

## МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДОБАВКА К МОТОРНЫМ МАСЛАМ

*В.В. Остриков, д.т.н., А.Г. Зимин, к.т.н., С.Ю. Попов, инженер  
ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии  
В.В. Сафонов, д.т.н., СГАУ им. Н. И. Вавилова*

Приведены результаты исследований по расширению функциональных возможностей ремонтно-восстановительных составов. Предложено новое технологическое решение и смазочная композиция, обеспечивающие повышение восстановительного эффекта от действия компонентов препарата с одновременным улучшением противоизносных свойств и степени чистоты работающего в двигателе моторного масла.

Моторные масла могут длительно и надежно выполнять свои функции, обеспечивая заданный ресурс двигателя только при соответствии его свойств тем термическим, механическим и химическим воздействиям, которым они подвергаются в смазочной системе двигателя и на поверхностях смазываемых и охлаждаемых деталей [1].

Вместе с тем известно, что по мере наработки моторные масла, в зависимости от технического состояния машины и нагрузочных режимов, интенсивно накапливают продукты старения, которые ограничивают установленные регламентом сроки службы масла [2].

Для поддержания двигателя в работоспособном состоянии, а в некоторых случаях даже увеличения межремонтного ресурса, применяются специальные добавки, присадки, ремонтно-восстановительные составы к маслам, которые дополнительно вносятся в работающее моторное масло [3, 4]. По заявлениям разработчиков для улучшения свойств масел разработан большой перечень различного рода добавок, позволяющий повысить противоизносные, антиокислительные и другие свойства масел. Также этими добавками можно придать работающим маслам ремонтно-восстановительные свойства, способствующие образованию на поверхностях трения защитных пленок, новообразований и т. д.

На основании многолетних исследований свойств различного рода присадок, трибопрепаратов, ремонтно-восстановительных составов и испытаний их в реальных условиях эксплуатации можно утверждать, что многие из отечественных и зарубежных разработок действительно обладают заявленными свойствами и эффектами [5].

При этом следует отметить, что используя практически все трибопрепараты, добавки, ремонтно-

восстановительные составы, не решить вопросы продления сроков службы масла.

ГНУ ВНИИТиН совместно с СГАУ им. Н.И. Вавилова была поставлена задача — разработать принципиально новый многофункциональный ремонтно-восстановительный состав к работающим моторным маслам, способный продлить срок службы масла и восстанавливать изношенные поверхности деталей машин.

Принципы продления сроков службы масла базируются на том, что продукты старения, присутствующие в работающем моторном масле, необходимо нейтрализовать или удалить. Данный эффект должен быть достигнут внесением многофункционального трибопрепарата, способствующего коагуляции загрязнений и удалению их штатными центрифугами, встроенными в систему смазки двигателей. При этом одновременно добавка выполняет функции восстановления изношенных пар трения.

В результате проведенных совместных исследований удалось разработать принципиально новую многофункциональную смазочную композицию и новый технологический процесс. В композицию, состоящую из масла МС-20 и ряда синтезированных на основе ультрадисперсных порошков (УДП) чистых модифицированных металлов, улучшающих трибологические характеристики масел, вводится раствор агента, позволяющий повысить смазывающие свойства масел, разорвать связь частных присадок с мельчайшими загрязнениями менее 1 мкм (смола, асфальтенов, карбенов) и укрупнить их до размеров (20–30 мкм), доступных к удалению встроенными в систему смазки центрифугами.

В работающее моторное масло с показателями:

- ✓ вязкость кинематическая — 10,2 мм<sup>2</sup>/с;
- ✓ щелочное число — 3,9 мг КОН/г;
- ✓ кислотное число — 1,5 мг КОН/г;
- ✓ содержание нерастворимого осадка 0,8 %,

вносился многофункциональный препарат, состоящий из УДП и раствора агента в концентрации 3 % к массе масла. Смесь перемешивалась при комнатной температуре (20 °С) и оценивалось изменение физико-химических показателей. При этом установлено, что внесение препарата практически не оказывает влияния на изменение щелочности и кислотности масла (табл. 1). Следует отметить, что свойства масла при вне-

сении многофункциональной смазочной композиции практически не изменились, вследствие чего можно сделать вывод, что композиция первоначально не оказывает отрицательного воздействия на смазочный материал.

Для оценки смазывающих и противоизносных свойств многофункциональной смазочной композиции в работающих моторных маслах проведен анализ изменения диаметра пятна износа шариков на четырехшариковой машине трения.

Из табл. 2 видно, что при внесении многофункциональной смазочной композиции в соотношении 1 % масс. к работающему маслу диаметр пятна износа уменьшается по отношению к исходному маслу более чем на 15 %. При увеличении концентрации вносимой смеси уменьшается и диаметр пятна износа.

При постановке задачи расширения функциональных возможностей трибопрепарата, а именно включение функции очистки работающего моторного масла от продуктов окисления, старения масла, предполагалось минимизировать отсев вместе с загрязнениями, присутствующих в масле, и вносимых дополнительно с композицией ультрадисперсных порошков.

Для рассмотрения возможности очистки масла в системе смазки ДВС процесс моделировался

Таблица 1

#### Результаты физико-химического анализа действия многофункциональной смазочной композиции

Показатели	Исходное работавшее моторное масло	Масло с многофункциональной смазочной композицией
Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с, при 100 °С	10,2	10,2
Щелочное число, мг КОН/г	3,9	4,1
Кислотное число, мг КОН/г	1,5	1,6
Содержание нерастворимого осадка, %	0,8	0,8

Таблица 2

#### Результаты оценки противоизносных свойств работающего моторного масла после внесения в него многофункциональной смазочной композиции

Показатели	Исходное масло	Масло с многофункциональной смазочной композицией
Диаметр пятна износа, мм, при концентрации препарата, %	0,38	
1		0,33
2		0,31
3		0,29
4		0,28

на лабораторных центрифугах (табл. 3). Анализируя приведенные данные, отметим, что в процессе очистки удается практически полностью удалить продукты окисления из работающего масла. Вязкость масла снижается незначительно, кислотное число уменьшается более чем в 2 раза, содержание нерастворимого осадка уменьшается на порядок. Щелочное число масла, которое в определенной степени говорит об остаточном содержании присадок в масле и избирательном действии процесса (т. е. композиция на основе УДП порошков в процессе очистки практически не затронута и не высажена на стенки центрифуги), изменилось незначительно.

Противоизносные, смазывающие свойства масла, оцениваемые диаметром пятна износа на четырехшариковой машине трения после внесения многофункциональной смазочной композиции и удаления продуктов окисления, повысились значительно и находились на уровне высококачественных свежих моторных масел (0,22–0,24).

Испытания, проведенные на машине трения «Колодка-ролик», подтвердили, что после внесения многофункциональной смазочной композиции в работающее моторное масло и последующее удаление продуктов окисления, износ по потери массы колодок уменьшился более чем в 4 раза, по сравнению с тем же маслом, работающем в штатном режиме. Результаты испытаний представлены на рис. 1.

На следующем этапе проводились испытания модифицированной смазочной композиции в двигателях тракторов, эксплуатирующихся в сельхозпредприятиях. На момент начала испытаний двигатели внутреннего сгорания находились в технически исправном состоянии. До и после

Таблица 3

#### Результаты анализа физико-химических показателей работающего моторного масла до и после очистки с многофункциональной смазочной композицией

Показатели	Исходное работавшее моторное масло	Масло после внесения многофункциональной смазочной композиции и удаления продуктов окисления центрифугированием
Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с, при 100 °С	10,2	9,5
Щелочное число, мг КОН/г	3,9	3,2
Кислотное число, мг КОН/г	1,5	0,6
Содержание нерастворимого осадка, %	0,80	0,08
Диаметр пятна износа, мм (ЧШМТ)	0,38	0,22

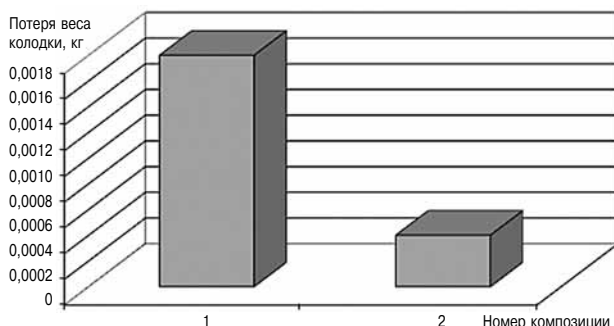


Рис. 1. Износ по потере массы колодок:

1 – исходное масло (М10Г<sub>2</sub>К); 2 – масло после внесения модифицированной смазочной композиции и удаления продуктов старения

испытаний на всех двигателях проводилось измерение расхода топлива на холостых и максимальных оборотах, измерялась компрессия в цилиндрах.

Технологический процесс осуществлялся следующим образом. В работающее моторное масло, после прогрева его в двигателе до температуры  $80 \pm 5$  °С, вносилась многофункциональная добавка. Двигатель запускался и работал на холостых оборотах в течение 30–40 мин. Далее двигатель останавливался, производился разбор и очистка центрифуги системы смазки, после чего двигатель запускался и работал в штатном режиме. Показатели двигателя внутреннего сгорания до начала испытаний и после представлены в табл. 4–6.

Как видно из этих таблиц, разработанная многофункциональная добавка и технологический процесс ее применения позволяют удалять продукты старения и загрязнения из работающих моторных масел, тем самым предполагать возможность продления срока службы моторных масел на 25–30 %. При этом работающее моторное масло после 30 минут работы двигателя с внесенными смазочными композициями на высоких оборотах изменило свой цвет с черного до прозрачного желтого, а полученные значения уменьшения расхода топлива, повышения компрессии в цилиндрах двигателей трактора после опреде-

Таблица 4

#### Исходные показатели двигателей внутреннего сгорания до внесения многофункциональной смазочной композиции

Показатели	ДВС трактора	
	МТЗ-80 № 18	МТЗ-80 № 22
Расход топлива на холостом ходу, л/ч	1,77	1,59
Расход топлива на тах оборотах, л/ч	6,2	5,8
Компрессия, кгс/см <sup>3</sup> (1/2/3/4 цилиндры)	24,5/24,7/24,3/24,6	24,5/24,2/25/24,4

#### Показатели двигателей внутреннего сгорания после внесения многофункциональной смазочной композиции и наработки 200 моточасов

Показатели	ДВС трактора	
	МТЗ-80 № 18	МТЗ-80 № 22
Расход топлива на холостом ходу, л/ч	1,5	1,16
Расход топлива на тах оборотах, л/ч	5,3	4,86
Компрессия, кгс/см <sup>3</sup> (1/2/3/4 цилиндры)	26,1/25,8/25,9/26	26/25,9/26,1/26

Таблица 6

#### Характеристики работающего моторного масла до начала испытаний и после

Показатели	МТЗ-80 № 18		МТЗ-80 № 22	
	до очистки	после очистки	до очистки	после очистки
Вязкость кинематическая при 100°С, мм <sup>2</sup> /с	11,5	10,6	10,8	10,1
Щелочное число, мг КОН/г	4,3	4,1	3,8	3,4
Кислотное число, мг КОН/г	1,4	0,8	1,7	0,65
Содержание нерастворимых загрязнений, %	0,9	0,01	0,85	0,005
Цвет, балл. ед. ЦНТ	8	5	9	5

ленной наработки свидетельствуют о том, что разработанная смазочная композиция обладает достаточно высокими ремонтно-восстановительными свойствами.

#### Литература

1. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости : Справочник / под ред. В.М. Школьников // Изд. центр «Техинформ». — М., 1999. — 595 с.
2. Остриков В.В. Повышение эффективности использования смазочных материалов путем разработки и совершенствования методов, технологий и технических средств: дис. ... д-ра тех. наук. — ГНУ ВИИТиН Россельхозакадемии. — Саратов, 2000. — 560 с.
3. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости / В.В. Остриков и др. : учеб. пособие. — Тамбов : ГОУ ВПО ТГТУ. — 2008. — 302 с.
4. Остриков В.В. Информативность и взаимосвязь показателей качества работающих моторных масел / В.В. Остриков, Н.Н. Тупотилов, В.В. Белогорский // Техника в сельском хозяйстве. — 2008. — № 3. — С. 45–47.
5. Расширение функциональных возможностей добавок к моторным маслам / В.В. Остриков, А.Г. Зимин, С.Ю. Попов, В.В. Сафонов, К.В. Сафонов // Техника в сельском хозяйстве. — 2012. — № 6. — С. 32–33.