

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комин Андрей Эдуардович

Должность: ректор

Дата подписания: 17.03.2019 14:56:22

Уникальный программный ключ:

f6c6d686f0c899fdf76a1ed8b448452ab8cac6fb1af6547b6d40cdf1bdc60ae2

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Приморская государственная сельскохозяйственная академия"  
Инженерно-технологический институт

кафедра проектирования и механизации  
технологических процессов

## **ТОПЛИВО И СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

методические указания к лабораторно-практическим занятиям для студентов  
очного и заочного обучения направления подготовки  
35.03.06 "Агроинженерия"

**Электронное издание**

Уссурийск 2019

УДК 631

Составители: Журавлёв Д.М., канд. техн. наук, доцент кафедры ПМТП  
Шишлов С.А, канд. техн. наук, профессор, кафедры ПМТП

Топливо и смазочные материалы. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям для студентов очного и заочного обучения направления подготовки 35.03.06 "Агроинженерия" / ФГБОУ ВО ПГСХА; Сост. Д.М. Журавлёв, С.А. Шишлов. - Уссурийск, 2019. – 30 с.

Рецензент: Ломоносов Д.А., канд. техн. наук, доцент кафедры ИОПАПК

Издается по решению методического совета ФГБОУ ВО "Приморская государственная сельскохозяйственная академия".

Приступая к выполнению работ, следует иметь представление о целях и задачах, необходимых условиях, которые должны обеспечить получение достоверных и точных результатов при выполнении тех или иных анализов.

Одной из главных целей лабораторных работ по курсу является формирование четких представлений о том, какие физико-химические и эксплуатационные показатели характеризуют тот или иной продукт, какова их относительная ценность и значение при технической эксплуатации МТА. Еще более важным является выяснение глубоких причинных связей между качественными показателями используемых в сельскохозяйственном производстве нефтепродуктов и поведением их в реальных условиях эксплуатации и применения.

Такой подход позволит более глубоко оценить важность борьбы за качество применяемых продуктов нефтепереработки, понять необходимость организации правильного их хранения на нефтескладах сельскохозяйственного предприятия, использования совершенных методов заправки МТА.

Непосредственными задачами практического обучения в лаборатории нефтепродуктов являются более глубокое изучение теоретических основ и аппаратного оборудования наиболее важных анализов и освоение методики их практического выполнения.

Достоверность, точность и воспроизводимость результатов анализа в практических условиях зависят от разнообразных факторов, в том числе и от наличия прочных навыков у будущих специалистов сельскохозяйственного производства.

Приступая к анализу, надо обратить внимание на следующие моменты.

1. Проба испытываемого продукта, поступающего на анализ, должна быть отобрана с соблюдением всех положений соответствующих правил и инструкций. Особенно важно, чтобы при маркировочных анализах, когда устанавливается соответствие состава и свойств анализируемого продукта требованиям ГОСТа или техническим условиям, проба, поступающая на анализ, была действительно средней, а не случайной;

2. Перед проведением анализа или испытанием анализируемый продукт должен быть подготовлен в соответствии с требованиями методики (обезвоживание, фильтрование, нагрев, охлаждение и т.д.). Невыполнение этих простых операций может обесценить результаты анализа;

3. Если предоставляется возможность выбора нескольких методов, то всегда надо останавливаться на более простых и доступных;

4. Подсчеты результатов анализа следует проводить с точностью, предусмотренной в ГОСТе, и с обеспеченной точностью соответствующих замеров и измерений.

## Работа 1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

**Цель работы** – уяснить необходимость определения плотности нефтепродуктов, освоить методику определения плотности нефтеденсиметрами (ареометрами).

**Общие сведения.** Различают абсолютную и относительную плотность вещества.

Абсолютная плотность вещества – это масса, содержащаяся в единице объема. В системе СИ размерность плотности –  $\text{кг/м}^3$ . За единицу плотности принимают массу  $1 \text{ м}^3$  дистиллированной воды при температуре  $+ 4^\circ \text{C}$ .

Относительная плотность вещества – отношение его массы к массе дистиллированной воды при  $t = + 4^\circ \text{C}$ , взятой в том же объеме. Относительная плотность – величина безразмерная.

Нефтепродукты и вода имеют неодинаковые коэффициенты расширения. В связи с этим, необходимо при определении плотности указывать температуры нефтепродуктов и воды, при которых проводилось определение. Плотность нефтепродукта может быть замерена при любой температуре, однако результат приводят к температуре  $20^\circ \text{C}$ .

В соответствии с действующим стандартом плотность нефтепродукта обозначается  $\rho_4^{20}$ . Здесь цифра 20 указывает, что плотность нефтепродукта относят к нормальной температуре  $20^\circ \text{C}$ , а цифра 4 обозначает, что плотность нефтепродукта относят к плотности воды при  $t = + 4^\circ \text{C}$ , принятой за единицу.

Относительная плотность автомобильных бензинов колеблется в пределах 0,69 – 0,75, дизельного топлива – 0,82 – 0,86, а абсолютная плотность этих видов топлива равна соответственно 690 – 750 и 820 – 860  $\text{кг/м}^3$ .

В стандартах на топливо плотность не нормируется, однако определять ее по ГОСТу нужно обязательно. Это необходимо для учета расхода и движения нефтепродуктов на нефтескладах и заправочных станциях, так как приход фиксируют в единицах массы (кг, т), а расход учитывают в единицах объема (л). Поэтому для перерасчета топлива из единиц массы в единицы объема и обратно нужно знать плотность получаемых и отпускаемых нефтепродуктов. Пересчет проводится по формуле, предложенной Д.И. Менделеевым:

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \gamma(t - 20^\circ), \quad (1.1)$$

где  $\rho_4^t$  – плотность при температуре испытания;

$\gamma$  – средняя температурная поправка плотности на  $1^\circ \text{C}$ , берется из таблицы (см. приложение 1);

$t$  – температура, при которой проводится опыт, °С.

Для определения плотности используется прибор нефтенсиметр (ареометр). Им определяют одновременно плотность и температуру нефтепродуктов при переводе их объема в массу. Прибор представляет собой стеклянный цилиндрический корпус, внутри которого предусмотрены две шкалы: верхняя – плотности, нижняя – температуры.

На нефтескладах применяют два типа нефтенсиметров – А и Б, обеспечивающих замер плотности от 0,650 до 1,070 г/см<sup>3</sup> и отличающихся один от другого ценой деления, интервалом замера плотностей и температур, а также габаритами. Тип А включает семь нефтенсиметров, тип Б – пять.

Нефтенсиметрами с пределами измерения 0,650 – 0,710 измеряют плотность авиационного бензина, 0,710 – 0,770 – автомобильного, 0,770 – 0,890 – керосина, дизельного и котельно-печного топлива, 0,890 – 1,070 – масел и мазутов. Нефтенсиметрами типа А, как дающими более точные замеры, рекомендуется определять плотность и температуру нефтепродуктов на нефтескладах хозяйств, типа Б – в полевых условиях. Цена деления шкалы нефтенсиметра типа А – 0,0005, типа Б – 0,005. Массу нефтенсиметров подбирают таким образом, чтобы при погружении в испытываемые жидкости они не тонули и не выплывали выше той части, где нанесена градуированная шкала плотности.

Применение нефтенсиметров основано на законе Архимеда. Из-за наличия груза и симметричной формы нефтенсиметр всегда находится в жидкости в вертикальном положении.

### **Порядок выполнения работы**

В стеклянный цилиндр осторожно наливают испытываемый нефтепродукт, температура которого может отклоняться от температуры окружающей среды не более чем на  $\pm 5^\circ\text{C}$ .

Чистый и сухой нефтенсиметр медленно и осторожно опускают в нефтепродукт, держа его за верхний конец. Во избежание повреждения нефтенсиметр опускают до дна цилиндра или до погружения всей шкалы, а затем убирают руку. После того как нефтенсиметр установится и прекратится его колебание, производят отсчет по верхнему краю мениска. Глаз наблюдателя при этом должен находиться на уровне мениска, а нефтенсиметр не должен касаться стенок цилиндра.

Одновременно с этим отмечают температуру нефтепродукта, если она отличается от  $+ 20^\circ\text{C}$ , то проводится пересчет по формуле Д.И. Менделеева.

В очень вязкие нефтепродукты (более 200 сСт при  $+ 50^\circ\text{C}$ ) нефтенсиметр не погружается. Поэтому при определении плотности очень вязких нефтепродуктов их предварительно разбавляют равным объемом маловязкого нефтепродукта. Плотность испытываемого вязкого продукта  $\rho_1$  и разбавителя  $\rho_2$  подчинятся правилу аддитивности, т.е. плотность смеси  $\rho_3$  равна:

$$\rho_1 = 2\rho_3 - \rho_2. \quad (1.2)$$

Определение плотности нефтенсиметром относится к экспресс-анализам, так как на его выполнение требуется всего несколько минут.

## Работа 2

### СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В МАСЛЕ

**Цель работы** – освоить методику анализа, сравнить результаты с требованиями ГОСТа.

**Общие сведения.** Вода в нефтепродуктах, в том числе и в маслах, может присутствовать как в растворенном состоянии, так и в виде компонента механической смеси. Содержание воды в растворенном состоянии очень незначительно и составляет обычно тысячные доли процента. Вода в масле попадает в тех случаях, когда не соблюдаются правила их транспортирования и хранения. Присутствие воды в масле вызывает осадкообразование, усиливает коррозию металла, приводит к вспениванию масла и снижает его смазывающие свойства, уменьшает содержание присадок вследствие их разложения и осаждения.

Несмотря на то, что содержание воды в свежих маслах по ГОСТу не допускается, в процессе работы в двигателях масло может обводниться. Накопившаяся вода способствует образованию в нем водных эмульсий, кислот и приводит к отложению в картере и на деталях двигателя рыхлых и клейких осадков, которые забивают сетки маслоприемника, масляные трубки и каналы, вызывают неисправности в работе клапанов системы смазки и другие неполадки. Наличие воды в топливах карбюраторных и дизельных двигателей снижает их теплотворную способность, вызывает неисправности систем питания. При низких температурах кристаллики льда засоряют топливные фильтры, что приводит к прекращению подачи топлива.

Присутствие воды в масле можно определить качественно довольно простыми методами: отстаиванием, пробами на прозрачность, на потрескивание с помощью прогрева и т.п. Определение количества воды в нефтепродуктах (по ГОСТу) заключается в отгонке воды и растворителя из нефтепродуктов с последующим их разделением в градуированном приемнике на два слоя. В качестве растворителя допускается применение бензина прямой гонки, от которого отогнаны фракции, кипящие до 80°C (толуол, ксилол или бензин «Галоша»).

Прибор для определения количественного содержания воды состоит из колбы, приемника-ловушки и холодильника. Приемник представляет собой градуированную пробирку емкостью 10 мл с конической нижней частью. Цена деления шкалы на участке от 1 до 10 мл равна 0,2 мл, а от 0 до 1 мл

включительно – 0,05 мл. К верхней части пробирки припаяна отводная трубка, которая вставляется в перегонную колбу. К открытому концу приемника-ловушки присоединяется трубчатый обратный холодильник так, чтобы нижний край его трубки приходился против середины отводной трубки. Приемник-ловушку присоединяют к колбе и холодильнику с помощью корковых пробок или на шлифах.

### Порядок выполнения работы

Пробу испытуемого нефтепродукта (моторного масла) перемешивают в течение пяти минут. Мерным цилиндром отмеряют 25 мл испытуемого масла и выливают в сухую чистую колбу. Наливают в цилиндр растворитель (бензин) в количестве около 25 мл и выливают его в колбу. Вращая колбу, перемешивают испытуемое масло с растворителем.

Когда прибор собран и укреплен на штативе, пускают воду в холодильник и начинают осторожно нагревать колбу на электроплитке. Нагрев регулируют так, чтобы в приемник-ловушку из холодильника стекали 2-4 капли конденсата в секунду. Через некоторое время пробирка-ловушка наполнится жидкостью, и ее избыток будет стекать обратно в колбу. Если в испытуемом нефтепродукте имеется вода, то она, испаряясь из колбы и конденсируясь в холодильнике, вместе с растворителем также попадает в ловушку, где вследствие разности удельных весов будет быстро отстаиваться в нижнем слое. При соблюдении указанной выше стандартной скорости перегонки попадание воды из ловушки обратно в колбу исключено. Когда количество воды в ловушке перестанет увеличиваться (около 40 мин. кипения) и верхний слой растворителя станет прозрачным, перегонку прекращают.

При малом количестве воды в ловушке растворитель иногда долго не становится прозрачным. В этом случае приемник-ловушку помещают на 20 мин. в горячую воду до просветления растворителя. Оставшиеся в трубке холодильника капельки воды нужно смыть растворителем, усилив нагрев или столкнуть стеклянной палочкой или металлической проволокой в приемник-ловушку. Затем после охлаждения до температуры окружающей среды определяют уровень воды в ловушке. Если возникает сомнение в наличии воды, то в ловушку опускают кристаллик перманганата калия: даже при незначительном содержании воды нижний слой окрашивается в фиолетовый цвет.

**Обработка результатов.** Измеряют объем отогнанной воды. Содержание воды в %, вычисляют по формуле

$$W = \frac{V_1}{V_2} 100 \%, \quad (2.1)$$

где  $V_1$  – объем воды в ловушке, мл;

$V_2$  – объем испытуемого вещества, мл.

Если количество воды в ловушке при перегонке окажется меньше половины нижнего деления (менее 0,025 мл), то считают, что в масле содержатся следы воды. Полученные данные сравнить с данными ГОСТов на моторные масла (таблица приложения 2 и 3) и сделать вывод о возможности их использования.

### Работа 3

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

**Цель работы** – понять физический смысл вязкости и ее место в эксплуатационных свойствах нефтепродуктов, освоить методику определения кинематической вязкости капиллярным вискозиметром.

**Общие сведения.** Основными функциями смазочных масел являются уменьшение трения между трущимися поверхностями, предотвращение износа материала этих частей и охлаждение узлов трения. Кроме того, масла, применяемые в поршневых ДВС, имеют также назначение препятствовать прорыву рабочей смеси и продуктов сгорания из цилиндра двигателя в его картер.

Основной физико-механической характеристикой смазочных масел является их вязкость. Вязкостью называют свойство жидкости сопротивляться взаимному перемещению ее частиц, вызываемому действием приложенной к жидкости силы. От величины вязкости зависит способность данного сорта масла при температуре, характерной для данного узла трения, выполнять свои функции, т.е. обеспечивать замену сухого трения жидкостным, и предотвращать износ материала.

Ввиду большого разнообразия в конструкциях узлов трения, характера и скорости движения трущихся поверхностей, а также возникающих удельных нагрузок, различные группы масел, а внутри группы отдельные сорта должны отличаться друг от друга по величине вязкости в широком диапазоне.

Высоконагруженные механизмы требуют масел с высокими значениями вязкости во избежание выдавливания масла из-под трущихся поверхностей и нарушения режима жидкостной смазки. С другой стороны, применение очень вязких масел в тех случаях, когда этого не требуется, повышает энергетические затраты на преодоление трения, а применительно к двигателям внутреннего сгорания – осложняет их запуск и эксплуатацию. От правильного выбора вязкости масла для определенных конкретных условий во многом зависит надежность и экономичность работы машин. Поэтому,



учитывая различные специфические требования, промышленность выпускает большое количество разнообразных сортов масел, отличающихся по вязкости. Так, вязкость является важнейшей физической константой, характеризующей эксплуатационные свойства масел, а также дизельных топлив и других нефтепродуктов.

Для всей группы моторных масел важное эксплуатационное значение имеет вязкостно-температурная характеристика, гарантирующая достаточную пологость температурной кривой вязкости. При низких температурах вязкость масла не должна быть слишком высокой, чтобы не затруднялся запуск двигателя. Наоборот, при высокой температуре, характерной для поршневой группы, масло должно обеспечить жидкостный режим смазки, т.е. вязкость его должна быть достаточно высокой. В технических нормах это качество масел оценивается величиной отношения кинематической вязкости при 50 °С и кинематической вязкостью при 100 °С, которая колеблется для всех моторных масел в пределах от 4 до 9.

Кроме того, вязкостно-температурные свойства масел оцениваются индексом вязкости. Индекс вязкости – это безразмерная величина, показывающая степень изменения вязкости в зависимости от температуры по сравнению с эталонными маслами. И он определяется по значениям кинематических вязкостей масла при 50 и 100°С. Чем меньше кинематическая вязкость изменяется в зависимости от температуры, тем лучше вязкостно-температурные свойства, качество масел и выше ИВ.

При различных расчетах, а также при контроле качества масел наибольшее распространение получила кинематическая вязкость. Кинематической вязкостью называют отношение абсолютной или динамической вязкости жидкости  $\nu_{\text{динам}}$  к ее плотности  $\rho$  при одной и той же температуре

$$\nu = \frac{\nu_{\text{динам}}}{\rho}. \quad (3.1)$$

За единицу кинематической вязкости в СГС принят стокс (Ст), размерность см<sup>2</sup>/с, в СИ – м<sup>2</sup>/с. Сотая доля называется санти-стоксом (сСт). В технических требованиях величина кинематической вязкости нормируется при 50 и 100°С.

### Порядок выполнения работы

Для определения кинематической вязкости используются стеклянные вискозиметры, в которых испытуемая жидкость протекает через капиллярные трубки определенного диаметра. В основе этого метода лежит известная формула

$$\nu = C \cdot \tau, \quad (3.2)$$

где  $C$  – постоянная вискозиметра, которая зависит только от геометричес -

ких размеров вискозиметра;

$\tau$  – время истечения моторного масла, с.

В соответствии с ГОСТом для определения кинематической вязкости применяется вискозиметр Пинкевича, представляющий собой V-образный сосуд, в тонкое колено которого в нижней части впаян капилляр определенного диаметра. Над капилляром имеются два расширения одинаковых по объему. Между ними и на капилляре (под нижним расширением тонкого колена) нанесены метки, по которым наблюдают за истечением жидкости.

Набор состоит из 11 вискозиметров с диаметрами капилляров 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 мм. Подбор вискозиметров с нужным диаметром капилляра проводится по таблицам или экспериментальным путем. В правильно подобранном вискозиметре испытываемая жидкость перемещается от метки до метки в пределах  $300 \pm 180$  с.

Для набора пробы в вискозиметр на отводную трубку толстого колена надевают резиновую трубку. Затем, зажав пальцем отверстие толстого колена, переворачивают вискозиметр и опускают тонкое колено в сосуд с нефтепродуктом. Через трубку ртом засасывают нефтепродукт до метки на капилляре. При этом необходимо следить, чтобы в капилляре и расширениях не образовывались пузырьки воздуха и разрывы жидкости. Вискозиметр вынимают и быстро переворачивают в нормальное положение. Снимают резиновую трубку с отводной трубки. Обтирают внешнюю поверхность тонкого колена и переставляют на него резиновую трубку с толстого колена.

В таком виде прибор помещают в водяную баню в вертикальном положении, осторожно закрепив в лапке штатива. Уровень воды в банке должен быть выше верхнего расширения тонкого колена.

Для масел определяют кинематическую вязкость при 50 и 100 °С. Из имеющихся на рабочем месте двух вискозиметров для большей температуры берут вискозиметр с меньшим диаметром капилляра. Время истечения масла от верхней до нижней метки определяют секундомером. При достижении нужной температуры через трубку засасывают масло до уровня выше верхней метки. Секундомер включают в момент опускания мениска масла к верхней метке, выключают при подходе мениска к нижней метке. Замеры осуществляют с трехкратной повторностью. Используя средние значения по формуле (3.2) определяют  $v_{50}$  и  $v_{100}$ . Постоянные вискозиметров С находят по паспортным данным приборов. Вязкость нефтепродуктов изменяется с изменением температуры, поэтому во время анализа необходимо строго следить за температурой воды в бане.

По данным анализа определить индекс вязкости, а по таблицах ГОСТа – марку масла (таблица приложения 2 и 3).

## Работа 4

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА МОТОРНЫХ ТОПЛИВ

**Цель работы** – уяснить влияние фракционного состава моторных топлив на показатели работы двигателей, освоить методику определения фракционного состава методом разгонки на примере бензина.

**Общие сведения.** При нормально протекающем процессе смесеобразования бензин должен полностью испариться к началу такта впуска. Неиспарившийся бензин затягивает процесс горения и служит источником нагарообразования и повышенного износа цилиндров двигателя. Кроме того, он ухудшает равномерность распределения смеси по цилиндрам двигателя. То и другое уменьшает скорость горения смеси, приводит к падению мощности и снижению экономичности двигателя.

Испаряемость топлива – это способность быстро переходить из жидкого в газообразное состояние. Она оценивается по совокупности двух главных показателей: фракционному составу и давлению насыщенных паров. В технических условиях на моторные топлива одним из важнейших показателей является фракционный состав.

Фракционным составом топлива называют содержание в нем тех или иных фракций, выраженное в объемных или массовых показателях, которые характеризуются температурными пределами выкипания отдельных частей топлива (фракций). Все требования современных карбюраторных двигателей к фракционному составу применяемых топлив подразделяются на требования, связанные с климатическими особенностями эксплуатации автомобилей, и обусловленные конструктивными особенностями двигателей.

Климатические особенности выдвигают два основных требования к фракционному составу бензинов: обеспечение надежного пуска при низких температурах окружающего воздуха; предотвращение образования паровых пробок в системе питания двигателей, связанного с частичным испарением бензина при высоких температурах воздуха.

Конструктивные особенности двигателей в сочетании с качеством бензинов должны обеспечивать быстрый разгон автомобиля, минимальный расход топлива, равномерное качественное и количественное распределение смеси по цилиндрам двигателя, минимальный износ деталей и т.д.

При проведении фракционной разгонки в стандартных условиях ГОСТами нормируются: температуры начала кипения ( $t_{н.к}$ ), температуры, при которых отгоняется 10 ( $t_{10\%}$ ), 50 ( $t_{50\%}$ ), 90 ( $t_{90\%}$ ) и 97,5 ( $t_{97,5\%}$ ) процентов от загрузки колбы, а также процент остатка, суммарный процент остатка и потерь, температура конца кипения ( $t_{к.к}$ ).

Температура начала кипения (перегонки) ( $t_{н.к}$ ) и температура выкипания 10 % топлива ( $t_{10\%}$ ) характеризуют его пусковые свойства, которые имеют особое значение при работе в зимних условиях. При пуске

двигателя в условиях низких температур испаряемость бензина во впускной системе значительно ухудшается, в результате чего часть бензина не успевает испариться и попадает в цилиндры в жидком состоянии. Если в исходном бензине легких фракций недостаточно, то горючая смесь окажется настолько обедненной, что не воспламенится от искры свечи, и пуск двигателя окажется невозможным. Бензин должен обеспечивать пуск холодного двигателя при низких температурах и в то же время не вызывать образования паровых пробок в условиях летней эксплуатации автомобилей при высоких температурах. Таким образом, чем ниже температура перегонки 10 % бензина ( $t_{10\%}$ ), тем легче запускается двигатель. Вместе с тем при повышенном содержании легких фракций наблюдаются случаи образования в системе питания двигателей паровых пробок. При нагревании бензина в системе питания легкие фракции испаряются, образуя пары. Массовая производительность бензонасоса снижается, горючая смесь, поступающая в камеру сгорания двигателя, обедняется и двигатель останавливается. Это явление наблюдается при эксплуатации автомобилей в летнее время.

Для наиболее полного удовлетворения требований двигателей в различных климатических условиях эксплуатации автомобильные бензины по фракционному составу подразделяют на 5 классов (1,2 класс – для эксплуатации с 1 апреля по 1 октября – летний; 3 класс – круглый год – всесезонный; 4, 5 – с 1 октября по 1 апреля – зимний).

Температура перегонки 50 % фракций бензина ( $t_{50\%}$ ) оказывает решающее влияние на быстроту прогрева и приемистость двигателя. Чем ниже эта температура, тем быстрее прогревается двигатель после пуска и надежнее работает после прогрева. Прогрев двигателя охватывает время от момента его пуска до достижения плавной устойчивости работы. Чем быстрее двигатель прогревается, тем меньше непроизводительные затраты времени и бензина, меньше износ двигателя.

От температуры перегонки 50 % бензина ( $t_{50\%}$ ) зависит приемистость двигателя, т.е. его способность при увеличении нагрузки к быстрому росту частоты вращения коленчатого вала при резком открытии дроссельной заслонки.

Для обеспечения хорошей приемистости требуется богатая горючая смесь. При резком открытии дроссельной заслонки из карбюратора во впускной трубопровод сразу поступает большое количество жидкого бензина и холодного воздуха, вследствие чего для восстановления теплового равновесия требуется время. Поэтому, чем ниже  $t_{50\%}$  бензина, тем быстрее восстанавливается тепловое равновесие и тем лучше оказывается приемистость двигателя.

Полнота испарения бензина влияет на расход топлива и износ двигателя и характеризуется  $t_{90\%}$ ,  $t_{97,5\%}$  и температурой конца кипения ( $t_{н.к.}$ ). Эти температуры характеризуют содержание в бензине тяжелых фракций, которые испаряются в последнюю очередь. При высоких значениях этих температур тяжелые фракции не успевают испариться во впускном

трубопроводе двигателя и поступают в цилиндры в жидком виде, где тоже не успевают полностью испариться. В результате топливо сгорает не полностью, что снижает экономичность работы двигателя. Неиспарившаяся часть топлива протекает через замки поршневых колец и смывает масло со стенок цилиндров, что приводит к полусухому трению деталей, сопровождающемуся повышенным износом. Снижение  $t_{90}$ ,  $t_{97.5}$  и  $t_{к.к.}$  улучшает их многие эксплуатационные свойства.

Фракционный состав бензина также оказывает воздействие на скорость его испарения и образования смеси с воздухом после впрыска.

### **Порядок выполнения работы**

Разгонку топлива проводят по ГОСТу в аппарате, состоящем из колбы с отводной трубкой, нагревательного устройства, холодильника, термометра и мерного цилиндра на 100 мл.

В чистую сухую колбу с помощью мерного цилиндра наливают 100 мл испытуемого нефтепродукта (например, бензина). Затем в горловину колбы вставляют на хорошо пригнанной пробке термометр с градуированной от 0 до 360°C. При этом ось термометра должна совпадать с осью горловины колбы, а верх ртутного шарика находиться на уровне отводной трубки. Отводную трубку колбы при помощи пробки плотно соединяют с холодильником. Отводная трубка должна входить в трубку холодильника на 25...40 мм и не касаться ее стенок. В нижнее отверстие холодильника по резиновой трубке из водопровода подается охлаждающая вода, стекающая в раковину по трубке из верхнего отверстия.

Для сбора конденсата из холодильника устанавливают мерный цилиндр. Надевают защитный кожух на колбу и включают в сеть колбонагреватель. Интенсивность нагрева должна обеспечивать скорость перегонки 4...5 мл в 1 мин (20...25 капель в 10 с.). Температуру, при которой в мерный цилиндр упадет первая капля, отмечают как температуру начала кипения. Далее фиксируют температуру выкипания через каждые 10 мл. Конец кипения характеризуется кратковременным спадом температуры. Запись последнего объема дистиллята в мерном цилиндре производят через 5 мин после выключения колбонагревателя.

После охлаждения колбы разбирают прибор и остатки в колбе измеряют мерной пробиркой. Разность между 100 мл и суммой объемов в мерном цилиндре и мерной пробирке записывают как потери при перегонке.

По данным анализа определить по таблице ГОСТа класс испытываемого бензина (приложение 4).

## Работа 5

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

**Цель работы** – освоить методику определения вязкости дизельного топлива, определить характер изменения вязкости топлива в зависимости от его температуры.

**Общие сведения.** Дизельное топливо предназначено для дизельных двигателей с воспламенением от сжатия. Его физико-химические свойства и фракционный состав должны обеспечивать эксплуатационные требования, вытекающие из особенностей работы дизельных двигателей. Для обеспечения бесперебойной подачи топлива по топливоподающей системе обеспечения хорошего смесеобразования в цилиндрах двигателя оно должно обладать низкими температурами помутнения и застывания, вязкостью в пределах 2 – 8 сСт (при 20°C). Указанные свойства имеют большое значение для обеспечения товаротранспортных операций (перекачки, заправки машин). Ввиду важности указанных показателей топлива делятся на летние, зимние, арктические.

Наибольшее распространение при различных расчетах и контроле качества нефтепродуктов получили кинематическая и условная вязкость. Условной вязкостью называется отношение времени истечения из вискозиметра (типа ВУ) 200 мл испытуемого нефтепродукта при температуре испытания ко времени истечения 200 мл испытуемой воды при 20°C. Величина этого отношения выражается как число условных градусов (ВУ).

Расчет условной вязкости проводится по формуле

$$ВУ = \frac{\tau_t}{\tau_{20^{\circ}\text{H}_2\text{O}}}, \quad (5.1)$$

где  $\tau_t$  – среднее время истечения испытуемого топлива, с. водное число вискозиметра, равное 51,4.

Связь условной и кинематической вязкости определяется по эмпирической зависимости

$$\nu_t = 7,24ВУ - \frac{6,25}{ВУ}, \quad (5.2)$$

где  $\nu_t$  – кинематическая вязкость топлива, сСт;

ВУ – условная вязкость.

Вискозиметр состоит из резервуара с отверстием в его дне, служащим для истечения испытуемого нефтепродукта. Резервуар помещен во внешний цилиндрический сосуд, являющийся жидкостной баней. Рабочий резервуар закрывается крышкой с двумя отверстиями. В одно отверстие вставляется термометр, а в другое – деревянный заостренный стержень, с помощью

которого запирается и открывается выходное отверстие прибора. Во внешнем сосуде прикреплена мешалка. Температура воды в бане измеряется вторым термометром. Нагрев бани электрический. Для измерения объема вытекающей из вискозиметра жидкости к прибору прилагается специальная измерительная колба.

### **Порядок выполнения работы**

Испытания вязкости дизельного топлива проводят при температуре 20 и 50 °С. Посредством нагревательного элемента нагревают топливо до температуры испытания. Когда температура топлива достигает 20 °С, прибор устанавливают на треножник, осторожно поднимают деревянный стержень на 1...2 см и сливают топливо в подставленную мерную колбу. Секундомером фиксируют время истечения 200 мл топлива (до риски в колбе). Опыт повторяют трижды, определяют среднее время истечения.

По формулам (1) и (2) рассчитывают условную и кинематическую вязкость топлива. По величине кинематической вязкости из таблицы приложения определяют вид дизельного топлива.

Затем аналогичным образом устанавливают вязкость топлива при 50°С и делают вывод о характере и причинах изменения кинематической вязкости.

## **Работа 6**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ И ВОСПЛАМЕНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ОТКРЫТОМ ТИГЛЕ.**

**Цель работы** – понять физический смысл и влияние численного значения температуры вспышки и воспламенения нефтепродуктов на их эксплуатационные показатели, освоить методику анализа.

**Общие сведения.** Температура, при которой пары нефтепродукта, нагреваемого в определенных условиях, образуют с окружающим воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени, называется температурой вспышки.

Температура, при которой нагреваемый в определенных условиях нефтепродукт вспыхивает при поднесении к нему пламени и горит не менее 5 с, называется температурой воспламенения.

Температура вспышки характеризует огнеопасность нефтепродуктов. По ней можно судить о характере углеводородов, входящих в их состав, а также о наличии примесей легкокипящих компонентов. Высококипящие углеводороды повышают температуру вспышки и, наоборот, низкокипящие снижают ее. Во время работы двигателя при попадании бензина или

дизельного масла в картер системы смазки существенно снижается температура вспышки моторного масла. Уменьшение температуры вспышки более чем на 40 °С от номинального значения не допускается.

Температура воспламенения нефтепродукта выше температуры вспышки. По мере утяжеления фракционного состава разница может достигать 50°С. Попадание в масла примесей светлых нефтепродуктов сближает температуру вспышки и воспламенения.

Температура вспышки зависит не только от физико-химических свойств нефтепродукта и параметров атмосферного воздуха, но и от методики ее определения и конструкции прибора. Для этого применяют приборы открытого и закрытого типов, которые различаются условиями испарения испытуемого в них нефтепродукта. Воспламенение смеси паров нефтепродукта с воздухом происходит при определенной концентрации их в воздухе, которая соответствует нижней границе взрываемости. Поэтому температура вспышки в открытом тигле всегда выше, чем в закрытом.

Существует несколько способов определения температуры вспышки в открытых приборах. Наиболее точным является способ определения температуры вспышки в приборе Бренкена, который состоит из железного тигля, металлического штатива с лапкой и кольцом, песчаной железной бани, термометра на 360°С длиной 290...305 мм и градуировкой через 1°С. При аппарате используется шаблон, по которому в тигель заливают испытуемый нефтепродукт. Анализ проводят с моторным или трансмиссионным маслом.

### **Порядок выполнения работы**

Предварительно промытый и прогретый тигель вставляют в песочную баню так, чтобы между дном тигля и бани был слой песка 5...8 мм. Если температура вспышки масла до 210 °С, то уровень масла в тигле на 12 мм ниже края тигля. При более высокой температуре вспышки уровень масла в тигле на 18 мм ниже его края.

Прибор помещают в таком месте, где нет заметного движения воздуха и где свет настолько затемнен, что вспышка хорошо видна.

Под песчаную баню подставляют колбонагреватель и создают скорость нагрева 4 °С в минуту.

За 10 °С до ожидаемой вспышки начинают испытание. Через каждые 2 °С к поверхности нефтепродукта подносят на 2...3 с зажженную от спиртовки лучину. За момент вспышки принимается появление над продуктом голубоватого быстро исчезающего пламени, сопровождаемого легким хлопком. При этом замеряют температуру нефтепродукта. Определив температуру вспышки, продолжают нагревать нефтепродукт с той же скоростью. Через каждые 2 °С к поверхности нефтепродукта подносят зажженную лучину. Когда испытуемый продукт воспламенится и будет гореть не менее 5 с, замечают температуру, указываемую термометром.

Полученные данные сравнивают с данными ГОСТов (см. таблицу



приложений), определяют вид нефтепродукта и вероятность наличия в нем светлых нефтепродуктов.

После остывания нефтепродукта убрать рабочее место, разобрать аппарат, вылить нефтепродукт и вымыть тигель бензином.

## Работа 7

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

**Цель работы** – освоить методику анализа, определить на основании результатов анализа вид топлива по содержанию серы.

**Общие сведения.** Для нефтепродуктов сернистые соединения являются очень вредной примесью, снижающей их качество. Они токсичны, придают нефтепродуктам неприятный запах, вредно отражаются на антидетонационных свойствах бензинов, способствуют смолообразованию в крекинг-продуктах и, главное, вызывают коррозию металлов. Наиболее опасны активные сернистые соединения: сероводород, низшие меркаптаны, свободная сера, которые сильно разрушают металлы, особенно цветные. Но и остальные сернистые соединения – сульфиды, дисульфиды и другие нейтральные вещества при определенных условиях вызывают коррозию металлов.

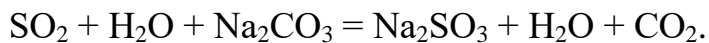
При сгорании топлива все сернистые соединения превращаются в серный и сернистый ангидриды. В зоне высоких температур, где конденсация и наличие влаги ограничены или отсутствуют, преобладает газовая коррозия от воздействия указанных ангидридов (клапаны механизма газораспределения, детали выпускного тракта двигателей). В области пониженных температур, где возможны концентрация влаги и образование серной и сернистой кислот, преобладает кислотная коррозия.

При работе двигателя с температурой охлаждающей воды 35 °С и ниже износ деталей цилиндро-поршневой группы увеличивается более чем в 4 раза. Для уменьшения коррозионного износа необходимо обеспечивать установленный требованиями по эксплуатации высокотемпературный режим работы двигателей (80 – 95°С).

Применение сернистого топлива для дизелей оказывает большое влияние на ускорение процесса старения моторного масла, возрастание количества отложений на маслофильтрующих элементах и увеличение нагароотложения на деталях двигателя.

Существует несколько способов определения содержания серы в нефтепродуктах. Наиболее простым и достаточно точным количественным методом определения содержания серы в дизельном топливе является ламповый метод. Сущность его заключается в сжигании навески

нефтепродукта в спиртовке (желательно стеклянной), поглощении образующихся продуктов сгорания и количественном определении сернистого газа объемным методом. В качестве поглотителя сернистого газа применяется раствор соды. При поглощении продуктов сгорания серы имеет место следующая реакция:



Для количественного определения серы избыток соды оттитровывают соляной кислотой.

Прибор состоит из спиртовки, лампового стекла, абсорбера и брызгоуловителя. Перед анализом все детали (кроме спиртовки) тщательно промывают дистиллированной водой.

### Порядок выполнения работы

В абсорбер заливают мерной пипеткой 10 мл раствора соды и 10 мл дистиллированной воды. Собирают все части прибора. К брызгоуловителю подключают магистраль вакуума. В чистые и сухие спиртовки заливают: в первую – смесь спирта с испытуемым топливом (1/4 топлива + 3/4 спирта), во вторую – чистый спирт. С помощью иглы устанавливают высоту пламени 5...6 мм и гасят его. Спиртовку со смесью спирта и топлива взвешивают с точностью до 0,01 г. Вторую спиртовку (с чистым спиртом), предназначенную для контрольного опыта, не взвешивают. Контрольный опыт ставится с той целью, чтобы исключить возможные ошибки в анализе из-за кислых загрязнений в воздухе.

После того как спиртовки подготовлены, включают водяной насос и путем изменения напора воды в насосе устанавливают равномерное просасывание воздуха через абсорбер. Спиртовку ставят под ламповое стекло и зажигают фитиль лучиной (спичками зажигать нельзя). Край фитильной трубочки должен быть не выше 8 мм нижнего края лампового стекла, а высота пламени 6...8 мм (она увеличивается по сравнению с отрегулированной ранее вследствие тяги, создаваемой водяным насосом). Пламя должно быть не коптящим, скорость просасывания через абсорбер – равномерной, и брызги из абсорбера не должны забрасываться в брызгоуловитель.

Горение должно проходить в течение 10 мин, после чего пламя гасят и через 5 мин останавливают водяной насос. Спиртовку взвешивают. Из абсорбера выливают содержимое в чистый химический стакан. Брызгоуловитель, ламповое стекло и абсорбер промывают дистиллированной водой (50...60 мл) и все смывки сливают в тот же стакан. Контроль за тщательностью промывки деталей прибора ведут с помощью 1-2 капель метилоранжа, добавляемого в промывные воды. Если вода при этом не окрашивается в красный цвет, то промывка считается оконченной. Общее количество метилоранжа, введенного в пробу, не должно превышать 10 капель.

После окончания промывок раствор в стакане титруют 0,05 моль/л соляной кислотой до розового окрашивания. Вначале титруют раствор

контрольного опыта (он ставится параллельно на другом приборе и время сгорания его спиртовки должно быть таким же, как в основном анализе). Раствор контрольного опыта, окрашенный в розовый цвет, используют в качестве свидетеля при титровании раствора целевого опыта.

Содержание серы в анализируемом продукте рассчитывают по формуле

$$S = \frac{(V - V_1)0,0008}{m} 100\% , \quad (7.1)$$

где  $V$  – количество 0,05 моль/л  $\text{HCl}$ , пошедшее на титрование контрольного раствора, мл;

$V_1$  – то же для испытуемой пробы;  $m$  – масса испытуемого продукта;  
0,0008 – масса серы, эквивалентная 1 мл 0,05 моль/л  $\text{HCl}$ , г.

На основании расчета по таблице приложений определяют вид топлива по содержанию серы.

## Работа 8

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

**Цель работы** – уяснить влияние жесткости воды на техническое состояние системы охлаждения двигателя, освоить методику определения жесткости простейшими методами.

**Общие сведения.** В качестве жидкости для системы охлаждения двигателей применяют, в частности, воду. К основным недостаткам воды как охлаждающей жидкости относится ее свойство образовывать накипь. Накипь, обладая низкой теплопроводностью, резко снижает отвод тепла от стенок двигателя, уменьшает проходные сечения каналов и нарушает тепловой режим двигателя. При толщине слоя накипи от 1,5 до 6,0 мм увеличиваются расход топлива на 10 – 30, угар масла – на 15 – 40%, снижается мощность, развиваемая двигателем, на 10 – 25%.

Интенсивность образования накипи в системе охлаждения зависит от состава и количества растворенных в воде солей. Кроме солей жесткости в образовании накипи участвуют механические примеси, а также ржавчина чугунных деталей системы охлаждения.

Жесткость воды  $J$  в соответствии с ГОСТ 6055-51 измеряется в миллиграмм эквивалентах на литр (мг-эquiv/л). 1 мг-эquiv/л жесткости соответствует содержанию 20,04 мг/л кальция ( $\text{Ca}^+$ ) или 12,16 мг/л магния ( $\text{Mg}^{+2}$ ). Различают общую –  $J_o$ , карбонатную –  $J_k$  и некарбонатную –  $J_{нк}$  жесткость.

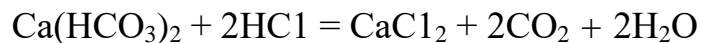
$$Ж_0 = Ж_к + Ж_{нк}, \quad (8.1)$$

Карбонатная жесткость связана с наличием в воде бикарбонатов кальция  $Ca(HCO_3)_2$  и магния  $Mg(HCO_3)_2$ , которые при нагревании воды до  $+80^\circ C$  и выше распадаются, образуя в системе охлаждения осадок в виде нерастворимых в воде карбонатов кальция  $CaCO_3$  и магния  $MgCO_3$ .

Некарбонатная жесткость связана с наличием в воде хлоридов и сульфатов кальция и магния. Соли некарбонатной жесткости не распадаются при нагревании воды, но накипь образуется при ее испарении, когда их концентрация превысит предельную растворимость.

Вода, имеющая жесткость до 4 мг-экв/л, считается мягкой, от 4 до 8 – средней жесткости, от 8 до 12 – жесткой и более 12 мг-экв/л – очень жесткой. В системах охлаждения рекомендуется использовать мягкую воду или средней жесткости.

**Определение карбонатной жесткости.** Содержащиеся в воде бикарбонаты кальция и магния разлагаются соляной кислотой по следующему уравнению:



Количество затраченной кислоты будет эквивалентно солям, обуславливающим карбонатную жесткость воды.

Для этого в коническую колбу пипеткой наливают 100 мл исследуемой воды, прибавляют 2-3 капли метилоранжа, титруют 0,1 моль/л НС до появления слабо-розового окрашивания и кипятят 3 мин. Если при кипячении раствор приобретает желтую окраску, прибавляют еще соляной кислоты до слабо-розовой окраски и снова кипятят в течение 2 мин.

Расчет карбонатной жесткости  $Ж_к$ , мг-экв/л, ведут по формуле

$$Ж_к = 10 V C_{НС1} \quad (8.2)$$

где 10 – переводной коэффициент (отношение объема 1 л раствора к объему воды, взятой для анализа);

$V$  – объем израсходованного 0,1 моль/л раствора НС1, мл;

$C_{НС1}$  – молярная концентрация НС1.

**Определение общей жесткости (щелочной метод).** К раствору, полученному после определения карбонатной жесткости, приливают из бюретки 25 мл щелочной смеси (приготавливается путем смешивания равных объемов 0,1 моль/л едкого натра и 0,1 моль/л соды) и кипятят в течение 5 мин для осаждения всех солей кальция и магния.

Смесь охлаждают и переливают в мерную колбу емкостью 200 мл. Внутреннюю поверхность опорожненной конической колбы споласкивают дистиллированной водой и выливают ее в мерную колбу. В мерную колбу

доводят объем до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивают и фильтруют. С помощью пипетки отбирают 100 мл фильтрата в коническую колбу и избыток щелочной смеси оттитровывают 0,1 моль/л соляной кислоты до слабо-розовой окраски в присутствии 3-4 капель метилоранжа.

Параллельно проводят контрольный опыт. Отдельно в другую коническую колбу берут 25 мл щелочной смеси, приливают к ней 75 мл дистиллированной воды, 3-4 капли метилоранжа и титруют той же кислотой.

Расчет некарбонатной жесткости  $J_{нк}$ , мг-экв/л, ведется по формуле

$$J_{нк} = (V_1 - V_2 \cdot a) C_{HCl} \cdot 10, \quad (8.3)$$

где  $V_1$  и  $V_2$  – объемы соляной кислоты, израсходованные на титрование контрольного опыта и на избыток щелочей в фильтре, мл;  
 $a$  – отношение объема мерной колбы к объему испытуемой воды;  
 $C_{HCl}$  – молярная концентрация HCl;  
 10 – переводной коэффициент (отношение объема 1 л раствора к объему воды, взятой для анализа).

Очевидно, что  $J_0 = J_{нк} + J_к$ .

По данным анализа сделайте вывод о пригодности воды для использования в системе охлаждения двигателя.

## Работа 9

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ КАРТЕРНОГО МАСЛА ПРОСТЕЙШИМИ МЕТОДАМИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

**Цель работы** – изучить простейшие методы определения состояния масла в картере двигателя, с использованием приборов полевой лаборатории.

По результатам исследований загрязненность дизельного масла не должна превышать 0.7 – 1.0 %. При большей концентрации механических примесей и продуктов окисления интенсивно увеличивается износ деталей двигателя.

**Оборудование и приборы.** Полевой вискозиметр, весы технические, пробирки с отметкой на 1 мл, бюретка на 25 мл с воронкой, палочка стеклянная, пипетка, фильтровальная бумага, бензин неэтилированный, загрязненная секция фильтра грубой очистки масла (или отложения из ротора центрифуги), свежее моторное масло той же группы, что и проверяемая, два химических стакана, трубка медная диаметром 6-8 мм, длиной 500 мм.

## Порядок выполнения работы

Заводят двигатель и прогревают его до нормальной рабочей температуры. Вынимают щуп, вставляют в отверстие медную трубку и набирают из картера в стакан примерно 25 г масла.

Для определения в масле наличия активной присадки необходимо на лист белой фильтровальной бумаги пипеткой нанести каплю масла объемом 1 мл. Положить лист с нанесенным маслом в сушильный шкаф (в полевых условиях на коллектор) и дать возможность при температуре 50-60 °С пятну увеличиться в размерах в течении 10 мин. Пятно будет иметь характер концентрических кругов разной степени почернения.

Замеряют диаметр  $D$  наружного кольца пятна (наиболее светлого) и диаметр  $d$  кольца промежуточной степени почернения (наиболее темным будет ядро пятна, характеризующее наличие механических примесей).

Отношение  $k = D/d$  характеризует наличие присадка в работающем масле. Если  $k > 1,3$ , то в масле нет активной присадки или ее концентрация недостаточна для нейтрализации кислых соединений продуктов сгорания топлива. Такое масло требует замены.

Для определения засоренности масла необходимо заготовить масло эталонной загрязненности. Для этого снять осадок с фильтра грубой очистки масла и взвесить на технических весах с точностью до 0.1 г в количестве 3 г. Взвесить 50 г свежего моторного масла в химическом стакане. Тщательно перемешать осадок со свежим маслом в стакане, в результате получится суспензия для изготовления эталонов.

На лист фильтровальной бумаги пипеткой наносят капли масла одинакового размера, но различной эталонной засоренности – от 3 до 0,25% с интервалом в 0,25 %, для чего 1 мл суспензии разбавляют в пробирке соответствующим количеством бензина из бюретки и тщательно перемешивают стеклянной палочкой (не разбейте пробирку!).

Если  $n$  – количество добавляемого бензина, мл, а  $\Xi$  – желаемое показание эталона (3,0; 2,75; 2,5 и т. д.), то

$$n = \frac{6}{\Xi - 1}.$$

Подсчитав необходимое количество бензина, результаты занесите в таблицу.

Желаемое показание эталона, %: 3,0; 2,75; 2,5; 0,25.

Если объем наносимой на фильтровальную бумагу капли невелик (например, капля, стекающая со стеклянной палочки), то для ускорения подготовки эталонов можно в пробирку добавлять каждый раз количество бензина, равное разности последующего и уже нанесенного эталона. Поэтому максимальная погрешность не превысит 5 %.

На второй лист фильтровальной бумаги наносят каплю испытуемого (из картера) масла и сравнивают характер почернения в центре пятен с эталонными. Если при этом содержание примесей превысит допустимый

предел, то следует сделать. Вывод о необходимости замены масла.

Третьим диагностическим параметром состояния масла является его вязкость, олевым вискозиметром замерьте вязкость испытуемого (из картера) масла. При этом температура испытуемого масла должна быть равна температуре окружающего воздуха (а, следовательно, и температуре масел в эталонных пробирках вискозиметра). Если испытуемое масло имеет вязкость менее 8 сСт, его необходимо заменить.

**Отчет о работе** должен содержать вывод о возможности дальнейшего использования испытуемого масла в двигателе или о необходимости его замены.

## Работа 10

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА НЕЭТИЛИРОВАННЫХ И ЭТИЛИРОВАННЫХ БЕНЗИНОВ МЕТОДОМ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА

**Цель работы** – изучить простейший методы определения октанового числа неэтилированных и этилированных бензинов, с использованием анализатора АК-3Б.

**Общие указания.** Анализатор АК-3Б (в дальнейшем анализатор) является переносным прибором и предназначен для оперативного контроля октанового числа (ОЧ) неэтилированных и этилированных бензинов группы А в местах хранения и продажи, а также для экспресс-анализа при проверке их качества.

Анализатор относится к группе автоматизированных анализаторов, когда отбор проб производится оператором вручную, а измерение октанового числа происходит автоматически.

Принцип действия анализатора основан на измерении диэлектрической проницаемости неэтилированных и этилированных автомобильных бензинов, функционально зависящей от октанового числа и передаче размера октанового числа от стандартных образцов бензина аттестованных к проверяемым бензинам.

На рисунке 1 приведена статистическая зависимость октанового числа бензинов от диэлектрической проницаемости  $\epsilon'$ .

Анализатор должен обеспечивать измерение октановых чисел в диапазоне 69-90 единиц. Значение величины октанового числа определяется по ГОСТу. Абсолютная погрешность измерения октанового числа от нормируемого значения, определяемого моторным методом, равна  $\pm 0,5$  октановой единицы. Отображение информации - цифровое.

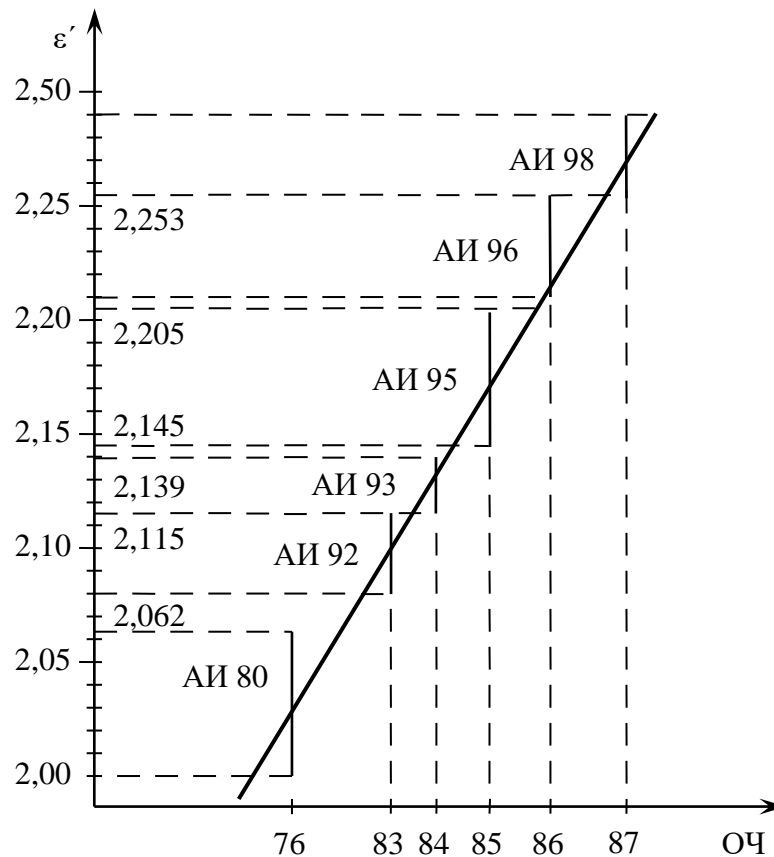


Рисунок 1 - Статистическая зависимость октанового числа от относительной диэлектрической проницаемости  $\epsilon'$

### Порядок выполнения работы

**Подготовка анализатора к работе.** Снять кожух с первичного преобразователя и крышку с внешнего электрода. Открутить внешний электрод и очистить наружную поверхность внутреннего электрода, внутреннюю и наружную поверхности внешнего электрода от консервационного масла хлопчатобумажной салфеткой, смоченной спиртом или бензином. Установить внешний электрод на место.

Подсоединить первичный преобразователь к измерительному прибору через разъем "датчик" на передней панели прибора.

Подключить питание измерительного прибора от сети переменного тока напряжением 220В и частотой 50Гц или от источника постоянного тока 9-12В (через гнезда на задней панели прибора).

Перед началом измерений необходимо выдержать анализатор и исследуемые образцы бензинов при одной температуре не менее 30 мин.

Включить прибор, нажав кнопку "СЕТЬ".

Установить кнопку АЦП/ОЧ (октановое число) в положение АЦП.

Потенциометром "Уст. 1" установить показания индикатора 1,000.



**Порядок работы.** Заполнить пространство между электродами первичного преобразователя проверяемым образцом бензина до верхнего края внешнего электрода.

Снять отсчет значения относительной диэлектрической проницаемости проверяемого образца по индикатору.

Нажать кнопку АЦП/ОЧ (октановое число) и в зависимости от положения переключателя "Мотор.-Исслед." по показаниям индикатора считать результат измерения октанового числа по моторному и исследовательскому методу соответственно.

Показания индикатора должны соответствовать таблице 1.

Таблица 1 - Показания индикатора

| ОЧ по исследовательскому методу | ОЧ по моторному методу |
|---------------------------------|------------------------|
| АИ 80,0                         | А 76,0                 |
| АИ 91,0                         | А 82,0                 |
| АИ 92,0                         | А 83,0                 |
| АИ 93,0                         | А 84,0                 |
| АИ 95,0                         | А 85,0                 |
| АИ 96,0                         | А 86,0                 |

В случае несоответствия показаний индикатора паспортным данным проверяемых бензинов (либо полного отсутствия показаний) перевести режим работы анализатора в положение АЦП (для чего отпустить кнопку АЦП/ОЧ), считать показания индикатора в относительных единицах и по графику (рис. 1) уточнить октановое число (марку) проверяемого бензина.

***Примечание: увеличение показаний анализатора свидетельствует о наличии в проверяемом бензине воды или дизтоплива.***

Вылить проверяемый бензин из первичного преобразования. Показание индикатора должно соответствовать 1,000.

Увеличение показаний свидетельствует о наличии в первичном преобразователе остатков бензина, которые следует удалить путем вытряхивания, либо заново провести подготовку к работе анализатора.

В первичный преобразователь следует заливать только бензин. При случайном попадании других жидких веществ необходимо промыть первичный преобразователь водой и протереть с подготовкой анализатора к работе до удаления остатков жидких веществ.

По окончании работы с анализатором, промыть первичный преобразователь водой и протереть, завернуть крышку и надеть кожух.

**Отчет о работе** должен содержать вывод о качестве испытуемого бензина.

## Литература

1. Кузнецов, А.В. Топливо и смазочные материалы: учебник / А.В.Кузнецов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2010. – 160 с.
2. Карташевич, А.Н. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка, А.В. Гордеенко. — Электрон. текст. дан. — Мн.: Новое знание, 2014. — 421 с. — Режим доступа: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).
3. Балабанов, В.И. Триботехнология в техническом сервисе машин. Теория и практика эффективной эксплуатации и ремонта машин / В.И. Балабанов, С.А.Ищенко, В.И. Беклемышев . – М.: Изумруд, 2013. - 177 с.

## Приложение 1

Температурные поправки при определении плотности нефтепродукта

| Плотность       | Температурная поправка на 1 °С | Плотность       | Температурная поправка на 1°С |
|-----------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 0,6900 – 0,6999 | 0,000910                       | 0,8500 – 0,8599 | 0,000699                      |
| 0,7000 – 0,7099 | 0,000897                       | 0,8600 – 0,8699 | 0,000686                      |
| 0,7100 – 0,7199 | 0,000884                       | 0,8700 – 0,8799 | 0,000673                      |
| 0,7200 – 0,7299 | 0,000870                       | 0,8800 – 0,8899 | 0,000660                      |
| 0,7300 – 0,7399 | 0,000857                       | 0,8900 – 0,8999 | 0,000647                      |
| 0,7400 – 0,7499 | 0,000844                       | 0,9000 – 0,9099 | 0,000633                      |
| 0,7500 – 0,7599 | 0,000831                       | 0,9100 – 0,9199 | 0,000620                      |
| 0,7600 – 0,7699 | 0,000818                       | 0,9200 – 0,9299 | 0,000607                      |
| 0,7700 – 0,7799 | 0,000805                       | 0,9300 – 0,9399 | 0,000594                      |
| 0,7800 – 0,7899 | 0,000892                       | 0,9400 – 0,9499 | 0,000584                      |
| 0,7900 – 0,7999 | 0,000778                       | 0,9500 – 0,9599 | 0,000567                      |
| 0,8000 – 0,8099 | 0,000725                       | 0,9600 – 0,9699 | 0,000554                      |
| 0,8100 – 0,8199 | 0,000725                       | 0,9700 – 0,9799 | 0,000542                      |
| 0,8200 – 0,8299 | 0,000738                       | 0,9800 – 0,9899 | 0,000528                      |
| 0,8300 – 0,8399 | 0,000725                       | 0,9900 – 1,0000 | 0,000515                      |
| 0,8400 – 0,8499 | 0,000712                       |                 |                               |

## Приложение 2

## Показатели качества моторных масел для автотракторных дизелей

| Наименование показателя   | Норма данной марки трактора |                    |                   |                    |                    |                     |
|---|-----------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|   | М-8В <sub>2</sub>           | М-10В <sub>2</sub> | М-8Г <sub>2</sub> | М-10Г <sub>2</sub> | М-8Г <sub>2к</sub> | М-10Г <sub>2к</sub> |
| Кинематическая вязкость, Сст:<br>при 100°С<br>при 0°С, не более | 8 ± 0,5<br>1200             | 11 ± 0,5<br>–      | 8 ± 0,5<br>1200   | 11 ± 0,5<br>–      | 8 ± 0,5<br>1200    | 11 ± 0,5<br>–       |
| Индекс вязкости, не менее                                       | 90                          | 90                 | 90                | 90                 | 90                 | 90                  |
| Массовая доля, в %:<br>механических примесей<br>воды, не более  | 0,015                       | 0,015              | 0,015             | 0,015              | 0,015              | 0,015               |
|   | следы                       |                    |                   |                    |                    |                     |
| Температура вспышки в<br>открытом тигле, °С, не ниже            | 200                         | 205                | 200               | 205                | 200                | 205                 |
| Температура застывания °С,<br>не выше                           | -25                         | -15                | -25               | -15                | -30                | -15                 |
| Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup>                           | 905                         | 905                | 905               | 905                | 905                | 905                 |

## Приложение 3

## Показатели качества моторных масел для карбюраторных двигателей

| Наименование показателя  | Норма данной марки масла |                   |                   |                       |                    |
|--|--------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
|  | М-8Б <sub>1</sub>        | М-8В <sub>1</sub> | М-8Г <sub>1</sub> | М-6з/10Г <sub>1</sub> | М-12Г <sub>1</sub> |
| Кинематическая вязкость,<br>сСт:<br>при 100°С, не более<br>при 0°С | 8 ± 0,5<br>1200          | 8 ± 0,5<br>1200   | 8 ± 0,5<br>–      | 10 ± 0,5<br>1000      | 12 ± 0,5<br>–      |
| Индекс вязкости, не менее  | 90                       | 90                | 100               | 125                   | 95                 |
| Массовая доля, в %:<br>механических примесей<br>воды, не более     | 0,015                    | 0,015             | 0,015             | 0,015                 | 0,015              |
|  | следы                    |                   |                   |                       |                    |
| Температура вспышки в<br>открытом тигле, °С, не<br>ниже            | 200                      | 200               | 210               | 210                   | 220                |
| Температура застывания<br>°С, не выше                              | -25                      | -25               | -30               | -32                   | -20                |
| Плотность при 20 °С,<br>кг/м <sup>3</sup>                          | 900                      | 900               | 900               | 900                   | 900                |

## Приложение 4

## Характеристики испаряемости бензинов

| Наименование показателя                  | Значение для класса |     |                |     |     |
|--|---------------------|-----|----------------|-----|-----|
|  | 1                   | 2   | 3              | 4   | 5   |
| Температура начала перегонки, °С не ниже | 35                  | 35  | Не нормируется |     |     |
| Пределы перегонки, °С не выше:           | 75                  | 70  | 65             | 60  | 55  |
| 10 %                                     | 120                 | 115 | 110            | 105 | 100 |
| 50 %                                     | 190                 | 185 | 180            | 170 | 160 |
| 90 %                                     |                     |     |                |     |     |
| Конец кипения, °С не ниже                | 215                 |     |                |     |     |
| Доля остатка в колбе, % (по объему)      | 2                   |     |                |     |     |
| Остаток и потери, % (по объему)          | 4                   |     |                |     |     |

## Приложение 5

## Показатели качества дизельного топлива

| Показатель                                   | Нормы для данного вида |            |                 |
|--|------------------------|------------|-----------------|
|  | Летнее (л)             | Зимнее (з) | Арктическое (а) |
| Цетановое число, не менее                    | 40                     | 45         | 45              |
| Кинематическая вязкость при 20°С, сСт        | 3-6,0                  | 1,8-5,0    | 1,5-4           |
| Температура застывания, °С                   | - 10                   | - 35; - 45 | - 55            |
| Температура помутнения, °С                   | - 5                    | - 25       | -               |
| Массовая доля серы, % для топлива            |                        |            |                 |
| 1 вида                                       | 0,2                    | 0,2        | 0,2             |
| 2 вида                                       | 0,5                    | 0,5        | 0,4             |
| Концентрация фактических смол, мг на 100 мл. | 40                     | 30         | 30              |

Журавлёв Дмитрий Михайлович  
Шишлов Сергей Александрович

Топливо и смазочные материалы. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям для студентов очного и заочного обучения направления подготовки 35.03.06 "Агроинженерия" / ФГБОУ ВО ПГСХА; Сост. Д.М. Журавлёв, С.А. Шишлов. - Уссурийск, 2019. – 29 с.

**Электронное издание**