**Особенности экспресс-контроля трёхкомпонентной смеси из летучих углеводородных сред в видимом свете**

***Степаненков Григорий Викторович, Вакорина Дарья Владимировна1, Резников Богдан Константинович***

*Аспиранты, студент1*

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, факультет инфокоммуникационных сетей и систем, Санкт-Петербург, Россия*

*E-mail:* *261199g@gmail.com*

Введение

За основу проводимого исследования был взят уже выполненный опыт с использованием среды, состоящей из двух компонентов [1]. Необходимость данного исследования обусловлена возникновением ситуаций, при которых определение коэффициента концентрации F1 и F2 при решении уравнения (1) невозможно [2]. Это означает, что исследуемая смесь состоит из трех сред.

 $n\_{m}=n\_{t}= n\_{b} = F\_{1}n\_{m}^{t} + F\_{2}n\_{m}^{b}$ (1)

Методика измерения

Если решение (1) относительно коэффициентов F1 и F2 не существует по причине нарушения физических законов (в смеси находится три среды и более). В этом случае уравнение (1) необходимо преобразовать в следующий вид (для трех сред):

$n\_{m}=n\_{t}= n\_{b} = F\_{1}n\_{m}^{t} + F\_{2}n\_{m}^{b}+ F\_{3}n\_{3}$ (2)

Однозначного решения уравнения (2) относительно коэффициентов F1, F2, F3 и выбранного значения n3 для трех известных значений (nt,$ n\_{m}^{t}$, $n\_{m}^{b}$) нет. Будет большое число вариантов по коэффициентам F1, F2, F3 с учетом выбора реального показателя преломления n3 третей среды. Например, смешать с бензинами дизельное топливо не имеет смысла (среды отличаются по цвету (бензин – бледно-желтый, дизельное топливо – цвет заваренного чая)). Это очень хорошо видно визуально. Поэтому после получения значений F1, F2, F3 необходимо провести анализ полученных данных. Отклонить те результаты, которые противоречат логике и реальной жизни. Например, получилась смесь из бензинов Аи-95, Аи-92 и спирта (метанол) в пропорции 0.4:0.3:0.3. Такое в реальности произойти не может, специально это делать никто не будет (автомобиль скорее всего не заведется). Из реальных результатов решения (2) останется еще достаточно большое число вариантов (каждый из этих вариантов может возникнуть с разной вероятностью). В этих вариантах мы знаем состав смеси и их весовые коэффициенты. Для однозначного определения коэффициентов и третей компоненты в смеси мы разработали следующую методику, основанную на соотношении масс. Для её реализации предварительно перед измерением показателей преломления необходимо пробу исследуемой смеси объемом Vm = 100 мл взвесить. Получится Mm – масса смеси объемом 100 мл. При экспресс-контроле на территории скорее всего придется взвешивать смесь объемом 10 мл, при возможности лучше взвешивать 100 мл. Далее составляется следующая пропорция:

$M\_{m} = V\_{m} (ρ\_{1}F\_{1} + ρ\_{2}F\_{2} + ρ\_{3}F\_{3})$ (3)

где ρ1, ρ2 и ρ3 – значения плотностей двух установленных нами в пробе сред и одной предполагаемой (с учетом температуры).

Выполнение соотношения (3) позволяет однозначно установить истинные значения F1, F2, F3, а также наименование третей среды. Поэтому при использовании данной методики в экспресс-контроле необходимо для решения этой задачи иметь мерные сосуды объемом 10 и 100 мл и весы с погрешностью измерения 0.1 г или менее. Необходимо отметить, что вопрос влияния погрешности измерения Mm на выбор однозначного решения уравнения (3) должен быть исследован отдельно.

Таблица 1. Значение плотностей ρ жидких сред, используемых в качестве топлива при T = 278 К.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид топлива | Среднее значение плотности ρ по топливу кг/л | Вид топлива | Среднее значение плотности ρ по топливу, кг/л |
| Бензин А-76 неэтилированный | 0,730 | Топливо РТ | 0,778 |
| Нормаль 80 неэтилированный | 0,730 | Авиационный керосин ТС | 0,780 |
| А-80 этилированный  | 0,730 | АИ-98 неэтилированный | 0,780 |
| АИ-95 неэтилированный | 0,750 | Керосин | 0,810 |
| Прямогонный авиационный керосин | 0,755 | Топливо Т1 | 0,819 |
| АИ-92 неэтилированный | 0,760 | Дизельное топливо | 0,840 |
| Авиационный керосин ТС-2 | 0,766 | Осветительный керосин  | 0,840 |
| АИ-96 неэтилированный | 0,770 | Биодизельное топливо | 0,870 |

Анализ данных по плотностям ρ из таблицы 1 показал, что между бензинами марок Аи-80 и Аи-92 могут располагаться только две среды. Это бензин марки Аи-95 и прямогонный авиационный керосин (ПАК). Был выполнен расчет плотностей бензинов и керосина для температуры Т1 = 300 К. Получены следующие результаты по плотностям:

ρ (АИ-80) = 0.7254 ± 0.0008 кг/л

ρ (АИ-92) = 0.7562 ± 0.0008 кг/л

ρ (АИ-95) = 0.7467 ± 0.0008 кг/л

ρ (ПАК) = 0.7483 ± 0.0008 кг/л

Результаты расчета были сравнены с данными, полученными при измерении плотностей указанных сред с использованием пикнометра DMA 35 EX погрешность измерения 0.0007 кг/л при температуре Т1 = 299.9 ± 0.1 К. Получены следующие результаты:

ρ (АИ-80) = 0.7253 ± 0.0007 кг/л

ρ (АИ-92) = 0.7561 ± 0.0007 кг/л

ρ (АИ-95) = 0.7466 ± 0.0007 кг/л

ρ (ПАК) = 0.7482 ± 0.0007 кг/л

В результате расчетов и измерений величины совпали в пределах погрешности. Этими значениями можно пользовать при решении уравнения.

Решая уравнение рефракции (2) для двух возможных вариантов третей смеси (АИ-95 или ПАК), мы получаем большое количество коэффициентов F1, F2 и F3. Часть из них не соответствуют реальности и поэтому исключаются из дальнейшего рассмотрения. Вероятность возникновения таких событий близка к нулю. Кроме того, при исключении из рассмотрения набора коэффициентов F1, F2 и F3 учитывалась измеренная масса исследуемой смеси Мm.

**Литература**

1. Г. В. Степаненков and Д. В. Вакорина., Особенности экспресс-контроля летучих углеводородных сред и их смесей в видимом cвете, Учен. зап. физ. фак-та Моск. ун-та. (2023), no. 4
2. Grebenikova N. M., Smirnov K. J., Rud V. Yu., Artemiev V. V. Features of monitoring the state of the liquid medium by refractometer. Journal of Physics: Conference Series, 2018, V. 1135(1), pp. 012055.