

УДК 621.9.048.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМАЗОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ДИСУЛЬФИДОМ МОЛИБДЕНА, ГРАФИТОМ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ

Анищенко Олеся Ивановна

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск

Введение

Теоретическими и практическими исследованиями установлено, что наиболее эффективным методом улучшения триботехнических характеристик является введение различного рода присадок в базовое масло [1]. Присадки служат лучшим средством влияния на физико-химические и механические процессы при фрикционном контакте. Одними из таких присадок являются слоистые модификаторы трения, вводимые в масло, к которым относятся графит и дисульфид молибдена [2-8]. Исследования, проведенные ранее [3, 5], доказывают целесообразность данного подхода для улучшения триботехнических характеристик. Эффективность добавок дисульфида молибдена и графита зависит от размера частиц и их концентрации в объеме базового масла.

Прирабатываемость пар трения зависит не только от состава смазочной композиции, но и от физико-механических свойств материала и микрогеометрических параметров контактируемых поверхностей деталей пары трения. Одним из способов улучшения микрогеометрических и механических характеристик являются методы поверхностно-пластического деформирования, в частности, упрочняюще-чистовая обработка ультразвуковым инструментом (УЗО).

Методика проведения экспериментальных исследований

Для эксперимента были подготовлены смазочные композиции на основе моторного масла 5W-40 с добавлением присадок графита и дисульфида молибдена в концентрации 5-15 %.

На эксплуатационные свойства смазочной композиции наибольшее влияние оказывают: вязкость, дисперсность, поверхностное натяжение, коллоидная стабильность. Для изменения вязкости базового масла используются загустители, но вязкость композиции будет определяться также видом и количеством присадок, которые также влияют и на поверхностное натяжение смазочной среды.

Для оценки дисперсности и скорости оседания частиц, определяющего коллоидную стабильность использовался метод седиментационного анализа с использованием весов Фигуровского [10-11]. Данная методика позволяет

выделять смазочную композицию с частицами определенного фракционного размера и определять размеры частиц по уравнению (1):

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot \eta \cdot v}{2 \cdot (p - p_0) \cdot g \cdot t}}, \quad (1)$$

где r – радиус частиц, η – вязкость системы, v – скорость осаждения, g – ускорение свободного падения, t – время, p – плотность твердой фазы, p_0 – плотность жидкой фазы.

Оценка поверхностного натяжения осуществлялась методом подсчета капель, вытекающих из капилляра определенного сечения. Поверхностное натяжение можно рассчитать по формуле (2):

$$\sigma = \frac{m \cdot g}{\pi \cdot N \cdot d}. \quad (2)$$

Одним из способов улучшения микрогеометрических и механических характеристик является методы поверхностно-пластическое деформирования и, в частности, упрочняюще-чистовая обработка ультразвуковым инструментом (УЗО). В настоящих исследованиях [11] представлены режимы для упрочнения образцов из стали 45. Для проведения эксперимента были изготовлены цилиндрические образцы из стали 45 с HRCэ 48-52. Обработка осуществлялась на токарном станке. Упрочнение осуществлялось при следующих режимах: статическая нагрузка: $R_{ст}=140$ Н, частота колебаний инструмента: $f=44$ кГц, окружная скорость детали: $V=170$ м/мин, подача инструмента $S=0,1$ мм/об, радиус деформатора $R=4$ мм.

Схема по которой осуществлялась УЗО наружных цилиндрических поверхностей представлена на рис.1, в качестве смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) использовались исследуемые смазочные композиции с дисульфидом молибдена и графитом.

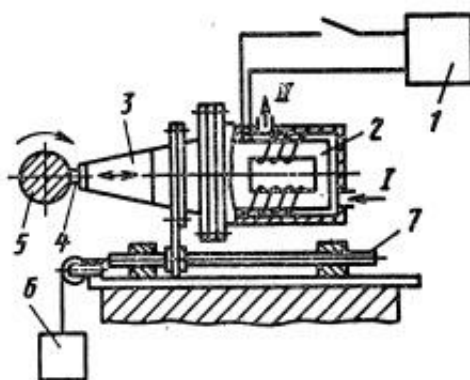


Рис. 1. Схема ультразвуковой обработки наружных цилиндрических поверхностей.

I-подача воды, II- отвод воды, 1-ультразвуковой генератор, 2- магнитострикционный преобразователь, 3-концентратор, 4-рабочая часть

ультразвукового инструмента, 5- обрабатываемая деталь, 6- груз, 7- направляющие.

Оценка стойкости поверхности на схватывание осуществлялась на токарном станке по схеме цилиндрический образец-колодка с нагружающей системой в виде тарированных грузов. Профиль поверхности исследуемых образцов был определен на приборе профилограф- профилометр мод.252.

Результаты и обсуждения

С помощью седиментационного метода были определены радиус и скорость осаждения частиц и преобладающая фракция в смазочной суспензии. Для графита эта фракция имеет радиус частиц 24 ± 3 мкм и скорость осаждения частиц- 5,09 мкм/с. Радиус частиц преобладающей фракции дисульфид молибдена равен $8,76 \pm 0.6$ мкм скорость осаждения частиц- 2,02 мкм/с.

Результаты расчета показали, что поверхностное натяжение изменяется в зависимости от концентрации графита и дисульфид молибдена в смазочной композиции (рис.2).

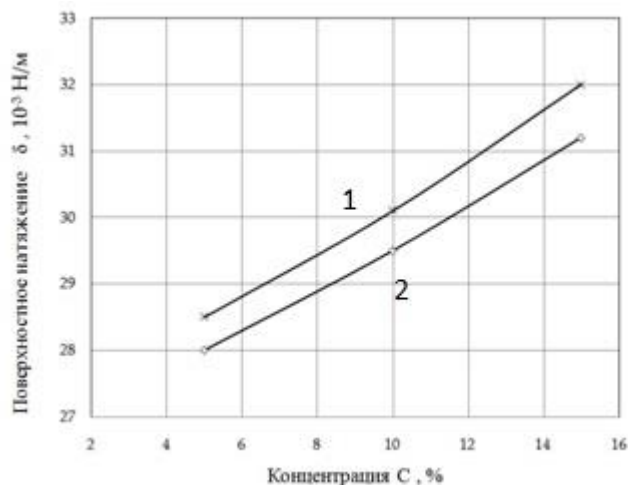


Рис. 2. График зависимости поверхностного натяжения от концентрации дисульфида молибдена(1) и графита(2) при температуре 20 °С.

Приготовленные составы использовались в качестве СОЖ при ультразвуковой упрочняющей обработке. Профилограмма предварительно шлифованной поверхности с шероховатостью $Ra = 2$ мкм, представлена на рис.3.



Рис. 3. Профилограмма шлифованной поверхности.
Вертикальное увеличение 10000, горизонтальное увеличение 500.

Внешний вид образца после УЗО представлен на рис.4 , а профиль поверхности на рис.5.

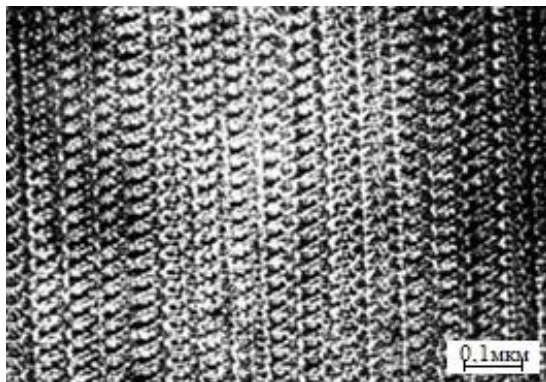


Рис. 4. Поверхность образца после УЗО.
Увеличение 50.

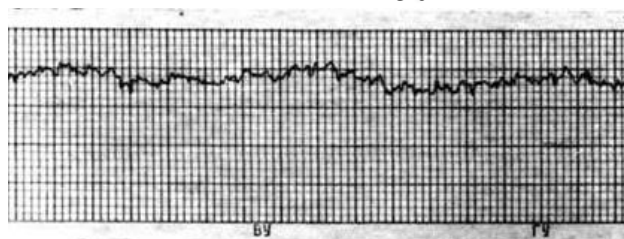


Рис. 5. Профиль поверхности.
Вертикальное увеличение 50000, горизонтальное увеличение 500.

Как видно из рис.4 на поверхности обрабатываемой детали после УЗО сформировался специфичный регулярный микрорельеф, имеющий тонкую пленку из слоистых модификаторов трения. Толщина данной пленки не оценивается оптическим и профиллографическим методом. Данная пленка имеет хорошую адгезию с поверхностью детали и практически не удаляется при ее стирании. Испытание на схватывание показали, что поверхность обработанная УЗО имеет более высокую стойкость к схватыванию, чем поверхность без предложенной подготовки. Данная обработка позволяет увеличить нагрузку на пару в 2-2,5 раза до появления эффекта схватывания.

Выводы

УЗО с использованием слоистых модификаторов трения в качестве СОЖ показало, что на поверхности формируется специфичный регулярный микрорельеф с тонкой пленкой дисульфид молибдена (или графита), имеющей высокую адгезию с обработанной поверхностью. Сравнительная оценка поверхностей после УЗО с использованием смазочной композиций показала улучшение свойств на схватывание по сравнению с УЗО без применения дисульфид молибдена и графита. Введение слоистых модификаторов трения в базовое масло позволяет изменять поверхностное натяжение, вязкость, дисперсность. Определение данных параметров необходимо для обеспечения коллоидной стабильности СОЖ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дроздов Ю.Н. Трение и износ в экстремальных условиях /Ю.Н. Дроздов, В.Г. Павлов, В.Н. Пучков. – М.: Машиностроение, 1986. – 223 с.
2. Брейтуэйт Е.Р. Твердые смазочные материалы и антифрикционные покрытия /Е.Р. Брейтуэйт. – М.: Химия, 1967. – 342 с.
3. Сентюрихина Л.Н. Твердые дисульфидмолибденовые смазки /Л.Н. Сентюхина, Е.М. Опарина. – М.: Химия, 1966. – 152 с.
4. Цеев Н.А. Материалы для узлов сухого трения, работающих в вакууме /Н.А. Цеев, В.В. Козелкин, А.А. Гуров. – М.: Машиностроение, 1986. – 188 с.
5. Пучков В.Н. Твердые смазки: опыт применения и перспективы /В.Н. Пучков, А.П. Семенов // Трение и смазка в машинах и механизмах. –, 2007. – № 11. – с. 36-47.
6. Панов В.В. Смазочные масла в современной техники /В.В. Панов, К.К. Панок. – М.: Наука, 1965. – 130 с.
7. Фукс И.Г. Добавки к пластичным смазкам /И.Г. Фукс. – М.: Химия, 1982. – 248 с.
8. Виппер А.Г. Зарубежные масла и присадки /А.Г. Виппер, А.В. Виленкин, Д.А. Гайспер. – М.: Химия, 1981. – 192 с
9. Фролов К.В. Современная трибология. Итоги и перспективы /В.Г. Фролов. – М.: ЛКИ, 2008. – 480 с.
10. Фигуровский Н.А. Седиментометрический анализ /Н.А. Фигуровский. – М.: АН СССР, 1948. – 332 с.
11. Рахимьянов Х. М., Семенова Ю.С. Прогнозирование геометрического состояния поверхности цилиндрических деталей из стали 45 при ультразвуковом пластическом деформировании металлов// Обработка металлов (технологии, оборудования, инструменты). 2011. №3. с. 11-17.