

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЖ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ШЛИФОВАНИИ

*Кривда К.В., Якуевич О.К., Василенко А.Г.*  
*Белорусский национальный технический университет*  
*e-mail: mstools@bntu.by*

Высокоскоростное шлифование как метод обработки является базовым принципом (основой) современных способов шлифования разнообразных по форме деталей из труднообрабатываемых материалов в широком диапазоне режимов резания. Особенности применения СОЖ при данном виде абразивной обработки связаны с режимами (высокой скоростью до 200 м/с и съемом материала  $Q \geq 1000 \text{ мм}^3/\text{мм}$ ), со спецификой конструкции инструмента и способом обработки.

Основными действиями СОЖ, важными с точки зрения процесса высокоскоростного шлифования, являются [1-2]:

**1) смазочное действие** - приводит к уменьшению трения и тем самым к снижению количества выделяемого тепла. Для уменьшения или устранения трения должна быть образована разделительная пленка между инструментом и заготовкой, которая в условиях тяжелой нагруженности процесса высокоскоростного шлифования может быть обеспечена только при условии применения особых ЕР-добавок (extreme pressure - противозадирные добавки).

**2) охлаждающее действие** - заключается в отводе тепла от нагретых участков зоны шлифования и свободных поверхностей детали и круга за счет нагрева и парообразования СОЖ. Кроме того, существующие в современных станках системы температурной стабилизации СОЖ выполняют роль снижения тепловых деформаций корпусных деталей станка, в частности стола и станины;

**3) диспергирующее действие** состоит в пластифицировании и адгезионном понижении прочности материала детали, т. е. в оказании действий, способствующих образованию новой поверхности;

**4) демпфирующее действие** снижает уровень колебаний элементов технологической системы;

**5) моеющее действие** - очистка шлифовального круга и детали от шлама, отвод стружки от зоны обработки.

Во всех случаях реализация рабочих свойств СОЖ приводит к понижению температурно-силовой напряженности и энергоемкости процесса высокоскоростного шлифования и, как следствие, увеличению периода стойкости шлифовального круга и качества обработанных деталей.

Однако, смазочное, диспергирующее и демпфирующее действия СОЖ, могут быть реализованы лишь при условии, что СОЖ проникает непосредственно в зону контактного взаимодействия между заготовкой, инструментом и образующейся стружкой. В то время как барьер в виде воздушного высоко/сверхскоростного потока блокирует вход СОЖ в зону шлифования. Поэтому при высокоскоростном шлифовании крайне важно выбрать правильный метод впрыска жидкости. В этих условиях требуется достаточный импульс струи СОЖ для охлаждения зоны резания и очистки от шлама. Ориентировочно скорость струи  $v_{стр}$  для заданной скорости круга  $v_{кр}$  равна:  $v_{стр} \approx 0,6 \cdot v_{кр}$ .

Энергия, необходимая для достижения требуемого полезного расхода с использованием струйного сопла, может быть минимизирована путем направления потока по касательной к поверхности круга с помощью сопла, расположенного близко к зоне шлифования. Имеет значительное значение и тип выбранного струйного сопла (рисунок 1).

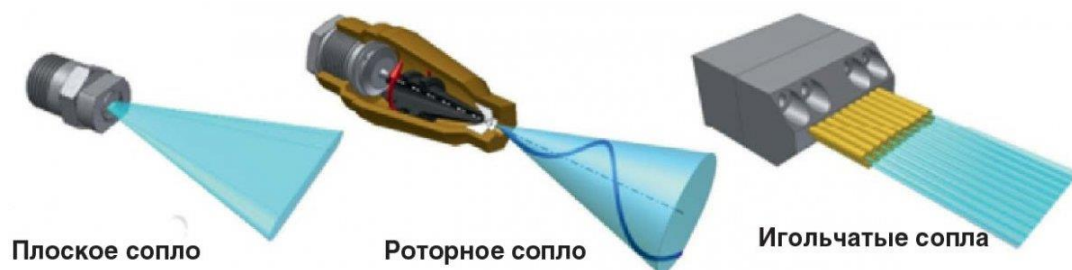


Рисунок 1 - Типы сопел для подачи СОЖ в зону резания при высокоскоростном шлифовании

Струйное сопло с меньшей площадью щели обеспечивает более высокую скорость струи и меньшую мощность шпинделя. Однако площадь сечения сопла должна быть сравнительно большой, чтобы удовлетворять требованиям к достаточному количеству СОЖ в зоне контакта [1].

Сравнение в процессе шлифования плоского, роторного и игольчатого сопел с точки зрения их эффективности при давлении СОЖ на выходе из сопла  $p_d = 20$  бар показало, что плоское струйное сопло имеет самый высокий эффект очистки. Для сравнения: использование роторного и игольчатого сопел привело к повышению степени забивания шлифовального круга на 9–24% и, соответственно, привело к увеличению сил резания примерно на 10%.

Современное представление о применении СОЖ при высокоскоростном шлифовании включает обоснованный выбор основных параметров подсистемы (таблица 1) и решение большого перечня других технологических, конструкторских и организационно-технических проблем.

Таблица 1 - Параметры подсистемы СОЖ при высокоскоростном шлифовании

Конструктивные	Технологические
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Выбор узла для базирования соплового агрегата,</li> <li>– управление соплами по 2-м координатам и углу поворота,</li> <li>– ПО по управлению соплами,</li> <li>– сопло(а) с минимальными внутренними гидравлическими потерями,</li> <li>– площадь выходного сечения сопел,</li> <li>– конструкция прерывателя воздушного потока, создаваемого кругом,</li> <li>– система фильтрации СОЖ,</li> <li>– система термостабилизации СОЖ,</li> <li>– магазин замены сопел.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Метод подачи СОЖ,</li> <li>– количество сопел, их назначение и расположение,</li> <li>– состав СОЖ и его допустимые изменения,</li> <li>– концентрация и температура (<math>T^\circ</math>) СОЖ,</li> <li>– давление, расход, скорость струи, полезный расход,</li> <li>– метод прерывания воздушного потока вокруг круга,</li> <li>– расположение прерывателя воздушного потока,</li> <li>– степень фильтрации СОЖ,</li> <li>– контроль изменения состава, <math>T^\circ</math> и концентрации СОЖ.</li> </ul>

Поэтому рациональное использование СОЖ при высокоскоростном шлифовании требует проведения испытаний или исследований с последующим уточнением техники применения СОЖ.

#### Литература

1. Ермолаев В. К. Высокоэффективное шлифование — новые технологии и оборудование // РИТМ машиностроения. 2020. № 4. С. 14–22.
2. Пилинский А. В. Инновационные методы и вызовы в скоростном и сверхскоростном шлифовании // Вектор науки ТГУ. 2015. № 2 (32–2)