Панайоти В.А., Копытова Е.В., Клягин М.М.
Анализ состояния поверхностного слоя быстрорежущих сталей
после шлифования с ТСМ

МИРЭА- Российский технологический университет
(Россия, Москва)

doi:10.18411/spc-12-03-2019-09

idsp: sciencepublic-12-03-2019-09

Обеспечение высокого качества режущего инструмента является одной из важнейших задач инструментального производства. Однако обрабатываемость этих сталей с повышением легированности резко ухудшается. Применение же высокопроизводительных марок быстрорежущей стали повышенной теплостойкости, легированных ванадием, кобальтом, молибденом и другими металлами может быть эффективно при шлифовании эльборовыми кругами. Однако в связи с тем, что основное количество заточных станков не оснащено устройствами для подачи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), обработка этих сталей приводит к чрезмерному нагреву и появлению прижогов на затачиваемом инструменте, а также к большому расходу дорогостоящего эльбора. В работе изучали возможность использования стандартного эльборового инструмента в условиях замены СОЖ твердыми смазочными материалами (ТСМ) для изучения потребностей в области обеспечения качества заточки и разработки рекомендаций для выбора инструментального материала в различных условиях его эксплуатации.

Исследования проводили на универсальном модернизированном заточном станке модели 3А64Д, оснащенном приспособлением для нанесения твердого смазочного материала с заданным расходом смазки.

В исследованиях использовали эльборовые шлифовальные круги ЛЧК 125x45x32x10x5 из эльбора марки ЛО, зернистостью 8, твердостью С1, 100% структуры на керамической связке С10.

Шлифовали образцы из закаленной быстрорежущей стали различных низколегированных и высоколегированных марок высотой 7 мм (см. таблицу 1). В качестве твердой смазки использовали бруски сечением 10x10 мм из предложенной композиции на основе гексагонального нитрида бора. Предложенную композицию ТСМ составляли из нескольких компонентов с различными свойствами и температурами плавления. Смазочный материал наносили тонким слоем на рабочую поверхность абразивного круга непосредственно в процессе шлифования. Для этого брусок ТСМ закрепляли в специальном приспособлении и прижимали его к режущей поверхности круга. Конструкция приспособления позволяет регулировать частоту нанесения смазочной смеси на поверхность круга, а также ее расход [1].

Микрорельеф рабочих поверхностей, и состояние поверхностного слоя режущего инструмента из быстрорежущих сталей в значительной степени влияют на износостойкость лезвийного инструмента. В работе контролировали следующие показатели качества обработанной поверхности: шероховатость поверхности, микротвердость (величину наклепа) как на обработанной поверхности, так и его распределение по глубине приповерхностного слоя, а также фазовый состав стали после обработки.

В качестве параметра шероховатости поверхности принято среднее арифметическое отклонение профиля Ra, которое определялось с помощью профилографа-профилометра модели 201 завода "Калибр"[2]. Испытания образцов на микротвердость проводили на приборе модели ПМГ-3 с нагрузкой 2 Н. Поверхностное упрочнение шлифованной поверхности и распределение микротвердости по глубине шлифованной поверхности быстрорежущих сталей изучали микродюрOMETрическим

методом, для чего готовили косые шлифы. Поверхностный слой исследовали путем вдавливания алмазной пирамиды на приборе ПМТ-3[3]. Фазовый состав поверхностного слоя быстрорежущих сталей после шлифования исследовали с помощью рентгеноструктурного анализа. Съемку рентгенограмм производили на дифрактомере модели ДРОН-1 в железном излучении с записью интенсивности рентгеновских линий. Определяли количество остаточного аустенита [4,5]. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели состояния поверхности различных марок быстрорежущей стали после шлифования эльборовым кругом ЛО8 С1 100% С10. Режим резания: $V = 19$ м/с; $S = 1$ мм/мин.; $t = 0,02$ мм/ дв. ход.

Марка быстрорежущей стали	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Степень наклепа, кгс/мм ²	Глубина наклепа, мкм	Содержание аустенита, %
P18	0,17 / 0,25	140 / 190	180 / 220	7 / 10
P6M5	0,17 / 0,24	145 / 200	175 / 218	-
P9Ф5	0,14 / 0,19	200 / 325	115 / 195	8 / 12
P9K10	0,12 / 0,16	240 / 340	75 / 125	4 / 6
P12Ф3K10M3	0,09 / 0,13	205 / 290	45 / 70	3 / 5

Примечание. В числителе приведены данные, полученные при шлифовании с ТСМ, в знаменателе – без ТСМ.

Смазывание режущей поверхности круга приводит к сглаживанию микрорельефа обработанной поверхности. Так, параметр Ra при шлифовании стали P6M5 с ТСМ уменьшается в 1,5 раза по сравнению со шлифованием без ТСМ (см. таблицу 1). С увеличением легированности быстрорежущей стали параметр шероховатости уменьшается, как в условиях нанесения смазки, так и без ее применения, при этом величина Ra уменьшается примерно в 2 раза. Улучшается и микрорельеф поверхности. [6] Наблюдается незначительное снижение эффективности применения ТСМ до 1,3 раза, однако класс шероховатости возрастает, что позволяет прогнозировать повышение эксплуатационных показателей лезвийного инструмента [7].

Степень и глубина наклепа влияют на физико-механические свойства поверхности лезвийного инструмента после обработки и способствует изменению его износостойкости [3]. Использование твердой смазки снижает интенсивность пластических деформаций, что приводит к снижению глубины и степени наклепа и достижению более равномерного его распределения. Однако под воздействием высоких температур при шлифовании происходят нежелательные фазовые превращения мартенсита в остаточный аустенит, что приводит к еще большему увеличению твердости и хрупкости приповерхностных слоев[4]. Исследования показали, что нанесение смазки на поверхность круга приводит к резкому снижению теплонапряженности процесса обработки[8], что приводит к снижению степени и глубины наклепа, а также к снижению количества остаточного аустенита в 1,5 раза.

Из представленных в таблице данных распределения исследованных параметров видно, что при использовании предложенной композиции ТСМ при шлифовании и заточке лезвийных инструментов показатели качества обработанной поверхности улучшаются: уменьшается показатель шероховатости, снижаются величины пластического деформирования металла и уменьшаются нежелательные фазовые превращения. Исследование влияния шлифования с использованием твердых смазок показало, что применение ТСМ повышает качество обработки всех марок быстрорежущей стали и может быть рекомендованы для выбора ее марки для конкретных условий заточки и шлифования лезвийного инструмента.

Необходимо отметить, что влияние характеристики эльборового круга в данном исследовании не проводились, но ранее полученные результаты позволяют экстраполировать их и использовать для выработки практических рекомендаций для выбора зернистости твердости и зернистости эльборовых кругов [9,10,11].

Теоретическим обоснованием положительного влияния на улучшение качественных показателей при шлифовании с использованием ТСМ является значительное снижению сил трения при его взаимодействии с обрабатываемым материалом [12].

Данное исследование позволяет использовать его результаты при выборе материала лезвийного инструмента, и, учитывая классические закономерности влияния режимов обработки и характеристики эльборовых кругов на показатели качества поверхности, прогнозировать их назначение как в условиях применения твердой смазки, так и без ее нанесения.

1. Панайоти В.А. Исследование методов нанесения твердой смазки на поверхность шлифовального круга в процессе обработки. М., СТИН, 2016, №10, С.26-29.
 2. Прогрессивные машиностроительные технологии, оборудование и инструменты. Верещагин А.С., Возняковский А.П. и др. Коллективная монография / Москва, 2015. Том V. с. 228-264.
 3. Панайоти В.А. Исследование влияния твердой смазки на поверхностное упрочнение инструментов из быстрорежущей стали при заточке. Вестник Брянского государственного технического университета. 2016. №2 (50) с.41-45
 4. Панайоти В.А. Влияние твердых смазок на фазовый состав шлифованной поверхности быстрорежущих сталей Научные труды .IV Международная конференция "Фундаментальные исследования и инновационные технологии в машиностроении" М. ИМАШ РАН., Издательский дом "Спектр", 2015, С.189-191.
 5. Панайоти В.А. Исследование структурных превращений в быстрорежущих сталях при шлифовании с применением твердых смазок, Автоматизация и современные технологии, 2017. №2, С. 55-60.
 6. Панайоти В.А. Исследование геометрии рельефа режущей поверхности эльборового круга при шлифовании с твердой смазкой. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2016. №1 (315). С.67-71.
 7. Панайоти В.А. Повышение эффективности и качества при шлифовании быстрорежущих сталей с использованием твердых смазок. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2016. №2 (316). С.87-91.
 8. Панайоти В.А. Исследование теплового режима при шлифовании с применением твердых смазок. Вестник Брянского государственного технического университета. 2017. №6 (59). С.32-38.
 9. Панайоти В.А. Исследование влияния ТСМ на глубину упрочнения быстрорежущей стали при шлифовании эльборовыми кругами разной твердости. Научные труды. IV Международная конференция "Фундаментальные исследования и инновационные технологии в машиностроении" М. ИМАШ РАН., Издательский дом "Спектр", 2017, С.189-191.
 10. Панайоти В.А. Влияние твердой смазки на поверхностное упрочнение инструментов из быстрорежущей стали эльборовыми кругами различной зернистости. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2017. №2 (322). С.106-109.
 11. Панайоти В.А., Богомольная Г.В., Копытова Е.В. Влияние ТСМ на температуру при заточке инструмента эльборовыми кругами различной зернистости. Сборник трудов XII Международной научно-технической конференции «Трибология — машиностроению», Ижевск, 2018г, С. 385-387.
 12. Панайоти В.А., Асадова Ю.С., Неменко М.В. Оценка смазывающей способности твердых смазочных материалов. М. СТИН, 2017, №12, С. 31-35.
-