

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГРУППОВОГО СОСТАВА ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ  
НА ОСНОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

С.Б. Аркенова, А.А. Орешина, Г.Ю. Назарова

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Е.Н. Ивашкина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, 634050,

E-mail: arkenova19@gmail.com

**THE METHOD OF CALCULATING THE GROUP COMPOSITION OF A VACUUM GAS OIL  
BASED ON THE RESULTS OF DETERMINING ITS PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES**

S.B. Arkenova, A.A. Oreshina, G.Y. Nazarova

Scientific adviser: professor, Dr. E.N. Ivashkina

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, 30 Lenin Avenue, 634050,

E-mail: arkenova19@gmail.com

***Abstract.** The given paper proposes a method for calculating the group composition of vacuum gas which is used as catalytic cracking feedstock oil. This method describes the dependency of feedstock, density and viscosity on fractional composition. Absolute error of calculations for such indicators as the content of saturated hydrocarbons, aromatic hydrocarbons and resins does not exceed 5.0% wt. To increase adequacy of the method, it is necessary to expand the database by additional laboratory studies of samples.*

**Введение.** Современное состояние нефтеперерабатывающей промышленности в мире ориентировано на повышение качества выпускаемых нефтепродуктов и эффективности переработки нефти. Одним из основных и быстро развивающихся процессов глубокой нефтепереработки, как в России, так и за рубежом, является каталитический крекинг, благодаря которому из вакуумных газойлей и другого остаточного нефтяного сырья получают жирные непредельные углеводородные газы и компоненты высококачественного автомобильного бензина и дизельного топлива, соответствующих высоким международным стандартам.

Одним из направлений в области усовершенствования технологий и повышения эффективности процессов глубокой переработки нефти, является разработка и применение математических моделей. Для того, чтобы модель с высокой адекватностью описывала сложный многокомпонентный процесс с участием высокомолекулярных углеводородов при прогнозировании углеводородного состава бензинов и газов крекинга, необходим учет при моделировании группового состава сырья и реакционной способности углеводородов. Вместе с тем, создание адекватной модели каталитического крекинга усложняется трудностью идентификации групп углеводородов тяжелого нефтяного сырья и отсутствием регулярных исследований по определению группового состава сырья крекинга.

Поэтому особую актуальность приобретает разработка надежной методики расчета группового состава (содержания парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов) тяжелой нефтяной фракции сырьевого потока каталитического крекинга на основании регулярных химических анализов, проводимых в лабораториях НПЗ (фракционный состав, плотность, вязкость и т.д.). Существуют разные

методы расчета для определения физико-химических характеристик, структурно-группового и группового состава нефтяных фракций [1-3]. Такие методы основаны, по большей части, на корреляционных зависимостях и имеют ряд ограничений по диапазону применения. На сегодняшний день наиболее известными и используемыми методами определения групповых характеристик тяжелых нефтяных фракций являются: TOTAL, n-d-M метод, метод API, расчет К-фактора [4].

В данной работе предложен комбинированный метод расчета группового состава вакуумного газойля (ВГ), направляемого на переработку в реактор каталитического крекинга в зависимости от фракционного состава сырья, плотности и вязкости. Основные этапы расчета выбраны на основании методики API. При этом, молекулярная масса рассчитана по формуле, предложенной Б.П. Войновым [5], а показатель преломления рассчитан на основе корреляции TOTAL [4].

**Методы исследования.** В работе были использованы следующие экспериментальные методы:

- 1) жидкостно-адсорбционный хроматографический метод анализа с применением силикагеля марки АСКГ (размер зерен 0,2–0,5 мм) для разделения вакуумного газойля на смолы, насыщенные и ароматические углеводороды;
- 2) криоскопический метод с применением лабораторного оборудования КРИОН-1 для определения молекулярной массы вакуумного газойля;
- 3) ГОСТ 3900-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности» для определения плотности вакуумного газойля.;
- 4) ГОСТ 33-2016 «Нефть и нефтепродукты. Определение кинематической и динамической вязкости» для определения вязкости вакуумного газойля.

**Результаты.** Результаты лабораторных исследований вакуумного газойля процесса каталитического крекинга, а также сопоставление группового состава, полученного расчетным путем с лабораторными результатами, представлены в таблице 1.

Ниже представлен алгоритм пересчета группового состава сырья каталитического крекинга по разработанной методике (рис.1).

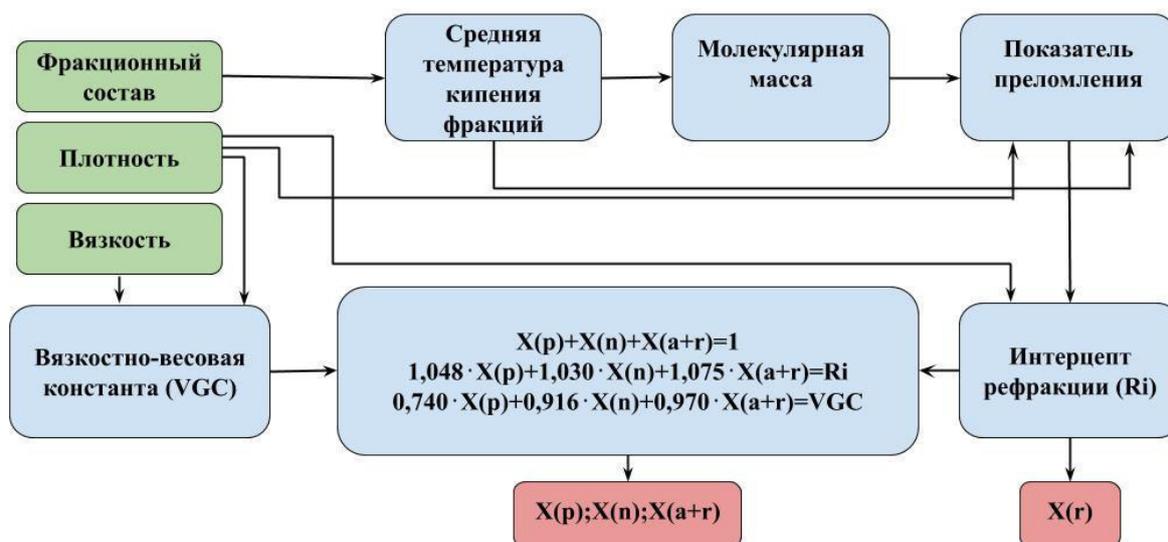


Рис. 1. Алгоритм расчёта группового состава сырья каталитического крекинга:  $x_p$ ,  $x_n$ ,  $x_{a+r}$  – мольные долевые концентрации парафиновых, нефтяных и смолисто-ароматических углеводородов

Таблица 1

Основные физико-химические показатели сырья процесса каталитического крекинга и адекватность расчетной методики по определению группового состава ВГ

Показатель	Сырье 1			Сырье 2			Сырье 3		
	Фракционный состав								
Начало кипения, °С	314,5			323			317		
10%, °С	370,5			364			354,5		
50%, °С	433,5			425			421		
90%, °С	500			490			492,5		
Конец кипения, °С	541			537			541		
Молекулярная масса, г/моль	341,3			342,1			338,5		
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	0,8898			0,8931			0,8870		
Вязкость при 100 °С, с/см <sup>3</sup>	6,319			5,823			5,689		
Групповой состав	Эксп.	Расчет.	Δ, % мас.	Эксп.	Расчет.	Δ, % мас.	Эксп.	Расчет.	Δ, % мас.
- насыщенные углеводороды, % мас.	56,8	60,9	4,1	57,7	56,9	0,8	61,6	60,3	1,3
- ароматические углеводороды, % мас.	40,5	36,6	3,9	39,7	39,9	0,2	35,4	37,2	1,8
- смолистые компоненты, % мас.	2,7	2,5	0,2	2,6	3,1	0,5	3,0	2,4	0,6

**Заключение.** Таким образом, абсолютная погрешность расчетов по таким показателям, как содержание насыщенных углеводородов, ароматических углеводородов и смол не превышает 5,0 % мас. Для повышения адекватности расчетной методики по определению группового состава тяжелой фракции сырья каталитического крекинга на основании данных о фракционном составе и плотности необходимо расширение базы данных с отбором проб и проведением дополнительных исследований сырья процесса.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Riazi M. R., Daubert T. E. Characterization parameters for petroleum fractions // Industrial and Engineering Chemistry Research. – 1987. – Vol. 26. – P. 755–759.
2. Albahri T.A. Developing correlations for the properties of petroleum fuels and their fractions // Fluid Phase Equilibria. – 2012. – Vol. 315. – P. 113–125.
3. Guilyazetdinov L. P. Structural Group Composition and Thermodynamic Properties of Petroleum and Coal Tar Fractions // Industrial and Engineering Chemistry Research. – 1995. – Vol. 34. – P. 1352–1363.
4. Задегбейджи Р. Каталитический крекинг в псевдоожигенном слое катализатора. Справочник по эксплуатации, проектированию и оптимизации установок ККФ: пер. с англ. яз. 3-го изд; под ред. О.Ф. Глаголева. – СПб.:ЦОП «Профессия», 2014. – 384 с.
5. Ахметов С.А., Аль-Окла В.А. Моделирование и инженерные расчеты физико-химических свойств углеводородных систем. Учебное пособие. – Уфа: РИО РУНМЦ МО РБ, 2003. – 160 с.