

Таблица – Результаты микрорентгеноспектрального анализа МКО фракции (–0,4...+0,315) мм

Спектр	Химический состав, %		
	<i>O</i>	<i>Al</i>	<i>Si</i>
Спектр 1	2,0	–	98,0
Спектр 2	3,0	–	97,0
Спектр 3	6,9	0,7	92,4

Образование таких сферических медных частиц на поверхности МКО можно объяснить, по нашему мнению, следующим образом. Тончайшие чешуйки «шагреновой кожи», присутствующие на поверхности исходного сырья (МКО) [2] в процессе спекания расплавляются, в отличие от основного металла волокон, и в результате стремления минимизировать поверхностную энергию под действием вязкого течения приобретают сферическую форму.

Список использованных источников

1. Способ изготовления длинномерного трубчатого фильтрующего элемента из дискретных металлических волокон: пат. ВУ 21507 / А.Ф. Ильющенко, В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский. – Оpubл. 30.12.2017.
2. Корнеева, В.К. Особенности морфологии поверхности медных кабельных отходов, полученных механической переработкой / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, Л.Н. Дьячкова // Порошковая металлургия : респ. межвед. сб. науч. трудов. – Минск, 2018. – Вып. 41. – С. 124–130.

УДК 621.113

МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ ПРИСАДОК В СМАЗОЧНЫХ МАСЛАХ

Студент – Рыхлик А.Н., 34 тс, 4 курс, ФТС

Научные

руководители – Капцевич В.М., д.т.н., профессор;

Корнеева В.К., к.т.н.

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Проведен анализ присадок, вводимых в базовые масла, для придания им вязкостных, смазывающих, антикоррозионных, антиокислительных и моющих свойств.

Ключевые слова: смазочные материалы, моторное масло, присадки, вязкостные, смазывающие, антикоррозионные, антиокислительные, моющие присадки.

Возможности технического совершенствования двигателя зависят от функциональных свойств моторного масла. Современные смазочные материалы способны длительное время выдерживать высокие механические и термические нагрузки, защищать от износа, коррозии и образования отложений, нарушающих нормальную работу агрегата и обеспечивать снижение потерь энергии.

Качество смазочного масла может быть усовершенствовано введением в него присадок. Масло, улучшенное присадками, называется компаундированным или легированным маслом (*blended oil, compounded oil, formulated oil*).

Присадки (*additives*) – синтетические химические соединения, вводимые в базовое масло для улучшения свойств в периоды эксплуатации и хранения. Практически все товарные масла выпускаются с присадками, их число достигает до 8 различных соединений, а общее массовое содержание – до 25 %. Некоторые присадки влияют на физические свойства базовых масел, другие оказывают химический эффект.

Присадки могут выполнять следующие функции:

- придавать маслу новые свойства (образование на трущихся поверхностях деталей хемосорбционной сульфидной или фосфидной пленки, предотвращающей износ);

- улучшать имеющиеся свойства масла (уменьшать вязкостно-температурную зависимость, понижать температуру застывания);

- замедлять или останавливать нежелательные процессы, происходящие при эксплуатации масла, (замедлять окисление, образование шлама, коррозию металла).

На практике присадки классифицируются по функциональному действию. Рассмотрим классификацию и действие присадок по назначению (определяющему свойству) [1, 2].

Вязкостные присадки применяются для улучшения вязкостно-температурных характеристик. В иностранной литературе они называются *улучшающими индекс вязкости* или *модификаторами индекса вязкости* (*viscosity index improvers, viscosity index modifiers – VIM*). К вязкостным присадкам относят и депрессанты температуры застывания. Их действие основано на подавлении гелеобразования при низкой температуре возникающего в результате кристаллизации парафина.

Модификаторы вязкости (*viscosity modifiers – VM*) повышают текучесть масел при низкой температуре и стабилизируют вязкость при высокой. Это достигают введением полимерных загустителей. При низкой температуре, когда масло вязкое, молекулы полимера находятся в «скрученном» виде и незначительно влияют на вязкость. С повышением температуры они «раскручиваются» и повышают вязкость жидкости. Таким образом подавляется зависимость вязкости масла от температуры и повышается индекс вязкости.

В качестве модификаторов вязкости применяют полиизобутилен, полиметанакрилаты, сополимеры этилена, пропилена, бутилена, гидрированный сополимер стирола и бутадиена, гидрированный полиизопрен и др. Загущающие полимеры выпускают в виде растворов в стандартном базовом масле и поставляют на рынок маркированными как концентраты в соответствии с их загущающим эффектом.

Депрессанты (depressants) подавляют срастание кристаллов парафина и снижают температуру их кристаллизации. При понижении температуры из углеводородного масла начинают выпадать парафиновые кристаллы в виде игл и пластин с образованием пространственной кристаллической решетки, что приводит к потере текучести масла (желатинизации). Низкотемпературную текучесть улучшают глубокой депарафинизацией и добавлением депрессантов. Масла депарафинируют лишь частично до температуры застывания порядка $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, а дальнейшее понижение температуры застывания еще на $20\text{--}30\text{ }^{\circ}\text{C}$ достигается введением депрессорных присадок. В качестве депрессорных присадок применяют алкилнафталины, алкилфенолы и другие полимерные продукты в концентрации $0,05\text{--}1,0\%$.

Присадки, улучшающие смазывающие свойства. Действие этих присадок обусловлено образованием на трущихся металлических поверхностях различных по химическому составу защитных пленок. Присадки, улучшающие смазывающие свойства по принципу действия делят на противоизносные и противозадирные для экстремальных условий (EP присадки);

Противоизносные присадки (anti-wear additives) увеличивают липкость и улучшают смазываемость. При нормальном смазывании, полярные группы молекул масла образуют на поверхностях трения адсорбированные пленки. При граничном смазывании, сила трения и износ зависят от стойкости этих пленок и силы взаимодействия молекул масла с поверхностью металла, т.е. от липкости масла.

Противоизносными свойствами обладают жирные спирты, амиды, сложные эфиры, соединения фосфора, которые образуют химическую связь с поверхностью металла. Чем сильнее связь, тем требуется меньшая величина вязкости масла для снижения износа и потерь энергии на трение.

К противоизносным присадкам относятся также *модификаторы трения (friction modifiers)* – присадки, регулирующие фрикционные свойства (коэффициент трения смазываемых поверхностей). В качестве присадок *понижающих трение (friction reducers)* применяются соединения, в молекуле которых имеется сильная полярная группа, обеспечивающая хорошее прилипание и длинная линейная цепочка, обеспечивающая хорошее скольжение, а в качестве *повышающих трение (friction enhancers)* – соединения, в молекуле которых имеется сильная полярная группа, обеспечивающая хорошее прилипание и короткая линейная часть, при определенных условиях обеспечивающая хорошее сцепление (детергенты и сульфиды).

Противозадирные присадки, EP присадки (extreme pressure additives) предотвращают поверхности трения от задира при высоких давлениях. Сваривание и заедание деталей предотвращают соединениями серы, фосфора, которые в местах наивысшего трения и высоких температур разлагаются с выделением соответствующих активных элементов, реагирующих с металлом и образующих сульфидную, фосфидную, твердую хемосорбционную пленку. Такая пленка более стойкая, чем адсорбционная, и лучше защищает поверхности трения от износа в условиях высоких нагрузок и температур.

Твердые противозадирные присадки (дисульфид молибдена, политетрафторэтилена) имеют коллоидную структуру и на поверхности трущихся деталей образуют прочные противозадирные пленки с высокой критической рабочей температурой. Трение снижают также за счет легкого скольжения слоистой графитной присадки.

Антикоррозионные присадки нейтрализуют кислоты, образующиеся при окислении углеводородов, образуют защитную адсорбционную или хемосорбционную пленку, препятствующую реакции кислот с поверхностью металла, связывают влагу, вызывающую коррозию. К антикоррозионным присадкам относятся ингибиторы коррозии и присадки против ржавления.

Ингибиторы коррозии (corrosion inhibitors) защищают поверхность деталей из цветных металлов от коррозии и коррозионного износа, вызываемых органическими кислотами. Механизм защиты – образования защитной пленки и нейтрализация кислот. Для этих целей применяют диалкилдитиофосфат цинка, соединения серы и фосфора. *Присадки против ржавления (antirust additives)* защищают стальные или чугунные детали от ржавления. Механизм защиты – образование сильно адсорбированной защитной пленки, предохраняющей поверхность металла от непосредственного контакта с водным раствором кислоты. Для этой цели применяются аминсукцинаты и сульфонаты щелочных металлов, обладающие сильными поверхностно-активными свойствами.

Антиокислительные присадки (antioxidants), называемые *ингибиторами окисления (oxidation inhibitors)*, подавляют окисление масла в начальной его стадии путем взаимодействия с первичными продуктами реакции окисления – перекисями и обрывают цепные реакции окисления. Антиокислительные присадки, снижающие образование кислот, являются одновременно антикоррозионными присадками.

Каталитическое действие ионов металлов на окисление масла подавляют деактиваторами металлов – органические соединения, связывающие ионы металлов в неактивные комплексы. В качестве антиокислителей применяют фенолы и амины, а в качестве деактиваторов металлов – органические соединения серы и фосфора.

Моющие присадки предотвращают агломерацию (слипание) нерастворимых продуктов окисления и их отложение на деталях. По механизму действия их делят на детергенты и дисперсанты.

Детергенты (detergents) – поверхностно-активные вещества (масло-растворимые алкилбензолсульфонаты, фосфаты и др.), защищающие поверхность деталей двигателя от прилипания и скопления на них продуктов окисления. Некоторые сульфонаты имеют щелочные свойства и нейтрализуют кислые продукты окисления. В состав щелочных присадок могут входить диспергированные окиси, гидроокиси и карбонаты металлов.

Дисперсанты (dispersants) подавляют агломерацию и слипание продуктов окисления и осаждение смолистых веществ на поверхности деталей. В качестве дисперсантов применяют полимеры с полярными группами, которые поддерживают коллоидные частицы продуктов окисления и загрязнений во взвешенном состоянии.

К **дополнительным присадкам** относят эмульгаторы, противопенные присадки и присадки для обкатки и восстановления.

Эмульгаторы (emulsifiers) понижают поверхностную энергию жидкостей, вследствие чего вода в масле образует стойкую эмульсию и не выделяется в отдельный слой. Эмульгаторами служат детергенты.

Противопенные присадки (antifoam additives) снижают пенообразование. В составе противопенных присадок обычно содержатся силиконовые масла – полиалкилсилоксаны и некоторые другие полимеры. Силиконовые масла разрушают стенки крупных пузырей, а полимеры уменьшают количество мелких пузырей.

Присадки для обкатки (running-in additives) и *восстановления двигателя (restoring additives)*. Для обкатки применяются специальные масла с химически активными присадками обкатки, при воздействии которых увеличивается износ выступов (находящихся под наибольшей нагрузкой) на поверхностях трения. Выступы выравниваются и прирабатываются. Масла для обкатки применяются в течении относительно короткого срока, и только до приработки поверхностей. Восстановительные присадки – это суспензии порошка мягких металлов (меди и олова) в масле. Такие присадки не только уменьшают износ поверхностей трения, но и в некоторых случаях металлизуют их, восстанавливая прежние размеры.

Следует отметить, что большинство современных присадок являются многофункциональными, т.е. обладают несколькими полезными свойствами, например, моющие присадки одновременно являются и антикоррозионными. Соотношение действия комплексных свойств регулируется химической структурой присадки.

Список использованных источников

1. Балтенас, Р. Моторные масла / Р. Балтенас [и др.]. – Москва – Санкт-Петербург: Альфа-Лаб, 2000. – 272 с.
2. Сафонов, Л.С. Химмотология горюче-смазочных материалов / Л.С. Сафонов, А.И. Ушаков, В.В. Гришин. – Санкт-Петербург: НПИКЦ, 2007. – 488 с.