

для правящих алмазных игл усредненный расход алмаза на 1000 правок при длине правки 16 мм составил 41,0 мг (по ГОСТ 17564-85 – не более 43,6 мг).

Таким образом, показано, что введение в состав исходной шихты, содержащей частицы микропорошков алмаза, добавки в виде нанопорошков алмаза, а также модифицирование микро- и нанопорошков алмаза карбидообразующими элементами (кремний, бор), позволяют снизить технологические режимы спекания (температура, давление, продолжительность) и сформировать бимодальную структуру ПСТМ с повышенными физико-механическими характеристиками (твердость, трещиностойкость). Одной из рациональных областей применения разработанных ПСТМ с бимодальной структурой является инструмент для правки абразивных кругов (карандаши, иглы).

#### **СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Получение, свойства и применение порошков алмаза и кубического нитрида бора / Под ред. П.А. Витязя. – Минск, Беларуская навука, 2003.– 335 с.

УДК 621.893

### **УСТАНОВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НАНОАЛМАЗОВ В МАСЛЕ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТРИБОПАРЫ**

*Дудан А.В., Гуца А.А.*

Полоцкий государственный университет  
Новополоцк, Республика Беларусь

**Введение.** Возможности традиционных способов повышения работоспособности и срока службы узлов трения, включающие использование минеральных, растительных, животных и синтетических смазок, их очистку фильтрующими системами и охлаждение уже исчерпаны [1].

В настоящее время одним из наиболее оптимальных и экономически целесообразных способов решения данной проблемы является применение смазочных материалов, содержащих наноразмерные добавки [2].

**Цель работы:** исследование влияния концентрации наноразмерных компонентов в масле и режимов работы трибопары на степень износа поверхностей трения.

**Основная часть.** В качестве основного масла использовалось базовое масло И20 (минеральное масло индустриального типа с кинематической вязкостью при 40°C - 29-35 мм<sup>2</sup>/с). Остальные виды масел получались добавлением нанокompозитов в состав масла И20 в количестве от 0,09% – 0,9%.

Исследования проводились по схеме трения «палец-диск». Индентор изготовлен из стали ШХ – 15 в форме стержня Ø 3 x 15 мм, материал находился в отожжённом состоянии (режим термообработки: закалка – отжиг при температуре 700 – 720 °С; твердость образцов 25 – 27 HRC). В качестве контртела выбран диск Ø 70 x 6 мм из закаленной стали ШХ – 15 (твердость 57 – 61 HRC).

Триботехнические испытания проводились на универсальной машине трения MODEL: MMW – 1А вертикального типа с компьютерным управлением. Данная модель позволяет поддерживать силу нагрузки постоянной с отклонением  $\pm 2$  Н. Относительная погрешность измерения силы трения не превышала  $\pm 2\%$  при жидкостном режиме смазывания.

Перед проведением исследования для уменьшения шероховатости поверхности и, как следствие, повышения точности получаемых данных образцы подвергались шлифовке на наждачной бумаге с зернистостью Р600.

Основной режим испытаний: сила нагружения: 212 Н; удельная нагрузка: 10 МПа; скорость скольжения: 0,2 м/с; расстояние, пройденное образцами: 3000 м.

В процессе испытаний фиксировались значения величин силы трения и коэффициента трения с частотой один раз в 1с в режиме реального времени с возможностью сохранения в файл. Полученные данные аккумулировались в графическом и текстовом виде и после аппроксимации подвергались анализу.

Для измерения величины износа был использован метод отпечатков. Суть данного метода заключается в измерении размера отпечатка до проведения испытания и после. После этого разность размеров пересчитывается на величину абсолютного износа. Размер отпечатков снимался каждую 1000 м.

В качестве оборудывания для измерения использовали микротвердомер BUEHLER Model No 1105D для определения твёрдости по Викерсу при помощи индентора пирамидальной формы с противолежащим углом  $136^\circ$ .

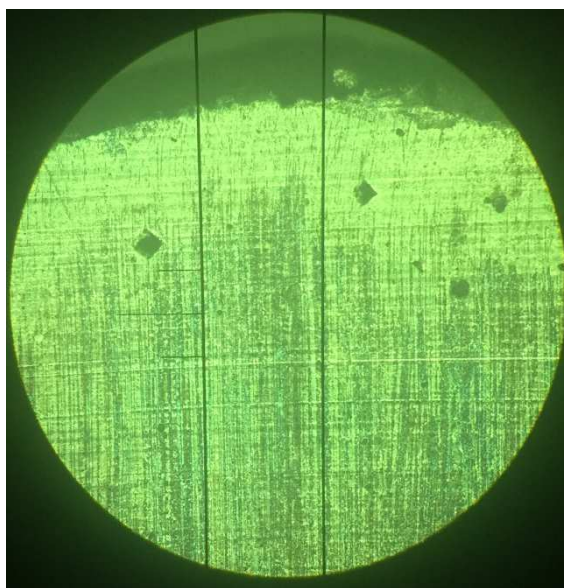


Рисунок 1 – Поверхность трения образцов стали ШХ-15 с нанесенными отпечатками

Анализ полученных данных показал, что наиболее высокие смазывающие свойства при данном режиме работы проявляются у масел с содержанием наноалмазов 0,36%-0,45%. При меньшей концентрации не достигается максимальный эффект, а увеличение процентного содержания не приводит к значительному снижению коэффициента трения.

В ходе испытаний также были рассмотрены следующие режимы работы:

1-ый: сила нагружения 636 Н; удельная нагрузка: 30 МПА; скорость скольжения: 0,5 м/с; расстояние, пройденное образцами: 3000 м.

2-ой: сила нагружения 636 Н; удельная нагрузка: 30 МПА; скорость скольжения: 0,1 м/с; расстояние, пройденное образцами: 3000 м.

При данных режимах работы невозможно было определить износ, т.к. после прохождения 2000 м отпечатки полностью стирались.

Кроме того, при основном режиме работы была выявлена зависимость характера трения от толщины масляного слоя. При недостаточной толщине на отпечатках образовывались тёмные полосы износа.

В зоне этих тёмных полос невозможно было определить размеры отпечатков, и как следствие узнать величину износа. Это связано с ухудшением подтекания смазочного состава в зону трибоконтакта и нарушением условий смазывания пары трения за счет вязкости смазочного материала, вследствие чего в центре контакта происходило сухое трение. Такое же явление наблюдалось при испытании масла с содержанием наноалмазов 0,09%. Причём, увеличение толщины масляного слоя не дало положительных результатов.

**Заключение.** Исследования трибопары при различных режимах работы и в присутствии масла с различным содержанием наноалмазов показало, что с повышением удельной нагрузки снижение коэффициента трения и интенсивности изнашивания при использовании смазки с наноалмазами наблюдается на более ранних стадиях приработки, а скорость скольжения в меньшей степени оказывает влияние на протекание процессов модифицирования поверхности. Наиболее высокие смазывающие свойства при исследуемых режимах работы трибопары проявляются у масел с содержанием наноалмазов 0,36%-0,45%.

#### **СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Гаркунов, Д. Н. Современные проблемы триботехники и ее общественная значимость / Д. Н. Гаркунов // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2007. №6. – С. 2-4.
2. Перекрестов А.П., Непомнящий В.А. Механизм действия противоизносной присадки на магнитной основе. – Вестник АГТУ, 2008. №2 (43). – С. 46-50.

УДК 621.923

### **МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА С УПРАВЛЯЕМОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ ФЕРРОАБРАЗИВНЫХ ЗЕРЕН**

*Акулович Л.М., Ворошуха О.Н.*

Белорусский государственный аграрный технический университет  
Минск, Республика Беларусь.

Важную роль в обеспечении эксплуатационных характеристик поверхностей деталей играют процессы формирования ее топографии на операциях финишной обработки [1]. Так, величина и форма микронеровностей на рабочих поверхностях деталей оказывает существенное влияние на износостойкость трущихся поверхностей. Уменьшение микронеровностей обеспечивает более благоприятный микропрофиль, облегчающий трение и снижающий износ со-