



лет. Передние и задние маски, крыша изготавливаются из стеклопластика, что дополнительно увеличивает коррозионную стойкость кузова. Блок электронного управления дизельного двигателя Cummins 6ISB 245 В обеспечивает передовую диагностику и позволяет программировать параметры работы двигателя. Блок цилиндров двигателя разработан с целью снижения шума, расхода масла на угар и повышения долговечности.

В ходе проведения эксплуатационных испытаний решались следующие задачи:

- подготовка к эксплуатационным испытаниям (проведение организационных мероприятий);
- отбор проб работавшего масла с заданной периодичностью;
- лабораторные исследования свойств работавшего масла.

Основным результатом эксплуатационных испытаний стали лабораторные исследования проб работавшего моторного масла.

В ходе лабораторных исследований оценивались физико-химические показатели, содержание механических примесей, продуктов износа и элементов-индикаторов присадок.

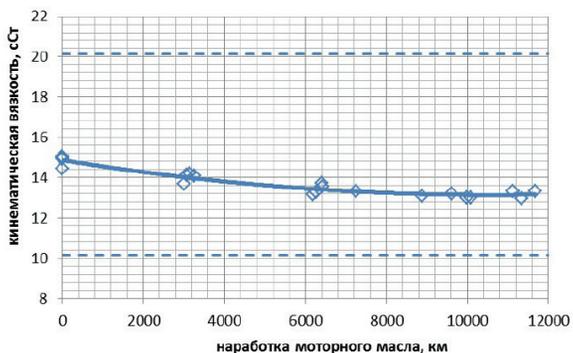


Рисунок 1 – Изменение вязкости моторного масла G-Profi MSI Plus SAE 15W-40 API CI-4/SL в зависимости от наработки

На рис. 1 представлены также допустимые диапазоны изменения вязкости по рекомендациям фирмы Камминз [1]  $\pm 5$  сСт от значения свежего моторного масла (пунктирные линии). Обработка данных лабораторных анализов показывает, что вязкость моторного масла находится в рамках допустимых значений на протяжении всего срока использования. Также обращает на себя внимание стабильность получаемых результатов для различных двигателей, что свиде-

тельствует как о высоком качестве моторного масла, так и о высоком уровне подготовки к эксплуатационным испытаниям. Одним из важнейших показателей качества моторного масла является соотношение кислотного и щелочного числа, а именно баланс между ними. В процессе эксплуатации моторное масло постепенно окисляется под воздействием высоких температур и кислот, образующихся при сгорании топлива, и щелочное число постепенно снижается, нейтрализуя кислотное воздействие. Поэтому моторное масло должно обладать достаточным щелочным числом [2].

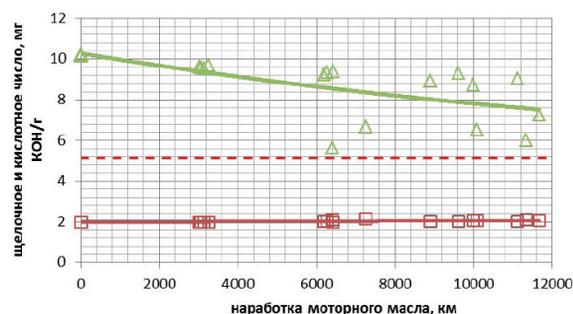


Рисунок 2 – Изменение кислотного и щелочного числа в процессе эксплуатации

На рис. 2 также показано предельно допустимый уровень снижения щелочного числа по рекомендациям фирмы Камминз [1], в соответствии с которыми значение щелочного числа моторного масла в процессе эксплуатации не должно уменьшаться ниже 50% от значения для свежего моторного масла. В нашем случае, допустимое значение щелочного числа составляет 5,11 мг КОН/г. Как видно из рисунка щелочное число находится выше допустимого значения в течение всей наработки моторного масла и в исследуемом промежутке наработки баланса кислотного и щелочного числа не наступает. Таким образом, по показателю баланса кислотного и щелочного числа моторное масло остается работоспособным в течение всего срока подконтрольной эксплуатации [3,4].

#### АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ-ИНДИКАТОРОВ ПРИСАДОК

Для получения необходимого уровня эксплуатационных свойств моторного масла в него вводят присадки, содержание которых можно оценить по элементам-индикаторам [4] (рис. 3).

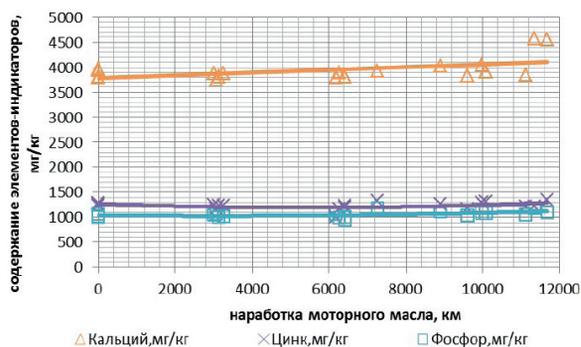


Рисунок 3 – Зависимости изменения содержания элементов-индикаторов присадок в моторном масле в зависимости от его наработки

Из графиков видно, что содержание элементов-индикаторов остается практически на одном уровне – уровне свежего моторного масла. Незначительные изменения объясняются погрешностями, а увеличение кальция к концу испытаний можно объяснить только попаданием извне, например доливка моторного масла с повышенным содержанием кальция относительно масла G-Profi MSI Plus [5]. Стабильные значения показателя говорят о стабильности свойств моторного масла, о высокой коллоидной стабильности масла и свидетельствуют о высоком качестве пакета присадок.

### АНАЛИЗ НАКОПЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ИЗНОСА

Процесс накопления продуктов износа и загрязнений является неизбежным, поскольку одной из основных функций моторного масла является вымывание продуктов износа и сопряжений [6]. При оценке качества моторного масла исследуют количество продуктов износа их состав. Количество продуктов износа позволяет косвенно определить интенсивность процесса износа деталей, а состав продуктов износа, позволяет выделить, какие именно детали изнашиваются интенсивнее. Так по содержанию хрома выше допустимого значения судят об износе компрессионных колец, содержание железа выше нормы говорит об износе стенки цилиндра, алюминий – износ поршней, олово, свинец – износ вкладышей коленчатого вала и т.д.

В данном исследовании рассмотрены четыре основных металла и сплава, которые были обнаружены в пробах моторного масла (рис. 4 и 5).

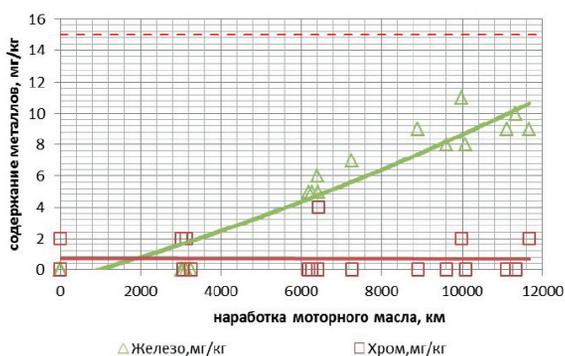


Рисунок 4 – Изменение содержания железа и хрома в моторном масле

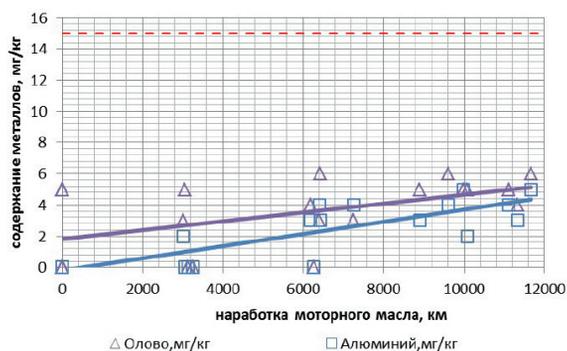


Рисунок 5 – Изменение содержания олова и алюминия в моторном масле

На рисунках также показана величина допустимых значений содержания продуктов износа в пробах работавшего моторного масла. Из представленных графиков видно, что больше всего в пробах масла содержится железа. Что объясняется высокой нагруженностью деталей и продолжающимся процессом притирки деталей (общая наработка автобусов не превышает 17 000 км) [7,8]. Тем не менее, величина железа в пробах моторного масла не превышает допустимой величины. Содержание других металлов, также находится в допустимых пределах и объясняется естественными процессами. Таким образом, анализ результатов лабораторных анализов проб работавшего масла подтверждает высокий уровень эксплуатационных свойств моторного масла G-Profi MSI Plus, заявленный производителем.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведения эксплуатационных испытаний моторное масло G-Profi MSI Plus показало себя как надежный высококачественный продукт, обладающий достаточным

запасом эксплуатационных свойств. Лабораторная оценка физико-химических показателей, а также спектральный анализ содержания элементов-индикаторов присадок и продуктов износа подтвердили высокий уровень эксплуатационных свойств, заявленных производителем. Показатели качества моторного масла не выходят за границы допустимых значений в пределах всего исследованного интервала. Запас эксплуатационных свойств по ряду показателей (вязкость, баланс щелочного и кислотного числа, содержание продуктов износа) дает возможность увеличения межсервисного интервала.

На основе анализа данных опытно-промышленных испытаний можно сделать вывод, что моторное масло G-Profi MSI Plus имеет достаточный запас эксплуатационных свойств по балансу кислотного и щелочного числа, вязкости, а это позволяет говорить о возможности продления межсервисного интервала замены моторного масла при соответствующем контроле эксплуатационных показателей. Высокие эксплуатационные свойства подтверждаются низкой интенсивностью накопления продуктов износа в масле. Содержание железа не превышает двух третей до предельного значения, а хрома, олова и алюминия не доходит и до половины максимальных концентраций.

Отсутствие загрязнений проб моторного масла топливом, охлаждающей жидкостью и механическими примесями говорит об отсутствии неисправностей в системах двигателей подконтрольных автобусов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Service Bulletin № 4960819-07. Рекомендации фирмы Камминз по применению и ана-

лизу моторных масел. – 2013. – 23 с.

2. Шаталов, К.В. Методы оценки эксплуатационных свойств моторных масел для тяжелонагруженных дизельных двигателей / К.В. Шаталов, А.В. Яковлев, С.В. Шишаев // Двигателестроение. – 2014.– № 4. – С. 36-42.

3. Корнеев, С.В. О работоспособности моторных масел / С.В. Корнеев // Двигателестроение. – 2014. – № 4.– С. 36-38.

4. Городецкий, К.И. Многопараметровая топливная характеристика дизеля Cummins/ К.И. Городецкий, В.С. Гольнев, Е.П. Ершов, А.М. Раскин, А.Н. Прищепенко, Д.Н. Шуваев // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – №2. – С. 44-47.

5. Шувалов, Г.П. Исследование физико-химических свойств моторного масла с восстанавливающей добавкой / Г.П. Шувалов, В.Н. Половинкин, А.П. Ильин, Д.В. Тихонов, И.В. Клековкин, О.А. Ясырова // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока-2013. – №2. – С. 184–186.

6. Корякина, В.В. Химические изменения, протекающие в моторных маслах в ходе их эксплуатации / В.В. Корякина, Е.Н. Тимофеева // Новые материалы и технологии в условиях Арктики : материалы международного симпозиума 25-27 июня 2014 г. Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова. – Якутск, 2014. – С 46-51.

7. Хазиев, А.А. Причины изменения свойств моторного масла / А.А. Хазиев, А.В. Лаушкин, Е.Б. Горина // Грузовик. – 2013. – № 6. – С.15–16.

8. Корнеев, С.В. Оценка достоверности прогнозирования периодичности смены моторного масла в двигателях / С.В. Корнеев, А.П. Серков // Омский научный вестник. – 2014. – № 1. – С. 62-65.

## CHANGING THE CHARACTERISTICS OF THE ENGINE OIL DURING OPERATION OF THE CUMMINS ENGINE BUS FLEET OF THE CITY OF OMSK

S. V. Korneev, S. V. Pashkevich, A. S. Savos'kin, I. I. Shirlin

**Abstract.** This article presents the results of expert assessment of the technical condition of the diesel engine 6ISB Cummins 245 B that is installed on the buses of LiAZ 525653. The specified bus participated in field tests of a motor oil of G-Profi MSI Plus SAE 15W-40 API CI-4/SL, manufactured "Gazpromneft – SM". To determine the effect of the above engine oil on the technical condition of the engine under the control of the bus was conducted a complex of works on assessment of technical condition of the engine. Examines the changing characteristics of engine oils as kinematic viscosity, base number, and also evaluated the tribological properties of the content of wear products. The conclusions about the feasibility of using the investigated engine oil during operation of the bus fleet of Omsk.

**Keywords:** diesel engine, engine oil, bus, kinematic viscosity, base number

**REFERENCES**

1. Service Bulletin № 4960819-07. Rekomendacii firmy Kamminz po primeneniju i analizu motornyh masel [Recommendations of firm Kamminz on application and the analysis of engine oils]. 2013, 23 p.

2. Shatalov K.V., Jakovlev A.V., Shishaev S.V. Metody ocenki jekspluatacionnyh svojstv motornyh masel dlja tjazhelonagruzhennyh dizel'nyh dvigatelej [Lube Oil for Heavy-Duty Diesel Engines: Performance Evaluation]. Dvgatelestroyeniye, 2014, no. № 4, pp. 36-42.

3. Korneev, S.V. O rabotosposobnosti motornyh masel [About operability of engine oils]. Dvgatelestroyeniye. 2014. no. № 4, pp. 36-38.

4. Gorodeckij K.I., Gol'nev V.S., Ershov E.P., Raskin A.M., Prishhepenko A.N., Shuvaev D.N. Mnogoparametrovaja toplivnaja harakteristika dizel'ja Cummins [A multiparameter fuel characteristic of the Cummins diesel]. Tractors and agricultural machinery, 2012, no. №2, pp. 44-47.

5. Shuvalov G.P., Polovinkin V.N., Il'in A.P., Tihonov D.V., Klekovkin I.V., Jasyrova O.A. Issledovanie fiziko-himicheskikh svojstv motornogo masla s vosstanavlivajushhej dobavkoj [Research of physical and chemical properties of engine oil with the restoring additive]. Scientific problems of transport of Siberia and the Far East, 2013, no. №2, pp. 184-186.

6. Korjakina, V.V., Timofeeva E.N. Himicheskie izmeneniya, protokajushhie v motornyh maslah v hode ih jekspluatatsii [The chemical changes proceeding in engine oils during their operation]. Materialy mezhdunarodnogo simpoziuma «Novye materialy i tehnologii v uslovijah Arktiki» [Materials of the international symposium "New materials and technologies in the conditions of the Arctic"]. Yakutsk, Northeast federal university of M. K. Ammosov, 2014, pp. 46-51.

7. Haziev A.A., Laushkin A.V., Gorina E.B. Prichiny izmeneniya svojstv motornogo masla [Woy does motor oil work out]. Truck. 2013. no. № 6. pp.15-16.

8. Korneev, S.V. Ocenka dostovernosti progno-

zirovaniya periodichnosti smeny motornogo masla v dvigateljah [Assessment of the reliability of forecasting of period of oil change in engines]. Omsk Scientific Bulletin, 2014, no. № 1, pp. 62-65.

*Korneev Sergej Vasil'evich (Rossiya, Omsk) – doktor tehniceskikh nauk, profesor, profesor kafedry «Химическая технология и биотехнология» ФГБОУ ВО «ОмГТУ» (644050, г.Омск, пр. Мира, д. 11; E-mail: nhi@omgtu.ru).*

*Пашукевич София Вячеславовна (Россия, Омск) – студент группы ЭРС-141 кафедра «Химическая технология и биотехнология» ФГБОУ ВО «ОмГТУ» (644050, г.Омск, пр. Мира, д. 11; E-mail: sofia96@bk.ru).*

*Савоськин Артем Сергеевич (Россия, Омск) – магистрант кафедра «Химическая технология и биотехнология» ФГБОУ ВО «ОмГТУ» (644050, г.Омск, пр. Мира, д. 11; E-mail: iskander0606@gmail.com).*

*Ширлин Иван Иванович (Россия, Омск) – кандидат технических наук, кафедра «Химическая технология и биотехнология» ФГБОУ ВО «ОмГТУ» (644050, г.Омск, пр. Мира, д. 11; E-mail: sii\_dvs@mail.ru).*

*Korneev Sergei Vasilyevich (Russia, Omsk) – doctor of technical Sciences, Professor, Professor of chair "Chemical technology and biotechnology" of the "OmGTU" (644050, Omsk, Mira prospect., 11; E-mail: nhi@omgtu.ru).*

*Pashukevich, Sofia Vyacheslavovna. (Russia, Omsk) – a student group of ERS-141 Department of "Chemical technology and biotechnology" of the "OmGTU" (644050, Omsk, Mira prospect., 11; E-mail: sofia96@bk.ru).*

*Savos'kin Artem Sergeevich (Russia, Omsk) – postgraduate of the chair "Chemical technology and biotechnology" of the "OmGTU" (644050, Omsk, Mira prospect., 11; E-mail: iskander0606@gmail.com).*

*Sirlin, Ivan Ivanovich (Russia, Omsk) – candidate of technical Sciences, Department "Chemical technology and biotechnology" of the "OmGTU" (644050, Omsk, Mira prospect., 11; E-mail: sii\_dvs@mail.ru).*

УДК 621.43

**ПРИЧИНЫ ИНТЕНСИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ  
ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ЯМЗ-238НБ**

*С.А. Корнилович  
ФБГОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.П. Столыпина», Россия, г. Омск*

**Аннотация.** В статье изложены результаты контроля технического состояния в процессе ремонта цилиндров двигателей. Обоснована необходимость диагностирования цилиндров по