэрозионным шлифованием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Захаренко, И.П. Алмазная заточка твердосплавного инструмента совместно со стальной державкой [Текст] / И.П. Захаренко, А.А. Шепелев. Киев: Наук. думка, 1976. 218 с.
2. Качество и производительность абразивно-алмазной обработки [Текст]: учебн. пособ. / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков, А.А. Якимов. Одесса: ОГПУ, 1999. 212 с.
3. Королев, А.В. Исследование процессов образования поверхностей инструмента и детали при абразивной обработке [Текст] / А.В. Королев. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1975. 212 с.
4. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения [Текст] / под общей редакцией Ф.В. Новикова и А.В. Якимова. В 10 т. Т. 7. Точность обработки деталей машин. Одесса: ОНПУ, 2004. 546 с.