

СПОСОБ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ

В. Л. Пильщиков, О. П. Андреев

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Смазочные масла снижают трение контактирующих поверхностей агрегатов, уменьшают износ, повышают эффективность работы машины. Оценка масел включает показатели смазочной способности.*

***Ключевые слова:** испытания масел; индекс вязкости; фильтруемость; виды вязкости; присадки; ротационный вискозиметр.*

METHOD FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF LUBRICATING OILS

V. L. Pilshchikov, O. P. Andreev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** Lubricating oils reduce the friction of the contacting surfaces of the units, reduce wear, and increase the efficiency of the machine. The evaluation of oils includes indicators of lubricity.*

***Keywords:** oil tests; viscosity index; filterability; types of viscosity; additives; rotary viscometer.*

Различные виды смазочных масел подвергают определенным лабораторным методам исследования. Соотношение и подбор пропорции состава базового масла и состава комплексных присадок сокращает время получения нового продукта. Реальные условия работы масла в смазываемом агрегате, внешние воздействия воспроизводятся, моделируются на испытательных стендах и установках. Полный диапазон возможностей смазочного масла проявляется в производственных, полевых условиях на агрегатах в сравнительных испытаниях. Одновременно фиксируются различия по параметрам безотказности, ремонтпригодности, долговечности, сохраняемости, технико-эксплуатационные показатели агрегата,

узла на стандартном рекомендуемом масле и на опытном масле [1-3].

Оценка работоспособности моторных масел в агрегате проявляется по ряду показателей: антифрикционных, противоизносных, противозадирных. Подвижность в агрегатах и внутреннее трение масел оценивается динамической, кинематической, условной вязкостью, индексом вязкости. Пониженные значения вязкости ухудшают текучесть масла и затрудняют пуск двигателя при отрицательных температурах, увеличиваются потери мощности на трение, ухудшается фильтрация масла, растет его загрязненность, возрастают пусковые износы из-за недостатка масла в зазорах трущихся пар. Наклон вязкостно-температурной кривой масла и интенсивность изменения вязкости с ростом температуры оценивается индексом вязкости (ИВ). Масла с высоким индексом вязкости ($ИВ > 100$) имеют низкий прирост скорости изменения кинематической вязкости от изменения температуры масла. Средний и низкий ИВ ($ИВ < 80$) показывает увеличенную кривизну изменения кинематической вязкости от температуры.

Способность масла перемещаться и создавать масляную пленку на деталях с уровнем охлаждения $t = -5...-30^{\circ}\text{C}$ может оцениваться динамической вязкостью с помощью ротационного вискозиметра. Одним из современных приборов оценки смазывающих свойств масла при отрицательных температурах является имитатор пуска холодного двигателя CCS по техническим требованиям DIN 51 377, ASTM D 2602 [4]. Прибор представляет ротационный вискозиметр с конструктивным элементом в виде ротора и статора, повторяющим зазоры в подшипниках двигателя. Диапазоном оценки динамической вязкости является угловая скорость вращения электродвигателя с характеристикой постоянства крутящего момента от заданной отрицательной температуры.

Оценкой прокачиваемости моторного масла является определение вязкости по методу ASTM D 4684, показывающий возможность течения масла и создания необходимого рабочего давления в первые моменты пуска двигателя при отрицательных температурах. Всесезонные минеральные масла обеспечивают такие оптимальные пуски. Масло оценивается по величине напряжения сдвига масляной пленки в контактирующих парах. Минимальные температуры

использования машины могут соответствовать нижнему пределу температуры прокачивания моторного масла.

Низкая температура масла приводит к снижению пропускной способности масляных фильтрующих элементов из-за образования конгломератов парафиновой составляющей, механических загрязнений, продуктов срабатывания и окисления масла, водного содержания. Сравнительный анализ скорости фильтрации масла и смеси масла с водой показывает относительное снижение потока в %, что является показателем уровня фильтрации масла. Предельное значение уменьшения скорости фильтрации не превышает 50 %.

Воздействие малой деформации сдвига на масляную пленку вызывает временное распрямление спиральных молекул с последующим восстановлением её конфигурации. Показатель устойчивости вязкости характеризует сохранение начального значения при воздействии высокой деформации сдвига в период использования машины. Подобное изменение вязкости наблюдается на ротационном вискозиметре. Кремнийорганические жидкие полимеры, фторуглеродные присадки применяют в загущенных всесезонных маслах для улучшения характеристик вязкостно-температурных свойств. Подобные присадки понижают температуру застывания базового нефтяного масла и создают качественное смазывание при повышенных температурах работы агрегата. Кинематическая вязкость современных масел при температуре 100°C соответствует 10 мм²/с и выше, минимальное значение составляет 3...5 мм²/с.

Содержание в масле депрессорной присадки в объеме 0,5 % снижает температуру застывания на 15...25°C. Частицы поверхностно-активного вещества депрессорной присадки находятся в тонкодисперсном взвешенном состоянии и взаимодействуют (адсорбируются) с мелкофракционными частицами парафинов, предотвращая образование решетки. В результате масло не теряет текучести, маслянистости, обеспечивая создание масляной пленки на охлажденных деталях агрегата.

Оценку вязкостно-температурных и реологических свойств стандартного и опытного моторного масла можно проводить с помощью экспериментального ротационного вискозиметра Rheotest RN 4.1 [2, 5] в процессе эксплуатации и использования машины. Измерительный комплекс состоит из вискозиметра, блока управления, измерительной системы, криостата, термостатирующих сосудов.

Измерение вязкости масла может проводиться комплексно методом моделирования условий работы в агрегате с помощью изменения напряжения сдвига, температуры, скорости перемещения контактирующих поверхностей. Быстроразъемное соединение позволяет создать различные виды измерительных систем.

Вывод: оценка комплексных показателей эффективности смазывающих масел позволит удовлетворять требования эксплуатации транспортно-технологических машин и механизмов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническая эксплуатация автомобилей / О. Н. Дидманидзе, А. А. Солнцев, Д. Г. Асадов [и др.]. – М. : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2017. – 564 с. – ISBN 978-5-7367-1383-7.
2. Задорожная, Е. А. Трибология : учебное пособие к лабораторным работам / Е. А. Задорожная, И. Г. Леванов. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2018. – 69 с.
3. Лабораторный практикум: Эксплуатационные материалы / О. Н. Дидманидзе., Е. А. Улюкина, В. Л. Пильщиков, Н. Н. Пуляев, А. Н. Приваленко. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2016. – 154 с.
4. Пуляев, Н. Н. Обеспечение экономии топливно-энергетических ресурсов и качества топливно-смазочных материалов / Н. Н. Пуляев, Ю. С. Коротких, А. Н. Приваленко. – М. : ООО «Автограф», 2018. – 120 с.
5. ГОСТ Р 51069-97. Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром.
6. Богданов, В. С. Обеспечение качества топливно-смазочных материалов при хранении – резерв повышения ресурса машин в АПК / В. С. Богданов, Н. Н. Пуляев, Ю. С. Коротких. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2014. – 234 с.
7. Пуляев, Н. Н. Направления развития сельскохозяйственных тракторов / Н. Н. Пуляев, Д. Г. Асадов, А. И. Сучков // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар, Москва, 20-21 января 2021 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2021. – С. 88-94.
8. Оценка уровня эксплуатационных свойств смазочных материалов / К. В. Шаталов, А. Н. Приваленко, Н. Н. Пуляев, С. В. Дунаев // Международный научный журнал. – 2012. – № 3. – С. 103-106.
9. Исследование окисляемости основ смазочных масел / А. Н. Приваленко, Л. В. Красная, Т. И. Назарова [и др.] // Международный научный журнал. – 2013. – № 3. – С. 88-94.

Об авторах:

Пильщиков Владимир Львович, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, доцент, pilshikov@rgau-msha.ru.

Андреев Олег Петрович, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, доцент, aopmsau@rgau-msha.ru.

About the authors:

Vladimir L. Pilshchikov, associate professor, Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya st., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, pilshikov@rgau-msha.ru.

Oleg P. Andreev, associate professor, Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya st., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, aopmsau@rgau-msha.ru.