УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ «СУХОГО» ШЛИФОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ «ЗЕЛЕНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

проф. Низами Юсубов[1], проф. Сильвио Симон[2], док. Гусейн Маммадов[3]
[1,3]Азербайджанский технический университет, Баку, Азербайджан
[2]Бранденбургский технический университет, Котбус, Германия

Резюме: В статье рассматриваются способы повышения эффективности процесса «сухой» шлифовки для обеспечения экологически безопасного производства в машиностроительной отрасли. Анализируются принципы применения шлифовальных кругов нового поколения и оптимизации технологических режимов для решения проблем термических напряжений, возникающих из-за недостаточного использования смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ).

1. ВВЕДЕНИЕ

В современную эпоху промышленное производство должно соответствовать не только высокой производительности и точности, но и стандартам «зеленого производства». Процесс шлифовки, являющийся одной из наиболее распространенных финишных операций в машиностроении, традиционно сопровождается использованием больших объемов смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). Однако использование СОЖ приводит как к увеличению экологических отходов, так и к увеличению производственных затрат. В этом контексте технология «сухой» шлифовки рассматривается как одна из наиболее перспективных альтернатив как с экономической, так и с экологической точки зрения [1÷3].

2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НЕДОСТАТКИ ОБЫЧНОЙ ШЛИФОВКИ

Исследования показывают, что в массовом производстве затраты, связанные с использованием СОЖ, могут быть в 2-3 раза выше, чем затраты на режущие инструменты. Негативные последствия использования СОЖ можно разделить на следующие группы:

• Химические добавки в используемых жидкостях наносят серьезный ущерб водоемам и почве. Их утилизация — сложный и дорогостоящий процесс.

• Испарение жидкости и образование аэрозолей вызывают респираторные и кожные заболевания у рабочих.

• Системы, фильтры и насосы, обеспечивающие циркуляцию жидкости, потребляют большое количество электроэнергии.

3. ТЕРМОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ПРОЦЕССЕ СУХОЙ ШЛИФОВКИ

Процесс шлифовки характеризуется высокой удельной энергией резания, большая часть которой (приблизительно 80-90%) преобразуется в тепло. При отсутствии СОЖ это тепло не отводится из зоны резания и направляется непосредственно на заготовку. Это приводит к ряду осложнений [1, 3]:

1. Высокая температура вызывает «прижоги» на поверхности заготовки и снижение твердости (размягчение).
2. В поверхностном слое образуются остаточные растягивающие напряжения, что снижает предел усталости заготовки.
3. Зазоры между зернами полировального круга заполняются стружками, шлифовальный круг «засаливается», и инструмент теряет способность к самозаточке.

4. НАПРАВЛЕНИЯ УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ

Для повышения эффективности «сухого» шлифования следует применять следующие усовершенствования [1, 3]. Прежде всего, вместо традиционных электрокорундовых кругов следует использовать круги из кубического нитрида бора (CBN) или алмазные инструменты. Преимущества:

• Тепло быстро отводится из зоны резания, предотвращая перегрев детали.
• При температурах до 1200°C шлифовальный круг сохраняет свои режущие свойства.
• Отсутствует химическая реакция с обрабатываемыми материалами заготовки, что снижает затупление («засаливание») инструмента.

Другой метод – изготовление шлифовальных кругов со специальной структурой для «зеленого производства». Регулировка воздушного потока в зоне резания и создание эффекта «микровентиляции» облегчает удаление стружки из зоны резания и снижает трение.

5. АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Для контроля количества тепла, передаваемого заготовке при «сухом» шлифовании, необходимо оптимально выбирать параметры резания ($v_к$ - скорость резания, $v_и$ - скорость заготовки, t - глубина резания).

При применении режима «Высокоскоростное шлифование» с увеличением скорости резания большая часть тепла отводится вместе со стружкой, в то время как количество тепла, передаваемого заготовке, уменьшается.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Усовершенствование технологий «сухого» шлифования играет решающую роль в достижении целей «зеленого производства». Использование инструментов из CBN и алмазов, модификация конструкции шлифовального круга и точная настройка режимов резания позволяют достичь качества поверхности при сухом шлифовании, сопоставимого с традиционными методами. Этот переход может помочь компаниям выполнить свои экологические обязательства и снизить производственные затраты на 10-15%.

Использованная литература.

1. *Stephenson, D. A., Agapiou, J. S. Metal Cutting Theory and Practice, 2016.*
2. *Diniz, A. E., Oliveira, J. F. A review of dry cutting in drilling, turning and milling processes, 2004.*
3. *Marin, K. Green Manufacturing and Sustainability in Grinding Operations, 2020.*