

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ШАРЖИРОВАНИЯ БОКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАСПИЛОВОЧНЫХ ДИСКОВ ПУТЕМ ИХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Докт. техн. наук, проф. КИСЕЛЕВ М. Г., асп. КОРЗУН П. О.

Белорусский национальный технический университет

Распиловочный диск – это режущий инструмент, предназначенный для распиливания монокристаллов алмаза при производстве из них бриллиантов и других изделий. Эти инструменты изготавливаются из оловянисто-фосфористой бронзы марки БрОФ 6,5–0,15 диаметром 76 мм и толщиной от 0,04 до 0,09 мм. На боковых поверхностях дисков путем шаржирования зерен алмазных микропорошков формируется алмазосодержащий (режущий) слой. Уровень эксплуатационных показателей получаемых инструментов (режущая способность, стойкость, качество обработанных поверхностей) определяется качеством полученного алмазосодержащего слоя, в частности количеством, размером и прочностью закрепления алмазных частиц в материале диска, а также их разновысотностью [1].

По существующей технологии операция шаржирования выполняется непосредственно после вырубки заготовок распиловочных дисков из прокатанной до требуемой толщины бронзовой ленты с использованием алмазного микропорошка АСН 20/14. При этом исходная шероховатость их боковых поверхностей соответствует $Ra = 0,3–0,63$ мкм, т. е. высота микронеровностей оказывается более чем на порядок меньше среднего размера алмазных зерен. Поэтому при шаржировании их взаимодействие с такой гладкой поверхностью характеризуется высокой степенью подвижности алмазных зерен в зоне обработки, что препятствует эффективному протеканию процесса внедрения и закрепления зерен в материале диска. Кроме того, если учесть, что после холодной прокатки ленты поверхностный слой является достаточно упрочненным, то можно обоснованно ут-

верждать, что условия для шаржирования алмазных зерен в такую поверхность являются весьма неблагоприятными. Это в конечном итоге определяет низкое качество сформированного на поверхностях распиловочных дисков алмазосодержащего слоя.

Для повышения качества шаржирования за счет устранения отмеченных недостатков авторами было предложено проводить предварительную (перед операцией шаржирования) абразивную обработку боковых поверхностей заготовок распиловочных дисков. При обосновании необходимости ее применения исходили из следующих положений. Такая обработка позволит увеличить шероховатость поверхностей за счет нанесения на них множества царапин и рисок, высотные параметры которых соизмеримы с размерами алмазных зерен. В результате формирования на поверхности такого микрорельефа подвижность алмазных зерен в зоне обработки резко упадет, что способствует интенсификации процесса их шаржирования. Помимо этого, впадины полученных на поверхности царапин выполняют роль своеобразных микрополостей, в которые при шаржировании алмазные зерна гарантировано попадают и надежно закрепляются не только за счет внедрения в материал диска, но и за счет деформирования металла микровыступов поверхности, т. е. путем их завальцовывания. И, наконец, в результате предварительной обработки происходит полное или частичное удаление упрочненного поверхностного слоя металла, вследствие чего создаются благоприятные условия для внедрения алмазных зерен в материал диска. В совокупности все это должно способствовать существенному повышению каче-

ства шаржирования боковых поверхностей распиловочных дисков, а соответственно и уровню эксплуатационных показателей сформированного на них алмазосодержащего слоя.

Методика исследований. Для подтверждения правомерности сделанных предположений были проведены экспериментальные исследования по изучению влияния предварительной абразивной обработки боковых поверхностей распиловочных дисков на качество их последующего шаржирования, которое оценивалось по абразивной способности и стойкости сформированного на них алмазоносного слоя.

На основе сопоставления технологических возможностей и показателей различных способов абразивной обработки с теми требованиями, которые предъявляются к предварительной обработке заготовок распиловочных дисков, было предложено осуществлять ее с помощью абразивных лепестковых кругов [2]. На рис. 1 показана технологическая схема обработки боковых поверхностей распиловочных дисков 1, примененная в исследованиях.

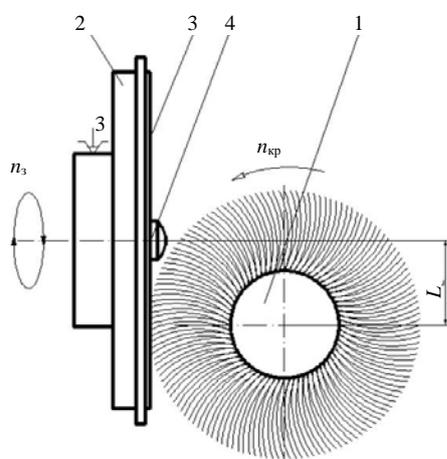


Рис. 1. Схема обработки боковых поверхностей распиловочных дисков лепестковым кругом

В качестве обрабатывающего инструмента использовался лепестковый круг 80×30 Р40, который закреплялся на валу электродвигателя постоянного тока МН-145А. За счет изменения подаваемого на него напряжения питания регулировалась частота вращения лепесткового круга $n_{кр}$. Электродвигатель устанавливался в специальном приспособлении, закрепляемом в резцедержателе токарно-винторезного станка

модели 1И611П. В трехкулачковом патроне станка зажималось приспособление в виде планшайбы 2, на котором устанавливалась обрабатываемая заготовка распиловочного диска 3 с помощью центрального болта 4. В процессе обработки заготовке сообщалось вращательное движение с частотой $n_з$. Путем соответствующих регулировок приспособление с электродвигателем закреплялось в резцедержателе таким образом, чтобы, во-первых, ось вращения лепесткового круга была перпендикулярна оси вращения шпинделя, во-вторых, расстояние L (рис. 1) между ними было достаточным для обработки на диске кольцевой зоны шириной 20 мм от его края.

В экспериментах использовались заготовки распиловочных дисков одной партии поставки с номинальной толщиной 0,09 мм. Часть из них шаржировалась в исходном состоянии их боковых поверхностей, а другая – после предварительной абразивной обработки, которая осуществлялась последовательным шлифованием боковых поверхностей заготовок лепестковым кругом, при следующих режимах: $n_з = 25 \text{ мин}^{-1}$; $n_{кр} = 100 \text{ мин}^{-1}$, продолжительность обработки каждой стороны составляла 120 с без применения технологической жидкости. После осуществления операции шаржирования, выполняемой при неизменных условиях и режимах обработки, проводилась термическая обработка распиловочных дисков, по завершении которой они подвергались исследованиям и испытаниям.

Оценка качества шаржирования распиловочных дисков проводилась путем определения абразивной способности и стойкости сформированного на их боковых поверхностях алмазосодержащего слоя. Для этого использовалась специальная установка, созданная на базе распиловочной секции станка модели ШП-2, схема которой приведена на рис. 2 [3].

Испытуемый распиловочный диск 1 с помощью зажимных фланцев 2 закреплялся на шпинделе 3, которому придавалось вращение с частотой 12000 мин^{-1} . Перпендикулярно боковым поверхностям диска, на которых сформирован алмазосодержащий слой, устанавливались цилиндрические образцы 4 из стекла К8 диаметром 3 мм. Последние были жестко за-

креплены на измерительных штоках 5 индикаторов типа МИГ-1 с ценой деления 0,001 мм. Сами индикаторы устанавливались в требуемое положение с помощью магнитных стоек (на рисунке не показаны). За счет измерительного усилия, создаваемого пружинами индикаторов, стеклянные образцы прижимались к поверхности диска.

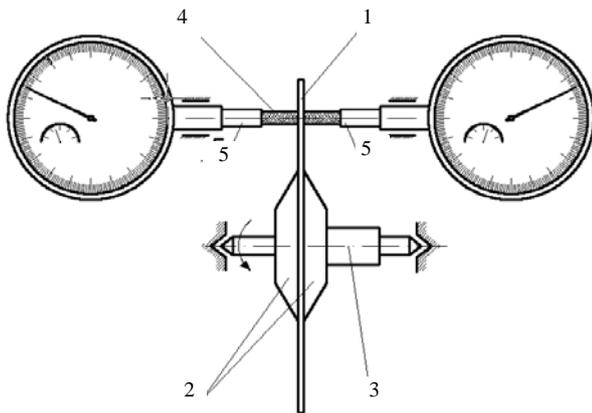


Рис. 2. Схема установки для оценки абразивной способности и стойкости алмазосодержащего слоя на боковых поверхностях распиловочных дисков

В ходе проведения экспериментов по показаниям индикаторов измерялось текущее значение линейного износа стеклянных образцов, истираемых о боковые поверхности вращающегося распиловочного диска. Изменение этих показателей во времени регистрировалось путем фотографирования шкал индикаторов через каждые две секунды. Таким образом, были получены экспериментальные зависимости изменения линейного износа образцов от продолжительности их истирания, с помощью которых определялись абразивная способность и период стойкости сформированного на испытуемых дисках алмазосодержащего слоя. Его абразивная способность оценивалась величиной линейного износа стеклянных образцов, истираемых за время, равное периоду стойкости алмазосодержащего слоя. Значение последнего определялось как время от начала истирания до момента, когда износ образцов практически прекращался.

Результаты и обсуждения. На рис. 3 приведены фотографии боковых поверхностей заготовок распиловочных дисков в исходном состоянии и после обработки абразивным лепестковым кругом. Во втором случае состояние

поверхности характеризуется наличием множества пересекающихся царапин, имеющих при данном соотношении $n_{кр} > n_d$ преимущественно радиальное направление. Предполагалось, что именно такое направление следов обработки создает наиболее благоприятные условия для закрепления алмазных зерен в материале дисков при их последующем шаржировании.

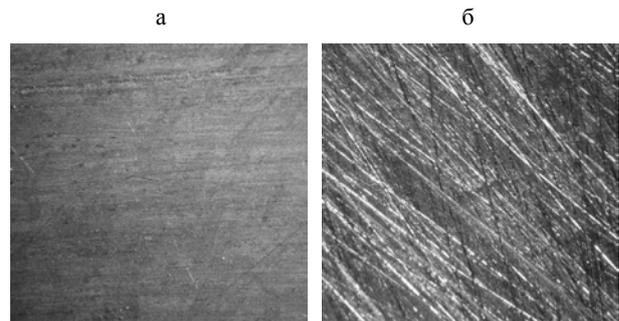


Рис. 3. Фотографии боковых поверхностей заготовок распиловочных дисков: а – в исходном состоянии; б – после предварительной абразивной обработки

Для оценки степени насыщения шаржируемой поверхности диска алмазными зернами фотографировали ее увеличенное изображение, а затем подсчитывали количество зерен, закрепившихся на фиксированном по площади участке поверхности. В результате проведенных сравнительных исследований установлено, что предварительная обработка позволяет существенно повысить степень насыщения поверхности алмазными зернами. Так, при шаржировании без предварительной обработки их количество на исследуемом участке поверхности составило от 6 до 9 шт., а в случае ее применения оно почти на порядок возросло и составило 62–72 шт. Как и ожидалось, наиболее активное их закрепление происходит по направлению следов обработки, причем часть алмазных зерен располагается во впадинах нанесенных царапин.

Исходя из этого, можно утверждать, что предварительная абразивная обработка боковых поверхностей заготовок распиловочных дисков позволяет в процессе их последующего шаржирования сформировать алмазосодержащий слой, который по сравнению с полученным без ее применения имеет следующие принципиальные отличия. Во-первых, он ха-

рактируется значительно большей степенью насыщения алмазными частицами, а, во-вторых, они закрепляются как непосредственно на поверхности диска, так и внутри царапин, образуя многослойное алмазное покрытие. Очевидно, указанные различия в состоянии и строении алмазосодержащего слоя должны положительно повлиять на уровень его эксплуатационных показателей. На рис. 4 приведены сравнительные экспериментальные данные абразивной способности и стойкости алмазосодержащего слоя, сформированного на боковых поверхностях распиловочных дисков при их шаржировании с предварительной абразивной обработкой и без нее. Они убедительно свидетельствуют о высокой эффективности применения предварительной обработки поверхностей дисков с целью повышения качества их последующего шаржирования и соответственно эксплуатационных показателей полученного алмазосодержащего слоя. В частности, установлено, что по абразивной способности он более чем в 3,5 раза, а по стойкости более чем в 5 раз превосходит аналогичные показатели дисков, имеющих алмазосодержащий слой, сформированный по традиционной технологии.

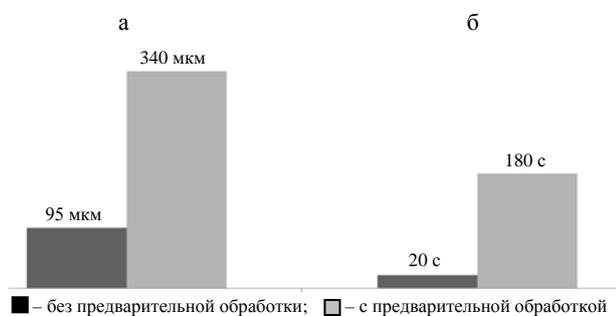


Рис. 4. Диаграмма, отображающая: а – абразивную способность; б – стойкость алмазосодержащего слоя, получаемого после шаржирования боковых поверхностей распиловочных дисков без предварительной обработки и с ее применением

ВЫВОДЫ

1. На основе анализа показателей шероховатости поверхности и состояния поверхностного слоя исходных заготовок распиловочных дисков обоснована необходимость применения предварительной абразивной обработки их боковых поверхностей с целью создания наиболее благоприятных условий для внедрения и закреп-

ления алмазных частиц в процессе их последующего шаржирования.

2. На базе токарно-винторезного станка создана экспериментальная установка, позволяющая осуществлять абразивную обработку боковых поверхностей распиловочных дисков лепестковыми кругами с формированием на них следов обработки в радиальном направлении.

На базе распиловочной секции станка мод. ШП-2 создана экспериментальная установка и разработана методика оценки качества шаржирования боковых поверхностей распиловочных дисков, основанная на определении абразивной способности и периода стойкости сформированного на них алмазосодержащего слоя.

3. Показано, что применение предварительной абразивной обработки боковых поверхностей распиловочных дисков лепестковыми кругами позволяет существенно повысить качество их последующего шаржирования. Установлено, что это в сравнении с традиционной технологией позволит почти на порядок повысить степень насыщения поверхности алмазными зернами, которые активно закрепляются как непосредственно на ней, так и внутри нанесенных царапин, образуя тем самым многослойное алмазосодержащее покрытие.

4. Установлено, что шаржирование боковых поверхностей дисков с их предварительной обработкой обеспечивает значительное повышение уровня эксплуатационных показателей сформированного алмазосодержащего слоя. Так, по абразивной способности он более чем в 3,5 раза и по стойкости более чем в 5 раз превосходит аналогичные показатели алмазосодержащего слоя, полученного по традиционной технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Епифанов, В. И. Технология обработки алмазов в бриллианты / В. И. Епифанов, А. Я. Лесина, Л. В. Зыков; под ред. В. И. Епифанова. – М.: Высш. шк., 1987. – 335 с.
2. Гдалевич, А. И. Полирование деталей лепестковыми кругами / А. И. Гдалевич, С. И. Житницкий, В. И. Хрычев. – М.: Машиностроение, 1980. – 80 с.
3. Киселев, М. Г. Ультразвук в поверхностной обработке материалов / М. Г. Киселев, В. Т. Минченя, В. А. Ибрагимов. – Минск: Тесей, 2001. – 334 с.

Поступила 23.03.2007