

температур при работе двигателя под нагрузкой уже после обработки. На практике отмечено, что выгорание остатков отложений в камере сгорания и на клапанах двигателя продолжается в течение 16 – 20 ч. О том, какое огромное количество отложений удаляется из камеры сгорания двигателя после использования такой технологии, можно судить по необходимости последующей регулировки клапанов. Эта процедура позволяет выровнять компрессию в цилиндрах двигателя, если перед обработкой показатели отличались друг от друга. Можно предположить, что данная технология при регулярном сезонном обслуживании позволит повысить (или нормализовать) в отечественных условиях ресурс работы дизельных двигателей за счет удаления различного вида отложений из камеры сгорания и топливной аппаратуры.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что в настоящее время есть масса способов, как улучшить качество работы и увеличить долговечность дизельного двигателя с помощью применения присадок.

Литература

1. Митусова, Т.Н. Современные дизельные топлива и присадки к ним / Т.Н. Митусова, Е.В. Полина, М.В. Калинина. – М.: Техника. – 2002. – С. 64.
2. Данилов, А.М. Классификация присадок и добавок к топливам / А.М. Данилов // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1997. – № 6. – С. 11 – 14.
3. Данилов, А.М. Присадки к топливам. Разработка и применение в 1996 – 2000 гг. / А.М. Данилов // Химия и технология топлив и масел. – 2002. – № 6. – С. 43 – 50.

УДК 629.113

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОРАЗМЕРНЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ ДОБАВКАМИ

И. П. Шимукович

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

Формирование структуры пластичной смазки с наноразмерными добавками. Введение наноразмерных добавок любой природы в пластичные смазки с их характерной трехмерной структурой представляет значительную технологическую сложность. Наличие связанных

друг с другом волокон диаметром 1 – 5 мкм и длиной 10 – 50 мкм, представляющих собой соли высокомолекулярных кислот, не дает возможности равномерного распределения наночастиц по всему объему смазочного материала. Данная проблема может быть решена при введении частиц наноразмерного модификатора в состав смазки на начальной стадии технологического процесса до образования структурного каркаса дисперсной фазы.

Механизм структурообразования дисперсной фазы пластичной смазки с участием наноразмерных добавок представлен на (рис. 1).

Основной процесс структурообразования модифицированной смазки можно разделить на четыре стадии. На первой стадии (рис. 1, *а*) достигается полный расплав кислоты в масле. На второй стадии (рис. 1, *б*) осуществляется введение агломератов наноалмазов, их диспергирование и осаждение на их поверхности молекул ПАВ. На следующей стадии (рис. 1, *в*) происходит нейтрализация кислот гидроокисью соответствующего металла, и молекулы соли теряют ярко выраженную полярную структуру. На четвертой стадии происходит образование трехмерной волокнистой структуры (рис. 1, *г*). Наноразмерные частицы оказываются имплантированными в загуститель полученного смазочного материала, в результате формируется бинарная дисперсная фаза (связанные физическими и адсорбционными силами твердые частицы и высокомолекулярная соль), которая отличается от дисперсной фазы простых мыльных загустителей. При этом образуется разветвленный коротковолокнистый каркас дисперсной фазы с зафиксированными в нем и равномерно распределенными по всему объему смазочного материала наноразмерными частицами.

Свойства смазки, модифицированной наноалмазами. Разветвленный волокнистый каркас дисперсной фазы обеспечивает большую маслоудерживающую способность и, следовательно, большие нагрузочные параметры смазочного материала. При разрушении структурного каркаса наноразмерные частицы алмаза, входящие в состав волокон дисперсной фазы, высвобождаются и попадают в зону трения в активном состоянии, сохранив свои сверхмалые размеры. Это предопределяет повышенные противозадирные и противоизносные свойства смазки и обеспечивает ее приработочный эффект.

Влияние наноразмерного модификатора на ресурс пластичной смазки может быть проиллюстрировано на примере литиевой смазки Литол-24 и комплексной литиевой смазки ИТМСЦ-150Н, модифицированной добавкой ША-А.

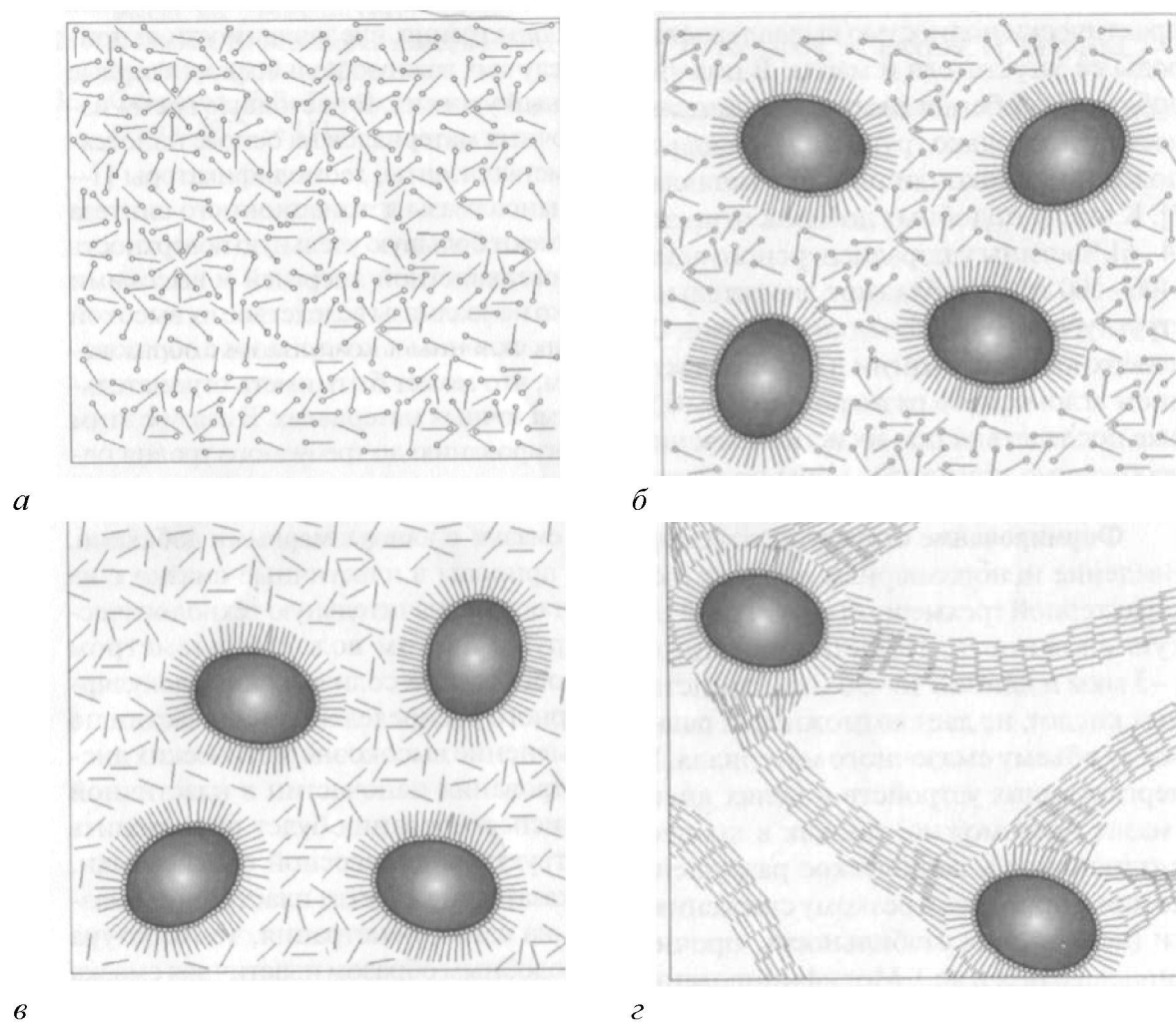


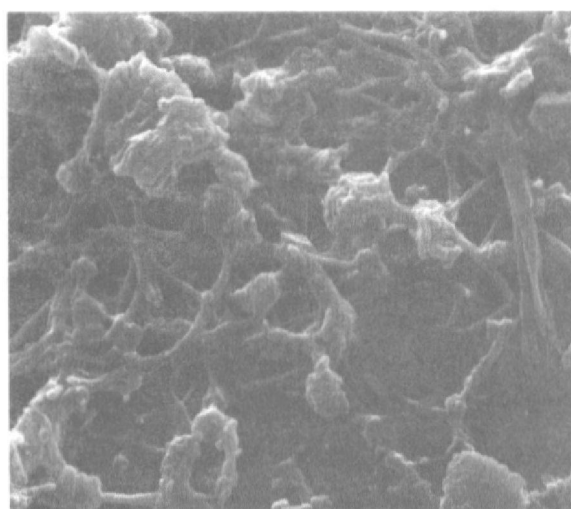
Рис. 1. Структура смазки

Дисперсная фаза смазки «Литол-24» в исходном состоянии имеет ярко выраженную волокнистую структуру. Волокна толщиной до 0,05 мкм сплетены в жгуты диаметром 0,1 – 0,5 мкм и длиной свыше 10 мкм.

Исследование структуры дисперсной фазы смазки «Литол-24» после пути трения 10 км показало, что в процессе трибоконтакта структура дисперсной фазы претерпевает изменения. При этом под деформационно-термическим воздействием происходит дробление ее волокон и их компактирование.

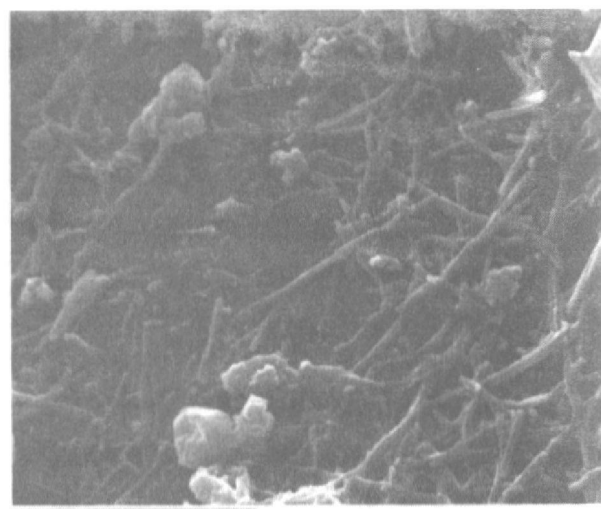
После прохождения 15 км пути трения структура дисперсной фазы смазки «Литол-24» выглядит еще более деградированной. Таким образом, в процессе работы пары трения дисперсная фаза пластичного смазочного материала испытывает в зоне трения интенсивное деструктурирующее воздействие, в результате которого происходит быстрое разрушение длиноволокнистой структуры дисперсной фазы простых литиевых смазок.

Структура дисперсной фазы смазки ИТМОЛ-150Н с алмазосодержащим пакетом присадок в исходном состоянии представлена сложным комплексом прямых ровных волокон и включений добавок, оплетенных более мелкими волокнами. Прямые волокна длиной 1 – 8 мкм и толщиной 0,1 – 0,5 мкм образованы комплексной литиевой солью 12-гидроокси-стеариновой и борной кислот, включения образованы твердыми добавками алмазосодержащей шихты (рис. 2, *а*), при этом твердые добавки оплетены волокнами комплексной соли.



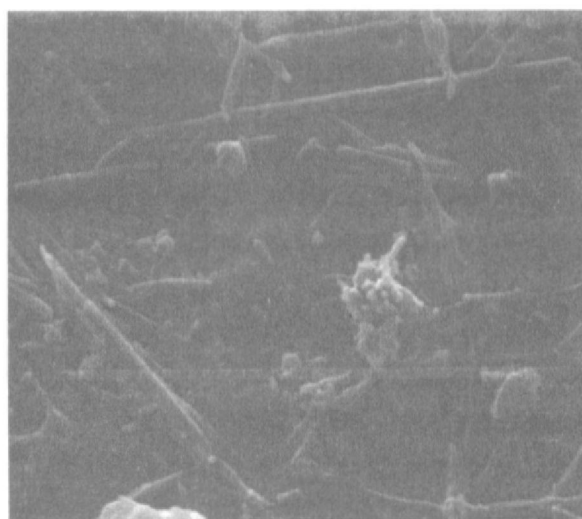
а

Электронное изображение 1



б

Электронное изображение 1



в

Электронное изображение 1

Рис. 2. Структура смазки:
а – первоначальный каркас; *б* – каркас после 10 км пути; *в* – каркас после 15 км пути

Исследование структуры смазки ИТМОЛ-150Н после испытания на трение на пути 10 км практически не выявило изменений в структуре ее дисперсной фазы (рис. 2, б), а после испытаний на пути трения 15 км появились отдельные признаки изменения структурного каркаса смазки ИТМОЛ-150Н, однако деградация структуры дисперсной фазы прошла не так глубоко, как в случае тонковолокнистой структуры простой литиевой смазки. Упаковка коротких прямых волокон стала менее плотной, длина волокон несколько уменьшилась, наблюдаются элементы разрушенных волокон длиной 1 – 2 мкм и сросшиеся волокна толщиной около 0,5 мкм (рис. 2, в).

Разрушение структурного трехмерного каркаса смазки ИТМОЛ-150Н наступает после 25 км пути трения. Коротковолокнистая структура дисперсной фазы, характерная для исходной смазки ИТМОЛ-150Н с алмазо-содержащим пакетом добавок, встречается только в отдельных местах (рис. 3, а). В основном, волокна полностью разрушились и не образуют какой-либо упорядоченной структуры. Однако на этом фоне хорошо видны твердые добавки (рис. 3, б), которые практически не разрушились и остались в дисперсной фазе даже при высоких контактных нагрузках, что говорит о высокой способности комплексной литиевой смазки удерживать частицы добавок в зоне трения, не позволяя им агломерировать и выдавливаться из зоны трибоконтакта.

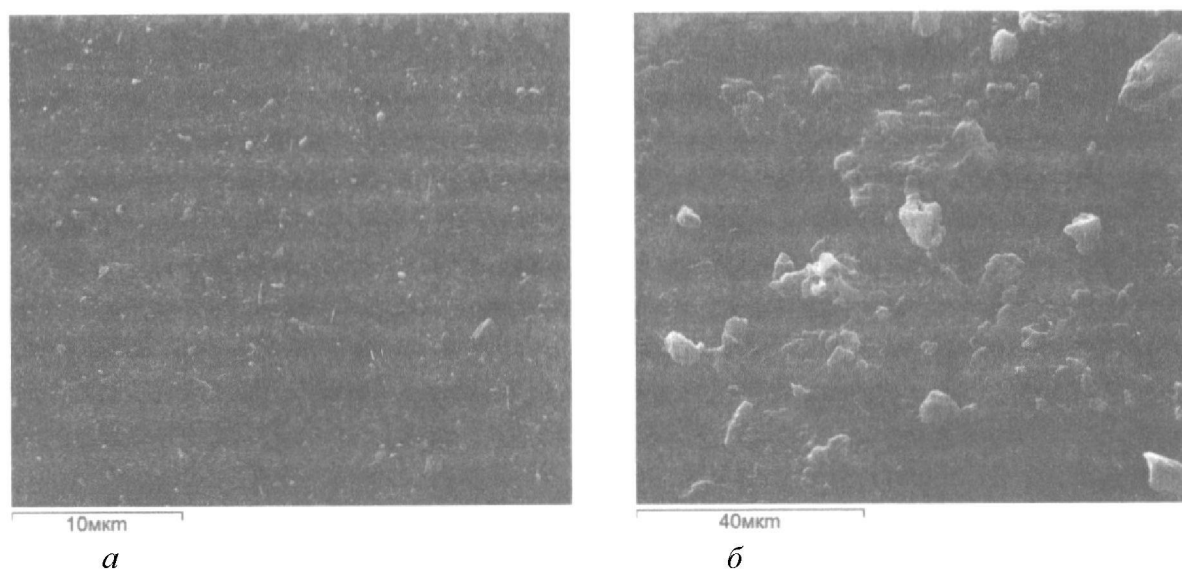


Рис. 3. Разрушенный структурный каркас:
а – каркас после 25 км пути; б – твердые добавки

По результатам исследования дисперсной фазы смазок «Литол-24» и ИТМОЛ-150Н можно видеть, что деструкция структурного каркаса дис-

персной фазы идет по механизму, включающему разрыв связей между волокнами и нарушение трехмерности каркаса, разрушение волокон и хаотичное образование из них более крупных и плотных структур. В то же время структурный каркас дисперсной фазы комплексной литиевой смазки с наноразмерными твердыми добавками более устойчив по сравнению с каркасом простой литиевой смазкой.

Разработанный метод получения модифицированных пластичных смазочных материалов, предусматривающий введение наноразмерных углеродных добавок до начала процесса формирования структурного каркаса дисперсной фазы, позволяет использовать наночастицы в качестве активных центров структурообразования дисперсной фазы и имплантировать их в загуститель полученного смазочного материала. В результате образуется разветвленная бинарная дисперсная фаза (твердые частицы и высокомолекулярная соль) с равномерно распределенными по всему объему смазочного материала и зафиксированными наноразмерными частицами. В процессе трибовзаимодействия входящие в состав волокон дисперсной фазы частицы высвобождаются и попадают в зону трения в активном состоянии, сохранив свои сверхмалые размеры. Это предопределяет повышенные противозадирные и противоизносные свойства смазочного материала и обеспечивает его приработочный эффект и увеличенный ресурс.

Литература

1. Балабанов, В.И. Трение, износ, смазка и самоорганизация в машинах / В.И. Балабанов, В.И. Беклемышев, И.И. Махонин. – Изумруд, 2004. – 192 с.
2. Металлоблокирующая присадка: пат. 2178803 РФ, МПК С 10М 125/02 / Е.В. Никитин, А.П. Ильин, В.М. Волочков.
3. Пластичная комплексная литиевая смазка и способ ее получения: пат. 10897 Респ. Беларусь, МПК С 10М 177/00, С 10М 169/00 / В.И. Жорник, А.В. Ивахник.