

**МОНИТОРИНГ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ ГИДРОДЕПАРАФИНИЗАЦИИ  
ПО ЦЕТАНОВОМУ ЧИСЛУ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ  
ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

**Н. С. Белинская, Е. В. Францина, Н. Е. Белозерцева**

Научный руководитель, профессор Э. Д. Иванчина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
г. Томск, Россия*

Цетановое число - является характеристикой воспламеняемости дизельного топлива. Воспламеняемость дизельного топлива количественно характеризуется периодом задержки воспламенения топлива, который выражается периодом времени между впрыском топлива и началом его горения (воспламенения). Топливо с высоким цетановым числом имеет короткий период задержки воспламенения и воспламеняется моментально после впрыска топлива в двигатель [1]. Цетановое число дизельных топлив для холодного и арктического климата должно составлять не менее 47.

Известно, что цетановое число зависит от углеводородного и фракционного состава смеси. Имеется ряд корреляций цетанового числа и фракционного состава различных фракций нефти. Применение данных формул для расчета одних типов фракций дает достаточную точность расчета цетанового числа, однако при использовании их для расчета других типов фракций приводит к высокой погрешности расчетов. Поэтому необходимо проводить корректировку общеизвестных формул расчета цетанового числа для конкретных фракций.

В данной работе формула расчета цетанового числа в зависимости от фракционного состава и плотности смеси модифицирована для расчета цетанового числа (CN) дизельных топлив, получаемых на промышленной установке гидродепарафинизации. Полученная зависимость имеет следующий вид:

$$CN = 40,9 + 0,0892T_{10N} + 0,131 + 0,901B_N T_{50N} + 0,0523 - 0,42B_N T_{90N} + 0,00049(T_{10N}^2 - T_{90N}^2) + 107B_N + 60B_N^2 \quad (1)$$

$$B_N = e^{-3,5(d-0,85)} - 1 \quad (2)$$

$d$  – плотность, г/л;  $T_{N10} = T_{10} - 215$ ;  $T_{50N} = T_{50} - 260$ ;  $T_{90N} = T_{90} - 310$ ;  $T_{10}$ ,  $T_{50}$ ,  $T_{90}$  – температура, при которой выкипает 10, 50, 90 % смеси, °C.

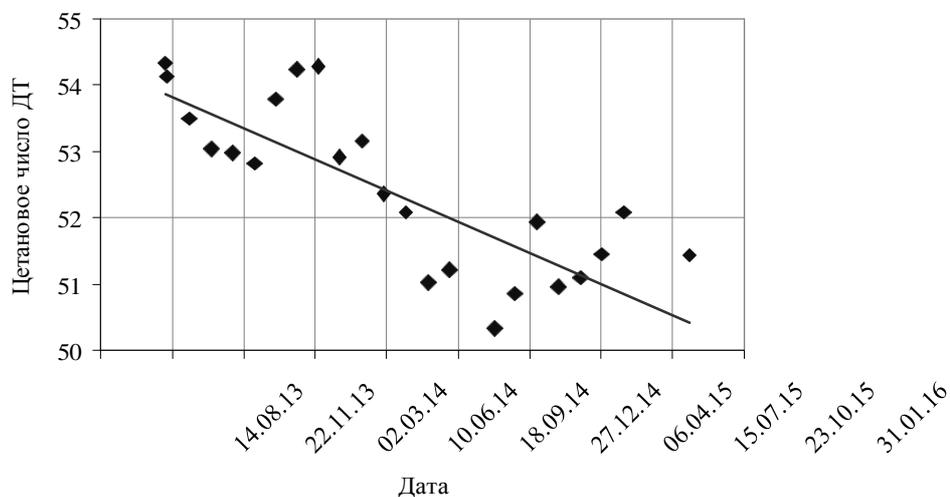
Расчет цетанового числа по формуле (1) имеет высокую точность, относительная погрешность расчета по сравнению с экспериментально определенными значениями не превышает 1 % (таблица 1).

**Таблица 1**

**Погрешность расчета цетанового числа дизельного топлива**

Цетановое число ДТ (расчет)	Цетановое число ДТ (эксперимент)	Относительная погрешность расчета, %
52,61	52,20	0,8
49,84	49,72	0,2
51,07	51,60	1,0

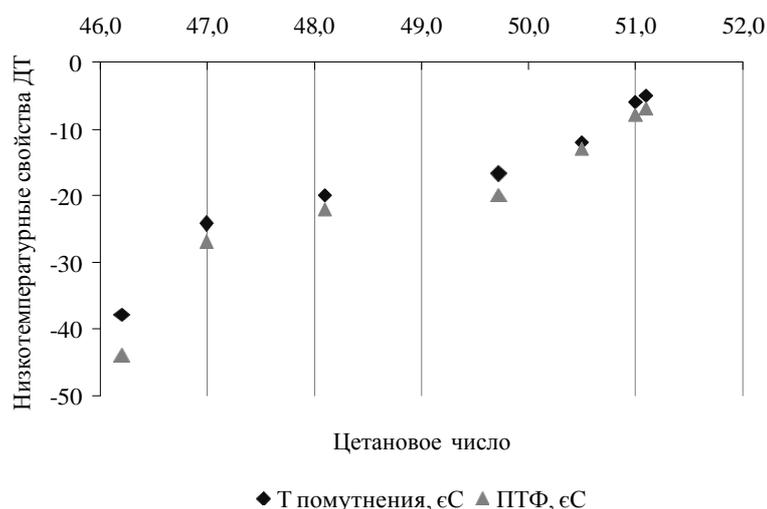
Формула (1) программно реализована в виде модуля компьютерной моделирующей системы процесса гидродепарафинизации дизельных топлив [2]. С помощью данной системы проведен мониторинг работы промышленной установки гидродепарафинизации дизельных топлив в период с 2013 по 2015 год (рис. 1).



**Рис. 1 Мониторинг цетанового числа на установке гидродепарафинизации дизельных топлив**

Цетановое число дизельного топлива, получаемого на установке гидродепарафинизации, уменьшилось на 3,5 пункта с 54,5 до 51,0, что свидетельствует о постепенной дезактивации катализатора.

Процесс гидродепарафинизации средних дистиллятов (дизельных фракций, атмосферного газойля) является основным процессом производства компонентов дизельных топлив для холодного и арктического климата [3]. Снижение температуры помутнения и застывания дизельного топлива в данном процессе достигается за счет снижения содержания высокомолекулярных парафинов неразветвленного строения, что приводит к снижению цетанового числа дизельного топлива, так как парафины неразветвленного строения обладают самым высоким цетановым числом (рис. 2).



**Рис. 2 Корреляция цетанового числа и низкотемпературных свойств дизельного топлива**

Как видно из рис. 2 снижение температуры помутнения и предельной температуры фильтруемости в процессе гидродепарафинизации получения дизельного топлива для холодного и арктического климата приводит к снижению цетанового числа дизельного топлива.

При снижении температуры помутнения на 33°С с -5 до -38 °С и предельной температуры фильтруемости на 37 °С с -7 до -44 °С цетановое число дизельного топлива снижается на 4,9.

Таким образом, необходимо проводить оптимизацию технологического режима работы установки гидродепарафинизации по низкотемпературным свойствам и цетановому числу для получения дизельного топлива, соответствующего требованиям стандартов качества с минимальными затратами ресурсов и максимальным выходом целевого продукта.

Оптимизация сложных многокомпонентных процессов углубленной переработки нефти эффективно проводится с применением метода математического моделирования и компьютерных моделирующих систем процессов нефтепереработки [4].

Разработанная компьютерная моделирующая система позволяет рассчитывать состав, низкотемпературные свойства и выход продукта в зависимости от состава сырья и технологических условий на промышленной установке, проводить мониторинг промышленной установки, рассчитывать цетановое число в зависимости от фракционного состава продукта и его плотности.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-5019.2016.8.

#### Литература

1. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. Учебное пособие для вузов. – СПб.: Недра, 2013. – 544 с.
2. Белинская Н.С., Силко Г.Ю., Киселева С.В. Компьютерная моделирующая система процесса каталитической депарафинизации дизельных топлив // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова, Томск, 7-11 Апреля 2014. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – Т. 2. – С. 205–206.
3. Белинская Н.С., Иванчина Э.Д., Ивашкина Е.Н., Силко Г.Ю., Францина Е.В. Оптимизация технологического режима установки гидродепарафинизации дизельных топлив методом математического моделирования // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2014. – Т. 57. – Вып. 11. – С. 90-92.
4. Иванчина Э. Д. Основные этапы создания и развития методологии построения математических моделей многокомпонентных каталитических процессов // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2013. – №. 10. – С. 3-9.