

ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ

Рассмотрены современные методы оценки эксплуатационных свойств трансмиссионных масел различной базовой основы и групп эксплуатационных свойств. Приведены результаты исследований трансмиссионных масел на термоокислительную стабильность. Предложены критерии оценки термоокислительной стабильности трансмиссионных масел, позволяющие определять их температурный диапазон работоспособности и потенциальный ресурс.

Монография

ISBN 978-5-7638-2379-0



9 785763 823790 >

Институт нефти и газа



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ

Монография

Красноярск
СФУ
2011

УДК 621.892
ББК 35.514.3
Т35

Рецензенты:

М. С. Бахарев, д-р техн. наук, проф. кафедры «Естественно-научные дисциплины» Сургутского института нефти и газа (филиал) Тюменского государственного нефтегазового университета;

В. Ф. Пичугин, д-р техн. наук, проф. кафедры «Трибология и технология ремонта нефтегазового оборудования» Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина

Т35 Термоокислительная стабильность трансмиссионных масел : монография / Б. И. Ковальский, Ю. Н. Безбородов, Л. А. Фельдман, Н. Н. Малышева. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. – 150 с.

ISBN 978-5-7638-2379-0

Рассмотрены современные методы оценки эксплуатационных свойств трансмиссионных масел различной базовой основы и групп эксплуатационных свойств. Приведены результаты исследований трансмиссионных масел на термоокислительную стабильность. Предложены критерии оценки термоокислительной стабильности трансмиссионных масел, позволяющие определять их температурный диапазон работоспособности и потенциальный ресурс.

Предназначена для научных и инженерно-технических работников, занимающихся проектированием и эксплуатацией машин и агрегатов, аспирантов и студентов, обучающихся по направлению 190600 – «Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования».

УДК 621.892
ББК 35.514.3

ISBN 978-5-7638-2379-0

© Сибирский федеральный университет, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Анализ факторов, влияющих на эксплуатационные свойства трансмиссионных масел.....	7
1.1. Базовое масло как основа функциональных показателей трансмиссионных масел.....	7
1.2. Классификация трансмиссионных масел	9
1.3. Системы контроля качества нефтепродуктов в Российской Федерации	13
1.4. Анализ факторов, влияющих на надежность трансмиссий.....	16
1.5. Современные методы оценки эксплуатационных свойств трансмиссионных масел.....	34
1.6. Современные методы исследования термоокислительной стабильности трансмиссионных масел.....	39
Глава 2. Приборное обеспечение и методика исследования термоокислительной стабильности трансмиссионных масел	43
2.1. Обоснование параметра «термоокислительная стабильность» как показателя эксплуатационных свойств трансмиссионных масел	43
2.2. Конструктивные особенности прибора для определения термоокислительной стабильности смазочных масел	45
2.3. Характеристика вспомогательных измерительных средств....	48
2.3.1. Фотометрическое устройство	48
2.3.2. Вискозиметр	50
2.4. Методика испытания трансмиссионных масел на термоокислительную стабильность	52
Глава 3. Результаты испытаний трансмиссионных масел.....	54
3.1. Результаты испытаний минеральных трансмиссионных масел с низкой термоокислительной стабильностью	54
3.1.1. Минеральное трансмиссионное масло ТС ₃ -9 _{гип} (TM5-9, GL-5).....	54
3.1.2. Минеральное трансмиссионное масло ТС _п -10 (TM3-9, GL-3)	66
3.1.3. Минеральное трансмиссионное масло ТС _{гип} (TM5-34, GL-5).....	71
3.1.4. Минеральное трансмиссионное масло ТС _п -14 _{гип} (TM5-18, GL-5)	75

3.1.5. Анализ данных по термоокислительной стабильности исследованных трансмиссионных масел	79
3.2. Результаты испытаний минеральных трансмиссионных ма- сел повышенной термоокислительной стабильности.....	81
3.2.1. Минеральное трансмиссионное масло Consol транс люкс 85W-90 GL-5.....	82
3.2.2. Минеральное трансмиссионное масло Teboil HYPOID 85W-90 GL-5	90
3.2.3. Минеральное трансмиссионное масло ТНК транс ойл 85W-90 GL-5	99
3.2.4. Минеральное трансмиссионное масло Лукойл TM5-18 85W-90 GL-5.....	103
3.2.5. Анализ данных по термоокислительной стабильности исследованных трансмиссионных масел.....	106
3.3. Результаты испытаний частично синтетических трансмис- сионных масел.....	108
3.3.1. Частично синтетическое трансмиссионное масло Consol транс люкс 75W-90 GL-5	108
3.3.2. Частично синтетическое трансмиссионное масло Rotra Fe 75W-80 GL-4.....	117
3.3.3. Анализ данных по термоокислительной стабильности частично синтетических масел	122
3.4. Результаты испытаний синтетических трансмиссионных масел.....	123
3.4.1. Синтетическое трансмиссионное масло Spectrol Synax 75W-90 GL-5	123
3.4.2. Синтетическое трансмиссионное масло Teboil HYPOID 75W-90 GL-5	131
3.4.3. Анализ данных по термоокислительной стабильности синтетических трансмиссионных масел	135
Глава 4. Анализ результатов испытаний трансмиссионных масел различной базовой основы	137
Заключение	141
Библиографический список	143

ВВЕДЕНИЕ

Надежность трансмиссий как триботехнических систем определяется прочностными характеристиками материалов пар трения, режимами смазки, качеством смазочного материала и условиями эксплуатации. Зависимость надежности трибологических систем от качества смазочного материала, которое в процессе эксплуатации снижается из-за срабатывания противоизносных и противозадирных присадок, изучено недостаточно.

Необходимо отметить, что долговечность смазочного материала как элемента трибосистемы в разы уступает долговечности деталей агрегатов трансмиссии. Основными элементами трансмиссий являются зубчатые передачи и подшипниковые опоры, работающие в условиях граничной и эластогидродинамической смазки. Однако влияние продуктов окисления на свойства граничных и эластогидродинамических слоев также изучено недостаточно.

Известно, что в зависимости от режимов нагружения на поверхностях трения образуются: адсорбционные слои (*A*-слои) – за счет смачивания поверхностей трения смазочным материалом; хемосорбционные слои (*D*-слои) – как результат химической реакции продуктов окисления с металлом; модифицированные слои (*M*-слои) – вследствие взаимодействия металлических поверхностей с присадками. Образование *A*-, *D*-, и *M*-слоев зависит от температурных условий. Так, *A*-слои могут обеспечивать разделение поверхностей трения только до определенной температуры. Превышение критических значений температуры вызывает десорбцию молекул смазочного материала с поверхности трения. В этих условиях разделение поверхностей трения обеспечивают *D*-слои, при этом смазочный материал должен окисляться, а продукты окисления – взаимодействовать с металлической поверхностью.

Дальнейшее повышение температуры вызывает ускорение процесса окисления и взаимодействия продуктов окисления и присадок с металлическими поверхностями с образованием модифицированных слоев, предотвращающих их металлический контакт. В этой связи очевидной является необходимость исследования механизма окисления трансмиссионных масел в зависимости от температуры, что позволит объяснить механизм формирования защитных слоев на поверхностях трения. Разработка методов контроля за превращениями, происходящими в смазочном материале в процессе эксплуатации, имеет важное значение в исследовании механизма окисления и влияния продуктов этого процесса на качество трансмиссионного масла.

Цель работы – обосновать критерий механизма окисления трансмиссионных масел с учетом количественного состава продуктов окисления.

Научная новизна работы:

- разработана методика испытания трансмиссионных масел на термоокислительную стабильность, позволяющая определить механизм окисления, его интенсивность, состав продуктов окисления и их влияние на оптические свойства и вязкость;
- предложен критерий термоокислительной стабильности трансмиссионных масел, позволяющий определить потенциальный ресурс и классифицировать их по группам эксплуатационных свойств;
- разработана методика определения однородности состава продуктов окисления, позволяющая установить критическую температуру испытания и объяснить механизм окисления;
- определены регрессионные уравнения процесса окисления трансмиссионных масел, позволяющие упростить процедуру идентификации и снизить трудоемкость испытания за счет использования только фотометра.

В первой главе настоящей монографии приведен обзор исследований, направленных на определение возможных путей повышения надежности и долговечности механических систем за счет их обоснованного выбора, определения потенциального ресурса и организации контроля в процессе эксплуатации агрегатов трансмиссий.

Вторая глава посвящена разработке методики испытания трансмиссионных масел на термоокислительную стабильность и обоснованию вспомогательного оборудования для количественной и качественной оценки процессов окисления.

В третьей главе исследуется механизм окисления трансмиссионных масел различной базовой основы, оценивается состав продуктов окисления, а также их влияние на оптические и вязкостные свойства.

В четвертой главе приводится анализ результатов испытаний трансмиссионных масел, на основании которого устанавливается их соответствие группе эксплуатационных свойств.

Теоретические и экспериментальные исследования позволяют на стадии проектирования агрегатов трансмиссий осуществлять их обоснованный выбор в зависимости от степени нагруженности и устанавливать ресурс их работоспособности.