

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИБОРОВ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА
ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

*доктор хим. наук, профессор Г.Н. АБАЕВ, В.В. УРВАНЦЕВ,
канд. техн. наук А.В. СПИРИДОНОВ, канд. техн. наук А.И. ВЕГЕРА,
В.Л. ГОРБУНОВ, канд. техн. наук, доцент Р.А. АНДРЕЕВА*

Разработана математическая модель фракционного состава нефтепродуктов и рассмотрены традиционные методы определения фракционного состава светлых нефтепродуктов. Предложены новые принципы проектирования приборов для экспресс-анализа фракционного состава светлых нефтепродуктов.

Фракционный состав нефтепродуктов, по своей сути, требует безупречных динамических характеристик прибора, требования к которым можно выявить на основе анализа характеристик и параметров математической модели фракционного состава нефтепродуктов [1]

$$\frac{dv}{dT} = \frac{dv}{dt} \cdot \frac{dt}{dT} = \frac{dv}{dt} \cdot \frac{aK}{\Delta T} \cdot \tau^{K-1} \left(\frac{1+\tau}{1+a\tau^K} \right)^2$$

где $\tau = \frac{T - T_{HK}}{T_{KK} - T}$; $\Delta T = T_{KK} - T_{HK}$; t – время, с; a – симметричность фракционного состава; K – показатель интенсивности перегонки, при $\tau = 1$ ($T = T_{cp}$).

Если при постепенной перегонке нефтепродукта поддерживать постоянной интенсивность перегонки $\frac{dv}{dt} \approx const.$ то динамика изменения температуры

$$\frac{dT}{dt} \sim \frac{\Delta T}{aK} \cdot \tau^{1-K} \left(\frac{1+a\tau^K}{1+\tau} \right)^2$$

Как правило для большинства нефтепродуктов $K > 1$ [2, 3], поэтому для $\tau \rightarrow 0$

$$\frac{dT}{dt} \rightarrow \infty, \text{ т.е. } \frac{dT}{dt} = \frac{\Delta T}{aK} \cdot \tau^{1-K} \rightarrow \infty.$$

При $\tau \rightarrow \infty$, $\frac{dT}{dt}$ соотношение является неопределенностью, которая после раскрытия выражается:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{dT}{dt} = aK \cdot \Delta T \cdot \tau^{K-1},$$

откуда следует, что при $T \rightarrow T_K$; $\tau \rightarrow \infty$, т.е. $\frac{dT}{dt} \rightarrow \Delta T \cdot aK \cdot \tau^{K-1} \rightarrow \infty$

При этом на интенсивность $\frac{dT}{dt} \rightarrow \infty$ оказывают влияние свойства нефтепродукта, параметры математической модели: $a, K, \Delta T$.

Поэтому требования к системе измерений температуры постепенной перегонки зависят от свойств нефтепродукта и будут неодинаковы для керосинов, имеющих малое ΔT , бензинов и особенно традиционных дизтоплив, имеющих большое ΔT . Несимметричность кривой фракционного состава нефтепро-

дуктов ($a \neq 1$) также выдвигает специфические требования к инерционности системы измерения температуры [4 – 6].

Во всех случаях, чем менее инерционна система измерения, тем более она универсальна и воспроизводима, независимо от характеристик нефтепродукта (ΔT , a , K). Эти особенности необходимо учитывать при проектировании анализаторов. Исключительно важную роль играют нагреватель и способ подвода тепла при перегонке нефтепродукта. Роль нагревателя в анализаторе PMD-100 (Polotsk Minidistillation), разработанном совместно ПГУ и фирмой ISL (Франция), отличается от требований к анализаторам, использующим другие методы анализа фракционного состава нефтепродукта методом постепенной перегонки [7, 8].

Нагреватель в PMD-100 не должен оказывать влияние на температуру паров при перегонке нефтепродукта, т.к. в приборе по давлению паров формируется сигнал, приводящий к определению доли отгона. Давление паров в перегонной колбе PMD не должно зависеть как от перегрева, вызванного нагревателем, так и охлаждения, вызванного влиянием окружающей среды.

Эти условия определяют специфические требования к нагревателю и изоляции перегонной колбы. По этим причинам нагреватель не должен перегревать пары нефтепродукта, а тепловой поток от нагревателя должен быть сосредоточен на днище колбы.

Важную роль в производстве прибора PMD-100 должны сыграть методы калибровки и методы их аттестации. Поэтому рассмотрим стандартные методы определения фракционного состава светлых нефтепродуктов (ГОСТ 2177-82, ASTM D86).

Традиционный метод исходит из определения долей отгона нефтепродукта по мерному стеклу, в котором фиксируется испаренный продукт после его конденсации в холодильнике. Такая система обладает инерцией, искажающей истинный ход перегонки. Еще более инерционен замер температуры перегонки стеклянным термометром. Все существующие автоматические анализаторы фракционного состава светлых нефтепродуктов фактически повторяют процедуру лабораторной, постепенной перегонки и всегда используют инерционные измерения температуры и долей отгона. В силу инерционности традиционных методов измерения, искажения истинных данных перегонки обуславливают низкую воспроизводимость стандартных методов (ГОСТ 2177-82, ASTM D86), которая зависит от типа нефтепродукта. Особенно велика невоспроизводимость для $T = T_{\text{кк}}$ и $T = T_{\text{нк}}$.

Для традиционных дизтоплив ($\Delta T = 130 - 170$ °C). Эта воспроизводимость составляет $12 - 14$ °C для $T = T_{\text{кк}}$ и $T = T_{\text{нк}}$. При создании принципиально новых анализаторов для определения фракционного состава нефтепродуктов, где температура и доля отгона выкипающего нефтепродукта определяются другими, малоинерционными методами, возникает новая, закономерная взаимосвязь между температурой перегонки и долей отгона. При этом температура перегонки для нового, менее инерционного метода при прочих равных условиях будет всегда выше.

Поскольку для определения фракционного состава светлых нефтепродуктов традиционные методы (ГОСТ 2177-82, ASTM D86) имеют низкую воспроизводимость, возникает необходимость процедуры перехода от результатов менее инерционных и более точных измерений прибором PMD-100 к традиционному. Естественно, что для реализации этой процедуры нельзя создавать единственную общую калибровку всех новых анализаторов PMD-100 по единственному традиционному прибору (AD86-5G). Для калибровки PMD-100 необходимо использовать усредненные данные для многих стандартных приборов с низкой воспроизводимостью, т.е. данные продуктов, аттестованных большинством лабораторий (по схеме Round Robin). Тогда результат калибровки будет более точен. Другое преимущество заключается в том, что должны быть разработаны новые условия его аттестации на стадии производства. Единая калибровка PMD-100 имеет смысл только тогда, когда идентичность всех выпускаемых приборов находится в пределах ~ 1 °C. Недостаточно аттестовывать каждый новый прибор на основе сравнения с традиционным анализатором согласно нормам стандарта, например, на основе сравнения с AD86-5G. Необходимо добиваться идентичности всех выпускаемых приборов, а возможно оценивать пригодность отдельных блоков PMD-100 на основе строгого соответствия (в пределах не более 1 °C) качеству стандартных нефтепродуктов по жидкой фазе. Такие нефтепродукты, типа традиционного дизтоплива, всегда должны находиться на выпускающей фирме. В свет могут выпускаться только те приборы, которые выдержат строгие испытания (воспроизводимость в пределах 1 °C) на таких стандартных продуктах.

Таким образом, при разработке анализатора необходимо тщательно учитывать вопросы конструктивного оформления, создавать эффективные программы обработки исходной информации и перехода к традиционной интерпретации, а также формировать принципы калибровки и аттестации нового прибора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Димуду И.А., Жаркова О.Н., Абаев Г.Н., Спиридонов А.В. Свойства фракционных разгонок нефтепродуктов и их смесей // Известия вузов. Сер. Химия и химическая технология. – 1995. – Т. 38. № 1 – 2. – С. 136 – 138.
2. Абаев Г.Н., Жаркова О.Н., Димуду И.А., Спиридонов А.В. Компьютеризация в химической технологии // Химическая промышленность. – 1995. – № 1. – С. 29 – 34.
3. Жаркова О.Н., Димуду И.А., Абаев Г.Н., Спиридонов А.В. Аддитивность и взаимосвязь характеристик фракционных разгонок нефтепродуктов // Химия и технология топлив и масел. – 1995. – № 5. – С. 38 – 40.
4. Димуду И.А., Жаркова О.Н., Абаев Г.Н., Спиридонов А.В. Применение моделирования фракционной разгонки нефтепродуктов в управлении их качеством в процессах первичной переработки нефти // Вести ПГУ. – 1995. – Т. 1. № 1. – С. 82 – 89.
5. Dimudu I.A., Jarkova O.N., Abaev G.N. Mathematical model of petroleum products and its identification by experimental data // Inzynieria Chemiczna i Procesowa. – 1996. – V. 17. № 4. – P. 635.
6. Спиридонов А.В., Жаркова О.Н., Абаев Г.Н., Димуду И.А. Моделирование фракционной разгонки нефтепродуктов с учетом динамических погрешностей системы измерения температуры // Химия и технология топлив и масел. – 1998. – № 4. – С. 41 – 43.
7. Пат. А19980801 Республика Беларусь, МКИ: G01N7/14. Способ автоматического определения фракционного состава нефтепродуктов, выкипающих до 400 °С, и устройство для его осуществления. / Абаев Г.Н., Спиридонов А.В., Урванцев В.В. и др.; № 1980801; Заявл. 26.08.98; Опубл. 1.01.2000 // Бюллетень Белгоспатента № 1.
8. Pat. 0124708.9 Великобритания GB HMJ 03556 GB. Process for determining the distillation characteristics of liquid petroleum products by express mini-distillation and apparatus permitting implementation of this process. / Abaev G.N., Urvantsev V.V., Andreeva R.A., Spiridonov A.V., Kolesnik V. Опубл. 21.03.02.