

## Литература

1. Сухое трение и односторонние связи в механике твердого тела, Розенблат Г.М., 2011
2. Полюшкин, Н.Г. Основы теории трения, износа и смазки: учеб. пособие / Н.Г. Полюшкин, 2013

**Применение металлоплакирующих смазочных материалов для  
повышения ресурса технологических механизмов и машин**

Студенты гр. 10903119 Хилюк И.М., Кожеуров П.С.

Научный руководитель – ст. преподаватель Комяк И.М.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Перед каждым конструктором, инженером, проектировщиком оборудования, сервисным специалистом стоит задача, как продлить ресурс машины с сохранением базовых характеристик. И в зависимости от выбора, можно, например, продлить ресурс машины до 35%, а это снизит потребность в производстве этих машин на те же 35%. Основной причиной снижения ресурса машины являются трение и износ.

Выбор смазочных материалов производится для вновь проектируемых машин, для машин после их модернизации и для действующего оборудования при изменении условий эксплуатации. Выбор зависит от многих условий, основными из которых являются: конструкция узла трения, рабочий режим (нагрузка, скорость, температура, интервалы их изменения), особенности рабочего и технологического процесса, внешняя среда (температура воздуха, его влажность, запыленность, наличие агрессивных газов и т.п.), квалификация обслуживающего персонала и возможность ухода за механизмом во время его действия, требования надежности и экономические факторы.

В настоящее время в распоряжении у конструкторов и у эксплуатационников механического оборудования имеется обширная база смазочных материалов. Существует множество классов смазочных материалов, однако наиболее интересным из них является класс металлоплакирующих смазок [2].

Металлоплакирующие смазочные материалы – это пластичные смазки, масла и смазочно-охлаждающие жидкости, в состав которых

входят металлсодержащие присадки (порошки металлов, их оксидов, сплавов, солей, комплексных и др. соединений) [1].

Впервые в мире металлоплакирующие смазки стали производить в СССР. По заказу в авиационной промышленности были разработаны смазки Свинцоль 01 и Свинцоль 22 [3]. Польза применения металлоплакирующих смазок известна давно, но широкого применения они не получили, видимо, из-за более высокой, чем у универсальных смазок, начальной стоимости. Однако экономика эксплуатации техники говорит о том, что эти затраты быстро окупаются.

При использовании металлоплакирующих смазочных материалов реализуется эффект безызносности, который проявляется в том, что на трущихся поверхностях деталей в процессе работы узлов трения формируется тонкая трудно поддающаяся окислению защитная самовосстанавливающаяся металлическая защитная пленка (не более 1 - 2 мкм) из введенных в смазку присадок. Такая защитная пленка называется сервовитной (от лат. *servo* – охраняю, спасаю и *vita* – жизнь). Пленка увеличивает площадь контакта деталей в 10 - 100 раз, препятствует окислению поверхностей, проникновению к ним водорода и тем самым резко снижает износ. Долговечность узлов трения повышается в 2 - 3 раза, потери энергии на трение уменьшаются примерно в 2 раза, расход смазочных материалов – в 2 - 3 раза, а периодичность смазочных операций – в 3 раза. Все это позволяет: повысить ресурс машин и механизмов; значительно продлить срок службы механических деталей; увеличить интервал между заменами смазки; исключить возникновение задиров и сваривания трущихся деталей; снизить шум, вызванный износом подшипников; обеспечить успешную работу в тяжело нагруженных узлах трения; исключить износ трущихся поверхностей; восстановить изношенные поверхности; защитить рабочие поверхности от коррозии; улучшить теплоотвод из зоны трения; предотвратить насыщение смазочного материала твердыми продуктами износа в процессе эксплуатации; улучшить экологические характеристики двигателей внутреннего сгорания; уменьшить загрязнение окружающей среды; успешно заменить солидолы всех типов, смазки общего назначения и некоторые другие пластичные смазки [4].

При наличии на трущихся поверхностях сервовитной пленки продукты их износа состоят из пористых частиц металла, которые покрыты граничным адсорбционным слоем поверхностно-активного

смазочного материала, имеют электрический заряд, под действием которого удерживаются в узлах трения (сосредотачиваются в зазорах) и переносятся с одной поверхности на другую, защищая их от разрушения (при использовании обычных смазочных материалов продукты износа в основном состоящие из оксидов, которые легко удаляются из зоны контакта) (рис. 1). Наконец, сервовитная пленка предохраняет стальные поверхности от проникновения водорода, который образуется в процессе трения при разложении водяных паров, топлива, смазок, смазочно-охлаждающих жидкостей, деструкции полимеров в зонах контакта и другие; кроме того, пленка снижает удельную нагрузку на поверхности трения, что существенно уменьшает выделение водорода [4].

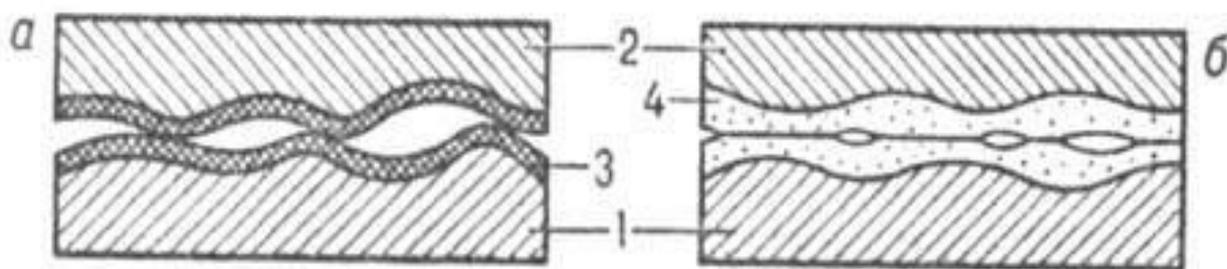


Рисунок 1. Образование пленок на поверхностях контакта при действии обычной (а) и металлоплакирующей (б) смазок: 1 – сталь; 2 – бронза; 3, 4 – соотв. оксидные и сервовитные пленки.

Важно отметить, что не все смазочные материалы, содержащие различные мягкие металлы, можно отнести к металлоплакирующим смазкам, дающим эффект безызносности. Для реализации последнего необходимо наличие активной смазочной среды, обеспечивающей протекание физико-химических процессов, обеспечивающих образование защитной пленки, содержащей металл вводимой присадки. Смазки же для резьбовых соединений и уплотнительные смазки, хотя и содержат порошки пластичных металлов (меди, свинца, цинка), не создают эффекта безызносности. Их оксиды, более мягкие, чем материал резьбы, при свинчивании ее после длительной эксплуатации, особенно при высокой температуре, служат как бы твердым смазочным материалом, не повреждая материала резьбы. При отсутствии металлических порошков материал резьбы больше окисляется. Оксиды, имея твердость (например,

окислы стали) большую, чем твердость самого металла, при свинчивании резьбы повреждают поверхности трения, увеличивают усилие свинчивания и нередко приводят к срыву резьбы [4]. По этой причине нельзя относить к металлоплакирующим смазочным материалам смазки, содержащие мягкие порошки металлов и предназначенные для резьбовых соединений, работающих при высокой температуре. Нельзя также относить к металлоплакирующим смазочным материалам смазки, при которых образование пленки металла происходит в результате "намазывания" металла, что может привести к схватыванию поверхностей трения и заеданию узла трения [5]. В этом случае смазка не выполняет своего прямого назначения.

Применение металлоплакирующих смазочных материалов, позволяет значительно повысить долговечность узлов трения, снизить потери энергии на трение, увеличить КПД машин и механизмов, уменьшить расход смазочных материалов, увеличить период между смазочными работами.

#### Литература

1. Гаркунов, Д.Н. Триботехника М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
2. Гаркунов, Д.Н. Триботехника, конструирование, изготовление и эксплуатация машин. – М.: МСХА, 2001. – 629 с.
3. Гаркунов Д.Н., Мельников Э.Л., Гаврилюк В.С. Триботехника. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. С. 221;
4. Морозов А.П. Перспективы применения нанотехнологий в теплоэнергетике // Теплотехника и теплоэнергетика металлургического производства. Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2008. ).
5. Щедрин, А.В., Зинин, М.А., Гаврилов, С.А. Влияние металлоплакирующей присадки Валена на показатели комбинированной обработки // Вестник машиностроения. – 2011. – №9. – С. 77–80.

#### **Материалы, применяемые в глобоидной передаче**

Студенты гр. 10706119 Ильющенко З.Я., Романов И.С., Лавринович А.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Василенок В.Д.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Требования к механическим свойствам глобоидных червяков и колес определяются специфическими особенностями зацепления в глобоидной