

## РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА НЕПРЕРЫВНОГО ВВОДА ПРИСАДОК В СМАЗОЧНУЮ СИСТЕМУ ДВИГАТЕЛЯ РАБОТАЮЩЕГО НА ГАЗООБРАЗНОМ ТОПЛИВЕ

## THE RESULTS OF THE ANALYSIS OF THE CONTINUOUS INPUT OF ADDITIVES IN THE LUBRICATING SYSTEM OF THE ENGINE OPERATING ON GASEOUS FUEL

**С.А. УТАЕВ**

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Ташкент, Республика Узбекистан, [utaev.s@list.ru](mailto:utaev.s@list.ru)

**S.A. UTAEV**

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Tashkent, Uzbekistan, [utaev.s@list.ru](mailto:utaev.s@list.ru)

Вопрос обеспечения надежности двигателей внутреннего сгорания является актуальной комплексной задачей, решаемой по разным направлениям, среди которых важными являются условия эксплуатации, вид применяемого топлива, контроль состояния моторных масел, а также обоснование сроков службы последних. При совершенствовании конструкции тракторов необходимо учесть вопрос повышения их надежности и долговечности в процессе эксплуатации. Исследованиями установлено, что от 40 до 45 % всех отказов сельскохозяйственной техники приходится на долю двигателя. Рациональным является решение проблемы повышения надежности двигателя, определение состояния агрегатов и деталей машин по содержанию продуктов износа в работающем масле при эксплуатации двигателей и принятие обоснованных решений по улучшению состояния масла. В целях улучшения эксплуатационных свойств к маслам добавляется присадки. Целью исследования является анализ влияния срабатываемости присадок на эксплуатационные свойства моторного масла и разработка мероприятий по непрерывному вводу присадок в масло. С целью определения влияния непрерывного ввода присадок в смазочное масло и определения их рациональных значений была разработана лабораторная установка. Исследования показали, что щелочное число при непрерывном вводе присадки увеличивалось в 1,5 раза по сравнению с пробами масел, отработанных без устройства непрерывного ввода присадок. Был испытано устройство для ввода присадки с фильтровальным элементом. По результатам исследований был установлен следующий режим работы  $T = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $v = 2\text{ м/с}$  и концентрация механических примесей составила 0,25 %. Эксплуатационные испытания устройства проводились в течение времени пока щелочное число не опустилось ниже 2 мгКОН/г. В результате испытаний установлено, что использование предлагаемого устройства увеличивает ресурс масла в среднем на 15–20 %.

**Ключевые слова:** двигатель, концентрация, масло, присадка, срабатываемость присадки, надежность двигателей.

The issue of ensuring the reliability of internal combustion engines is an urgent complex task, solved in different directions. Important among which are the operating conditions, the type of fuel used, monitoring the condition of engine oils, as well as the rationale for the service life of oils. When improving the design of tractors, it is necessary to take into account the issue of increasing their reliability and durability during operation. The studies show that 40–45 % of failures of agricultural machinery are caused by engine breakage. It is rational to solve the problem of improving the reliability of the engine, determining the state of the aggregates and machine parts on the content of wear products in the oil during engine operation, and making informed decisions to improve the condition of the oil. In order to improve the performance properties the additives are used. In order to determine the effect of the continuous use of additives to the oil, a cylinder was designed, comprising a housing, a cylindrical element for the additive, a cap, an inlet nozzle and an outlet nozzle. The element located inside the housing is filled with an additive. Engine oil lubrication system is supplied from the outside, i.e. in the annular gap between the housing and the element for the additive. In the housing, due to the temperature difference, the process of oil diffusion and additives take place. The purpose of the development of the laboratory setup was to study the influence of external factors on the process of continuous input of additives and the determination of their rational values. Studies have shown that the base number with continuous input of additives increased 1,5 times higher compared to samples of oils, used without a device for continuous input of additives. A device for introducing the additive with a filter element was tested. The operating mode of the installation was set according to the results of studies  $T = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $v = 2\text{ м/с}$  and the concentration of mechanical impurities was 0,25 %. Operational tests of the device were carried out over a period of time until the base number dropped below 2 mgKOH/g. It follows that the oil life cycle increases on average by 15–20 %.

**Keywords:** engine, concentration, oil, additive, additive response, engine reliability.

## Введение

Вопрос обеспечения надежности двигателей внутреннего сгорания является актуальной комплексной задачей, решаемой по разным направлениям, среди которых важными являются условия эксплуатации, вид применяемого топлива, контроль состояния моторных масел, а также обоснование сроков службы последних. При совершенствовании конструкции тракторов необходимо учесть вопрос повышения их надежности и долговечности в процессе эксплуатации.

Исследованиями установлено, что от 40 до 45 % всех отказов сельскохозяйственной техники приходится на долю двигателя.

Рациональным является решение проблемы повышения надежности двигателя, определение состояния агрегатов и деталей машин по содержанию продуктов износа в работающем масле при эксплуатации двигателей и принятие обоснованных решений по улучшению состояния масла.

В целях улучшения эксплуатационных свойств к маслам добавляется присадки. Только совместное влияние физических свойств базового масла и присадок, составляющих композицию, определяет эксплуатационные свойства масла. В настоящее время доля присадок составляет 20 % по отношению к базовому маслу. Намечается тенденция к дальнейшему увеличению концентрации присадок в маслах.

Одной из важнейших составных частей процесса старения моторных масел, которая во многом определяет работоспособность последних, является срабатываемость присадок содержащихся в масле.

В настоящее время есть работы, посвященные срабатыванию присадок, в которых теоретически и экспериментально обосновывается дозированный ввод присадок в масла с целью повышения ресурса масел и машин. В этих работах указывается на необходимость поддержания концентрации присадок в заданном диапазоне путем периодической и непрерывной компенсации их убыли. В работах М.Я. Алтшулера и других ученых рассматривается закономерность срабатывания присадок [1].

Срабатывание некоторых присадок в начальной период работы масел объясняется их адсорбцией на деталях двигателей и на поверхности масляных фильтров [2].

Однако наиболее важной причиной срабатывания присадок в процессе работы двига-

телей являются их физико-химические взаимодействия с продуктами старения масла и сгорания топлива [3].

## Цель исследования

Состоит в оценке влияния срабатываемости присадок моторных масел группы Г2 дизелей, работающих на газообразном топливе, на эксплуатационные свойства масла, а также возможности улучшения их эксплуатационных свойств при непрерывном вводе присадок.

## Материалы и методы

Для определения влияния непрерывного ввода присадок в масло была разработана лабораторная установка, выполненная в виде цилиндра. Целью разработки данной установки было исследование влияния внешних факторов на процесс непрерывного ввода присадок и определение рациональных их значений.

Основными внешними факторами, влияющими на процесс непрерывного ввода присадок, являются проницаемость элемента для присадки устройства непрерывного ввода, гидродинамический режим в системе и температура масла.

Для достижения поставленной цели в конструкции экспериментальной установки были предусмотрены контрольно-измерительные приборы для фиксации параметров, необходимых для характеристики рабочих режимов работы.

Лабораторная установка состоит из емкости для залива масла, шестеренного насоса типа НШ-10, электродвигателя, счетчика расходомера, подогревателя, манометров, термометров, установки для непрерывного ввода присадки. Конструкция включает цилиндрический корпус с расположенным внутри него цилиндрическим баком, заполненным присадкой, крышку, входной и выходной штуцеры. Моторное масло системы смазки подается снаружи, т.е. в кольцевой зазор между корпусом и баком для присадки. В корпусе за счет разности температуры происходит процесс диффузии масла и присадки.

Был принят следующий режим испытания: количество заливаемого масла 2 кг, температура во время прокачки 100 °С и время испытания 20 ч. Испытуемое масло из емкости с помощью насоса подавалось под давлением 1,5 кг/см<sup>2</sup> в подогреватель для нагрева и после нагрева до 100 °С струйно поступало в бачок. Необходимая температура в системе поддер-

живалась при помощи контактного термометра ТПК (ГОСТ 9871–2000) и терморегулятора типа ПТР-3.

Масло в исходном баке нагревается с 20 до 100 °С, одновременно циркулируя по замкнутому контуру с помощью шестеренного насоса НШ-10, и подается в корпус устройства непрерывного ввода присадки. При циркуляции горячего масла вдоль элемента для присадки устройства непрерывного ввода присадки происходит интенсивный непрерывный ввод путем протекания присадки через поры элемента присадки, то есть процесс диффузии. Далее масло с повышенной концентрацией присадки возвращается в исходный бак.

В качестве показателя для оценки эффективности метода введения присадки были приняты: пропускная способность элемента для присадки, температура масла, скорость масла через линию циркуляции в системе смазки и значение щелочности испытуемого масла, определяющееся концентрацией присадки, которые нейтрализуют кислые коррозионно-активные продукты, образующиеся при окислении масла.

На экспериментальной установке имеется возможность определения следующих параметров:

- гидравлические характеристики материала элемента для присадки устройства непрерывного ввода в зависимости от концентрации присадок (щелочное число) масла от температуры:  $C = f(T)$ ;
- исследование изменения концентрации присадки (щелочности) при ее непрерывном вводе;
- влияние внешних факторов на характеристику непрерывного ввода;
- пропускная способность фильтровального элемента.

### Результаты и обсуждение

Исследование изменения концентрации присадки (щелочности) при непрерывном вводе проводилось в течение 1–3 ч, т.е. до наступления установившегося режима работы элемента для присадки со снятием их характеристик в виде зависимости  $C = f(\tau)$  при различных режимах работы.

Гидравлические характеристики устройства непрерывного ввода снимались на предварительно очищенном масле, определялись значения концентрации (щелочности) при раз-

личных температурах и строились кривые в виде:  $C = f(T)$  (рис. 1).

Исследования влияния внешних факторов на характеристику непрерывного ввода проводились при следующем режиме работы лабораторной установки: скорость масла через линию циркуляции 1–5 м/с, температура масла 20–100 °С и концентрация загрязнений 0,05–1 % (пример на рис. 2).

По результатам исследований при непрерывном вводе определялись предельные значения факторов, влияющих на характеристику процесса непрерывного ввода: скорость потока масла, температура и концентрация механических примесей.

Для проведения эксплуатационных испытаний применялись масла отобранной из системы смазки трактора, работающего на газообразном топливе с естественными загрязнениями.

Главной задачей испытаний являлось определение ресурсной характеристики устройства непрерывного ввода присадки в условиях эксплуатации.

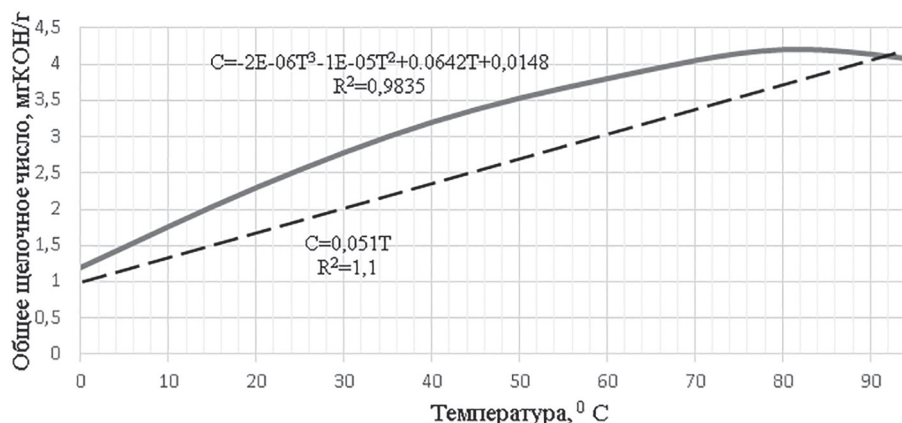
Испытания проводились при естественной скорости потока масла системы смазки через устройства непрерывного ввода присадки при естественной температуре и естественной концентрации загрязнения масла двигателя в условиях эксплуатации.

Для оценки эффективности масел дизелей тракторов, работающих на газообразном и дизельном топливе, а также действия вводимых в масло присадок проведены сравнительные испытания масел двигателей Д-243 тракторов, эксплуатируемых в отрасли сельского хозяйства, которые выполняют транспортно-уборочные работы.

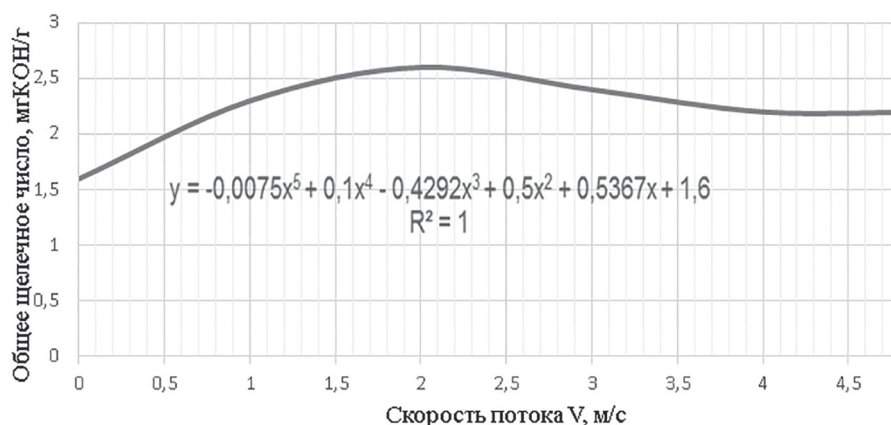
Перед началом испытаний проводили краткий анализ работоспособности тракторов.

Анализ свойств работающих моторных масел, в соответствии с методикой испытаний, проводили по таким показателям как плотность, кинематическая вязкость, число омыления, температура застывания, содержание механических примесей, температура вспышки, содержание воды, коксуемость; щелочное число, кислотность, зольность, количество продуктов износа.

Полученные значения изменения свойств работающих моторных масел сравнивали с известными данными и закономерностями изменения характеристик масел, работающих на



**Рис. 1.** Зависимость щелочного числа моторного масла двигателя, работающего на газообразном топливе от температуры  $T$ :  
 - - - - теоретическая; ———— экспериментальная



**Рис. 2.** Изменение щелочного числа моторного масла двигателя, работающего на газообразном топливе от скорости потока масла

дизельном и газообразных топливах. Особенность рассматриваемой технологии состоит в том, что в течение всего срока службы масла периодически, через заданную наработку, проверяют на состояние работающего масла по загрязненности и щелочному числу. После проверки в работающее масло вводят присадки, обеспечивающие удаление продуктов окисления (старения) и улучшения смазывающих свойств масла.

Процесс проведения исследований основных характеристик моторных масел двигателя Д-243 состоял из двух этапов. На первом этапе исследования получены пробы масел содержанием их 100 мл при работе тракторов на дизельном и газообразном топливе.

Исследования показали, что щелочное число при непрерывном вводе присадки увеличивалось в 1,5 раза по сравнению с пробами масел, отработавших без устройства непрерывного ввода присадок.

Было испытано устройство для ввода присадки с фильтровальным элементом. Режим работы установки по результатам исследований был установлен следующий:  $T = 85^\circ \text{C}$ ,  $v = 2 \text{ м/с}$  и концентрация механических примесей 0,25 %.

Эксплуатационные испытания устройства проводились в течение времени, пока щелочное число не снизилось ниже уровня 2 мгКОН/г. В результате получено, что ресурс масла увеличивается в среднем на 15–20 %.

Щелочность масла резко снижается в первые часы работы в течение 10–12 часов, а потом наступает установившийся режим и оставшееся время она практически мало изменяется.

На втором этапе исследований получены пробы масла с дизеля Д-243, работающего на газообразном топливе с введением присадок.

Пробы получили аналогичные первому этапу при работе тракторов на газообразном

Физико-химические показатели работавших моторных масел марки М-10Г<sub>2</sub>

Показатели	Показатели предельного состояния масел	Работавшие масла до ввода стабилизаторов	Работавшие масла после ввода стабилизаторов
Плотность при 20 °С, кг/см <sup>3</sup> , не более	0,890	0,891	0,892
Кинематическая вязкость при 100 °С, сСт	9,0±0,5	9,7	9,8
Содержание механических примесей не более, %	0,01	0,038	0,027
Содержание воды, %	Следы	Следы	Следы
Щелочное число, мг КОН/г	2	2,24	2,8

топливе по существующей методике. Результаты анализа масел приведены в таблице.

Введение присадки в масло М-10Г<sub>2</sub> при работе на газообразном топливе влияет на улучшение показателей как щелочного числа, так и кислотности, незначительно уменьшается содержание механических примесей и продукты износа.

Щелочное число в моторных маслах одна из важнейших показателей, указывающих на работоспособность масла, на потенциал его противоизносных и антиокислительных свойств. Щелочное число масла М-10Г<sub>2</sub> по ГОСТу составляет не менее 6,0 мг КОН/г и, в основном, обеспечивается содержанием в масле сульфатных, алкилфенольных, алкилсалицилатных, зольных и антиокислительных присадок.

В нашем случае, при рассмотрении влияния присадки на изменение свойств масла М-10Г<sub>2</sub>, в исследуемых образцах, загрязнения масла уменьшается с 0,058 до 0,038 %.

### Выводы

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

- анализируя данные, представленные в таблице, отметим отсутствие влияния основной массы препаратов на щелочное число масла;
- отмечается увеличение уровня рН при введении в масла присадок;
- увеличение щелочного числа можно характеризовать как показатель увеличения срока службы работающего моторного масла;

– непрерывный ввод присадки в систему смазки двигателя улучшает эксплуатационные свойства масла, уменьшает износ деталей.

### Литература

1. Альтушер М.Я. Срабатываемость присадок и их дозированный ввод в моторные масла. Москва: Химия, 1979. 178 с.
2. Григорьев Б.П. Новый режим смазки двигателей внутреннего сгорания. Мурманск. 1986. 230 с.
3. Морозов Г.А., Орцимов О.М. Очистка масел в дизелях. Л.: Машиностроение, 1971. 191 с.
4. Венцель С.В. Применение смазочных масел в автомобильных и тракторных двигателях. М.: Химия, 1985. 235 с.
5. Крейн С.Э. Химия и технология топлив и масел. № 3. С. 25.

### References

1. Al'tusher M.YA. Srabatyvaemost' prisadok i ih dozirovannyj vvod v motornye masla [The performance of additives and their dosed entry into the engine oil]. Moscow: Himiya Publ., 1979. 178 p.
2. Grigor'ev B.P. Novyj rezhim smazki dvigatelej vnutrennego sgoraniya. Murmansk. 1986. 230 p.
3. Morozov G.A., Orciomov O.M. Ochistka masel v dizelyah [Purification of oils in diesel engines]. Leningrad: Mashinostroenie Publ. 1971. 191 p.
4. Vencel' S.V. Primenenie smazochnyh masel v avtomobil'nyh i traktornyh dvigatelyah [The use of lubricating oils in automobile and tractor engines]. Moscow: Himiya Publ., 1985. 235 p.
5. Krejn S.E. Himiya i tekhnologiya topliv i masel. No 3, pp. 25 (in Russ.).