

где l – известное расстояние от измерителя уровня до второго приемника звука, T – время распространения акустической волны от измерителя уровня до поверхности жидкости и обратно, t – время распространения акустической волны от измерителя уровня до поверхности жидкости и обратно до второго приемника звука.

Эксперименты показали, что реальный диапазон измерения уровня составляет от 0,5 до 20 метров.

Метод измерения реальной скорости звука позволяет избавиться от различных вспомогательных датчиков (температура, давление, влажность) и при этом повысить точность измерения уровня. Кроме того, простота конструкции, дешевая элементная база, позволяют создать портативные устройства измерения уровня воды, нефтепродуктов и других агрессивных сред в баках, водоемах и не напорных трубах.

Список использованных источников

1. Горбатов А.А., Рудашевский Г.Е. Акустические методы и средства измерения расстояний в воздушной среде. - М.: Энергия, 1973.
2. Жиганов И.Ю., Скворцов Д.Б. Исследование дополнительных погрешностей электронно-акустических приборов измерения длины труб./Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета, выпуск 6, 2001.
3. Кайно Г. Акустические волны. М.: Мир, 1990.

УДК 631.053

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АНАЛИЗАТОРОВ КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ ПО ОДНОМУ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОМУ ПАРАМЕТРУ

Васильев П.Р.

Анализ качества нефтепродуктов без сжигания актуален и может производиться путем пропускания через них электрических, оптических или акустических сигналов. В работе [1] показано, что в общем случае какой-либо показатель качества Q нефтепродукта связан с его электрофизическими параметрами обобщенной функциональной зависимостью:

$$Q = F(q_1, q_2, \dots, q_n), \quad (1)$$

где q_k – совокупность электромагнитных, акустических, оптических, спектрометрических параметров нефтепродукта (диэлектрическая проницаемость, проводимость, коэффициенты поглощения и преломления, температура, и другие, которые можно оперативно измерить без сжигания). В общем случае функция F неизвестна. Ее поиск является важнейшей задачей математического описания измерительного процесса. Учитывая, что любой измерительный процесс по определению подразумевает в себе, кроме сбора и обработки информации, также операцию калибровки прибора по известным эталонным параметрам, для решения

поставленной задачи предложен обобщенный алгоритм измерений, сущность которого состоит в том, что при неизвестной функции F составляется калибровочная модель процесса измерения. Для этого берется несколько образцов топлива с известными значениями исследуемого показателя, определенного каким-либо применяемым в настоящее время способом и ставится им в соответствие столько же отсчетов измеряемых параметров. При этом необходимо, чтобы образцовые топлива полностью перекрывали ожидаемый диапазон изменения определяемого показателя качества. Минимальное количество образцовых топлив должно быть не меньше числа электрофизических параметров, используемых при определении искомого показателя. Общее решение задачи поиска функции преобразования дано в [1].

Рассмотрим практически важный случай определения показателя качества, например октанового числа, по одному параметру, когда другие параметры либо постоянны, либо неизвестны. При этом выражение (1) примет вид:

$$Q = F(q_1), \quad (2)$$

и под параметром Q будем понимать октановое число.

Решение задачи возможно при условии, если число калибровочных эталонных топлив будет больше одного. Использование только двух эталонных топлив с известным значением исследуемого показателя качества приводит к линейаризации калибровочной модели. Рассмотрим построение калибровочной модели и организацию процесса измерений по $n+1$ эталонным топливам со значениями исследуемого показателя качества $Q_0, Q_1, Q_2, \dots, Q_n$. В этом случае значения параметров калибровочной модели следует искать в виде:

$$Q_0 = F(q_{1,1}) = b_0 + b_1 q_{1,0} + b_2 q_{1,0}^2 + \dots + b_k q_{1,0}^k + \dots + b_n q_{1,0}^n$$

.....

$$Q_k = F(q_{1,k}) = b_0 + b_1 q_{1,k} + b_2 q_{1,k}^2 + \dots + b_k q_{1,k}^k + \dots + b_n q_{1,k}^n \quad (3)$$

.....

$$Q_n = F(q_{1,n}) = b_0 + b_1 q_{1,n} + b_2 q_{1,n}^2 + \dots + b_k q_{1,n}^k + \dots + b_n q_{1,n}^n$$

Здесь первый индекс в $q_{1,k}$ соответствует электрофизическому параметру, например диэлектрической проницаемости, второй параметр — номеру измерения (эталонного топлива). Решение этой системы уравнений относительно коэффициентов b_k определяется выражением:

$$b_k = \frac{\Delta b_k}{\Delta}, \quad (4)$$

в котором:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & q_{1,0} & q_{1,0}^2 & \dots & q_{1,0}^k & \dots & q_{1,0}^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & q_{1,k} & q_{1,k}^2 & \dots & q_{1,k}^k & \dots & q_{1,k}^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & q_{1,n} & q_{1,n}^2 & \dots & q_{1,n}^k & \dots & q_{1,n}^n \end{vmatrix}, \quad \Delta b_k = \begin{vmatrix} 1 & q_{1,0} & q_{1,0}^2 & \dots & Q_0 & \dots & q_{1,0}^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & q_{1,k} & q_{1,k}^2 & \dots & Q_k & \dots & q_{1,k}^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & q_{1,n} & q_{1,n}^2 & \dots & Q_n & \dots & q_{1,n}^n \end{vmatrix}$$

Тогда уравнение, связывающее искомый показатель качества исследуемого топлива с рассматриваемым электрофизическим параметром, определится:

$$Q_X = b_0 + b_1 q_{1,X} + b_2 q_{1,X}^2 + \dots + b_k q_{1,X}^k + \dots + b_n q_{1,X}^n = \sum_{k=0}^n b_k q_{1,X}^k \quad (5)$$

Выражение моделирует нелинейную функцию преобразования, созданную по эталонным топливам и связывающую исследуемый показатель качества Q с одним электрофизическим параметром q_1 . Важнейшим условием применимости данной математической модели является неравенство нулю главного определителя. Это условие может выполняться в том случае, когда имеет место однозначное соответствие между показателем качества и выбранным электрофизическим параметром, то есть функция (2) должна быть монотонной. В противном случае необходимо проводить дополнительные исследования и разбивать диапазон преобразования на монотонные участки. Отметим, что вместо истинного значения параметра q_1 может фигурировать его эквивалент, например электрический сигнал, соответствующий диэлектрической проницаемости или коэффициенту поглощения. Это упрощает возможности конструирования приборов, так как не требует вычисления электрофизических параметров в их натуральных единицах. Очевидно, что чем больше калибровочных образцов топлива, тем точнее математическая модель. Реально число калибровочных образцов не превышает 5. В частности, если имеется только два калибровочных образца, то имеет место линейная интерполяция межкалибровочного интервала:

$$Q_X = b_0 + b_1 q_{1,X}, \quad (6)$$

где
$$b_0 = \frac{Q_1 q_{1,2} - Q_2 q_{1,1}}{q_{1,2} - q_{1,1}}, \quad b_1 = \frac{Q_2 - Q_1}{q_{1,2} - q_{1,1}}.$$

В реальных измерениях возможно определение искомого показателя качества как непосредственно по нелинейной функции преобразования (5), так и по принципу кусочно-линейной интерполяции соседних точек межкалибровочного интервала Q_k Q_{k-1} , то есть по формуле (6), где

$$b_0 = \frac{Q_k q_{1,k+1} - Q_{k+1} q_{1,k}}{q_{1,k+1} - q_{1,k}}, \quad b_1 = \frac{Q_{k+1} - Q_k}{q_{1,k+1} - q_{1,k}}.$$

При использовании метода кусочно-линейной аппроксимации в алгоритме измерений должен присутствовать блок анализа текущего значения искомого параметра, позволяющий отнести его к соответствующему межкалибровочному интервалу. Рассмотренный алгоритм измерения можно использовать по любому показателю качества топлива, связанного эмпирической зависимостью с каким-либо электрофизическим параметром.

Список использованных источников

1. Скворцов Б.В., Конохов Н.Е., Астапов В.Н. Приборы и системы контроля качества углеводородных топлив. М.: Энергоатомиздат, 2000

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДАТЧИКОВ ВСТРОЕННОГО КОНТРОЛЯ

Кондоров Д.А.

В настоящее время с переходом к эксплуатации гидравлических систем по их фактическому состоянию особенно актуальными становятся проблемы, связанные с разработкой датчиков встроенного контроля (ДВК) параметров дисперсных сред, повышением их точности и надёжности. Для оптимизации конструкции ДВК наиболее удобным представляется математическое моделирование процессов в каналах датчика с использованием ЭВМ, поскольку позволяет в кратчайшие сроки добиться ощутимых результатов при минимальных затратах. Методы математического моделирования могут быть применимы при исследовании процессов различной природы, что также относится к их достоинствам. К недостаткам же следует отнести возникновение неточностей при задании геометрии исследуемого объекта и начальных условий. Так, практически невозможно точно задать форму исследуемого тела, поскольку при попытке учесть все детали реального объекта математическая модель становится чересчур громоздкой и процесс вычислений или сильно усложняется, или становится невозможным. С другой стороны, если задать простую форму канала, процесс моделирования заметно ускоряется, получается хорошая сходимость результата, но достоверность результатов снижается.

Зависимость результатов математического моделирования от степени упрощения математической модели хорошо заметна при исследовании структуры течения в измерительном канале (ИК) ДВК системы Фотон 965. При предварительном моделировании предполагалось, что ИК датчика с достаточной степенью точности можно аппроксимировать цилин-