

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** **2 696 810** ⁽¹¹⁾ ⁽¹³⁾ **C1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[G01N 11/00 \(2006.01\)](#)

(52) СПК

[G01N 11/00 \(2019.05\)](#)(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 16.08.2019)

(21)(22) Заявка: [2018147515](#), 29.12.2018(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.12.2018Дата регистрации:
06.08.2019Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 29.12.2018(45) Опубликовано: [06.08.2019](#) Бюл. № [22](#)(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: [RU 2209422 C1](#), 27.07.2003. [RU](#)
[2263301 C1](#), 27.10.2005. [EP 1586546 A2](#),
19.10.2005. [RU 2382353 C1](#), 20.02.2010. [RU](#)
[2054663 C1](#), 20.02.1996.Адрес для переписки:
344000, Ростовская обл., г. Ростов-на-Дону,
пл. Гагарина, 1, ДГТУ, отдел
интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Белозеров Валерий Владимирович (RU),
Лукьянов Александр Дмитриевич (RU),
Обухов Павел Серафимович (RU),
Абросимов Дмитрий Владимирович (RU),
Любавский Алексей Юрьевич (RU),
Белозеров Владимир Валерьевич (RU)

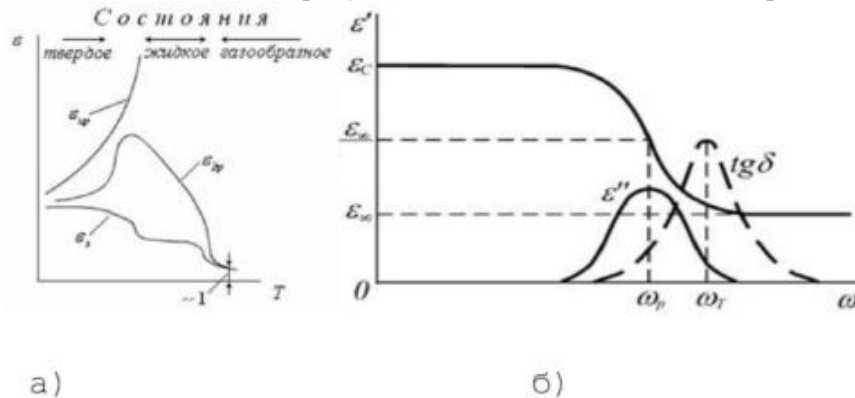
(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Донской государственный
технический университет", (ДГТУ) (RU)(54) **СПОСОБ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ЖИДКИХ ФАСОВАННЫХ ПРОДУКТОВ И УСТАНОВКА
ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам исследования текучих сред, преимущественно к измерению кинематической вязкости, и может быть использовано при контроле качества авиационных керосинов и дизельных топлив в лабораторных условиях на местах производства. Способ экспресс-анализа жидких фасованных продуктов заключается в том, что исследуемый жидкий продукт в расфасованной таре помещается на электронные весы, подключенные к компьютеру, измеряющие его вес и температуру окружающей среды, что позволяет вычислить плотность жидкого продукта (ρ) как разность измеренного значения и эталонного веса пустой тары, деленного на нормативный объем жидкого продукта, и с помощью формулы Менделеева получить значения плотностей жидкого продукта при стандартных положительных и отрицательных температурах (ρ_i), после чего, опустив в исследуемый жидкий продукт емкостный датчик, подключенный к измерителю иммитанса, который также подключен к компьютеру, по командам которого в определенном порядке изменяются частоты измерений в диапазоне от 1 до 106 Гц, осуществляется регистрация и запись в память значений электропроводностей, сопротивлений, емкостей и тангенсов углов потерь ($\operatorname{tg} \delta_i$), по которым вычисляются отношения электропроводностей на разных частотах (n_i), удельные теплоты сгорания (Q_i), являющиеся функциями этих отношений при температурах регистрации, характеристических частот (f_i), при которых электропроводность не зависит от температуры, а также диэлектрические проницаемости (ϵ_i), макроскопические и микроскопические времена релаксации жидкого продукта (τ_i) по уравнению Паулса,

после чего по отношениям Дебая определяются динамические вязкости жидких продуктов (η_i), а делением на полученные плотности - кинематические вязкости (ν_i), отличающийся тем, что в отношения Дебая подставляются стандартные и дополненные соответствующими временами релаксации (τ_v) табличные данные воздуха (η_v, ν_v) при текущей температуре. Установка для осуществления способа состоит из компьютера с подключением к нему через соответствующие интерфейсы электронных весов и измерителя иммитанса, который соединен с емкостным датчиком, опускаемым в исследуемый жидкий продукт, через отверстие в таре, куда тот расфасован, а с помощью соответствующего программного обеспечения, управляемого компьютером, осуществляющая в течение десятка секунд идентификацию жидкого продукта и определение его качества путем сравнения измеренных и вычисленных параметров с введенными/хранящимися в памяти параметрами эталонов. Техническим результатом является идентификация и контроль качества жидких продуктов. 2 н. и 2 з.п. ф-лы, 3 ил., 3 табл.



Фиг. 1

Изобретение относится к способам исследования текучих сред, преимущественно к измерению кинематической вязкости, и может быть использовано при контроле качества авиационных керосинов и дизельных топлив в лабораторных условиях на местах производства.

Исследования жидких фасованных продуктов показали [1, 2], что помимо стандартных методов, которые являются лабораторными, чрезвычайно трудоемкими, затратными и длительными [3-9], появились экспресс-методы [1, 10], позволяющие в течение минут определить их основные параметры.

Основными параметрами промышленных жидких продуктов (топлив, масел, охлаждающих жидкостей и т.д.), и продуктово-бытовых жидкостей (бутилированной воды, алкогольных и безалкогольных напитков, растительных масел, моющих и косметических средств и т.д.), по которым они идентифицируются (помимо определения их химических составов), являются [3-9]:

- кинематическая и динамическая вязкость,
- плотность,
- температуры замерзания и вспышки/самовоспламенения,
- щелочные или кислотные числа и токсичность,
- цвет, прозрачность и помутнение и некоторые другие.

И промышленные жидкие продукты (ПЖП), и продуктово-бытовые жидкости (ПБЖ) реализуются, в основном, в различной таре (стеклянной, полимерной и т.д.), розлив в которую, как правило, осуществляют автоматизированные линии и установки [11-15].

Большинство производителей, как ПЖП, так и ПБЖ практикуют защиту своей продукции от подделки применением фирменной тары (бутылок, банок, канистр и т.д.), закрытием после наполнения различными пломбами и пробками. Пробки видоизменяют, вводят разрушаемые фиксаторы и голографические наклейки и т.д. Однако, несмотря на все ухищрения, объемы контрафактной продукции не уменьшаются. Так на сегодняшний день до 30% всех моторных масел, реализуемых в России, являются поддельными, подделок охлаждающих жидкостей реализуется до 40%, тормозных жидкостей - до 50%! Аналогичная картина и с ПБЖ, но что особенно опасно - подделки представляют угрозу здоровью населения [16, 17].

Известен в части определения влажности «Способ определения массовой доли воды в нефтях и продуктах остаточной дистилляции по измерению диэлектрической проницаемости на различных частотах» - патент РФ №2192001 от 27.10.2002. Практически изобретение реализуется с помощью измерителей иммитанса, путем

измерения емкостей датчика на частоте 1 кГц и на частоте 1 МГц (в воздухе - $C_{01кГц}$ и $C_{01МГц}$), а затем в нефти - $C_{Н1кГц}$ и $C_{Н1МГц}$), после чего вычисляются их относительные разности, характеризующие приращение диэлектрической проницаемости ($\Delta\epsilon_t$), а затем определяют массовую долю воды в данной нефти в процентах по следующим формулам [19]:

$$\Delta\epsilon_t = C_{Н1кГц} / C_{01кГц} - C_{Н1МГц} / C_{01МГц} \quad (3)$$

$$X_{H_2O} = \Delta\epsilon_t / k_{\epsilon,t}, \quad (4)$$

где $k_{\epsilon,t} = k_{\epsilon,20} + m_2 \cdot (20-t)$, $k_{\epsilon,20}$ - концентрационные коэффициенты.

Еще одним близким аналогом является «Способ экспрессного определения кинематической вязкости авиационных керосинов и дизельных топлив» - см. Патент RU №2263301 G01N 11/00, G01N 33/26 опубликован 27.10.2005), включающий регистрацию информативного показателя и последующий расчет величины кинематической вязкости, отличающийся тем, что в качестве информативного показателя используют величину плотности анализируемого продукта при 20°C, а кинематическую вязкость при 20°C рассчитывают по следующей зависимости:

$$v_{20} = k_1 \cdot \rho_4^{20} - k_2,$$

где v_{20} - кинематическая вязкость при 20°C, мм²/с;

$k_1 = 23,1$, $k_2 = 16,77$ - для топлив с плотностью от 0,780 до 0,820 г/см³;

$k_1 = 200$, $k_2 = 161,83$ - для топлив с плотностью от 0,820 до 0,842 г/см³;

ρ_4^{20} - плотность анализируемого продукта при 20°C, г/см³.

Основным недостатком является необходимость нахождения отдельных эмпирических коэффициентов и построения номограмм для разных типов нефтепродуктов (топлив, масел и т.д.), а также большая погрешность, возникающая из-за линейного приближения расчетной формулы.

При этом, когда плотность топлив определяется в полевых внелабораторных условиях в интервале температур окружающей среды от минус 10°C до плюс 30°C, ее значения не переводятся в величину при 20°C согласно ГОСТ 3900, а определяется сразу кинематическая вязкость горючих при 20°C по разработанной авторами номограмме.

Наиболее близким устройством является «Устройство диагностики состояния нефтей и продуктов нефтепереработки по их активной электропроводности и диэлектрической проницаемости» - (см патент RU №2209422 C1, G01N 27/04, G01N 27/22, опубл. 27.07.2003). Устройство содержит перестраиваемый генератор электромагнитных колебаний в диапазоне 1 кГц - 1 МГц, воздействующих на сенсор с диагностируемым продуктом и измеритель температуры. Сигналы от сенсора поступают в определители активной электропроводности и диэлектрической проницаемости. От измерителя температуры и от определителей данные поступают в микропроцессор и далее в банк данных. Окончательные результаты в виде диэлектрических проницаемостей, активных электропроводностей, отношений электропроводностей на разных частотах, удельной теплоты сгорания, являющейся функцией этого отношения при данной температуре (t), характеристические частоты (f_i), при которой электропроводность не зависит от температуры, а также зависимости активной электропроводности и диэлектрической проницаемости от частоты передаются на индикатор с возможностью вывода на компьютер. При этом теплоту сгорания определяют по формуле [18]:

$$Q = (q - a) - (\Delta q - b) \ln n \text{ (кДж/кг)}, \quad (2)$$

где $n = \chi_{1МГц} / \chi_{1кГц}$ - критерий тождественности нефтей при температуре t в диапазоне от 0 до 50 С; $q = 47250,2$ кДж/кг - теплота сгорания нефти, содержащей легкие фракции, $\Delta q = 758$ кДж/кг - уменьшение теплоты сгорания для нефти, содержащей тяжелые фракции, $a = 0,2374t + 2,878t$; $b = 0,143t - 4,25t$.

Задачей изобретения является создание способа экспресс-анализа жидких фасованных продуктов, на предмет их идентификации и соответствия стандартам и техническим условиям производства, т.е. качества жидких продуктов, а также для выявления контрафакта.

Сущность изобретения способа экспресс-анализа жидких фасованных продуктов заключается в том, что исследуемый жидкий продукт в расфасованной таре, помещается на электронные весы, подключенные к компьютеру, измеряющие его вес и температуру окружающей среды, что позволяет вычислить плотность жидкого продукта (ρ), как разность измеренного значения и эталонного веса пустой тары,

деленного на нормативный объем жидкого продукта, и с помощью формулы Менделеева получить значения плотностей жидкого продукта при стандартных положительных и отрицательных температурах (ρ_i), после чего, опустив в исследуемый жидкий продукт емкостный датчик, подключенный к измерителю иммитанса, который также подключен к компьютеру, по командам которого в определенном порядке изменяются частоты измерений в диапазоне от 1 до 10^6 Гц, осуществляется регистрация и запись в память значений электропроводностей, сопротивлений, емкостей и тангенсов углов потерь ($\text{tg}\delta_i$), по которым вычисляются - отношения электропроводностей на разных частотах (n_i), удельные теплоты сгорания (Q_i), являющиеся функциями этих отношений при температурах регистрации, характеристических частот (f_i), при которых электропроводность не зависит от температуры, а также вычисляются диэлектрические проницаемости (ϵ_i), макроскопические и микроскопические времена релаксации жидкого продукта (τ_i) по уравнению Паулса, после чего по отношениям Дебая определяются динамические вязкости жидких продуктов (η_i), а делением на полученные плотности - кинематические вязкости (ν_i), отличающийся тем, что, в отношения Дебая подставляются стандартные и дополненные соответствующими временами релаксации (τ_b) табличные данные воздуха (η_b, ν_b) при текущей температуре (таб. 3).

Для повышения достоверности идентификации и определения качества жидких продуктов, по формулам температурных зависимостей диэлектрических проницаемостей и тангенсов углов потерь, а также формулам Вальтера для кинематических вязкостей, вычисляются их значения при стандартных положительных и отрицательных температурах, а также вычисляются разности диэлектрических проницаемостей ($\Delta\epsilon_i$) на определенных частотах и по эмпирическим формулам определяются массовые доли воды ($x_{\text{H}_2\text{O}}$) в жидких продуктах, которые добавляются к измеренным и вычисленным параметрам, после чего формируются матрицы («образы») жидких продуктов, которые сравниваются с введенными/хранящимися в памяти компьютера «эталонными образами» - аналогичными матрицами производителей жидких продуктов.

Окончательная идентификация жидкого фасованного продукта, а также соответствие его установленным параметрам качества и количества, осуществляется с учетом допустимых отклонений, установленными соответствующими стандартами и техническими условиями на расфасованные жидкие продукты и их тары.

Установка для осуществления способа, состоящая из компьютера, с подключением к нему через соответствующие интерфейсы электронных весов и измерителя иммитанса, который соединен с емкостным датчиком, опускаемым в исследуемый жидкий продукт, через отверстие в таре, куда тот расфасован, а с помощью соответствующего программного обеспечения управляемого компьютером, осуществляющая в течение десятков секунд идентификацию жидкого продукта и определение его качества, путем сравнения измеренных и вычисленных параметров с введенными/хранящимися в памяти параметрами эталонов.

Технический результат - идентификация и соответствие стандартам и техническим условиям производства, т.е. контроль качества жидких продуктов, а также для выявления контрафакта.

«Образы» эталонов жидких продуктов, которые вводятся и хранятся в памяти компьютера, состоят из двух групп характеристик:

первая - характеристики жидкого продукта, расфасованного в тару (вес, плотность, спектры электропроводностей, сопротивлений, диэлектрических проницаемостей и тангенсов потерь в диапазоне 1- 10^6 Гц, динамическая и кинематическая вязкости при текущей и стандартных температурах, индекс вязкости, температура застывания);

вторая - характеристики тары, в которую расфасован жидкий продукт (тип и вес тары, тип и вес крышки тары, объем тары).

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 - представлена зависимость диэлектрической проницаемости от температуры (а) и частоты (б); фиг 2 - измеритель диэлектрических свойств жидкости; фиг. 3 - блок-схема установки (ПАК - переносного автоматического комплекса);

Изобретение осуществляется следующим образом:

Из-за зависимости электропроводности жидких сред от концентрации компонентов в них, различают два ее основных вида: удельную электропроводность - κ и эквивалентную - λ , определением которых «занимается» кондуктометрия [20]. При этом удельная электропроводность жидкости является обратной величиной удельного

сопротивления (r) $\kappa = 1/r$, а эквивалентная и удельная электрические проводимости связаны соотношениями:

$$\lambda = \kappa_0 / C \text{ и } \lambda = \kappa_0 V \quad (5)$$

где C - концентрация компонентов жидкости (моль/мл); V - объем жидкости (мл), содержащий при данной концентрации 1 грамм-моль компонента.

Частным случаем электрометрии, или, как это принято определять в анализе импеданса, является диэлектометрия [21], в которой определяются соотношения между потерями проводимости и диэлектрическими потерями, в жидких и вязких средах с диэлектрическими свойствами в частности, которые выражаются, диэлектрической проницаемостью ϵ , и определяются через измерения тангенса угла потерь $\text{tg}\delta$ и проводимости σ :

$$\epsilon = \epsilon' - i\epsilon'' \rightarrow \text{tg}\delta = \epsilon''/\epsilon' = \sigma / \omega \epsilon' \epsilon_0 \quad (6)$$

где ϵ - относительная диэлектрическая проницаемость; ϵ'' - комплексная часть диэлектрической проницаемости; ϵ' - действительная часть диэлектрической проницаемости; σ - активная проводимость, учитывающая оба вида потерь; ω - круговая частота; ϵ_0 - диэлектрическая проницаемость вакуума ($8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м).

Используя формулы Дебая [22], можно определить времена релаксации (τ) жидких сред:

$$\epsilon'' = \frac{(\epsilon - \epsilon_\infty)\omega\tau}{1 + \omega^2\tau^2} \quad \epsilon' = \epsilon_\infty + \frac{\epsilon - \epsilon_\infty}{1 - \omega^2\tau^2} \quad \text{tg}\delta = \frac{\epsilon''}{\epsilon'} = \frac{(\epsilon - \epsilon_\infty)\omega\tau}{\epsilon + \epsilon_\infty\omega^2\tau^2} \quad (7)$$

где ϵ - относительная диэлектрическая проницаемость; ϵ'' - комплексная часть диэлектрической проницаемости; ϵ' - действительная часть диэлектрической проницаемости.

Комплексная часть диэлектрической проницаемости ϵ'' стремится к нулю, как при малых, так и при больших значениях $\omega\tau$ и достигает максимума при $\omega_m\tau=1$ (фиг. 1 «б»), в котором

$$\epsilon''_m = \frac{(\epsilon - \epsilon_\infty)}{2} \quad \epsilon'_m = \frac{(\epsilon + \epsilon_\infty)}{2} \quad , \quad (8)$$

а сама комплексная диэлектрическая проницаемость равна

$$\epsilon^* = \epsilon_m + \frac{(\epsilon - \epsilon_\infty)}{1 + i\omega \left(\frac{\epsilon + 2}{\epsilon_\infty + 2} \right) \tau_\mu} \quad (9)$$

где τ_μ называется молекулярным или микроскопическим временем релаксации. Связь молекулярного времени релаксации (τ_μ) с макроскопическим временем релаксации (τ) выражается уравнением Паулса [22]:

$$\tau = \frac{3\epsilon}{2\epsilon + \epsilon_\infty} \tau_\mu \quad , \quad (10)$$

которое (в пределе для жидкости - фиг. 1 «а») можно аппроксимировать формулой:

$$\tau = \frac{3\epsilon}{2\epsilon + 1} \tau_\mu \quad (11)$$

Тогда, с точки зрения сравнения любой эталонной жидкости с исследуемой, можно использовать отношение указанных времен, которые по Дебаю связаны с их вязкостями - η_j , простым соотношением:

$$\tau_{\mu 2} = \tau_{\mu 1} \left(\frac{\eta_2}{\eta_1} \right) \quad (12)$$

Таким образом, вместо отбора проб и определения кинематической вязкости - ν с помощью вискозиметра, и последующего вычисления (через плотность) динамической вязкости - η , можно вначале определить физическую вязкость (динамическую) по изменению диэлектрической проницаемости в сравнении с эталоном, в т.ч. с учетом температуры и частоты, а затем вычислить кинематическую его вязкость по «обратной» формуле стандарта, если известна плотность жидкого продукта [5]:

$$\nu = \eta/\rho \quad (13)$$

Принимая во внимание тот факт, что все выпускаемые жидкие продукты, как правило, сертифицированы и имеют высокие параметры качества, т.е. стабильность

состава, достоверность показателей вязкости и плотности при определенных температурах, а также точность фасовки в фирменную тару [15, 23], был разработан предлагаемый метод экспресс-анализа фасованной жидкой продукции, на предмет идентификации контрафакта. Способ был разработан и проверен в рамках экспертизы партии моторного масла Castrol Magnates в количестве 439 канистр, на предмет выделения из нее контрафактной продукции [2].

Описание способа для моторного масла

Как правило, производители нефтепродуктов публикуют на своих сайтах [15] основные характеристики своей продукции, масла в частности (таблицы 1, 2) а в паспортах, сопровождающих каждую партию масла, указывают их чистый вес (массу нетто) и количество канистр.

При разработке заявляемого способа дополнительно к указанным данным все канистры с эталонами были взвешены, после чего вскрыты, и с помощью коаксиального емкостного датчика и измерителя иммитанса E7-22 измерены емкости и тангенсы углов потерь масел, расфасованных в них. Далее эталонные масла были перелиты в другую тару, а канистры из-под эталонов были вымыты, высушены и взвешены, включая крышки [2] (см. таблицы 1, 2).

Следовательно, зная массы пустых канистр объемом 1 и 4 литра с крышками, можно взвешиванием, не вскрывая их и без отбора пробы, определить плотность жидкостей в них по формуле:

$$\rho_i = (m_i - m_j) / V_{ij} \quad (14)$$

где m_i - измеренный вес i -го образца в фасованной таре; m_j - вес j -той эталонной тары; $V_{ij}=1$ л, 2 л...Nл - эталонный объем i -той жидкости, заливаемой в j - объем тары.

При этом изменение плотности от температуры определяется по формуле Менделеева [24]:

$$\rho_T = \frac{\rho_{293}}{1 + \beta_p (T - 293)} \quad \text{или} \quad \rho(t) = \rho_{20^\circ\text{C}} - \Delta t \cdot (t - 20^\circ\text{C}) \quad (15)$$

где ρ_T и ρ_{293} - плотность нефтепродуктов соответственно при температурах T и 293°K ; β_p - коэффициент объемного расширения; $\Delta t = (18,310 - 13,233 \cdot \rho_{22^\circ\text{C}}) \cdot 10^{-4}$ - температурная поправка к плотности на один градус; t - искомая температура, $^\circ\text{C}$.

Экспертиза около 500 штук 4-х и 1-литовых канистр с маслом Castrol Magnates показала высокую точность предлагаемого способа [2].

Дело в том, что одна линия автоматизированного розлива масел RLFMS, которая, например, используется ЛУКОЙЛом, и включена в Государственный реестр средств измерений (Регистрационный номер 41083-09), имеет 11 дозаторов на 3 диапазона объема и массы дозирования канистр и обеспечивает следующую точность [23]:

объем 1 литр - масса от 0,82 до 0,91 кг - точность от 2,87 г до 3,19 г;

объем 4 литра - масса от 3,36 до 3,63 кг - точность от 11,76 г до 12,71 г;

объем 5 литров - масса от 4,20 до 4,54 кг - точность от 14,7 г до 15,89 г.

Стандарт на полимерную тару [25] требует устанавливать в нормативных документах на тару для конкретных видов продукции значения и предельные отклонения от номинальных размеров и массы тары, которые не должны превышать [приложение К]:

0,1 мм. - для геометрических размеров (п. 9.2.1);

0,05 мм. - для толщины стенки (п. 9.3.1);

10% - для номинальной вместимости (п. 9.4.1);

10% - для массы тары (п. 9.5.1).

Поэтому канистры могут иметь следующий разброс по массе:

объем 1 литр - масса 0,07 кг - точность 7,0 г;

объем 4 литра - масса 0,26 кг - точность 26 г.

Таким образом, можно вычислить плотность образца со следующей точностью:

для объема 1 литр - $\Delta\% = 100 \cdot [(820 + 2,87 + 7,0) / 1000 - (820 - 2,87 - 7,0) / 1000] / 0,820 = (0,01974 / 0,820) \cdot 100 = 0,02407 \cdot 100 = 2,4\%$;

для объема 4 литра - $\Delta\% = 100 \cdot [(3360 + 11,76 + 26,0) / 1000 - (3360 - 11,76 - 26,0) / 1000] / 3360 = (0,07552 / 3,360) \cdot 100 = 2,24\%$.

Зарубежные производители, Castrol в частности, используют оборудование динамического весового дозирования CRANDALL International, которое обеспечивает точность (при розливе в тару до 20 кг) - 0,05% [13, 15], т.е. в 7 раз точнее, чем итальянское оборудование ЛУКОЙЛА, а предельные отклонения от номинальных размеров и массы их тары - не более 1%. В этом случае точность определения плотности составит:

для объема 1 литр - $\Delta\% = 100 \cdot [(820 + 0,41 + 0,7)/1000 - (820 - 0,41 - 0,7)/1000] / 0,820 = (0,00222/0,820) \cdot 100 = 0,0027 \cdot 100 = 0,27\%$;

для объема 4 литра - $\Delta\% = 100 \cdot [(3360 + 1,68 + 2,6)/1000 - (3360 - 1,68 - 2,6)/1000] / 3360 = (0,00856/3360) \cdot 100 = 0,25\%$.

Как следует из выше приведенных формул и уравнений (6-13), измерения $C_{изм}$ и $tg\delta$ образцов, например с помощью Е7-22 с коаксиальным емкостным датчиком [26], позволяют вычислить среднее значение относительной диэлектрической проницаемости (ϵ) образцов масел, и при наличии данных эталонов (τ_0 , η_0), - определить динамическую вязкость образца масла (η_0), через вычисление молекулярного (τ_0) и макроскопического времен релаксации (τ):

$$\begin{cases} \epsilon = \frac{C_{изм}}{C_0} \\ \eta_0 = \frac{\tau_0 \eta_s}{\tau_s} \\ \tau = \frac{3\epsilon}{2\epsilon + 1} \tau_0 \\ tg\delta = \frac{(\epsilon - \epsilon_\infty) \cdot \omega \tau}{\epsilon + \epsilon_\infty \omega^2 \tau^2} \end{cases} \quad (16)$$

Принимая во внимание, что измерения проводятся на определенных частотах (в диапазоне работы измерителя иммитанса), а значение $\epsilon_\infty \rightarrow 1$ (фиг. 1 «а») при высоких температурах (например, при парообразовании), получим:

$$tg\delta \cdot (\epsilon + \omega^2 \tau^2) = (\epsilon - 1) \cdot \omega \tau \quad \text{или} \quad tg\delta \cdot \omega^2 \tau^2 - (\epsilon - 1) \omega \tau + tg\delta \cdot \epsilon = 0 \quad (17)$$

Заменяя ω на $2\pi f$ и разделив каждый член уравнения на множитель при τ^2 , получим:

$$\tau^2 - \tau \frac{(\epsilon - 1)}{2\pi f tg\delta} + \frac{\epsilon}{4\pi^2 f^2} = 0 \quad (18)$$

Подставляя частоты измерений и измеренные значения $tg\delta$ и ϵ образцов, найдем макроскопические времена релаксации (τ) исследуемых образцов масла при температуре окружающей среды:

$$\tau_{1,2} = \frac{(\epsilon - 1)}{4\pi f tg\delta} \pm \sqrt{\frac{(\epsilon - 1)^2}{16 \cdot f^2 \pi^2 tg^2 \delta} - \frac{\epsilon}{4\pi^2 f^2}} \quad (19)$$

После этого по третьему уравнению системы (16) определяется молекулярное время (τ_0) образца, а по второму - его динамическая вязкость (η_0).

Для сравнения полученных результатов, с эталонными значениями при трех общепринятых стандартных температурах (15°C, 40°C, 100°C) и двух отрицательных - застывания и предельной температуры эксплуатации соответствующего типа масла, использовано ограничение значения потерь в нефтепродуктах при 100°C ($tg\delta \leq 0,02$) и формулы температурной зависимости $tg\delta$ и ϵ [27]:

$$tg\delta(T) = tg\delta_{20} \exp[k \cdot (T - 20^\circ C)] \quad (20)$$

$$TKE_\epsilon = \frac{1}{\epsilon} \frac{(\epsilon_2 - \epsilon_1)}{(T_2 - T_1)} \cdot \frac{1}{\rho} \frac{(\rho_2 - \rho_1)}{(T_2 - T_1)}, \quad 1/\text{град.}, \quad (21)$$

а также формулы Вальтера, выражающие зависимости кинематической вязкости от температуры [28]:

$$\lg \lg(v + 0,8) = a + b \lg T \quad (22)$$

где эмпирические коэффициенты a и b определяются по известным парам значений v и T , по следующим формулам:

$$a = \lg \lg(v_1 + 0,8) - b \lg T_1 \quad \text{и} \quad b = \frac{\lg[\lg(v_1 + 0,8)/\lg(v_2 + 0,8)]}{\lg \frac{T_1}{T_2}} \quad (23)$$

Для идентификации образцов масла Castrol, были использованы данные кинематической и динамической вязкости эталонов при 3-х значениях положительных температур (15°C, 40°C, 100°C) и 2-х отрицательных (застывания и эксплуатационной, зависящих от марки масла), которые были найдены по формулам Вальтера для эталонов:

$$5W-30 A3/B4 \rightarrow \lg \lg(v+0,8) = 7,46501 - 2,885031258 \cdot \lg T \quad (24)$$

$$5W-30 A5 \rightarrow \lg \lg(v+0,8) = 8,28018 - 3,216868291 \cdot \lg T \quad (25)$$

$$5W-40 A3/B4 \rightarrow \lg \lg(v+0,8) = 7,23652 - 2,790862353 \cdot \lg T \quad (26)$$

$$10W-40 A3/B4 \rightarrow \lg \lg(v+0,8) = 7,22062 - 2,779909558 \cdot \lg T \quad (27)$$

$$5W-40 DPF \rightarrow \lg \lg(v+0,8) = 7,29566 - 2,81431707 \cdot \lg T \quad (28)$$

$$5W-30 AP \rightarrow \lg \lg(v+0,8) = 7,71344 - 2,987622646 \cdot \lg T \quad (29)$$

$$10W-40 B4 \rightarrow \lg \lg(v+0,8) = 7,22080 - 2,779978337 \cdot \lg T \quad (30)$$

Аналогично, для идентификации образцов масла по температуре застывания, использованы формулы Вальтера (24-30), при значении кинематической вязкости $10000 \text{ мм}^2/\text{с}$ [29]:

$$\lg \lg(10000 + 0,8) = a_i - b_i \lg T_i \rightarrow T_i = 10^{\left[\frac{\lg(10000+0,8)-a_i}{b_i} \right]} \quad (31)$$

где 10000 - кинематическая вязкость i -го нефтепродукта при температуре застывания T_i , °K; a_i и b_i - константы для i -того жидкого нефтепродукта.

Подставляя полученные значения кинематических вязкостей из формул (24-30), с относительной погрешностью менее 1% (таблица 1, 2) были найдены температуры застывания эталонов:

$$5W-30 A3/B4 \rightarrow T_3 = 10^{\left[\frac{4-7,46501}{-2,885031258} \right]} - 273 = -44,7^\circ\text{C} \quad (32)$$

$$5W-30 A5 \rightarrow T_3 = 10^{\left[\frac{4-8,28018}{-3,216868291} \right]} - 273 = -38,6^\circ\text{C} \quad (33)$$

$$5W-40 A3/B4 \rightarrow T_3 = 10^{\left[\frac{4-7,23652}{-2,790862353} \right]} - 273 = -47,6^\circ\text{C} \quad (34)$$

$$10W-40 A3/B4 \rightarrow T_3 = 10^{\left[\frac{4-7,22062}{-2,7799096} \right]} - 273 = -33,1^\circ\text{C} \quad (35)$$

$$5W-40 DPF \rightarrow T_3 = 10^{\left[\frac{4-7,23871}{-2,791715} \right]} - 273 = -41,9^\circ\text{C} \quad (36)$$

$$5W-30 AP \rightarrow T_3 = 10^{\left[\frac{4-7,71344}{-2,9876226} \right]} - 273 = -36,3^\circ\text{C} \quad (37)$$

$$10W-40 B4 \rightarrow T_3 = 10^{\left[\frac{4-7,22080}{-2,7799783} \right]} - 273 = -33,1^\circ\text{C} \quad (38)$$

Сущность способа и установки его реализующего

Таким образом, задачей настоящего изобретения явилась разработка способа экспресс-анализа жидких фасованных продуктов и установки его реализующей, для идентификации жидких фасованных продуктов по следующим параметрам при температуре окружающей среды (комнатной температуре):

- плотности,
- динамической и кинематической вязкости, в т.ч. при стандартных температурах,
- температуре застывания,
- влажности,
- характеристической частоте,
- теплоте сгорания,
- спектра электропроводностей, диэлектрических проницаемостей и тангенсов углов потерь в диапазоне $1-10^6$ Гц.

Технический результат достигается тем, что в предлагаемом способе и установке его реализующей, исследуемый жидкий продукт в расфасованной таре, помещается на электронные весы, подключенные к компьютеру, измеряющие его вес и температуру окружающей среды, что позволяет вычислить плотность жидкого продукта (ρ), как разность измеренного значения и эталонного веса пустой тары, деленного на нормативный объем жидкого продукта, и с помощью формулы Менделеева получить значения плотностей жидкого продукта при стандартных положительных и отрицательных температурах (ρ_i), после чего, опустив в исследуемый жидкий продукт емкостный датчик, подключенный к измерителю иммитанса, который также подключен к компьютеру, по командам которого в определенном порядке изменяются частоты измерений в диапазоне от 1 до 10^6 Гц, осуществляется регистрация и запись в память значений электропроводностей (σ_i),

сопротивлений (R_i), емкостей (C_i) и тангенсов углов потерь ($\operatorname{tg}\delta_i$), по которым вычисляются - отношения электропроводностей на разных частотах (n_i), удельные теплоты сгорания (Q_i), являющиеся функциями этих отношений при температурах регистрации, характеристических частот (f_i), при которых электропроводность не зависит от температуры, а также - диэлектрические проницаемости (ϵ_i), макроскопические и микроскопические времена релаксации жидкого продукта (τ_i) по уравнению Паулса, после чего по отношениям Дебая определяются динамические вязкости жидких продуктов (η_i), а делением на полученные плотности - кинематические вязкости (μ_i), отличающийся тем, что, в отношения Дебая подставляются стандартные и дополненные соответствующими временами релаксации (τ_b) табличные данные воздуха (η_b, ν_b) при текущей температуре, при этом, для повышения достоверности идентификации и определения качества жидких продуктов, по формулам температурных зависимостей диэлектрических проницаемостей и тангенсов углов потерь, а также формулам Вальтера для кинематических вязкостей, вычисляются их значения при стандартных положительных и отрицательных температурах, а также вычисляются разности диэлектрических проницаемостей ($\Delta\epsilon_i$) на определенных частотах и по эмпирическим формулам определяются массовые доли воды ($x_{\text{H}_2\text{O}}$) в жидких продуктах, которые добавляются к измеренным и вычисленным параметрам, после чего формируются матрицы («образы») жидких продуктов, которые сравниваются с введенными/хранящимися в памяти компьютера «эталонными образами» - аналогичными матрицами производителей жидких продуктов, отличающийся тем, что, окончательная идентификация жидкого фасованного продукта, а также соответствие его установленным параметрам качества и количества, осуществляется с учетом допустимых отклонений, установленными соответствующими стандартами и техническими условиями на расфасованные жидкие продукты и их тары.

Установка, реализующая заявляемый способ

Установка, реализующая предлагаемый способ, состоит из компьютера 2 (например, HP 290 G1; экран - 23.8" с разрешением 1920×1080; процессор Intel Core i3 7100 с частотой процессора 3.9 ГГц и оперативной памятью DIMM, DDR4 4096 Мб 2400 МГц; видеокарта - Intel HD Graphics 630; HDD - 500 Гб, 7200 об/мин; DVD-RW), к которому через соответствующие интерфейсы подключены - электронные весы ВЛТЭ 1 с датчиком температуры (через USB) и измеритель иммитанса E7-20 3 (через RS-232), который соединен с емкостным датчиком 5 через коммутатор 4. Датчик 5 опускается в исследуемый жидкий продукт, через горлышко в таре, куда тот расфасован [30, 31].

С помощью поставляемого с E7-20 программного обеспечения (УШЯИ.00247 12 01-ПО: текст программы) и разработанного специального программного обеспечения (СПО), по установленному протоколу обмена, компьютер 2 управляет всеми измерениями и частотой с дискретностью 1 Гц в диапазоне от 25 до 999 Гц и с дискретностью 1 кГц в диапазоне от 1 кГц до 1 МГц [30], определяя характеристическую частоту (f_i) жидкого продукта и значения электропроводностей на частоте 1 кГц ($\sigma_{1\text{кГц}}$), и 1 МГц ($\sigma_{1\text{МГц}}$), а по их отношению (n_i) - удельные теплоты сгорания (Q_i), измеряя также диэлектрические проницаемости (ϵ_i) и их разности ($\Delta\epsilon_i$), для последующего вычисления массовой доли воды ($x_{\text{H}_2\text{O}}$) и макроскопических и микроскопических времен релаксации жидкого продукта (τ_i) по уравнению Паулса, после чего по отношениям Дебая с табличными значениями воздуха, вычисляются динамические вязкости жидких продуктов (η_i), а делением на полученные плотности - кинематические вязкости (ν_i).

Для определения $G_{1\text{кГц}}$ и $G_{1\text{МГц}}$, а также нахождения характеристической частоты (f_i), осуществляется перебор частот в диапазоне от 1 кГц до 1 МГц, для чего требуется 10 секунд [30], после чего осуществляется идентификация жидкого продукта и определение его качества, путем сравнения измеренных и вычисленных параметров с введенными/хранящимися в памяти параметрами эталонов жидких продуктов производителей.

Предлагаемые способ и установка, его реализующая, найдут применение в Центрах метрологии и сертификации при испытаниях жидких фасованных продуктов, на предмет их безопасного использования у потребителей, а также в экспертных организациях.

Предлагаемые способ и установка, его реализующая, могут найти применение у производителей жидких фасованных продуктов, для защиты их торговой марки.

Предлагаемые способ и установка, его реализующая, могут найти применение в органах государственного надзора (госпотребнадзор, госпожнадзор и т.д.).

Предлагаемые способ и установка, его реализующая, могут найти применение в ВУЗах, в научно-исследовательских институтах и КБ для научных исследований и конструкторско-технологического обеспечения применения ПЖП и ПБЖ.

Предлагаемые способ и установка, его реализующая, могут найти применение при выполнении Решений президиума Государственного совета по вопросу «О национальной системе защиты прав потребителей».

Цитируемые источники:

1. Белозеров В.В., Батшев А.С., Любавский А.Ю. Об автоматизации идентификации жидких фасованных продуктов // Электроника и электротехника. - 2016. - №1. - С. 135-145. DOI: 10.7256/2453-8884.2016.1.20924.
2. Белозеров В.В., Кудрявцев Ю.А., Плахотников Ю.Г. Исследование партии фасованного моторного масла CASTROL MAGNATEC на предмет определения контрафактной продукции // Отчет о НИР №2015/12 от 23.03.2015 (ООО "ПОЛИЭКСПЕРТ") - URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=24555474>
3. ГОСТ 4.24-84 Масла смазочные. Номенклатура показателей / ИУС 4-94 - М.: Стандартиформ, 1994. - 14 с.
4. ГОСТ 17479.1-85 Масла моторные. Классификация и обозначение. М.: Стандартиформ, 2006. - 42 с.
5. ГОСТ 33-2000 (ИСО3104-94) Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости. М.: Стандартиформ, 2000. - 23 с.
6. ГОСТ Р 8.595-2004 Масса нефти и нефтепродуктов. Общие требования к методикам выполнения измерений. М.: ИПК Изд-во СТАНДАРТОВ, 2005. - 14 с.
7. ГОСТ 3900-85 Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности. М.: ИПК Изд-во СТАНДАРТОВ, 2003. - 140 с.
8. ГОСТ 25371-97 (ИСО 2909-81) Нефтепродукты. Расчет индекса вязкости по кинематической вязкости. - Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. - 9 с.
9. ГОСТ 11362-96 (ИСО 6619-88) Нефтепродукты и смазочные материалы. Число нейтрализации. Метод потенциометрического титрования. - Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1996. - 18 с.
10. Зрелов В.Н., Алаторцев Е.И., Шаталов К.В., Зрелова Л.В., Бордюговская Л.Н. Способ экспрессного определения кинематической вязкости авиационных керосинов и дизельных топлив - Патент РФ на изобретение №2263301 от 27.10.2005.
11. Зарубежные масла, смазки, присадки, технические жидкости: ассортимент, свойства / Резников В.Д. и др. ISBN: 978-5-89551-016-2. М.: «Изд. центр "Техинформ" МАИ, 2005. - 385 с.
12. Зыкова Т. Треть товаров на российском рынке - подделки // РГ №4429, 02.08.2007.
13. Хлебушкин И.Н. Как делают масло Castrol // Авторевю №13, 2014 - URL: http://www.autoreview.ru/_archive/section/?SECTION_ID=7837
14. Шадрин С.В. Эксплуатационные материалы: методические указания. - Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. - 35 с.
15. Castrol - URL: http://www.castrol.com/ru_ru/russia/products/cars/engine-oils/castrol-magnatec.html.
16. Троицкий В.М., Белозеров В.В. Модель системы защиты от подделки жидких пищевых фасованных продуктов // Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <http://www.scienceforum.ru/2016/1963/23412>.
17. Белозеров В.В., Троицкий В.М., Белозеров В.В. О модели идентификации контрафакта жидких пищевых фасованных продуктов // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. 2016. №1. С. 26-36; URL: <http://www.journal-nutrition.ru/ru/article/view?id=35710>.
18. Богачев И.М., Богачева Н.А., Вылегжанин .В.В., Иголкин Б.И., Карташов Ю.И., Петкау О.Г., Усиков С.В., Чернова Л.И. «Устройство диагностики состояния нефтей и продуктов нефтепереработки по их активной электропроводности и диэлектрической проницаемости» - патент РФ №2209422 от 27.07.2003.
19. Бабенко В.А., Васильева Л.К., Иванова З.Д., Иголкин Б.И., Карташов Ю.И., Кирьянов В.И., Усиков А.С., Усиков С.В. «Способ определения массовой доли воды в нефтях и продуктах остаточной дистилляции по измерению диэлектрической проницаемости на различных частотах» - патент РФ №2192001 от 27.10.2002.

20. Кондуктометрия // Химическая энциклопедия - URL: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2095.html>.
21. Диэлектриметрия // Химическая энциклопедия - URL: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1456.html>.
22. Гусев Ю.А. Основы диэлектрической спектроскопии /уч. пособие/ - Казань: КГУ, 2008. - 112 с.
23. Keith A. Crandall, Чернышев А.В. Весовое дозирование жидкостей: Новый взгляд на природу вещей - URL: http://www.potomac.ru/news/art_gf-new.htm
24. Золотов В.А., Бартко Р.В., Кузнецов А.В. Определение эксплуатационных групп моторных масел // Труды 25 ГосНИИ МО РФ. - 2006. - вып. 53. - 234 с.
25. ГОСТ Р 52620-2006 Тара транспортная полимерная. Общие технические условия. - М.: Стандартинформ, 2008. - 66 с.
26. Мастепаненко М.А. Информационно-измерительная система непрерывного контроля уровня топлива в емкостях - дисс.... канд. тех. наук - Ставрополь: ФГУ СГАУ, 2014. - 225 с.
27. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы: Уч. для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. - 304 с.
28. Черников А.В. О вязкостно-температурной зависимости Филонова - Рейнольдса // Трубопроводный транспорт [теория и практика]. - 2010. - №6(22), с. 35-37.
29. Шадрин С.В. Эксплуатационные материалы: метод. указания - Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. - 35 с.
30. ИЗМЕРИТЕЛЬ ИММИТАНСА Е7-20 / Руководство по эксплуатации УШЯИ.411218.012 РЭ - Минск: ОАО МНИПИ, 2004. - 30 с.
31. ВЕСЫ ЛАБОРАТОРНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЛТЭ / Руководство по эксплуатации НПП0.005.005 РЭ - С.-Пб.: ООО «НПП «ГОСМЕТР», 2016. - 32 с.

Таблица 1

Пример характеристик моторного масла бензиновых ДВС

Наименование	Метод	Единицы измерения	Castrol Magnatec 10W-40 АЗ/В4
Плотность при 15 °С	ASTM D4052	г/мл	0.863
Кинематическая вязкость при 100 °С	ASTM D445	мм ² /с	14.3
Кинематическая вязкость при 40 °С	ASTM D445	мм ² /с	96
Индекс вязкости	ASTM D2270	-	155
Динамическая вязкость, CCS при -25°С	ASTM D5293	мПа*с (сП)	6750
Температура застывания	ASTM D97	°С	-33
Температура вспышки (PMCC)	ASTM D93	°С	198
Сульфатная зольность	ASTM D874	% масс.	0.96

Таблица 2

Пример характеристики моторного масла для дизельных ДВС

Наименование	Метод	Единицы измерения	Castrol Magnatec Diesel 5W-40 DPF
Плотность при 15 °С	ASTM D4052	г/мл	0.85
Кинематическая вязкость при 100 °С	ASTM D445	мм ² /с	13.1
Кинематическая вязкость при 40 °С	ASTM D445	мм ² /с	76
Индекс вязкости	ASTM D2270	-	173
Динамическая вязкость, CCS при -30°С	ASTM D5293	мПа*с (сП)	5770
Температура застывания	ASTM D97	°С	-42
Температура вспышки (PMCC)	ASTM D93	°С	203
Сульфатная зольность	ASTM D874	% масс.	0.78

Таблица 3

Параметры воздуха, загружаемые в компьютер для вычислений

t, °C	$\eta \cdot 10^6$, Па·с	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с	t, °C	$\eta \cdot 10^6$, Па·с	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с	t, °C	$\eta \cdot 10^6$, Па·с	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с
-50	14,6	9,23	70	20,6	20,02	350	31,4	55,46
-45	14,9	9,64	80	21,1	21,09	400	33	63,09
-40	15,2	10,04	90	21,5	22,1	450	34,6	69,28
-35	15,5	10,42	100	21,9	23,13	500	36,2	79,38
-30	15,7	10,8	110	22,4	24,3	550	37,7	88,14
-25	16	11,21	120	22,8	25,45	600	39,1	96,89
-20	16,2	11,61	130	23,3	26,63	650	40,5	106,15
-15	16,5	12,02	140	23,7	27,8	700	41,8	115,4
-10	16,7	12,43	150	24,1	28,95	750	43,1	125,1
-5	17	12,86	160	24,5	30,09	800	44,3	134,8
0	17,2	13,28	170	24,9	31,29	850	45,5	145
10	17,6	14,16	180	25,3	32,49	900	46,7	155,1
15	17,9	14,61	190	25,7	33,67	950	47,9	166,1
20	18,1	15,06	200	26	34,85	1000	49	177,1
30	18,6	16	225	26,7	37,73	1050	50,1	188,2
40	19,1	16,96	250	27,4	40,61	1100	51,2	199,3
50	19,6	17,95	300	29,7	48,33	1150	52,4	216,5
60	20,1	18,97	325	30,6	51,9	1200	53,5	233,7

Формула изобретения

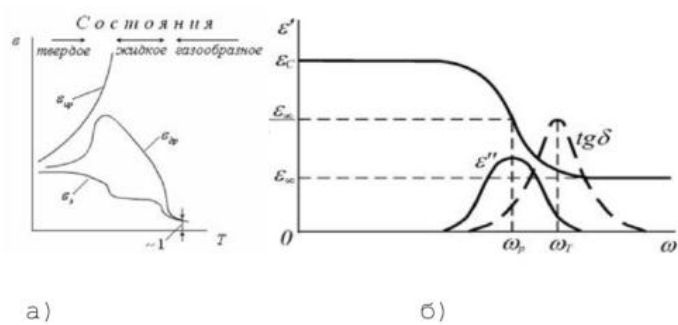
1. Способ экспресс-анализа жидких фасованных продуктов, заключающийся в том, что исследуемый жидкий продукт в расфасованной таре помещается на электронные весы, подключенные к компьютеру, измеряющие его вес и температуру окружающей среды, что позволяет вычислить плотность жидкого продукта (ρ) как разность измеренного значения и эталонного веса пустой тары, деленного на нормативный объем жидкого продукта, и с помощью формулы Менделеева получить значения плотностей жидкого продукта при стандартных положительных и отрицательных температурах (ρ_i), после чего, опустив в исследуемый жидкий продукт емкостный датчик, подключенный к измерителю иммитанса, который также подключен к компьютеру, по командам которого в определенном порядке изменяются частоты измерений в диапазоне от 1 до 10^6 Гц, осуществляется регистрация и запись в память значений электропроводностей, сопротивлений, емкостей и тангенсов углов потерь ($\text{tg}\delta_i$), по которым вычисляются отношения электропроводностей на разных частотах (n_i), удельные теплоты сгорания (Q_i), являющиеся функциями этих отношений при температурах регистрации, характеристических частот (f_i), при которых электропроводность не зависит от температуры, а также диэлектрические проницаемости (ϵ_i), макроскопические и микроскопические времена релаксации жидкого продукта (τ_i) по уравнению Паулса, после чего по отношениям Дебая определяются динамические вязкости жидких продуктов (η_i), а делением на полученные плотности - кинематические вязкости (ν_i), отличающийся тем, что в отношения Дебая подставляются стандартные и дополненные соответствующими временами релаксации (τ_b) табличные данные воздуха (η_b, ν_b) при текущей температуре.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что для повышения достоверности идентификации и определения качества жидких продуктов по формулам температурных зависимостей диэлектрических проницаемостей и тангенсов углов потерь, а также формулам Вальтера для кинематических вязкостей вычисляются их значения при стандартных положительных и отрицательных температурах, а также

вычисляются разности диэлектрических проницаемостей ($\Delta\epsilon_i$) на определенных частотах и по эмпирическим формулам определяются массовые доли воды (x_{iH_2O}) в жидких продуктах, которые добавляются к измеренным и вычисленным параметрам, после чего формируются матрицы («образы») жидких продуктов, которые сравниваются с введенными/хранящимися в памяти компьютера «эталонными образцами» - аналогичными матрицами производителей жидких продуктов.

3. Способ по пп.1 и 2, отличающийся тем, что окончательная идентификация жидкого фасованного продукта, а также соответствие его установленным параметрам качества и количества осуществляется с учетом допустимых отклонений установленными соответствующими стандартами и техническими условиями на расфасованные жидкие продукты и их тары.

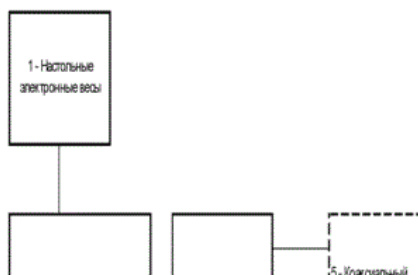
4. Установка для осуществления способа экспресс-анализа жидких фасованных продуктов, состоящая из компьютера с подключением к нему через соответствующие интерфейсы электронных весов и измерителя иммитанса, который соединен с емкостным датчиком, опускаемым в исследуемый жидкий продукт, через отверстие в таре, куда тот расфасован, а с помощью соответствующего программного обеспечения, управляемого компьютером, осуществляющая в течение десятка секунд идентификацию жидкого продукта и определение его качества путем сравнения измеренных и вычисленных параметров с введенными/хранящимися в памяти параметрами эталонов.

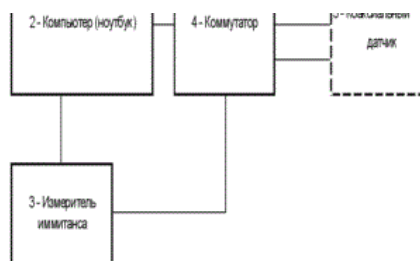


Фиг. 1



Фиг. 2





Фиг. 3