

# РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОЧИСТКИ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

## RESOURCE-SAVING TECHNOLOGICAL PROCESS OF CLEANING THE LUBRICATION SYSTEM OF TRACTOR ENGINES FROM POLLUTION

**В.В. ОСТРИКОВ**, д.т.н.  
**В.С. ВЯЗИНКИН**  
**А.В. ЗАБРОДСКАЯ**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве» (ФГБНУ ВНИИТН), viitinlab8@bk.ru

**V.V. OSTRIKOV**, DSc in Engineering  
**V.S. VYAZINKIN**  
**A.V. ZABRODSKAYA**

All-Russian Scientific Research Institute for the Use of Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov, Russia, viitinlab8@bk.ru

Рассмотрены вопросы очистки системы смазки двигателя от загрязнений отработанными моторными маслами без их слива из картера двигателя. Установлено, что добавление в работавшее в двигателе моторное масло моноэтаноламина в смеси с изопропанолом позволяет укрупнять растворенные в масле смолы, продукты окисления до размеров, легко удаляемых встроенными в систему смазки средствами очистки. Определено, что последующее добавление в масло диметилсульфоксида и уайт-спирита придают маслу высокие моющие свойства. По результатам сравнительных испытаний установлено, что загрязненность деталей двигателя после промывки системы смазки товарным промывочным маслом снижается в два раза. Использование разработанного технологического процесса промывки позволяет снизить загрязненность основных деталей в 4 раза. Компрессия в цилиндрах после промывки двигателя Д-240 по разрабатываемому способу увеличилась с 2 до 2,5 МПа, расход топлива снизился с 13,9 до 11,3 л/час. Содержание нерастворимого осадка в масле после промывки двигателя разработанным способом составляло 0,65 %, в то время как в специальном промывочном масле – 0,37 %. Данные факты подтверждают высокие моющие свойства состава. В целом разработанный технологический процесс промывки позволяет в условиях сельскохозяйственных предприятий проводить очистку систему смазки и деталей двигателя от загрязнений без использования дорогостоящих промывочных масел. Очистка деталей двигателей от загрязнений увеличивает срок службы техники и снижает затраты на ремонт и эксплуатацию изношенных машин АПК.

**Ключевые слова:** промывочное масло, состав, работавшее масло, очистка, моноэтаноламин, изопропанол, диметилсульфоксид, двигатель, компрессия, расход топлива.

The issues of cleaning the engine lubrication system from pollution by used engine oils without draining them from the crankcase are considered. It has been established that adding monoethanolamine mixed with isopropanol to the engine oil that worked in the engine allows the resins and oxidation products dissolved in the oil to be enlarged to sizes that are easily removed by cleaning agents built into the lubrication system. It was determined that the subsequent addition of dimethyl sulfoxide and white spirit to the oil gives the oil high cleaning properties. According to the results of comparative tests, it was found that the contamination of engine parts after washing the lubrication system with commercial washing oil is reduced by half. Using the developed washing process allows to reduce the contamination of the main parts by 4 times. Compression in the cylinders after washing the D-240 engine according to the developed method increased from 2 to 2,5 MPa, fuel consumption decreased from 13,9 to 11,3 l/h. The content of insoluble sediment in the oil after washing the engine with the developed method was 0,65 %, while in a special washing oil it was 0,37 %. These facts confirm the high washing properties of the composition. In general, the developed flushing technological process allows, under the conditions of agricultural enterprises, to clean the lubrication system and engine parts from pollution without the use of expensive flushing oils. Cleaning of engine parts from pollution increases the service life of equipment and reduces the cost of repair and maintenance of worn-out agricultural machinery.

**Keywords:** flushing oil, composition, working oil, refining, monoethanolamine, isopropanol, dimethyl sulfoxide, engine, compression, fuel consumption.

## Введение

В процессе работы двигателя под воздействием высоких температур при сгорании топлива, углеводородной основы масла и присадок на стенках цилиндров, поршней, под маслосъемными кольцами, в масляных каналах образуются отложения, нагары, представляющие собой смолистые, коксовые отложения, отрицательно влияющие на отвод тепла от нагреваемых деталей цилиндропоршневой группы, что приводит к повышенному расходу топлива и снижению мощности двигателя [1–3].

Очистка системы смазки позволяет удалить смолистые отложения и твердые новообразования, улучшить скольжение поршней, маслосъемных колец и, в целом, повысить эксплуатационные характеристики двигателя.

Промывка системы смазки предусмотрена регламентом при проведении операции технического обслуживания, однако данная мера не всегда осуществляется в АПК и не всегда эффективна [4].

Несмотря на большое многообразие разработанных и предлагаемых промывочных масел, их использование в сельскохозяйственном производстве не находит широкого применения из-за высоких затрат на промывку систем смазки дизельных двигателей и недостаточное качество их очистки [4].

Промывочные масла представляют собой смесь базового масла с присадками и добавками, а технологический процесс промывки состоит из очистки двигателя на холостом ходу подачей масла через систему смазки либо на неработающем двигателе с подключением специальных устройств к системе смазки. [5].

В качестве основы промывочного масла чаще всего используются индустриальные масла И-20А и И-30А, а в качестве присадок и добавок – поверхностно-активные вещества, моющие присадки и т.д. [6].

Например, промывка двигателя трактора высококачественным товарным промывочным маслом с объемом картера 15–20 литров предполагает затраты 3–4 тысячи рублей. При парке тракторов 30–40 единиц сумма затрат хозяйства превышает 100 тысяч рублей, что для большинства сельхозпредприятий является значительной финансовой нагрузкой. К тому же промывочные масла после их использования подлежат утилизации, а их повторное применение довольно проблематично.

## Цель исследований

Разработка ресурсосберегающего технологического процесса и состава промывочного масла для очистки системы смазки дизельных двигателей тракторов.

## Материалы и методы

Особенностью данного технологического процесса является возможность использования в качестве промывочного масла, отработавшего в двигателе свой срок замены, моторного масла. Так как моторное масло после наработки 250 мото-часов содержит значительное количество загрязнений, смол, асфальтенов и т.д. и не может рассматриваться в качестве промывочного масла, то необходима его глубокая очистка.

Для снижения затрат на реализацию глубокой очистки предлагается удалять загрязнения без слива масла из картера двигателя путем добавления в отработавшее свой срок моторное масло очищающих агентов.

Очищающий агент для очистки загрязненного масла от смол и асфальтенов включает моноэтаноламин и изопропанол в следующем соотношении компонентов к массе масла в картере двигателя: моноэтаноламин – 2...4 % масс., изопропанол – 2...4 % мас. в зависимости от загрязненности масла. Готовят агент простым смешиванием компонентов.

Моноэтаноламин способствует укрупнению практически растворенных в отработанном масле смол, асфальтенов, карбенов, карбоидов, частиц дисперсного состава размером от менее 0,1 мкм до 15–20 мкм, легко удаляемых встроенными в систему смазки средствами очистки масла [7].

Изопропанол «временно нейтрализует» действие моюще-диспергирующих присадок, присутствующих в работающих моторных маслах и тормозящих процесс коагуляции [9]. Изопропанол в процессе работы испаряется и удаляется из двигателя вместе с отработавшими газами.

Технологический процесс очистки масла и двигателя осуществляют в следующей последовательности.

Запускают двигатель внутреннего сгорания и прогревают до температуры нагрева моторного масла в картере  $t = 70–80$  °С. В масло через заливную горловину при холостых оборотах двигателя вводят смесь моноэтаноламина с изопропанолом. После 3–5 минут работы

двигателя на холостом ходу увеличивают его обороты до 1000–1500 об/мин. Капельным методом наносят каплю масла со щупа на фильтровальную бумагу «белая лента» через каждые 10 минут работы двигателя, контролируя эффективность очистки и удаления из масла смол и асфальтенов.

После того как цвет масляного пятна на фильтровальной бумаге изменился с черного на желтый, двигатель останавливают. Производят очистку встроенной в систему смазки центрифуги. Далее в масло через заливную горловину добавляют смесь диметилсульфоксида и уайт-спирита, приготовленную заранее, в количестве 5–6 % от массы масла в картере двигателя. Двигатель запускают и дают ему поработать на холостом ходу 30–40 минут. Промежуточный контроль эффективного процесса промывки проводят, нанося каплю работающего масла на фильтровальную бумагу.

Изменение цвета пятна масла с желтого на черное, в первом приближении, свидетельствует об эффективности очистки масляной системы двигателя. После завершения очистки масляной системы двигатель останавливают и проводят очистку масляной центрифуги.

### Результаты и обсуждение

В таблице представлены результаты сравнительных испытаний промывки двигателя Д-240 известным товарным промывочным маслом и разработанным составом и способом промывки.

По результатам испытаний установлено, что загрязненность деталей двигателя после очистки предлагаемым составом масла снижается в 4 раза по сравнению с исходной загрязненностью, в то время как загрязненность деталей двигателя после очистки извест-

ным составом товарного масла уменьшается в 2 раза. Компрессия в цилиндрах двигателя увеличилась в среднем на 16 % по сравнению с значением, полученным при испытании известного масла. Расход топлива снижается на 9,4 %.

При проведении исследований эффективность промывки системы смазки дополнительно оценивалась по изменению содержания нерастворимого  $H_{oc}$  осадка в масле в зависимости от времени  $T_n$  промывки (рис.).

При рассмотрении процесса накопления примесей в товарном промывочном масле (линия 1) установлено, что за время работы двигателя на холостом ходу содержание нерастворимого осадка в масле за 30 минут увеличивается с 0 до 0,33 %, далее процесс стабилизируется, и количество загрязнений в масле практически не изменяется во времени.

В предложенном составе промывочного масла содержание нерастворимого осадка резко увеличивалось в первые 10 минут промывки, и к 30 минутам работы масла в системе смазки оно составляло 0,58 %. Далее процесс стабилизировался (рис., линия 2).

Использование работавших в двигателе моторных масел в качестве основы промывочного масла позволяет высокоэффективно очистить загрязнения поверхности деталей двигателя, и существенно снизить затраты на проведение операции промывки.

### Заключение

По результатам исследований установлено, что предлагаемый состав промывочного масла обладает высокими моющими свойствами, позволяющими проводить эффективную очистку системы смазки, повышая тем самым, эксплуатационные свойства машин и продлевая срок

Таблица

Результаты сравнительных испытаний составов масел и способов промывки

Показатели	Промывка товарным промывочным маслом		Предлагаемый состав масла и способ промывки	
	до	после	до	после
Загрязненность деталей, балл:				
– головка блока цилиндров, балл.;	8	4,5	8	2,0
– поршни, балл.	6	4,0	6	1,5
Компрессия, кг/см <sup>2</sup>	19	21	20	25
Расход топлива, л/час	13,9	12,5	13,9	11,3
Цвет масляного пятна на фильтровальной бумаге	желтое	черное	черное (желтое*)	черное

\* – после очистки масла в картере под воздействием моноэтаноламина и изопропанола.

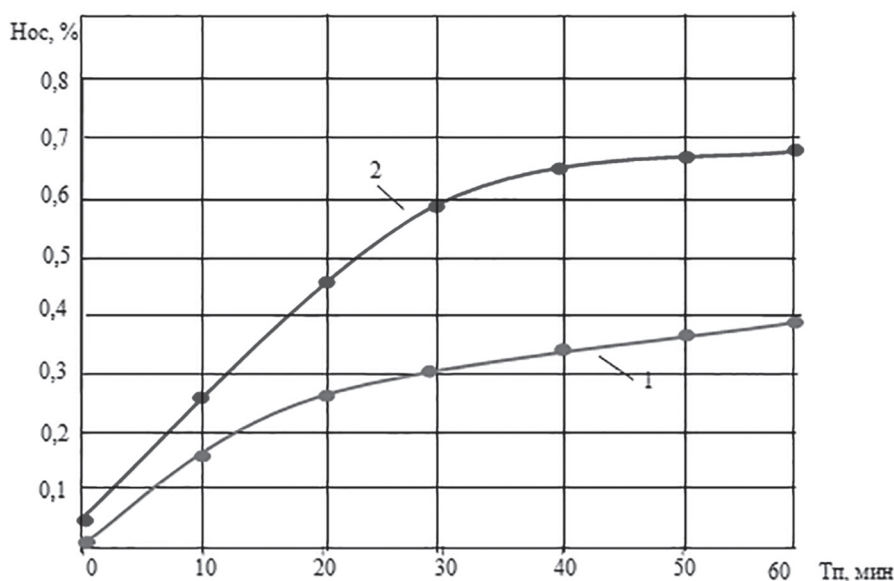


Рис. Изменение содержания нерастворимого осадка в промывочных маслах в зависимости от времени промывки системы смазки двигателя Д-240

их службы. Использование в качестве основы промывочного масла очищенного отработанного моторного масла позволяет снизить затраты на техническое обслуживание и эксплуатацию, повысить эффективность использования ресурсов в АПК.

### Литература

1. Арабян С.Г., Виппер А.Б., Холомонов И.А. Масла и присадки для тракторных и комбайновых двигателей. Справочник. М.: Машиностроение, 1984. 208 с.
2. Школьников В.М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. М.: Химия, 1989. 432 с.
3. Итинская Н.И., Кузнецов Н.А. Топлива, масла и технические жидкости. Справочник. М.: Агропромиздат, 1989. 303 с.
4. Ленский А.В. Специализированное техническое обслуживание машинно-тракторного парка. М.: Росагропромиздат, 1989. 236 с.
5. Остриков В.В., Уханов А.П., Сафаров К.У., Нагорнов С.А. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости. Ульяновск: Ульяновская ГСА, 2009. 575 с.
6. Промывка двигателя перед заменой масла // 308-club. URL: <http://www.308-club.ru/news/promyvka-dvigatelya-pered-zamenoj-masla>. (дата обращения 09.06.2016).
7. Остриков В.В., Кругов В.Ф., Афанасьев Д.И., Сазонов С.Н. Промывочное масло: патент № 2617117 Российская Федерация; опубл. 21.04.2017.

### References

1. Arabyan S.G., Vipper A.B., Holomonov I.A. Masla i prisadki dlya traktornyh i kombajnovykh dvigatelej. Spravochnik [Oils and additives for tractor and combine engines. Directory]. Moscow: Mashinostroenie Publ., 1984. 208 p.
2. SHkol'nikov V.M. Topliva, smazochnye materialy, tekhnicheskie zhidkosti [Fuels, lubricants, technical fluids]. Moscow: Himiya Publ., 1989. 432 p.
3. Itinskaya N.I., Kuznecov N.A. Topliva, masla i tekhnicheskie zhidkosti. Spravochnik [Fuels, oils and technical fluids. Directory]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1989. 303 p.
4. Lenskij A.V. Specializirovannoe tekhnicheskoe obsluzhivanie mashinno-traktornogo parka [Specialized technical maintenance of the machine and tractor fleet]. Moscow: Rosagropromizdat Publ., 1989. 236 p.
5. Ostrikov V.V., Uhanov A.P., Safarov K.U., Nagornov S.A. Toplivo, smazochnye materialy i tekhnicheskie zhidkosti [Fuel, lubricants and technical fluids]. Ulyanovsk: Ulyanovskaya GSA Publ., 2009. 575 p.
6. Promyvka dvigatelya pered zamenoj masla. 308-club [Flushing the engine before changing the oil]. URL: <http://www.308-club.ru/news/promyvka-dvigatelya-pered-zamenoj-masla>. (accessed 09.06.2016).
7. Ostrikov V.V., Krugov V.F., Afanas'ev D.I., Sazonov S.N. Promyvochnoe maslo [Flushing oil]: patent № 2617117, Rossijskaya Federaciya. Opublikovano 21.04.2017.