

УДК 621.4

## ПРОЦЕСС ОБВОДНЕНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА ПРИ ПРОГРЕВЕ ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ-740 В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

А. В. Колунин<sup>1</sup>, С. А. Гельвер<sup>2</sup>, С. В. Белокопытов<sup>3</sup>, А. С. Белокопытов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Омский автобронетанковый инженерный институт

(филиал Военной академии материально-технического обеспечения) Россия, г. Омск;

<sup>2</sup>Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), Россия, Омск;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, Омск.

**Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема обводнения моторного масла двигателя при прогреве в условиях отрицательных температур ( $-32^{\circ}\text{C}$ ) Описан эксперимент по замеру концентрации воды в моторном масле двигателя КамАЗ-740, в процессе его прогрева без использования предпускового подогревателя. В результате конденсационных процессов происходящих в двигателе осуществляется накопление воды в смазочной системе, сопровождаемое комплексом негативных последствий. В ходе эксперимента определено значение температуры в объёме картерного пространства, соответствующее температуре точки росы.

**Ключевые слова:** влагосодержание, низкая температура, прогрев, окисление водорода, температура точки росы, эксплуатация.

### Введение

В 1955 году англо-американские инженеры впервые обратили внимание на странные мазеобразные отложения чёрного цвета в системах смазки двигателей внутреннего сгорания [1,2]. Спустя пять лет к таким образованиям проявили интерес советские учёные.

Концентрация воды в моторных маслах МТ-16П при хранении техники, что у большинства машин (11 ед.) концентрация воды составляет 0,4 %. Максимальная концентрация воды 1,8 г установлена в одной машине, а минимальная – 0,2 г в двух машинах [3].

Как известно, моторное масло представляет из себя смесь базового масла и пакета присадок вводимого в первое частями при различных температурах [4].

В свою очередь присадки, растворённые в базовых маслах при их производстве имеют низкую агрегатную устойчивость. Вода, поступающая в моторное масло в ходе конденсационных процессов инициирует их переход из растворённого состояния в нерастворённое и, как следствие осадкообразование имеющее название "низкотемпературное" [5]. Снижение концентрации растворённых присадок в объёме масла, влечёт в свою очередь снижение щелочного числа, и комплекса эксплуатационных свойств. Негативное влияние воды на состояние моторного масла

описано в работе [6]. Согласно предъявляемым требованиям содержание воды в моторном масле не должно превышать «следы».

Существует множества путей поступления воды в моторные масла при транспортировании, хранении и применении. Особое место в вопросе обводнения моторных масел занимают температурные условия окружающей среды в которых эксплуатируется техника.

Как известно топлива, применяемые для работы двигателей внутреннего сгорания имеют углеводородный состав. При окислении водорода происходит образование паров воды в камере сгорания. В условиях низкотемпературного режима, прорыв газов в холодную среду картерного пространства сопровождается конденсационными процессами и накоплением воды в смазочной системе.

Возникает вопрос: какова степень обводнения масла при прогреве двигателя в условиях низких температур, какое значение температуры соответствует температуре точки росы, когда завершается процесс обводнения и начинается обратный процесс, процесс обезвоживания? Для ответа на поставленный вопрос был проведён эксперимент.



Рис. 1. Пробоотборник установленный в стакан масляного фильтра



Рис. 2. Датчик температуры масла Установленный на место сливной пробки

#### Оценка степени обводнения

Подготовка эксперимента включала в себя установку на двигатель пробоотборника в стакан масляного фильтра рисунке 1 в виде крана и высокочувствительного датчика температуры рисунке 2, на место сливной пробки поддона картера. Датчик температуры посредством провода связывался с многоканальным измерителем температуры МИТ-12.

Эксперимент проводился без использования предпускового подогревателя на автомобиле КамАЗ с пробегом 16639 км при температуре окружающего воздуха  $-32^{\circ}\text{C}$ , атмосферное давление 774 мм, влажность воздуха 99 %.

Руководство по эксплуатации автомобилей КамАЗ рекомендует осуществлять пуск двигателя КамАЗ-740 в условиях низких температур с использованием электрофакельного устройства (ЭФУ) обеспечивающего подогрев воздуха в впускном коллекторе непосредственно при запуске. Рекомендуемая частота вращения коленчатого вала в диапазоне 1200-1600 мин-1 при прогреве.

После пуска, двигатель прогревался до температуры масла  $73^{\circ}\text{C}$  при частоте вращения коленчатого вала 1400 мин-1.

В ходе прогрева двигателя отбор проб осуществлялся без его остановки через определенный температурный интервал рисунок 3.



Рис. 3. Осуществление отбора пробы масла

С использованием кулонометрического титратора по методу Карла Фишера МКС-501N. Метод измерения: ASTM D 1744 производилась оценка влагосодержания проб масла в лабораторных условиях [7].

На основе протокола испытаний построена графическая зависимость изменения влагосодержания масла рисунок 4.

Начальное влагосодержание масла составляло 160 грамм воды на тонну. В ходе прогрева двигателя до температуры масла  $39 - 44^{\circ}\text{C}$  происходит рост влагосодержания до 330 грамм на тонну. Дальнейшее увеличение температуры способствует снижению влагосодержания в результате испарения воды с поверхности масла и выходу паров через систему вентиляции картера.

Исходное значение степени обводнения в процентном отношении составило 0,016 % массовой доли. Максимальное значение влагосодержания в процессе прогрева достигло 0,0330. В процессе прогрева произошло повышение влагосодержания на 0,0169 %. Таким образом, влагосодержание при прогреве двигателя возросло на 101 % по отношению к исходному значению.

Экстремум кривой зависимости указывает на температуру точки росы  $41,5^{\circ}\text{C}$  - когда завершаются конденсационные процессы, а дальнейшее повышение температуры сопровождается процессами испарения воды с поверхности масла, что адекватно согласуется с теоретическими расчетами, представленными в работе [6].

В дополнении следует отметить, что на динамику конденсационных процессов в системе смазки в данных условиях может оказывать ряд иных факторов. Так, например, расход картерных газов оказывает существенное влияние на накопление воды в масле, что в свою очередь зависит от состояния деталей цилиндропоршневой группы двигателя [6].

При достижении температуры охлаждающей жидкости 40°C температура масла достигала 57°C. Последнее значение превышает температуру точку росы, что свидетельствует

об окончании конденсационных процессов в системе смазки [8].

Специфика природно-климатических условий России, низкие температуры окружающего воздуха, большая продолжительность зимнего периода, городской режим эксплуатации с частыми остановками и длительными стоянками, хранение машин на открытых площадках. Суммарный негативный эффект эксплуатации техники в таких условиях может оказать существенное влияние на состояние моторного масла и ресурс работы двигателя в целом.

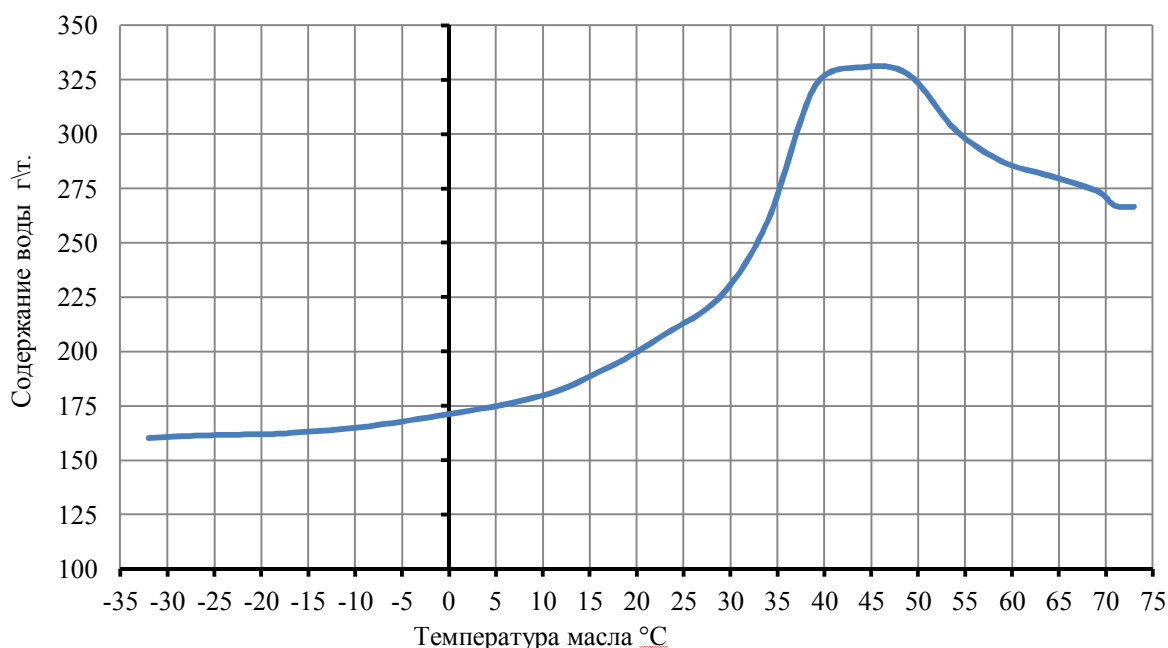


Рис. 4. Диаграмма изменения влагосодержания моторного масла двигателя КамАЗ-740

### Заключение

Полученная информация может быть учтена при эксплуатации автомобилей в условиях низких температур и корректировкой существующих сроков замены моторных масел, установленных на основе среднестатистических испытаний и недостаточно учитывающих условия эксплуатации техники. Отсутствие объективной оценки реального состояния моторного масла в большинстве случаев не позволяет определять активность снижения эксплуатационных свойств и его предельное состояние.

### Библиографический список

1. Rogers D.T., Rice W.W., Jonack E.L. Mechanism of Engine Sludge Formation and Fdditive Action. SAE Preprint, 1955, № 639 Nov., pp. 56-59.

2. Quillian R.D., Meckel N.T., Moffitt J.V. Cleaner Crankcases with Blow-by Diversion. SAE Preprint, no 801 B, 1964. pp. 63-65.

3. Рунда, М.М., Метод контроля состояния моторных масел при длительном хранении техники: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.11.13 / М.М. Рунда. – Томск., 2014. – 63 с.

4. Васильева, Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебник для вузов / Л.С. Васильева. – М.: Наука-Пресс, 2003. – 421с: ил.

5. Корнеев, С.В. Обводнение и коллоидная стабильность моторных масел / С.В. Корнеев, В.М. Дудкин, А.В. Колунин // Химия и технология топлив и масел. – 2006. – № 4. – С. 33-34.

6. Колунин, А.В. Влияние низких температур окружающей среды на периодичность технического обслуживания силовых установок дорожных и строительных машин: дис... канд. тех. наук: 05.05.04: защищена 16.02.2007: утв. 11.05.2007 А.В. Колунин; науч. руко. проф. С.В. Корнеев; СибАДИ. – Омск, 2006. – С. 40-74.

7. ГОСТ 2477-65. Нефти и нефтепродукты. Метод определения содержания воды. – Введ. 1966-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 3, 8 с.: ил.

8. Гедзь, А.Д. Особенности изменения температурного режима при прогреве двигателей военных многоцелевых колесных машин, эксплуатируемых в условиях низких температур / А.Д. Гедзь, А.В. Колунин, С.В. Белокопытов, А.В. Белокопытов – Вестник Сибирского Отделения Академии военных наук. – 2014. – № 24. – С. 87-89.

**SUPPLYING WITH WATER THE MOTOR OIL AT KAMAZ-740 ENGINE'S WARMING AT LOW TEMPERATURES**

A.V. Kolunin, S.A. Gelver,  
S.V. Belokopytov, A.S. Belokopytov

**Abstract.** The article dwells upon the problem of supplying with water the motor oil of engine at warming under negative temperatures (-32 ° C). There is described an experiment for measuring the concentration of water in the KamAZ-740 engine's motor oil, in the process of its warming without preheater. As a result of condensation processes occurring in the engine there is fulfilled an accumulation of water in the lubrication system, accompanied by the set of negative consequences. During the experiment, the temperature is determined in the amount of crankcase space corresponding to the drop point temperature.

**Keywords:** water content, low temperature, heating, hydrogen oxidation, drop point temperature, operation.

**References**

1. Rogers D.T., Rice W.W., Jonack E.L. Mechanism of Engine Sludge Formation and Additive Action. SAE Preprint, 1955, № 639 Nov., pp. 56-59.
2. Quillian R.D., Meckel N.T., Moffitt J.V. Cleaner Crankcases with Blow-by Diversion. SAE Preprint, № 801 B, 1964. P. 63-65.
3. Runda M.M., *Metod kontrolja sostojanija motornyh masel pri dlitel'nom hranenii tehniki* [The method of monitoring the condition of motor oils during long-term storage of technology]. Tomsk, 2014. 63 p.
4. Vasilieva L. S. *Avtomobil'nye jekspluatacionnye materialy: uchebnik dlja vuzov* [Automobile operational materials: a textbook for high schools]. Moscow, Nauka-Press, 2003, 421 p.
5. Korneev S. V., Dudkin V. M., Kolunin A. V. Obvodnenie i kolloidnaja stabil'nost' motornyh masel [Watering and colloidal stability of motor oils]. *Himija i tehnologija topliv i masel*, 2006, no 4. pp. 33-34.
6. Kolunin A.V. Vlijanie nizkih temperatur okruzhajushhej sredy na periodichnost' tehničeskogo obsluzhivanija silovyh ustanovok dorozhnyh i stroitel'nyh mashin [Influence of low ambient temperatures on the frequency of maintenance of power plants and road construction machinery]. Omsk, SibADI, 2006. pp. 40-74.
7. GOST 2477-65. *Nefti i nefteprodukty. Metod opredelenija soderzhanija vody*. Vved. 1966-01-01

[State standard 2477-65 Oil and petroleum products. Method for determination of water content. Introduction. 1966-01-01]. Moscow, Izd-vo standartov, 2004, p. 3.

8. Gedz A. D., Kolunin A. V., Belokopytov S. V., Belokopytov A. V. Osobennosti izmenenija temperaturnogo rezhima pri progreve dvigatelej voennyh mnogocelevyh kolesnyh mashin, jekspluatiruemyh v uslovijah nizkih temperature [Peculiarities of changing temperature regime during warming-up the engines of military multipurpose wheeled vehicles operated at low temperatures]. *Vestnik Sibirskogo Otdelenija Akademii voennyh nauk*, 2014, no. 24. pp. 87-89.

*Колунин Александр Витальевич (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Ремонта бронетанковой и автомобильной техники» Омского автобронетанкового инженерного института (филиал Военной академии материально-технического обеспечения). (644098 г. Омск военный городок 14, e-mail: kolunin2003@mail.ru).*

*Гельвер Сергей Александрович (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и химия» Омского государственного университета путей сообщения (ОМГУПС). (644046, г. Омск пр. Маркса, 35, e-mail: gelversa@rambler.ru).*

*Белокопытов Сергей Викторович (Россия, Омск) – аспирант ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080 г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: sergey456@icloud.com).*

*Белокопытов Артем Сергеевич (Россия, Омск) – студент, гр. СМТ-12Д1, ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080 г. Омск, пр. Мира, 5 e-mail: gluk45619@gmail.com).*

*Kolunin Alexander V. (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, associate professor of the department "Repair of armored vehicles and automotive equipment" of Omsk Tank-Automotive Institute. (644098, Omsk military town 14 e-mail: kolunin2003@mail.ru).*

*Gelver Sergey A. (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, associate professor of the department "Physics and Chemistry" of Omsk State Transport University. (644046, Omsk ave. Marx, 35. e-mail: gelversa@rambler.ru).*

*Belokopytov Sergey V. (Russian Federation, Omsk) – postgraduate student of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: sergey456@icloud.com).*

*Belokopytov Artem S. (Russian Federation, Omsk) – student, gr. SMT-12D1, The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5).*