

УДК 629.1

Д.И. КАРДАШ, канд. техн. наук, К.Н. ФИОФАНОВ, Р.Г. НИГМАТУЛЛИН, д-р техн. наук, И.Р. НИГМАТУЛЛИН, канд. техн. наук, С.С. ПЕЛЕЦКИЙ, Д.М. КОСТЕНКОВ (ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет») – ФГБОУ ВПО «УГАТУ», ГУП «Институт нефтехимпереработки Республики Башкортостан» – ГУП ИНХП РБ, ООО «Химмотолог», ООО «Инпрогресс») E-mail: nigmatullin@himmotolog.ru Тел.: +7(347)256-3636

## Устройство для диагностики параметров моторных масел

*Ключевые слова:* моторные масла, вязкость смазочных масел, плотность смазочных масел, устройство измерения.

*Предложен способ измерения параметров моторных масел, основанный на пневматическом подъёме анализируемой среды из картеров автомобильных двигателей. Приведен пример измерения вязкости и плотности анализируемых масел. Также представлена структура устройства измерения параметров масел.*

В настоящее время можно измерять множество параметров сред маслосодержащих картеров различных механических систем. Измерению может быть повергнут не только уровень масляной среды, но и множество иных параметров. Однако при осуществлении подобных замеров, обслуживающий персонал сталкивается с довольно примитивными проблемами, которые не позволяют в полной мере применять существующие в настоящее время способы измерения показателей масел. Одной из основных проблем можно назвать сложность доступа к таким средам. Ряд измерений предполагает наличие у исследователя довольно большого объёма масла, отбор которого из смазочной системы приведёт её в неработоспособное состояние. Для решения этой проблемы предлагается способ отбора на исследование масла в рабочую ёмкость специализированного измерительного устройства с помощью воздействия вакуума. После завершения измерений, масло возвращается без участия обслуживающего персонала обратно в смазочную систему, в которой оно и находилось до этого. Таким образом, лицо, проводящее измерения, не сталкивается с маслом вообще, а его объём практически не уменьшается.

### Способ измерения параметров

В качестве одного из измеряемых при пневматическом подъёме масла параметров, можно указать вязкость масла. Для определения вязкости можно обратиться к патенту RU 2392607C1 [1], где указано, что для получения результата измерений требуется

ёмкость и трубка заданной длины и сечения. При определённой температуре создаётся разрежение и измеряется время заполнения этой ёмкости маслом. По этому параметру и определяется значение вязкости. В предлагаемом способе вместо пружины (согласно указанному патенту), приводящей в движение поршень для создания такого разрежения, используется вакуумный насос. Этот способ предполагает создание низкого давления в измерительной ёмкости, гидравлически связанной с картером смазочной системы. Создаваемое вакуумным насосом разрежение приводит к подъёму масла по измерительной трубке. После завершения измерений, с помощью специального дивертикула, в измерительной ёмкости повышается давление. Это и приводит к возврату масла к месту его использования. На рис. 1 проиллюстрирован данный способ измерения параметров масляных сред.

Данная структура предполагает наличие рабочей ёмкости, в которой располагается набор нескольких датчиков для измерения параметров изучаемой среды. Процесс её наполнения контролируется датчиком уровня, который выполняет только функцию контроля процесса подъёма масла. Система датчиков и система исполнительных устройств (вакуумный насос и сервомотор) взаимодействуют с электронной системой управления, которая, в свою очередь, находится под управлением своего человеко-машинного интерфейса.

Данная структура может использоваться не только для измерения вязкости, но и множества иных параметров. Однако подобное измерение непосредственно

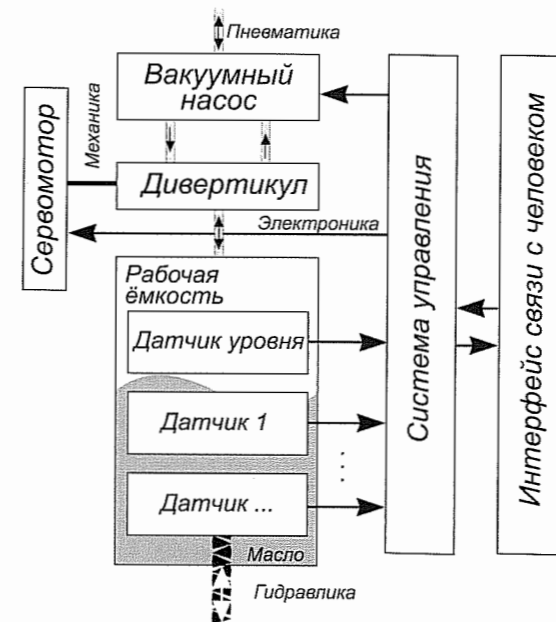


Рис. 1. Схема отбора на исследование масла в рабочую ёмкость специализированного измерительного устройства с помощью воздействия вакуума

связано с принципом работы этого устройства. В предлагаемом способе измерения вязкости, в отличие от указанного патента, вместо пружины и приводимого ей в движение поршня для создания разрежения в ёмкости используется вакуумный насос. Разрежение, создаваемое им, должно быть не менее 400 мбар. Насос оснащён двумя штуцерами – для откачки и нагнетания воздуха соответственно. Для того чтобы попеременно использовать эти воздушные потоки предлагается использовать их переключающий дивертикул, являющийся полностью механическим устройством и находящийся под управлением сервомотора. Процесс создания разрежения должен контролироваться датчиком давления, который отнесён к составу вакуумного насоса и на рисунке не показан. Датчик уровня может быть исполнен в виде оптопары с открытым каналом для определения подъёма уровня масла до искомого значения. Масло начинает подниматься по трубке и заполнять ёмкость до уровня установки соответствующего датчика. Чем менее вязкое масло, тем быстрее пройдёт этот процесс. Время заполнения маслом ёмкости определённого объёма показывает условную вязкость анализируемого масла в секундах.

### Структура системы управления

Для реализации устройства измерения параметров смазки предлагается система управления, схематичная структура которой изображена на рис. 2.

На схеме отображены основные функциональные узлы системы управления и их взаимосвязь между собой. Наряду с измерением величины вязкости

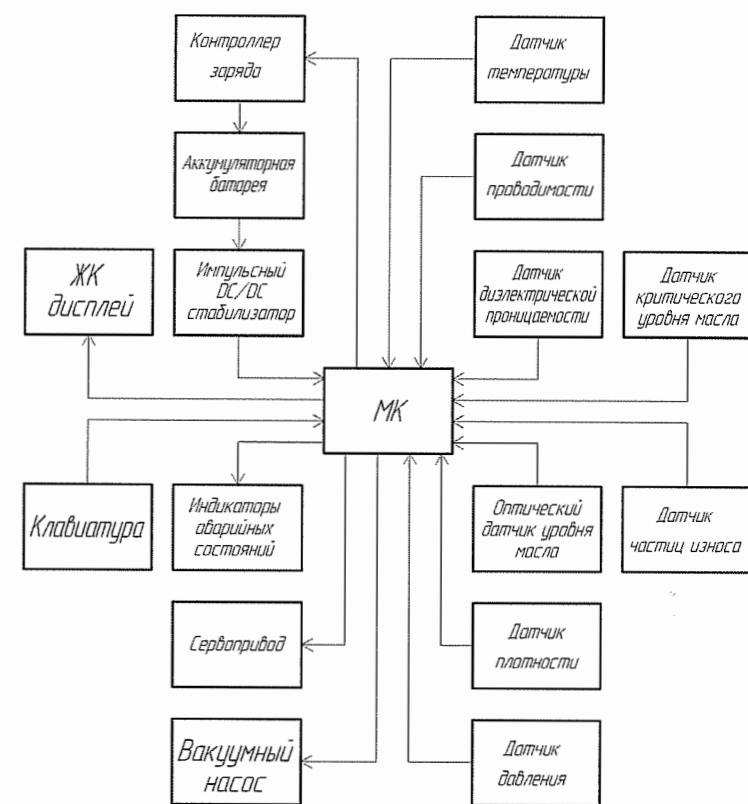


Рис. 2. Структурная схема устройства управления

устройство предлагается оснастить следующими датчиками:

- датчик температуры (термистор, необходимый для измерения температуры масла в картере);
- датчик диэлектрической проницаемости (ДП) (необходим для определения диэлектрической проницаемости испытуемого масла);
- датчик давления (для определения уровня вакуума в ёмкости);
- датчик частиц износа (датчик Холла, регистрирующий количество ферромагнитных частиц, попавших в магнитную ловушку);
- датчик плотности (его устройство описывается далее);
- оптический датчик уровня масла (фиксирует заполнение ёмкости маслом и сигнализирует об окончании измерения вязкости).

Следует отметить, что данное устройство измерения также может быть дополнено ЖК-дисплеем, аккумуляторной батареей (для работы устройства в автономном режиме), импульсным стабилизатором напряжения от аккумулятора и контроллером его заряда, датчиком критического уровня масла и индикаторами аварийных состояний. Система управления приведённой структуры обеспечивает общее управление устройством и предназначено для программной реализации алгоритма управления по предлагаемому способу измерений.

### Измерение дополнительных параметров

В процессе функционирования данного измерителя также могут быть предложены дополнительные измерения, связанные с вязкостью параметров, например плотности масла (по патенту [2]).

Существует несколько способов измерения плотности жидких сред, например, с помощью ареометра [3], тензометрические способы измерения веса или способы, описанные в патентах [4, 5]. Как правило, при их использовании требуется отдельная ёмкость и относительно большой объём анализируемой жидкости, точная выдержка наклона ёмкости измерения, необходимость контроля поверхностного натяжения, а также громоздкость конструкции. В рассматриваемой ситуации особое внимание уделяется именно простоте эксплуатации и минимизации требуемого для анализа объёма масла. Предлагаемый способ измерения наиболее оптимален в силу относительной простоты, удобства измерения и отсутствия недостатков остальных методов.

Измерение плотности масла осуществляется с помощью полого поплавка с эластичными стенками и воздухом внутри (рис. 3). Поплавок утяжелён грузом, вес которого определяет пределы измерения. При снижении окружающего давления внешняя оболочка поплавка растягивается, что увеличивает его объём. Поплавок помещается в исследуемую жидкость в герметичной ёмкости, после чего в ней плавно повышается (или понижается) давление. При низком давлении окружающей среды поплавок в расширенном состоянии свободно флотирует. Действующая на него сила Архимеда превышает силу тяжести, что держит его на поверхности

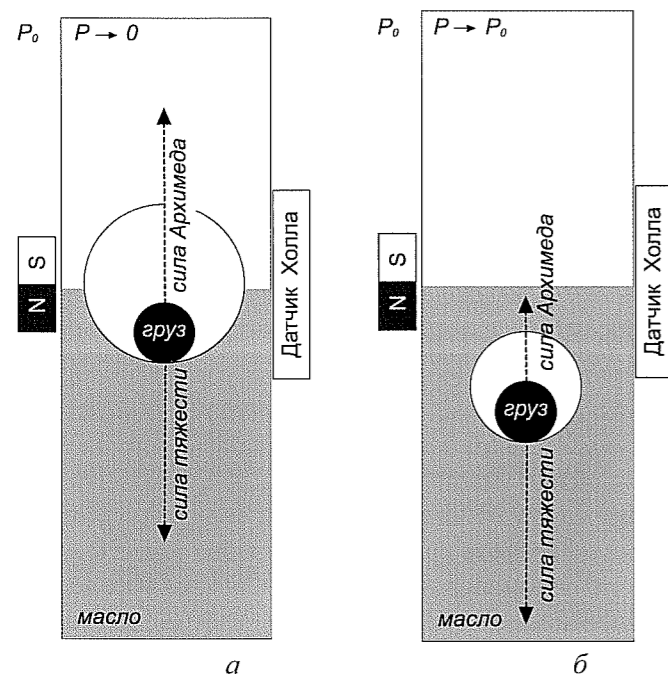


Рис. 3. Способ измерения плотности: а – низкое давление окружающей среды; б – высокое давление окружающей среды

масляной среды, в которой он находится. При повышении давления оболочка поплавка сжимается, его объём уменьшается, следствием чего становится уменьшение действующей на него силы Архимеда. Это приводит к тому, что поплавок тонет. Сила Архимеда пропорциональна плотности масла, и, регистрируя давление, при котором поплавок начинает тонуть, можно определить эту плотность. Для регистрации положения поплавка предлагается использовать датчик Холла. С изменением плотности жидкости будет меняться давление, при котором поплавок тонет или всплывает.

Можно привести следующий алгоритм измерения плотности масла с использованием такого поплавка:

- поплавок, как только давление вокруг него становится меньше 250 мбар, раздувается и начинает флотировать в масле;
- после подъёма масла в ёмкости измерения поплавок попадает в датчик Холла, который регистрирует его (система управления определяет, что поплавок плотности всплыл);
- после этого отключается вакуумный насос и созданный вакуум начинает медленно дренироваться. Одновременно с этим контролируется растущее давление;
- в определённый момент поплавок тонет. В этот момент регистрируется давление, по которому определяется плотность масла.

Этот способ измерения плотности органически вписывается в предлагаемый способ измерения параметров. Наряду с этим, он лишён указанных выше недостатков других способов.

### Алгоритм работы устройства

Шаг 1. Сервомотор переводит дивертикул в состояние откачки воздуха из рабочей ёмкости.

Шаг 2. Включается насос для создания вакуума в рабочей ёмкости (для подъёма в неё анализируемой среды). Одновременно с этим запускается таймер, значение которого впоследствии используется для определения её вязкости.

Шаг 3. Система управления (с использованием датчика давления) контролирует создаваемое разрежение воздуха и при его недостаточности сообщает о некорректности измерений.

Шаг 4. Масло попадает в рабочую ёмкость на группу используемых датчиков, например, на датчик диэлектрической проницаемости, с помощью которого измеряется диэлектрическая проницаемость исследуемого масла.

Шаг 5. Как только давление вокруг поплавка становится менее 250 мбар, его оболочка раздувается и он начинает флотировать в масле.

Шаг 6. После достижения маслом датчика уровня, таймер и насос останавливаются, фиксируется время

подъёма (значение таймера), по которому вычисляется вязкость.

Шаг 7. После отключения насоса масло продолжает поступать, давление в ёмкости растёт. В определённый момент, когда объём поплавка уменьшится, и его плотность сравняется с плотностью масла, поплавок прекратит флотацию. Этот момент регистрируется датчиком Холла. В этот момент регистрируется давление, по которому определяется плотность масла.

Шаг 8. После завершения всех измерений сервомотор переводит дивертикул в состояние нагнетания воздуха.

Шаг 9. Включается насос, который создаёт повышенное давление в рабочей ёмкости. Это давление вытесняет масло обратно в картер.

Шаг 10. Скачок давления определяет момент вытеснения всего масла в картер, после чего все исполнительные механизмы устройства могут быть обесточены.

Блок-схема алгоритма работы устройства представлена на рис. 4.

Предлагаемый алгоритм работы может быть использован при измерении вязкости и прочих параметров смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания.

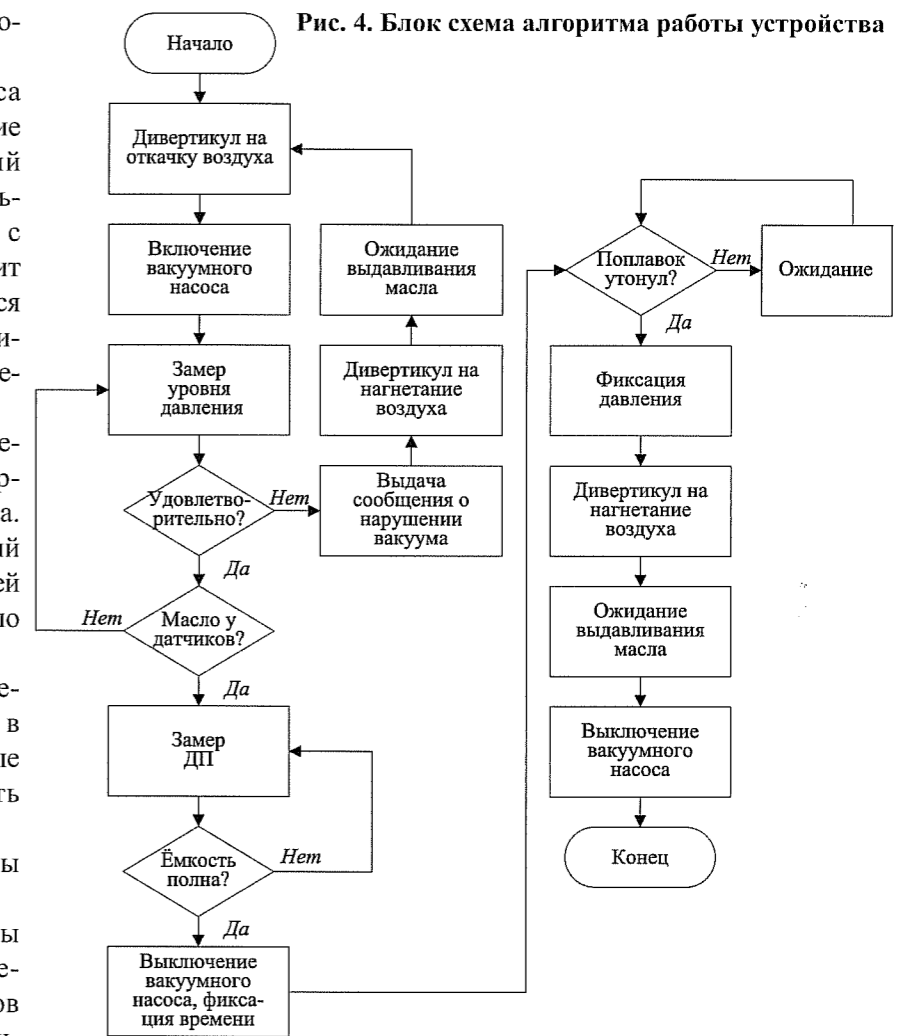
### Заключение

Таким образом, используя предлагаемые способы измерения, может быть создано устройство анализа масляных сред. Данное устройство не потребует слива масла из картера двигателя, а вся захваченная им среда будет полностью возвращена в смазочную систему без какого-либо участия обслуживающего персонала. Этот способ измерения предполагает возможность расширения состава датчиков параметров объекта измерения, согласно эксплуатационным требованиям к устройству.

### Список литературы

1. Пат. 2392607 С1 РФ, 2010. Способ и устройство для определения работоспособности смазочных материалов.
2. Пат. 2457461 С1 РФ, 2012. Способ и устройство для измерения плотности жидкости.
3. ГОСТ 18481-81. Ареометры и цилиндры стеклянные. Общие технические условия.
4. Пат. 2328722 С1 РФ, 2008. Способ определения поверхностного натяжения и плотности жидкости.
5. Пат. 2091756 С1 РФ, 1997. Способ измерения плотности жидкости.

Рис. 4. Блок-схема алгоритма работы устройства



Kardash D.I., Fiofanov K.N., Nigmatullin R.G., Nigmatullin I.R., Peletsky S.S., Kostenkov D.M. (Chemmotology™ Ltd.)

### DEVICE FOR DIAGNOSING MOTOR OILS PARAMETERS

**Keywords:** motor oils, lubricating oils viscosity, lubricating oil density, measurement device.

### Abstracts

A method for motor oils parameters measuring is proposed. The method is based on a pneumatic lifting analyzed fluid from automotive engine crankcase. An example of measuring the viscosity and density of the analyzed oils is provided. It is also proposed device structure measurement of oils options.

### References

1. Pat. 2392607 RF, 2010. A method and apparatus for determining the performance of lubricating material [Способ и устройство для определения работоспособности смазочных материалов].
2. Pat. 2457461 RF, 2012. A method and apparatus for measuring fluid density [Способ и устройство для измерения плотности жидкости].
3. GOST 18481-81. Hydrometers and glass cylinders. General specifications [ареометрия и цилиндры стеклянные. Общие технические условия].
4. Pat. 2328722 RF, 2008. A method for determining the surface tension and liquid density [Способ определения поверхностного натяжения и плотности жидкости].
5. Pat. 2091756 RF, 1997. A method for measuring fluid density [Способ измерения плотности жидкости].