

Р. Р. Ахметзянов, Х. С. Фасхутдинов, Т. Н. Вагизов,  
И. Х. Гималтдинов, Р. С. Шайхетдинова

## ТВЕРДЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

*Ключевые слова:* смазочные материалы, износ материала, композиционные материалы.

*В настоящее время отмечается значительный интерес к проблемам выбора смазочных материалов. Довольно часто используются жидкие или полужидкие смазочные материалы. Иными смазочными материалами, имеющими большую историю, являются твердые смазки. По поведению в условиях эксплуатации твердые смазочные материалы с полимерными связующими существенно отличается от других типов смазок.*

*Keywords:* lubricants, deterioration of the material, composite materials.

*Currently, there is considerable interest in the problems of selection of lubricants. Quite often used in liquid or semi-solid lubricants. Other lubricants that have a long history, are solid lubricants. The behavior in the conditions of use solid lubricants with polymeric binders is significantly different from other types of lubricants.*

В основном в узлах трения используются жидкие или полужидкие смазочные материалы, подобные маслам и пластичным смазкам. Такие материалы используют во многих механизмах, шестеренчатых передачах, подшипниках и т.д. Иными смазочными материалами, имеющими большую историю, являются твердые смазки.

Твердые смазочные материалы предназначены для уменьшения коэффициента трения и износа сопряженных деталей, поверхности которых перемещаются относительно друг друга. Основные типы твердых смазок и их применение представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Твердые смазки и техника их применения**

| Смазки                                | Особенности применения                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Порошкообразные                       | Простейший тип твердой смазки, уменьшающий трение и износ трущихся поверхностей, на которые они нанесены, является порошкообразная смазка (графит). Эта смазка наносится или натирается на поверхность деталей в виде порошка                                                                            |
| Твердая смазка с полимерным связующим | Состоит из порошкообразной твердой смазки (пигмент) и связующего. Пигментом может служить одна из порошкообразных смазок. Связующее улучшает адгезию порошкообразной смазки к трущейся поверхности. Такие материалы сходны с красителями, в которых смолы удерживают пигменты у окрашиваемой поверхности |
| Мягкие металлы                        | Мягкие металлы или сплавы, имеют низкое сопротивление сдвигу и снижают износ и трение контактирующих поверхностей более твердых металлов. В качестве примера – свинцовые пленки на поверхности стали                                                                                                     |

|                                                        |                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Износостойкие антифрикционные неметаллические покрытия | По назначению не отличается металлических покрытий. К ним относятся керамические покрытия                                                                                                  |
| Химические и гальванические покрытия                   | К ним относятся фосфатирование и хромирование поверхностей подшипников. Часто применяется в сочетании с жидкими смазочными материалами, но могут использоваться и без смазочных материалов |

Исходя из таблицы видно, что существует большое количество разнообразных твердых смазок и методов их использование. Это можно проиллюстрировать на примере одной твердой смазки – графита. Графит может быть использован в виде порошка, твердой смазочной пленки со связующими, в виде наполнителя антифрикционных пластиков и неметаллических материалов. Во всех случаях графит будет выполнять функции твердой смазки. Чаще всего в узлах трения применяют смазочные покрытия с полимерными связующими и графитным пигментом.

Твердые смазочные покрытия состоят из твердой смазки (пигмента) и связующего. Пигменты должны уменьшать износ и трение смазываемых поверхностей. Связующее определяют метод закрепления пигментов на поверхности металла. Они же предотвращают удаление частиц твердой смазки с поверхности трущихся поверхностей при их перемещении относительно друг друга.

По поведению в условиях эксплуатации твердые смазочные материалы с полимерными связующими существенно отличается от других типов смазок. В первый период наблюдается относительно быстрый износ материала, но скорость его постепенно уменьшается. Высокая начальная скорость износа объясняется потерей слабо связанного с поверхностью материала покрытия. При этом поверхность твердой смазочной пленки приобретает блестящий полированный вид.

Твердые смазочные пленки, наносимые, на поверхность обычно имеют небольшую толщину и наносятся перед сборкой узла трения, и они должны

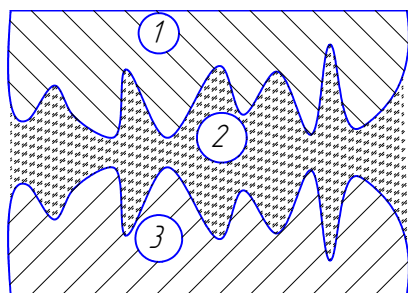
работать на весь срок службы механизма. При разрушении покрытия металлические поверхности контактируются, и повышение трения приводит к необратимому выходу ее из строя. Для исключения такого процесса необходимо обновлять пленку твердой смазки.

Нами разрабатывается серосодержащий композиционный материал, в котором связующим является сера, пигментом – графит, наполнителем – медь.

На известных твердых смазочных пленках связующее не принимает непосредственного участия в процессе смазывания. Несмотря на это они очень сильно влияют на эксплуатационные характеристики твердых смазочных покрытий. При малом количестве связующего адгезия покрытия к металлу может улучшиться, при слишком высокой его концентрации снижается эффективность твердых смазок, содержащихся в покрытии. Чаще всего отношение твердой смазки и связующего в пределах 1:1.

Известно, что сера является антифрикционным материалом и применение его в качестве связующего даст значительный эффект при снижении коэффициента трения.

Вовремя работы связанная серо-графитная композиция будет наноситься, на поверхности узла трения проникая на неровности шероховатости (рисунок 1) тем самым ускоряя процесс приработки и уменьшая трение между деталями. Обновление пленки будет происходить методом ротапринтной смазки.



**Рис. 1 – Механизм смазывания металлических поверхностей: 1 – втулка, 2 – серосодержащий композиционный материал, 3 – вал**

Для лучшего отвода тепла и придания износостойкой пленки добавляется в состав медный порошок. Состав содержит 30% - серы, 60% - графита, 10% - меди.

Технология получения композиционных материалов следующая: измельчение порошков, дозирование, смешивание, прессование, спекание, прессование. Образцы получаются в виде брикетов.

Во время работы узел трения смазывается брикетом – карандашом, расположенным на валу, карандаш наносит слой смазки на втулку.

### Литература

1. Воронков Б.Д. Подшипники сухого трения / Воронков Б.Д. // 2-е изд., дополн. и перераб. - Л.: Машиностроение, 1979-224с.
2. Чичинадзе А.В., Основы трибологии (трение, износ, смазка) / Чичинадзе А.В. Учеб. для техн. вузов Чичинадзе А.В. / 2-е изд. М.: Машиностроение, 2001
3. Крагельский И.В. Трение и износ / Крагельский И.В. М., Машиностроение, 1968 - 480 с.
4. Коротков Ю.Ф., Козумена О.В., Кузнецов Н.Г., Николаев А.Н. Энергетические характеристики двухтактного поршневого акустического нагнетателя газа // Вестник Казан. технол. ун-та. 2014. Т. 17, № 1. С.238-241.
5. Хайдаров А.Ф., Климентьева Г.Ю. Компоненты антистатических присадок к дизельному топливу// Вестник Казан. технол. ун-та. 2014. Т17, № 8. С. 266-268.

© Р. Р. Ахметзянов - ст. препод. КГАУ; Х. С. Фасхутдинов – к.т.н., доц. КГАУ; Т. Н. Вагизов ст. препод. КГАУ; И. Х. Гималтдинов - ст. преп. КГАУ; Р. С. Шайхетдинова – ст. препод. каф. ТКМ КНИТУ, rami21@yandex.ru.

© R. R. Ahmetzyanov - Art. Ven. Kazan State Agrarian University-venous; H. S. Faskhutdinov - Ph.D. Kazan State Agrarian University-venous; T. N. Vagizov - Art. Ven. Kazan State Agrarian University-venous; I. H. Gimaltdinov - Art. Ven. Kazan of state Agricultural University; R. S. Shayhetdinova - st. prep. kaf. TKM KNRTU, rami21@yandex.ru.