

## Определение долей компонентов жидкой фракции бензина методом линейного программирования

ГРЕКОВ В.Ф.\* , ПЬЯНКОВ А.А.\* , ЯЛОВОЙ Н.И., ОВСИЕВСКИЙ А.А.\*\*

\*Харьковский университет воздушных сил  
Днепропетровский государственный технический университет  
\*\*Запорожский государственный комбинат «Звезда»

Робота присвячена застосуванню апарату лінійного програмування для визначення долей компонентів рідкої фракції бензину з метою забезпечення заданого сумарного тиску.

Работа посвящена применению аппарата линейного программирования для определения долей компонентов жидкой фракции бензина с целью обеспечения заданного суммарного давления.

The work is dedicated to application of the linear programming apparatus for determination of components' parts of a liquid fraction with the aim to ensure desirable total pressure.

**Введение.** Работа содержит некоторые результаты исследований, выполненных государственным предприятием «Звезда» в соответствии с общегосударственной программой защиты атмосферного воздуха от выбросов углеводородов и диоксида серы [1]. Цель исследований: внедрение технологий улавливания и регенерации паров углеводородов на объектах нефтегазового комплекса.

**Постановка задачи.** Известно, что доля компонентов в жидкой смеси бензина и давление их насыщенных паров взаимосвязаны. Для определения долей компонентов в жидкой фазе в зависимости от парциального давления их паров нами предложено следующее аппроксимирующее уравнение

$$\beta = \dot{a} \exp(b p_s), \quad (1)$$

где  $\beta$  - доля компонента;  $\dot{a} = 0,367$ ;  $b = -1,253 \cdot 10^{-5}$  - найденные нами коэффициенты.

Результаты расчетов, выполненных по этой формуле, приведены в таблице 1.

Здесь

$p_{si}$  - парциальное давление насыщения  $i$ -того компонента паровоздушной смеси.

Давление насыщенного пара компонентов с учетом их долей и температуры определяется следующим образом [2]

$$p_{sij} = a_i \beta_i \exp(b_i t_{ij}), \quad (2)$$

**Таблица 1. Доли компонентов жидкой фазы в зависимости от парциального давления насыщения компонентов паровоздушной смеси**

$\beta$	0,00236	0,037	0,067	0,360	0,059	0,540
$p_{si}$ , Па	472	156700	105500	25830	6787	5866

где  $a_i$  и  $b_i$  - коэффициенты, входящие в уравнения состояния  $i$ -того компонента паровоздушной смеси; индексы  $i$  и  $j$  относятся, соответственно к  $i$ -му компоненту паровоздушной смеси и  $j$ -му компоненту жидкой фазы; индекс 1 относится к жидкой фазе;  $t_{ij}$  - температура  $j$ -того компонента жидкой фазы.

Рассчитанные по формуле (2) данные приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Парциальные давления компонентов над поверхностью смеси в зависимости от температуры**

$t_{ij}$	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Пропан	0,424	0,486	0,556	0,636	0,728	0,834	0,954	1,092	1,25
Изобутан	7,365	8,557	9,942	11,55	13,42	15,591	18,115	21,046	24,452
нбутан	9,389	11,019	12,931	15,174	17,807	20,897	24,523	28,777	33,771
Пентан	6,277	7,552	9,087	10,934	13,156	15,829	19,046	22,916	27,573

В данном сообщении ставится задача определения с помощью линейного программирования долей компонентов жидкой фракции, обеспечивающее заданное суммарное давление паровоздушной смеси.

Зададим уравнение потребного изменения давления смеси в виде уравнения давления насыщенных паров бензина [2]

$$p_{szj} = 95600 \exp(b_o(t_j - 38)) \quad (3)$$

Система уравнений для некоторой паровоздушной смеси с долями компонентов  $\beta_i$  запишется в виде

$$\begin{aligned} \beta_1 p_{s1,1} + \beta_2 p_{s2,1} + \beta_3 p_{s3,1} + \beta_4 p_{s4,1} + \beta_5 p_{s5,1} + \beta_6 p_{s6,1} &= p_{sz1} \\ \beta_1 p_{s1,2} + \beta_2 p_{s2,2} + \beta_3 p_{s3,2} + \beta_4 p_{s4,2} + \beta_5 p_{s5,2} + \beta_6 p_{s6,2} &= p_{sz2} \\ \beta_1 p_{s1,3} + \beta_2 p_{s2,3} + \beta_3 p_{s3,3} + \beta_4 p_{s4,3} + \beta_5 p_{s5,3} + \beta_6 p_{s6,3} &= p_{sz3} \\ \beta_1 p_{s1,4} + \beta_2 p_{s2,4} + \beta_3 p_{s3,4} + \beta_4 p_{s4,4} + \beta_5 p_{s5,4} + \beta_6 p_{s6,4} &= p_{sz4} \\ \beta_1 p_{s1,5} + \beta_2 p_{s2,5} + \beta_3 p_{s3,5} + \beta_4 p_{s4,5} + \beta_5 p_{s5,5} + \beta_6 p_{s6,5} &= p_{sz5} \\ \beta_1 p_{s1,6} + \beta_2 p_{s2,6} + \beta_3 p_{s3,6} + \beta_4 p_{s4,6} + \beta_5 p_{s5,6} + \beta_6 p_{s6,6} &= p_{sz6} \end{aligned} \quad (4)$$

Для определения значений долей компонентов смеси методом линейного программирования запишем определяющую функцию

$$f(\beta) = \beta_1 p_{s1,1} + \beta_2 p_{s2,1} + \beta_3 p_{s3,1} + \beta_4 p_{s4,1} + \beta_5 p_{s5,1} + \beta_6 p_{s6,1}$$

Составим матрицу давлений при долях компонентов

$$P = \begin{matrix} & p_{s1,1} & p_{s2,1} & p_{s3,1} & p_{s4,1} & p_{s5,1} & p_{s6,1} \\ p_{s1,2} & p_{s2,2} & p_{s3,2} & p_{s4,2} & p_{s5,2} & p_{s6,2} \\ p_{s1,3} & p_{s2,3} & p_{s3,3} & p_{s4,3} & p_{s5,3} & p_{s6,3} \\ p_{s1,4} & p_{s2,4} & p_{s3,4} & p_{s4,4} & p_{s5,4} & p_{s6,4} \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ p_{s1,6} & p_{s2,6} & p_{s3,6} & p_{s4,6} & p_{s5,6} & p_{s6,6} \end{matrix}$$

Пятая строка дает 1 суммы долей компонентов при решении системы уравнений.

Составим матрицу столбец потребных давлений, используя уравнение (3)

$$p_s = \begin{matrix} p_{sz1} \\ p_{sz2} \\ p_{sz3} \\ p_{sz4} \\ 1 \\ p_{sz6} \end{matrix}$$

Зададим точку начала счета в соответствии с требованиями алгоритма вычислений

$$\beta_6 = 0,5.$$

Положительные значения и требуемый диапазон долей компонентов в смеси зададим блоком условий для уравнений

$$p_1 \beta \leq p_s; \quad \beta \geq 0;$$

$$0,002 < \beta_1 < 0,003; \quad 0,03 < \beta_2 < 0,04; \quad 0,05 < \beta_3 < 0,08$$

$$0,15 < \beta_4 < 0,3; \quad 0,3 < \beta_5 < 0,4; \quad 0,3 < \beta_6 < 0,5;$$

Найденные в результате решения поставленной задачи значения компонентов приведены в таблице 3.

Таблица 3. Значения долей компонентов смеси

$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$
0,02	0,03	0,073	0,4	0,195	0,3

Относительная погрешность определения давления смеси по соотношению (2) и путем линейного программирования не превышает 3,7%.

### Выводы

Метод линейного программирования является надежным средством для анализа термодинамических особенностей, имеющих место в системе жидкий бензин – смесь паров бензина.

Результаты расчетов, полученных по аппроксимирующим формулам и с помощью линейного программирования, имеют расхождение, не превышающее 3,7%.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Общегосударственная программа защиты атмосферного воздуха от выбросов углеводородов и диоксида серы «Чистый воздух» на 2003–2010 годы.
2. А.А. Гуреев. Применение автомобильных бензинов. Изд-во «Химия», 1972 – 185 с.

пост. 01.12.08

## Формирование теплофизических характеристик пористого материала

КОШЛАК А.В.

Днепропетровский государственный технический университет

В статье выполнен анализ влияния различных факторов на основные теплофизические характеристики пористого материала при формировании его структуры. Получены зависимости, позволяющие управлять этим процессом.

У статті наводиться впливу різних факторів на основні теплофізичні характеристики пористого матеріалу при формуванні його структури. Отримано залежності, що дозволяють управляти цим процесом.

In clause the analysis of influence of the various factors on basic теплофизические of the characteristic of a porous material is executed at formation of its structure. The dependences allowing to operate by this process are received.

**Введение.** Выполненные лабораторные исследования процессов вспучивания силикатов [1, 2] позволяют сформулировать один из основных выводов: - эти процессы могут быть управляемыми, и основная цель такого управления состоит в том, чтобы получить пористый материал с необходимыми теплофизическими свойствами в исследуемом интервале их значений.

ристый материал с необходимыми теплофизическими свойствами в исследуемом интервале их значений.

**Постановка задачи.** Определить параметры управляющих функций для исследования теплофизических характеристик в оптимальной области их значений.

