

Изобретение относится к области исследования физических свойств веществ, в частности к оценке вязкостных характеристик ньютоновских сред, и может быть использовано при определении эксплуатационных показателей качества продуктов химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и пищевой промышленности.

Для многих жидких продуктов наиболее важными стандартными показателями, определяющими их качество, являются вязкостные характеристики. Так, например, для керосинов, дизельного топлива, мазутов, присадок, СОТС - это вязкость $\eta_{\text{то}}$, отнесенная к постоянной температуре измерения T_0 (50,80 или 100°C) для масляных фракций, промышленных и моторных масел - вязкость $\eta_{\text{то}}$ и индекс вязкости ИВ, отражающий вязкостно-температурные характеристики. Требования к этим стандартным показателям для различных жидкостей приводятся в ГОСТах и ТУ и являются определяющими при изготовлении и приемке товарной продукции.

Для определения стандартных вязкостных показателей жидких продуктов используют экспериментальные методы, проводимые в лабораторных условиях, которые в большинстве являются трудоемкими, длительными и дорогостоящими. При этом на время, затрачиваемое для проведения лабораторных анализов, увеличивается длительность различных технологических стадий, продолжительность вывода работы технологического оборудования на номинальный технологический режим. Поэтому для контроля и регулирования технологических процессов необходимы способ и устройство оценки стандартных вязкостных показателей сред в технологическом потоке $\eta_{\text{то}}$ и ИВ.

Наиболее близким к предлагаемому способу является способ определения вязкостных характеристик в технологическом потоке, в котором измеряли перепад давления в термостатированном капиллярном устройстве при прокачивании через него с постоянным расходом исследуемой жидкости, и по его величине определяли вязкость при температуре термостатирования.

Недостатком известного способа является необходимость в термостатировании материала связанная с затратой времени, в результате чего информация о стандартном показателе - вязкости, отнесенной к постоянной температуре - поступает с запаздыванием 20 - 30 мин, что не позволяет использовать его в системах автоматического управления. Кроме того, для оценки индекса вязкости необходимо дополнительно использовать еще два таких устройства, реализующих указанный способ, и вычислительное устройство для расчета ИВ.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству является прибор, который состоит из измерительного блока, блока управления, блока питания и вторичного прибора.

Принцип действия вискозиметра основан на зависимости перепада давления на капиллярной трубке при постоянном расходе анализируемой жидкости, протекающей через капилляр, от динамической вязкости. Для определения вязкости жидкости при определенной температуре измерительный узел прибора термостатируют. Для поддержания постоянного расхода в приборе применен дозирующий, насос шестеренчатого типа.

Прибор работает следующим образом. Продукт из магистрали шестеренчатым насосом, который приводится во вращение синхронным электродвигателем, подается в теплообменник термостата. По выходе из теплообменника продукт принимает температуру термостата (50, 80, 100°C) и поступает в капилляр, а затем возвращается в трубопровод.

Перепад давления на капилляре измеряется стандартным дифманометром, выходной сигнал которого, пропорциональный измеренной вязкости, регистрируется вторичным прибором - самопишущим миллиамперметром. Каждому варианту, вискозиметра соответствует капилляр с внутренним диаметром согласно его технической характеристике. Блок управления поддерживает заданную температуру в термостате.

Задачей изобретения является создание способа непрерывной оценки стандартных вязкостных показателей жидких сред, обеспечивающего сокращение времени оценки вязкостных характеристик продукта в технологическом потоке за счет исключения операции термостатирования, что позволяет использовать его в САУ, способствуя повышению качества получаемых продуктов, сбережению энергетических и сырьевых ресурсов.

Поставленная задача достигается тем, что согласно заявляемому способу определения стандартных вязкостных показателей, включающему пропускание исследуемого материала через измерительное устройство, исследуемый материал, пропуская через два последовательно соединенных вискозиметра, подвергают тепловому воздействию, причем по значениям вязкостей и температур материала в вискозиметрах, измеренным до и после теплового воздействия, судят о стандартных вязкостных показателях.

В предлагаемом способе определяется вязкость $\eta_{\text{то}}$ при постоянной температуре T_0 (50, 80 или 100°C), а также индекс вязкости ИВ, отражающий температурную зависимость вязкости.

В основу расчета вязкости $\eta_{\text{то}}$ при требуемой температуре и индекса вязкости ИВ в вычислительном устройстве положено двухконстантное уравнение

$$\ln(\eta + 0,8) = a - b \ln T; \quad (1)$$

где a и b - константы, η - вязкость при температуре T .

Стандартный показатель - вязкость η_0 при температуре T_0 определяется по уравнению

$$\eta_0 = \exp[\exp(a - b \ln T_0)] - 0,8 \quad (2)$$

константы которого a и b вычисляются по формулам

$$a = \frac{\ln \ln (\eta_1 + 0,8) \cdot \ln T_2 - \ln \ln (\eta_2 + 0,8) \cdot \ln T_1}{\ln T_2 - \ln T_1}$$

$$b = \frac{\ln \ln (\eta_1 + 0,8) - \ln \ln (\eta_2 + 0,8)}{\ln T_2 - \ln T_1} \quad (3)$$

(4)

Здесь η_1 и η_2 - вязкость продукта, измеряемые вискозиметрами при температурах T_1 и T_2 соответственно; T_1 и T_2 - температура продукта в первом и втором вискозиметре.

Стандартный показатель - индекс вязкости ИВ - определяется из уравнения [4]

$$ИВ = \frac{\eta_3 - \eta_{40^\circ C}}{\eta_3 - \eta_4} \quad (5)$$

где $\eta_{40^\circ C}$ - вязкость материала при $40^\circ C$ рассчитывается по уравнению

$$\eta_{40^\circ C} = \exp \exp(a - b \ln 313) - 0,8, \quad (6)$$

а $\eta_3 = f(\eta_{100^\circ C})$ и $\eta_4 = \varphi(\eta_{100^\circ C})$ - функции от вязкости ($\eta_{100^\circ C}$) исследуемого материала при $100^\circ C$. Эти функции рассчитываются в вычислительном устройстве по значениям ($\eta_{100^\circ C}$) которые в свою очередь определяются по уравнению

$$\eta_{100^\circ C} = \exp \exp(a - b \ln 373) - 0,8 \quad (7)$$

Заявляемое изобретение решает также задачу создания устройства, реализующего способ непрерывной оценки вязкостных показателей жидких сред, в котором новое выполнение элементов позволило бы упростить конструкцию устройства и сократить процесс измерения контролируемых характеристик.

Достигается это устройством, реализующим заявляемый способ, содержащим измерительный блок, выполненный в виде двух последовательно соединенных вискозиметров с датчиками температур, между которыми размещен блок теплового воздействия, содержащий нагревательный элемент и полость для прокачивания холодного теплоносителя, а к выходам вискозиметров и датчиков температур подключено вычислительное устройство.

На чертеже (фиг.) изображена блок-схема предлагаемого устройства,

Заявляемый прибор содержит два вискозиметра 1 и 2, два датчика температуры 3 и 4, измеряющих температуру продукта в вискозиметрах 1 и 2, блок теплового воздействия 5, расположенный между вискозиметрами, и вычислительное устройство 6,

Измерительная часть представляет собой два последовательно расположенных вискозиметра 1 и 2 и два датчика температур материала в них 3 и 4, между которыми по ходу движения материала расположен блок теплового воздействия 5, в котором продукт нагревается (охлаждается) от температуры T_1 в первом вискозиметре до T_2 - во втором. Вязкости и измеряются вискозиметрами 1 и 2, а температура материала в вискозиметрах T_1 и T_2 - датчиками температуры 3 и 4. Выходы вискозиметров и датчиков температур, преобразованные в унифицированные электрические сигналы, соединены с вычислительным устройством 6, в котором в соответствии с формулами (2) - (7) выполняются операция вычисления η_0 и ИВ.

Блок теплового воздействия 5 предназначен для нагрева (охлаждения) материала на $10 - 20^\circ C$. Он представляет собой устройство, в котором вокруг электронагревателя расположен спиралевидный лентообразный канал, через который подается исследуемый материал, выходящий из вискозиметра 1 с температурой T_1 и подаваемый на вискозиметр 2 с температурой T_2 .

Над каналом, через который проходит исследуемый продукт, расположена полость для прокачивания холодного теплоносителя. В зависимости от температуры продукта в трубопроводе блок теплового воздействия может работать в одном из двух режимов; или нагрева, или охлаждения. При нагреве материала холодный теплоноситель не подается, а при охлаждении - нагреватель отключают.

В качестве вискозиметра могут быть использованы вискозиметры различного типа, т.е. в которых реализуются различные принципы измерения вязкостей; вибрационные, ультразвуковые, ротационные, капиллярные.

В качестве датчиков температур могут быть выбраны любые стандартные элементы, позволяющие с точностью $0,5^\circ C$ измерять температуру в интервале от 20 до $100^\circ C$: стандартные термометры сопротивления типа ТСП, ТСМ, термодары ХК, ХА и др.

В качестве вычислительного устройства может быть использован серийно выпускаемый микропроцессорный контроллер Ремиконт Р-130, позволяющий реализовать алгоритм расчета η_{50} и ИВ с погрешностью, не превышающей 2,5%. Выходные сигналы устройства должны быть унифицированными - токовыми сигналами в интервале 0 - 5мА.

При включении прибора продукт из технологического трубопровода с температурой T_1 , измеряемой датчиком 3, поступает последовательно через вискозиметр 1, блок теплового воздействия 5 и вискозиметр 2. В блоке теплового воздействия 5 материал нагревается (охлаждается) до T_2 и при этой температуре, измеряемой датчиком 4, подается в вискозиметр 2. После него продукт возвращается в технологический трубопровод. Вязкость η_1 материала с температурой T_1 измеряется вискозиметром 1, а вязкость η_2 продукта с температурой T_2 измеряется вискозиметром 2. Сигналы T_1 , T_2 , η_1 и η_2 подаются в вычислительное устройство 6, в котором согласно алгоритмам, используемым в нем, рассчитываются стандартные вязкостные показатели - вязкость η_{50} и индекс вязкости ИВ. Время запаздывания этих сигналов, обусловленное временем прохождения материала через прибор, составляет 30 секунд.

Пример. Для иллюстрации брали три образца жидких продуктов: масло нефтяное индустриальное И-20А, масло цилиндрическое 11 и масло авиационное МС-20. Образцы продуктов пропускали через измерительный блок и блок теплового воздействия/ Температуру продукта в вискозиметрах T_1 и T_2 измеряли датчиками температур 3 и 4 с погрешностью до 0,3°C, а вязкости - вискозиметрами 1 и 2 с погрешностью 2,5%. С выходов датчиков 1, 2 и 3, 4 до и после теплового воздействия подавались токовые сигналы 0 - 5мА в вычислительное устройство 6, в котором в соответствии с формулами (2 - 7) выполнялись операции вычисления η_{50} и ИВ. На выходе этого устройства получены значения η_{50} и ИВ в цифровом виде и в виде непрерывного сигнала в интервале 0 - 5мА. Испытания проводили при температурах от 20 до 100°C, причем блок теплового воздействия работал как в режиме нагревателя, так и холодильника.

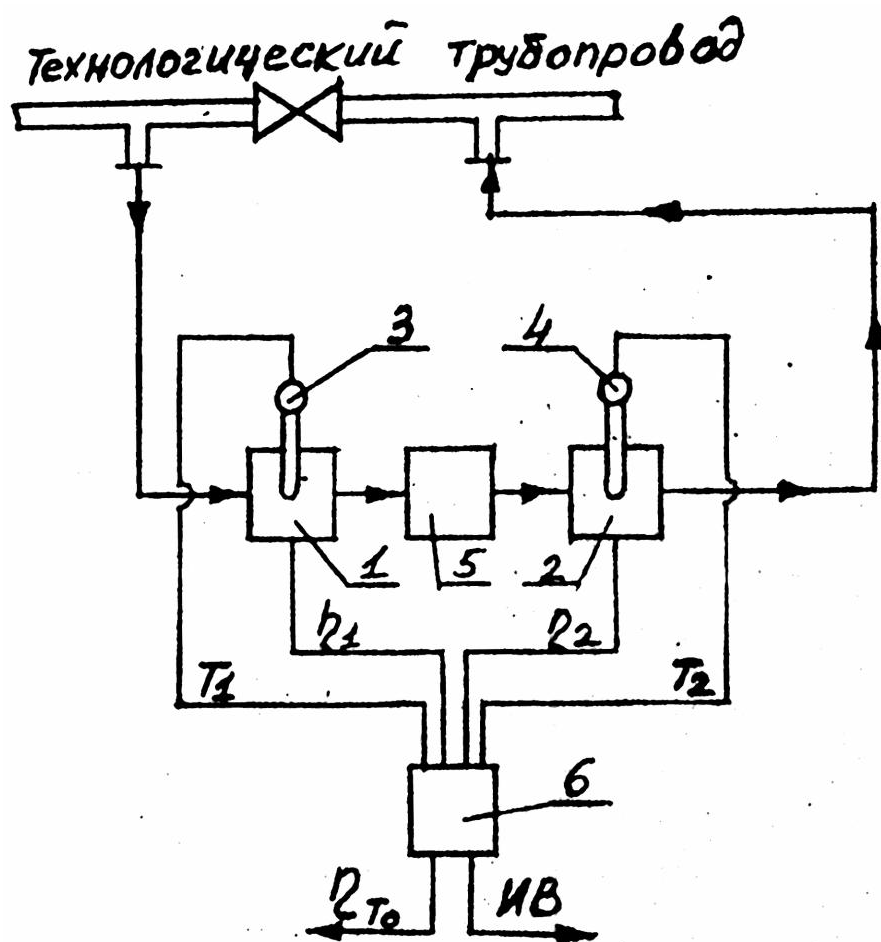
По предлагаемому способу для исследованных продуктов определялись величины $\eta_{50}^{\circ\text{C}}$ и ИВ, которые сопоставлялись с данными, полученными известным способом. Для получения ИВ известным способом необходимо еще два прибора, измеряющие вязкость при 40 и 100°C (см. формулу 5) и вычислительное устройство для расчета ИВ.

Из сопоставления значений $\eta_{50}^{\circ\text{C}}$ и ИВ, полученных на заявляемой установке, с данными оценки этих показателей с помощью стандартных определений и известным способом следует, что эти величины совпадают с погрешностью до 5% - для $\eta_{50}^{\circ\text{C}}$ и 7% - для ИВ. Таким образом предлагаемый способ позволяет получать стандартные вязкостные показатели исследуемого материала η_{50} и ИВ, что дает возможность исключить операцию термостатирования. Контролировать и регулировать качество продуктов в технологическом процессе. Исключение операции термостатирования позволяет сократить время запаздывания в контуре регулирования и ускорить процесс измерения η_{50} и ИВ в десятки раз по сравнению с аналогом, что способствует получению продуктов более высокого качества, сбережению энергетических и сырьевых ресурсов.

Таблица

Сопоставление полученных результатов с результатами стандартных определений [5] и известного способа [3]

Исследуемый продукт	Заявляемый способ		Известный способ [3]				Стандартные испытания [5]			
	$\eta_{50}^{\circ\text{C}}$, Па·с	ИВ, %	$\eta_{50}^{\circ\text{C}}$, Па·с	ИВ, %	$\Delta\eta$, %	$\Delta\text{ИВ}$, %	$\eta_{50}^{\circ\text{C}}$, Па·с	ИВ, %	$\Delta\eta$, %	$\Delta\text{ИВ}$, %
И-20А	0,0156	4,33	0,0162	4,06	+3,7	-6,3	0,0158	4,1	+1,4	-5,4
Ц-11	0,0591	10,4	0,0562	11,0	-4,8	+5,9	0,0573	10,5	-3,1	+1,3
МС-20	0,131	76,1	0,134	72,5	+2,4	-4,7	0,135	70,9	+2,6	-6,8



Фиг.