

УДК 621.2.082.18

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ МАШИН**

*Хисаметдинова В.Р., студентка 2 курса инженерного факультета*  
*Научный руководитель – Морозов А.В., доктор технических наук, доцент*  
*ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

**Ключевые слова:** *твердые смазывающие материалы, трение, узлы трения.*

*В работе рассмотрены твердые смазочные материалы, область их применения и предъявляемые к ним требования. Отмечены преимущества твердых смазочных материалов в сравнении с жидкими смазочными материалами и пластичными смазочными материалами.*

Выход из строя подавляющего большинства узлов современных машин редко связан с потерей их прочностных характеристик и часто обусловлен износом трущихся поверхностей деталей.

Повысить износостойкость соединений возможно применением износостойких материалов [1], упрочняющих технологий [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], смазочных материалов [1] и т.д.

К твердым смазочным материалам (ТСМ) относятся твердые вещества, способные образовывать на поверхностях трения деталей пленки, обладающие высоким сопротивлением разрушению под действием нормальной нагрузки и низким сопротивлением сдвигу. Наличие ТСМ на поверхности трения детали обеспечивает положительный градиент механических свойств по нормали к этой поверхности и локализацию сдвига в объеме смазочной пленки.

К твердым смазочным материалам относятся:

- вещества слоистой структуры: графит, дисульфиды металлов (например,  $\text{MoS}_2$ ,  $\text{WS}_2$ ,  $\text{NbS}_2$ ), диселениды металлов ( $\text{WSe}_2$ ,  $\text{NaSe}_2$  и др.), гексагональный нитрид бора (BN);

- мягкие оксиды металлов ( $\text{PbO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ), фториды ( $\text{AlF}_3$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ), хлориды ( $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{CdCl}_2$ ,  $\text{CuCl}$ ), йодиды ( $\text{CaI}_2$ ,  $\text{PbI}_2$ ,  $\text{BiI}_3$ ), теллуриды ( $\text{MoTe}_2$ ,  $\text{WTe}_2$ ,  $\text{NbTe}_2$ ,  $\text{TaTe}_2$ ) металлов;

- вещества, которые образуют граничные слои на поверхности детали при ее обработке химически активными соединениями, содер-

жащими хлор, фосфор, серу и др. К этой группе относятся, например, хлориды, сульфиды, фосфиды железа.

- полимерные материалы (политетрафторэтилен, полиэтилен);
- мягкие металлы и сплавы (серебро, свинец, барий, олово, индий, кадмий).

В настоящее время ТСМ используются:

- в узлах трения, в которых недопустимо применение жидких и пластичных смазочных материалов, например, в технологическом оборудовании деревообрабатывающей, полиграфической, пищевой, текстильной промышленности;

- в качестве антифрикционных наполнителей при создании материалов триботехнического назначения;

- в сопряжениях, эксплуатирующихся при экстремально высоких контактных давлениях, вызывающих разрушение слоев жидких смазочных материалов (ЖСМ) и пластичных смазочных материалов (ПСМ) (зубчатые и винтовые передачи, опоры качения, резьбовые соединения);

- в сопряжениях, где невозможно применение ЖСМ и ПСМ по причине их удаления с поверхностей трения: узлы, эксплуатируемые в вакууме и детали, окружная скорость вращения которых достаточна для стекания этих смазочных материалов с поверхностей трения под действием центробежных сил;

- при запределельных для ЖСМ и ПСМ температурах, когда указанные смазочные материалы теряют вязкость и разлагаются (300 °С и более), или становятся подобными твердым телам (криогенные температуры);

- в устройствах, работающих в агрессивной среде, вакууме и под действием радиации (узлы трения изделий авиакосмической промышленности);

- для смазывания поверхностей трения деталей, выполненных из неметаллических материалов, например, керамики;

- для смазывания скользящих электрических контактов.

ТСМ широко применяются для смазывания канатов, сальниковых набивок, подшипников, при обработке металлов, в скользящих электрических контактах, для изготовления щеток электродвигателей и генераторов, добавляются в жидкие смазочные материалы в период приработки узлов трения, используются в качестве наполнителя в ПСМ, трансмиссионных маслах и т.д.

Основные требования, предъявляемые к твердым смазочным материалам, сводятся к следующему. Вещества, используемые в каче-

стве ТСМ, должны образовывать прочные адгезионные связи хотя бы с одной из сопрягаемых поверхностей, не оказывать коррозионного действия на материалы трущихся тел, не испаряться в процессе хранения и эксплуатации. Граничные слои из ТСМ на поверхностях трения должны выдерживать без разрушения высокие нормальные нагрузки и оказывать минимальное сопротивление сдвигу, не разрушаться при многократных пластических деформациях, не подвергаться наклепу (мягкие металлы) в процессе эксплуатации и не образовывать хрупких соединений с материалами деталей трибосопряжения. Важным требованием является способность сохранять стабильными триботехнические характеристики в широком диапазоне изменения нагрузок, скоростей и температур.

По сравнению с ЖСМ и ПСМ твердые смазочные материалы обладают рядом преимуществ. К ним, в частности, относятся: способность выполнять функции смазочного материала в вакууме и при экстремально низких (-200 °С) и высоких (до 1000 °С) температурах, высокая радиационная стойкость, более высокая стабильность смазывающих, противоизносных и противозадирных свойств в широком интервале нагрузок и скоростей, способность удерживаться на поверхностях трения при сверхвысоких скоростях перемещения сопрягаемых деталей. ТСМ практически не испаряются и не меняют своих свойств со временем, применимы для смазывания сильно изношенных поверхностей, не требуют герметизации узла трения. Их применение позволяет частично или полностью восстановить размеры изношенных деталей.

*Библиографический список:*

1. Крагельский, И.В. Трение и износ. - М.: Машиностроение, 1968.-420 с.
2. Морозов, А.В. Характер эксплуатационного износа гладких цилиндрических подвижных соединений применяемых в сельскохозяйственной технике / А.В. Морозов, В.А. Фрилинг // Материалы III Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути решения». - Ульяновск: ГСХА, 2011.- т. II. – С. 271-275.
3. Морозов, А.В. Формирование свойств поверхности при объемном электро-механическом дорновании втулок из бронзы Бр ОЦС 5-5-5 / А.В. Морозов, А.В. Байгулов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011.- № 4.– С. 116-121.
4. Морозов, А.В. Исследование микротвердости упрочненных участков на поверхности отверстия сформированных сегментной электромеханической

- закалкой / А.В. Морозов, Н.И. Шамуков, Н.Н. Горев // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути решения».- Ульяновск: ГСХА, 2012.- т. II. – С. 104 – 109.
5. Морозов, А.В. Повышение износостойкости тонкостенных втулок при объемном электромеханическом дорновании / А.В. Морозов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. -2012.- № 2. - С 87-90.
  6. Морозов, А.В. Повышение послеремонтного ресурса сопряжения привода выталкивателя штампа станка ПШ-2 применением процессов электромеханической обработки / А.В. Морозов, Г.Д. Федотов // Научное обозрение. – 2012. - № 4. - С 230-236.
  7. Морозов, А.В. Повышение износостойкости втулки балансира трактора МТЗ-80.1 избирательной электромеханической закалкой / Л.В. Федорова, А.В. Морозов, В.А. Фрилинг // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. -2012.- № 9. - С 132-140.
  8. Морозов, А.В. Электромеханическая поверхностная закалка втулок трака бульдозера «KOMATSU» / С.К. Федоров, А.В. Морозов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. -№ 3. - С 102-107.

## APPLICATION OF SOLID LUBRICATING MATERIALS IN THE FRICTION KNOTS OF MACHINES

*Khislametdinova V.R.*

**Key words:** *solid lubricants, friction, friction units.*

*The paper discusses solid lubricants, their area of application and requirements for them. The advantages of solid lubricants in comparison with liquid lubricants and plastic lubricants are noted.*