





*Рис. 1 Нагар и отложения на поверхностях головок блоков цилиндров и деталях газораспределительного механизма*

свойств моторного масла при попадании в него топлива;

2. Влияние изменений свойств моторного масла на техническое состояние двигателей внутреннего сгорания;

3. Разработка рекомендаций по совершенствованию технического обслуживания ДВС.

### **ОТЛОЖЕНИЯ НА ДЕТАЛЯХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

В процессе эксплуатации техники с применением двигателей внутреннего сгорания очень часто возникают разнообразные неисправности, такие как: падение давления масла, задиры гильз цилиндров и вкладышей, заклинивание, стук. Причиной этих неисправностей может являться накопление отложений в каналах смазочной системы двигателя [2]. На рис. 1 – 4 представлены примеры отложений на различных деталях двигателя:

- на деталях газораспределительного механизма;
- на поверхностях головок блоков цилиндров;
- в ловушке коленчатого вала;
- на деталях цилиндро-поршневой группы;
- в роторах фильтров очистки масла.

После анализа указанных неисправностей можно судить о том, что в моторном масле накапливаются продукты, забивающие масляный фильтр и ротор фильтра центробежной очистки, после чего загрязнения попадают в каналы смазочной системы. Результатом загрязнения каналов системы смазки становится уменьшение подачи масла к парам трения, повышение износа деталей кривошипно-шатунного механизма, цилиндропоршневой группы, деталей газораспределительного механизма и увеличение расхода масла.

Таким образом, отложения в двигателях можно разделить на следующие виды:

1. Нарушающие циркуляцию масла вследствие засорения сетки маслоприемников и



*Рис. 2 Отложения в ловушке коленчатого вала*

маслоподводящих каналов. Такие отложения приводят к недостаточной смазке основных узлов трения и повышенному износу подвижных деталей.

2. Способствующие преждевременному выходу из строя отдельных деталей двигателя:

- отложения на клапанах, приводящие к пригоранию и пригару клапанов;
- отложения в зоне поршневых колец, вызывающие их закоксовывание;
- отложения нагара в камере сгорания, приводящие к потере мощности, детонации и неуправляемому сгоранию [3].

В зависимости от температуры двигателей все указанные виды отложений можно разделить на 3 группы [4]:

1. Высокотемпературные;
2. Среднетемпературные;
3. Низкотемпературные.

Причиной образования высокотемпературных отложений является низкая стабильность и недостаточные моющие свойства масел. Низкотемпературные образования связаны с попаданием в масло несгоревшего топлива, воды, сажи.

### **ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ**

Исходя из указанных причин образования отложений в двигателях, можно судить о том,

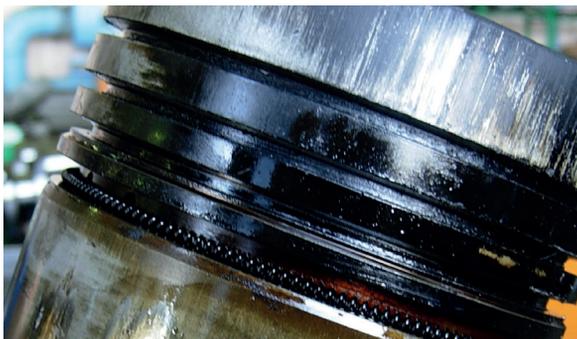


Рис. 3 Отложения на поверхностях цилиндра-поршневой группы



Рис. 4 Отложения на стенках центробежного фильтра очистки масла

что особое влияние на этот процесс оказывает изменение свойств моторных масел, возникающих во время использования.

Одной из причин изменения эксплуатационных свойств масел является их окисление. Отмечается несколько типов окисления:

1. Окисление в результате взаимодействия с кислородом воздуха;
2. Окисление в результате взаимодействия с продуктами горения;
3. Окисление в зоне контакта масла с нагретыми деталями;
4. Окисление в результате накопления воды, остатков топлива и некоторых его компонентов [5].

Окисление масел вызывает увеличение вязкости, повышение кислотного числа, загрязнение деталей, лаковые отложения и нагарообразование, а также отрицательно влияет на срабатывание присадок [6].

Одним из самых распространенных методов тестирования параметров старения масел являются испытания на стабильность к окислению. Окисляемость оценивается на аппарате АПСМ-1М (рис. 5) в соответствии с ГОСТ-981-75.

Метод испытания стабильности масел против окисления основан на воздействии кислорода на масло в присутствии катализатора (медная пластинка со стальной спиралью), который используют для увеличения скорости

окисления и, тем самым, уменьшения времени испытания.

Большое влияние на процесс окисления моторных масел оказывают продукты неполного сгорания топлива, попадающие в масла в процессе эксплуатации [7]. Легкие углеводороды имеют более высокие скорости окисления, что тянет за собой окисление более тяжелых соединений. Также катализаторами окисления в двигателях являются: частицы металлов и загрязнений неорганического происхождения, которые скапливаются в масле из-за износа деталей двигателя; соединения железа, меди и других металлов, появляющиеся как результат взаимодействия изношенного металла с органическими кислотами.

Особо опасное воздействие оказывает попадание в масло фракций дизельного топлива, обладающего низкой стабильностью к окислению [8]. Загрязненное топливом масла окисляются с высокой скоростью с образованием отложений частиц углерода и органических кислот, ухудшающих их качество.

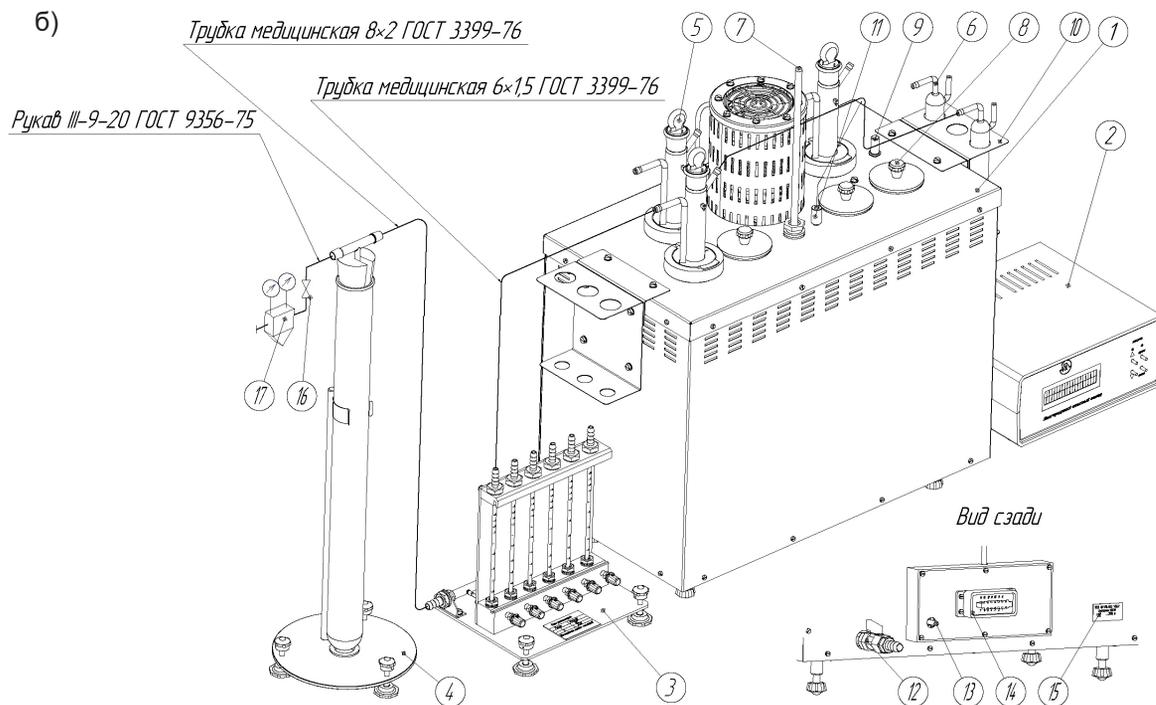
## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для решения поставленных задач предлагается использование разработанной программы-методики, которая включает в себя исследование изменений следующих показателей:

- оценка изменений плотности, вязкости,



Рис.5. Аппарат для определения стабильности масел: а) общий вид; б) схема: 1 – термостатирующая баня; 2 – блок управления; 3 – блок ротаметров; 4 – моностат; 5 – прибор ВТИ; 6 – приёмная ловушка; 7 – контрольный термометр; 8 – заглушка; 9 – щуп; 10 – штатив; 11 – электронный датчик температуры; 12 – кран; 13 – терморегулятор; 14 – розетка РШАГКУ-14-1; 15 – заводская табличка.



температуры вспышки, образования продуктов окисления углеводородов при попадании в моторное масло различных концентраций дизельных топлив;

- влияние обнаруженных изменений на техническое состояние двигателя.

На основании данных по изменению показателей качества, которые будут результатом исследований, станет возможной разработка рекомендаций по совершенствованию технического обслуживания двигателей внутреннего сгорания, целью которых будет увеличение их ресурса с сокращением потребления топлива и смазочных материалов.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Исследование образования отложений на деталях двигателей внутреннего сгорания /

В.Д. Бакулина / Концепции фундаментальных и прикладных научных исследований: сборник статей Междунар. науч.-техн. конф. (13 ноября 2016г., г. Омск). В 3 ч. Ч. 2 / Уфа: МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2016. – С. 3-4.

2. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей : учебник для студентов вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» / В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др.; под общ.ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1990. – 288 с.: ил.

3. Моторные масла и смазка двигателей: Учебное пособие / С.В. Беляев. – Петрозаводск, 1993. – 70с.

4. Моторные масла / Р. Балтенас, А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, В. Шергалис. – М. ; СПб. : Альфа-Лаб, 2000. – 272с.

5. Влияние окисления моторных масел на техническое состояние двигателей внутреннего сгорания / С.В. Корнеев, В.Д. Бакулина // Новая наука: опыт, традиции, инновации: Междунар. науч. периодич. издание по итогам Междунар. науч.-практ. конф. (12 декабря 2016г., г. Омск). В 3 ч. Ч. 3 / Стерлитамак: АМИ, 2016. – С. 124-125.

6. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение : справочник / И.Г. Анисимов, К.М. Бадыштова, С.А. Бнатов и др.; Под ред. В.М. Школьников.

– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Техинформ», 1999. – 596 с.: ил.

7. Венцель, С.В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания. – М.: Химия, 1979 г. – 240с.

8. Смазочные материалы. Производство, применение, свойства : справочник / пер. с англ. под ред. В. М. Школьников; под ред. Т. Манга, У. Дрезеля. - 2-е изд. - СПб. : Профессия, 2012. - 943 с. : рис., табл.

## THE PROBLEM OF CONTAMINATION OF ENGINE PARTS

**Abstract.** This article considers the problem of formation of deposits on the parts of internal combustion engines. Describes the main types of deposits in engines and reasons for their formation. The analysis of influence of oxidation of motor oils on the technical condition of internal combustion engines. The author offers a brief description of the program-methods of laboratory research of engine oils, including the evaluation of changes in properties of motor oils in contact with different concentrations of diesel fuels.

**Keywords:** internal combustion engines, engine oils, lubricants, oxidation of engine oils, maintenance.

## REFERENCES

1. Bakulina V.D. The research of the formation of deposits on the parts of internal combustion engines // Концепции фундаментальных и прикладных исследований. – Ufa: OMEGA SAINS, 2016. – р. 3-4.

2. Baltenas R., Safonov A.S., Ushakov A.I. Engine oils. – М.- St. Petersburg, 2000. – 272 p.

3. Belyaev S.V. Engine oils and lubrication of engines. – Petrozavodsk, 1993. – 70 p.

4. Alekseev V.P., Voronin V.F., Grexov L.V. Internal combustion engines: the structure and operation of piston and combined engines. – М.: Mechanical engineering, 1990. – 288 p.

5. Fuel, lubricants, technical liquids. Assortment and application: directory / I.G. Anisimov, K.M. Badishtova, S.A. Bnatov. – М.: Publishing center «Techinform», 1999. – 596 p.

6. Ventsel S.V. The use of lubricating oils in internal combustion engines. – М.: Chemistry, 1979. – 240 p.

7. Korneev S.V., Bakulina V.D. The effect of oxidation of motor oils on the technical condition of internal combustion engines // Novaya nauka: opit, tradicii, innovacii. – Sterlitamak: АМИ, 2016. – P. 124-125.

8. Lubricants. The production, use, properties: directory / V.M. Sholnikov, T. Mang, U. Drezel. – St. Petersburg: Profession, 2012. – 943 p.

Корнеев Сергей Васильевич (Россия, Омск) – доктор технических наук, профес-

сор, профессор кафедры «Химическая технология и биотехнология» ФГОУ ВО «Омский государственный технический университет» (644050, г.Омск, пр. Мира, 11, e-mail: nhi@omgtu.ru).

Бакулина Вера Дмитриевна (Россия, Омск) – аспирант, инженер кафедры «Химическая технология и биотехнология» ФГОУ ВО «Омский государственный технический университет» (644050, г.Омск, пр. Мира, 11, e-mail: ver-bakulina81@mail.ru).

Буравкин Руслан Валерьевич (Россия, Сургут) – кандидат технических наук, начальник отдела запасных частей внешнеэкономического управления ОАО «Сургутнефтегаз» (628415, ХМАО-Югра, г. Сургут, ул. Григория Кукуевецкого, 1, корп. 1)

Гурдин Виктор Иванович (Россия, Омск) – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Эксплуатация и ремонт автомобилей» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)» (644080, г.Омск, пр. Мира, 5).

Korneev Sergey Vasilevich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor department of chemical technology and biotechnology of The Omsk State Technical University (644050, Mira, 11 prospect, Omsk, Russian Federation, e-mail: nhi@omgtu.ru).

Bakulina Vera Dmitrievna (Russian Federation, Omsk) - graduate student, engineer department

*of chemical technology and biotechnology of The Omsk State Technical University (644050, Mira, 11 prospect, Omsk, Russian Federation, e-mail: ver-bakulina81@mail.ru).*

*Buravkin Ruslan Valeryevich (Russian Federation, Surgut) – candidate of technical sciences, head of spare parts Department of foreign economic management department of OJSC “Surgutneftegas” (628415, Grigoriya*

*Kukuevichkogo, 1, building, 1, Surgut, HMAO-Yugra, Russian Federation).*

*Gurdin Viktor Ivanovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor department of maintenance and repair of motor vehicles Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Mira, 11 prospect, Omsk, Russian Federation).*

УДК 629.3.081.3

## **ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДВС СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

*Г.Г. Мусаелянц, Е.А. Павленко, Д.К. Сысоев*

*Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» в г. Пятигорске*

**Аннотация.** *Диагностическая практика показывает, что с каждым годом с целью повышения экологической безопасности происходит усложнение конструкции двигателей и его систем, и в частности электронных систем управления. В связи с этим диагностика автомобиля переходит на новый уровень экспертного диагностирования, возможный только профессионалам в данной области. Для решения этой сложной задачи разрабатывается большое количество приборов, которые фактически выдают информацию в виде численных значений диагностических параметров без указания на конкретные неисправности. В ходе анализа полученной информации, основываясь на своём опыте и квалификации, эксперт-диагност может сделать заключение о возможной неисправности, однако такой подход является достаточно трудоёмким, дорогостоящим и недостаточно точным. В статье рассматриваются способ и комплекс диагностирования, позволяющие безошибочно определять конкретные неисправности двигателя и его систем на основе экспертной системы. Поступающие данные в виде максимально информативных диагностических параметров от сканера, осциллографа и газоанализатора, обрабатываются по заложенному в комплекс способу, заключающемся в определении интегральных показателей, характеризующих конкретные неисправности. В процессе работы диагностического комплекса формируется технологическая карта по устранению неисправности, производится калькуляция стоимости ремонта и в случае выявления новые неизвестные комплексу неисправности вносятся в базу данных. Данная функция позволяет самостоятельно расширять базу данных о возможных неисправностях двигателя и его систем, и тем самым точно определять конкретные неисправности и значительно сокращать трудоёмкость диагностических работ и их стоимость.*

**Ключевые слова:** *диагностика двигателей внутреннего сгорания; диагностические параметры; диагностический комплекс; база данных; интегральный показатель неисправности.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

За последние десятилетия в автомобильной промышленности произошел качественный прорыв в развитии электронных систем управления, которые позволяют внедрять новые технологии, связанные с управлением и

контролем работы автомобиля и его систем [1]. Основным направлением развития является совершенствование электронной системы управления двигателем автомобиля с целью повышения его эксплуатационной надёжности и экологической безопасности. Для оценки уровня технического состояния двигателя