

УДК 621.922.02

ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ АСПЕКТОВ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ ТОРЦЕВЫМИ ЛЕПЕСТКОВЫМИ КРУГАМИ

Заруцкий С.Ю., аспирант

Научный руководитель: Шатько Д.Б., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В различных отраслях промышленности, таких как машиностроение, металлообработка, строительство и деревообработка, абразивная обработка является неотъемлемым этапом производства, определяющим качество поверхности конечного изделия. Торцевые лепестковые круги широко применяются для шлифования и полировки поверхностей, однако традиционные модели имеют ограниченную эффективность при обработке сложных и труднодоступных участков, например, угловых сварных швов. В связи с этим возникает потребность в модернизации конструкции инструмента для повышения производительности и расширения его функциональных возможностей.

Стандартные торцевые лепестковые круги представляют собой разновидность абразивного инструмента на гибкой основе, конструкция которого включает корпус с расположенными на его торцевой части лепестками из шлифовальной шкурки [1]. Данная шкурка производится на основе ткани, на поверхность которой фиксируются абразивные зерна с помощью связки.

К наиболее распространенным видам стандартных торцевых лепестковых кругов относятся круги с плоской и наклонной шлифовальной поверхностью. Первые имеют основание в виде диска, на котором радиально расположены лепестки. Они используются для обработки плоских поверхностей. На втором виде кругов лепестки располагаются под углом к поверхности обработки. Это обеспечивает более агрессивное снятие материала за счет увеличенной площади контакта. Чаще всего применяются круги с углом наклона лепестков 10–15° [2].

Высокая эффективность торцевых лепестковых кругов и их широкая сфера применения обусловлены рядом преимуществ, среди которых:

- высокая производительность обработки благодаря значительной площади контакта с поверхностью, равномерному удалению материала и высокой скорости вращения инструмента;
- универсальность в работе с различными материалами, включая металл, древесину и пластик;
- способность обрабатывать криволинейные и сложные рельефные поверхности, что делает инструмент многофункциональным;

- увеличенный срок эксплуатации, обеспечиваемый равномерным износом лепестков, что позволяет использовать круг до полного истирания абразивного слоя;

- снижение вибрационных нагрузок за счет конструктивных особенностей и используемых материалов корпуса [3].

Несмотря на широкое распространение и эффективность, стандартные торцевые лепестковые круги обладают рядом ограничений:

1. Ограниченная область применения. Круги с горизонтальной рабочей частью подходят только для обработки открытых и ровных поверхностей, но неэффективны в углах и труднодоступных местах. Наклонные круги более универсальны, но все равно не позволяют качественно обработать сварные швы в угловых соединениях.

2. Ограниченная функциональность. Использование абразива одной зернистости делает круг либо слишком грубым, либо недостаточно производительным для разных этапов обработки. Требуется частая замена кругов при переходе от грубой зачистки к финишному шлифованию.

3. Неравномерный износ и снижение ресурса инструмента. Лепестки изнашиваются неравномерно, особенно при использовании на неровных поверхностях. При интенсивной работе часть абразива может терять эффективность раньше, чем весь круг приходит в негодность.

4. Низкая эффективность при обработке сварных швов и труднодоступных мест. При зачистке сварных швов в углах стандартные круги требуют дополнительных движений оператора, что снижает производительность и увеличивает затраты времени. Недостаточное прилегание абразива к сложным рельефам приводит к неравномерной обработке [4].

Одним из способов повышения эффективности обработки является оптимизация конструктивных элементов торцевых кругов, в частности применение комбинации зернистостей в одном инструменте [5, 6]. Использование крупнозернистых лепестков на начальном этапе позволяет оперативно снять основной объем материала, а последующее применение мелкозернистых лепестков способствует достижению требуемого качества поверхности, тем самым сокращая число смен инструмента и обеспечивая высокую равномерность обработки.

В процессе шлифования торцевыми лепестковыми кругами качество обработанной поверхности и эффективность операции во многом зависят от выбора технологических параметров и приемов работы. Оптимизация этих аспектов позволяет достичь более высокой производительности и долговечности инструмента, а также улучшить финишные характеристики изделия.

Не менее важную роль играет регулирование скорости вращения круга и силы прижима к обрабатываемой поверхности. Контроль этих параметров позволяет минимизировать перегрев детали, что в свою очередь снижает риск возникновения таких дефектов, как прижоги и микротрещины. Дополнительно, использование кругов с равномерным распределением нагрузки на лепестки способствует снижению неравномерного износа инструмента и увели-

чивает его срок службы. В частности, применение многослойной структуры круга гарантирует стабильность формы и повышенную износостойкость на протяжении всего цикла обработки [7].

Еще одним значимым аспектом является оптимизация угла контакта круга с обрабатываемой поверхностью. Для повышения эффективности при обработке сварных швов и сложных рельефных деталей рекомендуется использовать круги с наклоном лепестков в диапазоне 10–15°. Такой подход позволяет увеличить площадь контакта между инструментом и поверхностью, что не только способствует ускоренному снятию материала, но и обеспечивает более равномерное финишное шлифование. Важным технологическим решением также является применение охлаждающих жидкостей, таких как водные эмульсии или специальные масла. Их использование снижает перегрев обрабатываемой поверхности, уменьшает износ инструмента и в конечном итоге улучшает качество обработки [3].

Для различных типов материалов, таких как сталь, алюминий, и древесины, требуется адаптация параметров обработки. Оптимальный выбор скорости вращения, силы прижима и типа абразивного материала позволяет достичь баланса между эффективностью съема материала и качеством финишной обработки. Внедрение современных технологических решений и приемов оптимизации процесса шлифования торцевыми лепестковыми кругами способствует существенному повышению качества обработанной поверхности, увеличению ресурса инструмента и снижению производственных затрат [8]. Таким образом, интеграция комбинации зернистостей, регулирование режима подачи, контроль износа лепестков и автоматизация процессов дают возможность достигать высокой эффективности и стабильности результатов, что особенно важно в условиях серийного и массового производства.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 53410-2009. Круги шлифовальные лепестковые. Технические условия. – Введ. 01.01.2011. – М.: Стандартинформ, 2010. – 12 с.
2. Шатько, Д. Б., Заруцкий С. Ю. Анализ конструкций торцевых лепестковых кругов и перспективы их совершенствования / Д.Б. Шатько, С.Ю. Заруцкий // Россия молодая: Сборник материалов XVI Всерос. научно-практической конференции с международным участием, 16-19 апр. 2024 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: К. С. Костиков (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2024. – С. 041902.1-041902.5.
3. Гдалевич, А. И. Финишная обработка лепестковыми кругами / А. И. Гдалевич. – Москва : Машиностроение, 1990. – 111 с. ISBN 5-217-01021-5 : 35 к.
4. Зубарев, Ю. М. Абразивные инструменты. Разработка операций шлифования : учебное пособие / Ю. М. Зубарев, В. Г. Юрьев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.— 360 с. ISBN 978-5-8114-3273-8.

5. Шатько, Д. Б., Заруцкий С. Ю. Комплексный подход к совершенствованию конструкции торцевых лепестковых шлифовальных кругов на основе применения абразивных зерен с контролируемой формой // Международная научно-практическая конференция «Развитие производительных сил Кузбасса: история, современный опыт, стратегия будущего»: в 4 т. Т. 2 / Под ред. Академика С.М. Алдошина. - М.: Российская академия наук, 2024. – С 138-143.

6. Шатько Д.Б., Заруцкий С.Ю. Совершенствование характеристик торцевых лепестковых кругов. В книге: Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства. Сборник тезисов докладов VIII международной научно-технической конференции «Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства», 23 – 24 октября 2024 года, ДонГТУ. Алчевск, 2024. С. 133-135.

7. Патент № 2205102 Российская Федерация, МПК В24D 13/16. Веерный шлифовальный круг : № 2001116721/02 : заявл 05.11.1999 : опубл. 27.05.2003 / Айзенберг Густав : заявитель Ферайниге Шмиргель-Унд Машинген-Фабрикен АГ (DE). – 7 с.

8. Шатько, Д. Б. Повышение качества и производительности обработки деталей лепестковыми шлифовальными кругами / Д. Б. Шатько // Перспективы инновационного развития угольных регионов России : Сборник трудов IV Международная научно-практическая конференция, Прокопьевск, 04–05 марта 2014 года / Редакционная коллегия: Пудов Е.Ю. (ответственный редактор), Клаус О.А. (ответственный редактор), Бершполец С.И., Конопля А.А.. – Прокопьевск: Филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева" в г. Прокопьевске, 2014. – С. 356-358.