

Библиографический список

1. РД 10-577-03 (СО 153-34.17.421-2003). Типовая инструкция по контролю металла и продлению срока службы основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепловых электростанций. М. : ФГУП «НТЦ „Промышленная безопасность”», 2003.

2. Дитяшев, Б. Д. Продление срока эксплуатации паропроводов и статистика по отказам трубопроводов ТЭС за период 1997–2002 гг. / Б. Д. Дитяшев // Продление сроков службы паропроводов : тез. докл. регионал. совещ. Дивноморское : Южн. инж. центр энергетики, 2005. С. 6–10.

V. V. Stepanov, G. G. Krushenko

PATTERN OF HIGH-PRESSURE PIPE-LINE WORKING CONDITION USAGE FOR TECHNICAL SERVICE OPTIMIZATION

One can adopt technical documents effectively enough for each concrete high pressure pipeline taking into account denial statistics.

Keywords: model, high pressure pipeline, optimization, service.

УДК 621.892

А. А. Метелица, Б. И. Ковальский, Ю. Н. Безбородов, Н. Н. Малышева

ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛОВ НА ПРОЦЕССЫ САМООРГАНИЗАЦИИ В СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Представлены результаты испытания смазочных масел на термоокислительную стабильность. Определено каталитическое влияние металлов на окислительные процессы в смазочных материалах с использованием стали 45 (отпуск 600 °С). Получены регрессионные модели процесса термоокисления смазочных материалов. Предложены количественные показатели влияния металлов на смазочные материалы и процессы самоорганизации.

Ключевые слова: смазочный материал, сталь 45, термоокислительная стабильность, летучесть, коэффициенты поглощения светового потока и относительной вязкости, скорость процесса окисления, процессы самоорганизации, коэффициент каталитического влияния.

В настоящее время выбор элементов трущейся пары, а также выбор материалов для их изготовления осуществляется с учетом их совместимости. Под совместимостью понимают способность материалов пары трения приспособляться один к другому в процессе эксплуатации. Роль смазочного материала изучена недостаточно, но можно однозначно сказать, что от его качества зависят процессы формирования защитных слоев на поверхностях трения. Изучение совместимости трущихся пар нашло отражение в работах И. В. Крагельского, Н. А. Буше, И. С. Гершмана и других авторов [1–3]. Необходимо отметить, что существенное влияние на износостойкость материалов пары трения оказывает смазочный материал, как один из основных элементов любой трибосистемы. Основным требованием, предъявляемым к материалам пары трения, является износостойкость, обеспечивающая заданный ресурс. Однако совместимость сталей различной термообработки с жидкими смазочными материалами, базовой основой и комплектом присадок недостаточно изучена.

С появлением сложных агрегатов и двигателей, работающих в агрессивных условиях, а также имеющих весьма высокие скорости и нагрузки, возникает серьезная проблема выбора материалов для изготовления тяжелонагруженных деталей, совместимых со смазочным материалом. По-

этому современные производители нефтепродуктов легируют базовые масла различными присадками, которые значительно улучшают функциональные свойства смазочного материала. Данные о совместимости смазочных материалов с материалами трибосистемы отсутствуют. Конструкторы не имеют информации о выборе материалов на этапе проектирования, а основные характеристики, указанные на этикетках товарных масел не достаточны для объективного выбора смазочных масел для той или иной трибосистемы.

Методика исследования. Испытания моторных масел на термоокислительную стабильность проводились на пробах товарного масла М-10-Г_{2к} массой 100 г. Термостатирование проводилось в стеклянном стакане, при этом масло перемешивалось стеклянной мешалкой с частотой 300 об/мин. Температура задавалась дискретно, с шагом 10°. Каждая проба испытывалась в интервале температур от 150 °С до 180 °С. Испытания смазочных масел проводились до значения коэффициента поглощения светового потока равного 0,7...0,8 ед. или изменению относительной вязкости не более, чем на 25 %.

Результаты исследования и их обсуждение. Влияние металлов, а также оптические свойства смазочных масел оценивались коэффициентом поглощения светового потока, графическая зависимость представлена на рис. 1.

Оптические свойства масла изменялись с различной интенсивностью в зависимости от температуры испытания. Так, при температуре 180 °С поверхностная энергия твердого тела, в данном случае стали 45 (отпуск 600 °С), не оказывает влияния на образование нерастворимых продуктов окисления, что подтверждается экспериментальными исследованиями (кривые 1, 1' на рис. 1). Данная температура является критической для масла М-10-Г_{2к} и в большей степени влияет на старение смазочного материала. При температуре 170 °С на начальном этапе испытания, в течение 45 ч, каталитическое влияние металла не проявляется, затем ускоряет процесс деструкции базовой основы и присадок.

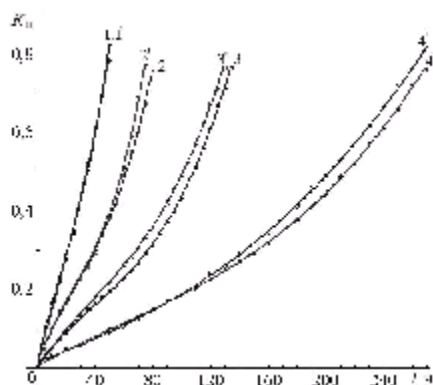


Рис. 1. Графическая зависимость коэффициента $K_{\text{п}}$ от температуры и времени испытания моторного масла М-10-Г_{2к}: 1–4 – товарное масло при температурах соответственно 180 °С, 170 °С, 160 °С, 150 °С; 1'–4' – то же со сталью 45 (отпуск 600 °С)

Аналогичная тенденция просматривается и в проведенных испытаниях минерального дизельного масла при низких температурах. Это в какой-то степени объясняется тем, что при высоком отпуске данной марки стали получается оптимальное сочетание свойств. Полученные в результате термической обработки детали способны испытывать высокие ударные и циклические нагрузки, в стали происходят превращения, уменьшающие степень неравномерности структуры. И если рассматривать реальные условия эксплуатации деталей машин, то они оказывают каталитическое влияние на процессы, протекающие в смазочных материалах.

Графические зависимости $V_{K_{\text{п}}} = f(t)$ (рис. 2) представляют собой полиномиальные уравнения второго порядка. При температуре 180 °С (кривая 1' на рис. 2) сталь 45 оказывает ингибиторное воздействие на процессы формирования нерастворимых продуктов окисления, что объясняется интенсивным образованием защитной пленки. При последующих температурах (кривые 2, 3, 4) проявляется каталитическое воздействие металла на смазочное масло, что связано со структурой металла после термической обработки, причем при температурах 160 °С и 150 °С наблюдается незначительное изменение оптических свойств минерального масла в присутствии металла, в связи с невысокой температурной нагрузкой, не способной сформировать защитную пленку на поверхности твердого тела.

Функциональные зависимости коэффициента относительной вязкости от времени и температуры испытания минерального моторного масла представлены на рис. 3.

Современные масла должны отвечать многим требованиям, таким как стойкость к старению, способность химически модифицировать поверхности металла, снижая каталитическое воздействие, а также обладать оптимальными вязкостно-температурными характеристиками при высоких температурах. Последнее из них наиболее справедливо в том случае, если обеспечивается пологость вязкостно-температурной характеристики. Согласно представленным графическим зависимостям, температуры 180 °С и 170 °С способствуют быстрому изменению всех перечисленных свойств, что указывает на более низкую температурную область работоспособности испытуемого масла, о чем свидетельствует пологость графических зависимостей (кривые 3, 3' и 4, 4' на рис. 3).

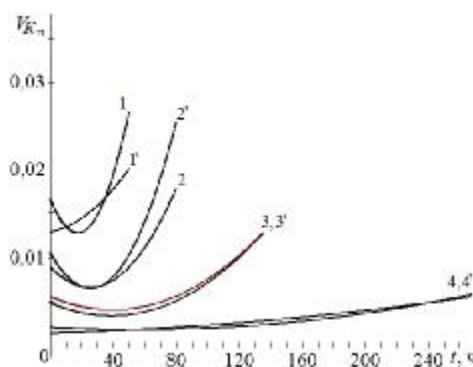


Рис. 2. Графическая зависимость скорости коэффициента поглощения светового потока от времени и температуры испытания моторного масла

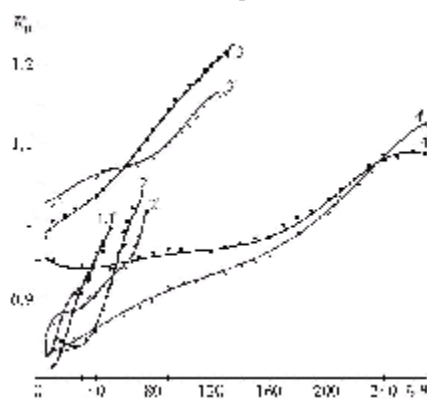


Рис. 3. Графическая зависимость коэффициента относительной вязкости от времени и температуры испытания минерального моторного масла М-10-Г_{2к}

При этом для масел (кривые 3' и 4' на рис. 3), испытываемых с образцами стали, значения коэффициента относительной вязкости ниже, чем у товарного масла, следовательно, наличие твердого тела в масляной среде является дополнительным фактором, снижающим вязкость посредством коагуляции промежуточных и конечных продуктов деструкции, адсорбированных на поверхности металла.

Графическая зависимость коэффициента энергии превращения $E_{\text{п}}$ от коэффициента поглощения светового потока $K_{\text{п}}$ представлена на рис. 4. Исходя из представленных экспериментальных данных тепловая энергия, подводимая к маслу, расходуется на испарение легких масляных фракций и образование различных продуктов окисления. При этом, наличие стали высокого отпуска не спо-

способствует существенному изменению окислительных процессов и оптических свойств моторного масла, а в большей степени влияет на летучесть масла.

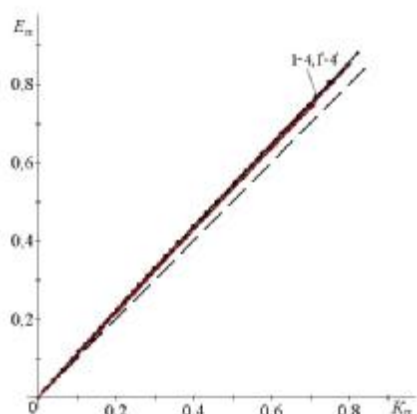


Рис. 4. Графическая зависимость коэффициента энергии превращения E_n от коэффициента поглощения светового потока K_n моторного минерального масла М-10-Г_{2к}

Высокая испаряемость при температурной нагрузке характерна для минерального масла. Графическая зависимость летучести от времени и температуры испытания представлена на рис. 5. Этот показатель может служить также критерием для оценки и обоснования температурного режима, при котором данное масло способно выполнять свои заданные функции в течение длительного времени эксплуатации.

При температурах 180 °С и 170 °С (кривые 1, 1' и 2, 2' на рис. 5) происходит интенсивное испарение легких фракций смазочного материала, при 160 °С и 150 °С наблюдается снижение летучести, что обусловлено более низким температурным порогом работоспособности представленного масла М-10-Г_{2к}.

Следует отметить, что с понижением температуры поверхность металла становится более светлой, что можно характеризовать как взаимодействие твердого тела при соответствующей температурной нагрузке с молекулами смазочного материала. Изменение цвета защитной пленки объясняется тем, что при высоких температурах концентрация нерастворимых продуктов окисления интенсивно растет и частично эти продукты поглощаются поверхностью твердого тела. С понижением температуры, окислительные процессы замедляются, снижается скорость образования конечных продуктов деструкции смазочного

масла, а следовательно, замедляются процессы формирования хемосорбционной пленки на поверхности металла.

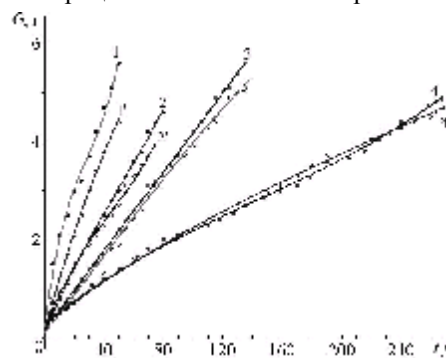


Рис. 5. Графическая зависимость коэффициента летучести от времени и температуры испытания моторного минерального масла М-10-Г_{2к}

Таким образом, показано, что смазочный материал является важнейшим элементом в любой трибологической системе, обеспечивающим снижение износа за счет введения различных легирующих компонентов. Процессы самоорганизации смазочного масла и механической системы, включающей узлы трения, в значительной степени зависят от углеводородного состава базовой основы и функциональных свойств пакета присадок. Сущность самоорганизации триботехнической системы заключается в том, что взаимодействие трущихся тел и смазочной среды локализуется в тонких слоях вторичных структур трения, которые защищают ее от внешних воздействий [4].

Библиографический список

1. Буше, Н. А. Подшипниковые сплавы для подвижного состава / Н. А. Буше. М. : Транспорт, 1967.
2. Костецкий, Б. И. Трение, смазка и износ в машинах / Б. И. Костецкий. Киев : Техніка, 1970.
3. Матвеевский, Р. М. Температурная стойкость граничных смазочных слоев и твердых смазочных покрытий при трении металлов и сплавов / Р. М. Матвеевский. М. : Наука, 1971.
4. Ковальский, Б. И. Методология контроля и диагностики смазочных материалов, как элемент систем приводов многокомпонентных машин : дис ... д-ра техн. наук / Б. И. Ковальский. Красноярск, 2005.

A. A. Metelitsa, B. I. Kovalski, Yu. N. Bezborodov, N. N. Malysheva

CATALYTIC INFLUENCE OF METALS ON SELF-ORGANIZING PROCESSES IN LUBRICANTS

The results of testing motor oils on thermal-oxidation stability are presented. The catalytic influence of metals on oxidizing processes in lubricants using of steel 45 (tempering 600) were determined. The regression models of the destruction lubricants process are received. The quantity indicators of metal influence on lubricants and self-organizing processes are offered.

Keywords: lubricant, steel 45, thermal-oxidation stability, volatility, light flux absorption factor and relative viscosity, speed of oxidizing process, process of self-organizing, the catalytic influence factor.