

**СЕКЦИЯ 13. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ  
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ**

---

Графический метод определения условий гидратообразования природных газов различного состава, содержащих до 50% сероводорода, разработанный Бейли и Вишертом, не учитывает в явном виде наличие этана, диоксида углерода и изобутана. Содержание диоксида углерода и этана в газовой фазе в графическом методе учитывается косвенно за счет влияния на относительную плотность газовой смеси. Погрешность графического метода Бейли и Вишера по температуре гидратообразования составляет  $\pm 1,5$  °C [8].

Для расчета равновесных условий гидратообразования многокомпонентных газовых смесей (трехфазные равновесия «газ – вода – гидрат» и «газ – лед – гидрат») ВНИИГАЗ разработал упрощенную инженерную методику, имеющую погрешность, равную  $\pm 1,0$  °C [8].

Результаты расчетов, проведенных в программах Pipesim и UniSim показывают несоизмеримо большой результат.

В результате расчета получается величина удельного теоретического расхода ингибитора для обеспечения технологического процесса. На практике расходы ингибитора гидратообразования значительно превышают расчетные значения, что связано с неучтенными условиями течения многофазных сред, неоднородностью распределения фаз в потоке, кинетическими закономерностями распределения ингибитора по фазам, а также с неучтенными эксплуатационными потерями ингибитора. С этой целью в расчеты вводится коэффициент запаса на неучтенные факторы, который определяется статистическим методом. На начальный период нормирования принимается значение 1,25, которое затем уточняется мере получения, накопления и анализа статистических данных [8]. Норма расхода метанола определяется как произведение расчетного удельного расхода метанола на коэффициент запаса. Также при расчете задают завышенный расход либо путем увеличения концентрации отработанного ингибитора задают на 5–10 % выше минимально допустимой, либо путем увеличения расчетного значения расхода ингибитора на 15–25 %, либо приводят допущение, что температура начала гидратообразования в расчетной точке на 1,5–2 градуса ниже фактической [4].

#### Литература

1. Ахметшин Б.С., Дьяконов А.А., Файзулин А.Д. и др. Система автоматического предупреждения образования гидратов в шлейфах газоконденсатных месторождений Крайнего Севера // Наука и техника в газовой промышленности, 2009. – № 1. – С. 69–77.
2. Грицишин Д. Н. и др. Технологии предупреждения гидратообразования в промышленных системах: проблемы и перспективы // Газохимия. – 2009. – №. 6 (10).
3. Истомин, В. А. Предупреждение и ликвидация газовых гидратов в системах добычи газа / В. А. Истомин, В. Г. Квон. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2004. – 508 с.
4. Мельников, В. Б. и др. Сбор и переработка газа и газового конденсата. Техногенные газогидраты: Учебное пособие – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2015. – 77 с.
5. Пушнов Б.В., Самойленко В.Ф. Выбор оптимальной системы сбора, подготовки и транспорта газа Тагульского месторождения // Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии : Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2017. – С. 90–96.
6. Пушнов Б.В., Самойленко В.Ф. Разработка технологических схем подготовки газа месторождений Ванкорского кластера // Молодая нефть : материалы Всероссийской молодежной научно-технической конференции нефтегазовой отрасли / Сиб. федер. ун-т, Ин-т нефти и газа. – Красноярск: СФУ, 2018. – С. 123–124.
7. Гриценко А.И., Истомин В.А., Кульков А.Н., Сулейманов Р.С. Сбор и промысловая подготовка газа на северных месторождениях России – М.: ОАО "Издательство "Недра", 1999. – 473 с.
8. СТО Газпром 3.1-3-010-2008 Методика расчета норм расхода химвагентов по газодобывающим предприятиям ОАО «Газпром». – Введ. 03.03.2009. – Москва : Газпром экспло, 2009. – 46 с.
9. Чеботарев В. В. Расчеты основных показателей технологических процессов при сборе и подготовке скважинной продукции: учеб. пособие. – 3 изд. перераб. и доп. / В. В. Чеботарев. – Уфа : Изд-во УГНТУ, 2007 – 408 с.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТОНАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ

**Н.Д. Радченко, А.М. Карпова**

Научный руководитель - доцент М.А. Самборская

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

Процесс получения современного моторного топлива представляет собой смешение прямогонных фракций с продуктами вторичных процессов нефтепереработки, индивидуальными углеводородами и добавками. Все более жесткие требования к качеству приводят к расширению ассортимента и усложнению состава добавок. Интенсивно разрабатываются методы получения моторных топлив из альтернативного сырья, которое также отличается по составу и свойствам от моторного топлива, полученного переработкой углеводородов.

Способность к воспламенению/детонации – одна из важнейших характеристик моторного топлива, которая количественно выражается октановым числом (ОЧ) или цетановым числом (ЦЧ). Надежное экспериментальное определение этих величин – трудоемкий процесс, требующий сложного оборудования и значительных затрат времени. Интерес к исследованию, расчету и прогнозированию этих показателей для сложных смесей, которыми являются современные моторные топлива, непрерывно растет [1, 3].

ОЧ и ЦЧ по своему обратнопропорциональны, их связь установлена для топливных фракций различного происхождения и индивидуальных углеводородов [2, 4]. Однако, практически отсутствуют методы, количественно описывающие влияние добавок на октановое и цетановое числа и методы расчета этих величин для альтернативного

топлива и /или его компонентов. Это затрудняет прогноз эффективности использования фракций различного происхождения и индивидуальных соединений в качестве компонентов моторного топлива; делает более длительным и трудоемким процесс разработки оптимальных рецептов топливных композиций.

Цель данного исследования – разработка методов расчета ОЧ и ЦЧ моторных топлив различного состава, в т.ч. и с добавками, повышающими детонационную стойкость.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

- выполнен анализ адекватности существующих методов расчета;
- выполнено экспериментальное исследование свойств с различными типами добавок (спирты, эфиры, индивидуальные углеводороды, азотсодержащие соединения);
- разработаны корреляции ОЧ-ЦЧ для различных групп соединений и бензиновых фракция различного происхождения;
- разработан метод определения ОЧ смешения для топливных композиций с октаноповышающими добавками разных типов.

Для бензиновых фракций выполнено экспериментальное определение плотности, молекулярной массы, анилиновой точки, коэффициента преломления, фракционного, группового и индивидуального составов и ОЧ по моторному и исследовательскому методам.

Перечень использованных в исследовании добавок представлен в таблице 1.

Таблица 1

**Октаноповышающие добавки**

Добавка	Интервал концентраций
Толуол	5 – 15 %
Этанол	2 – 5 %
Амиловый спирт	4 – 10 %
Изоамиловый спирт	4 – 10 %
Изобутанол	4 – 10 %
Этиленгликоль	4 – 10 %
Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ)	5 – 15 %
Монометиланилин (ММА)	0,8 – 1 %

Получены корреляции ОЧ-ЦЧ для компонентов автомобильных бензинов и топливных композиций. Максимальную адекватность (степень достоверности аппроксимации) показала формула:  $OЧМ = (105,9 - ЦЧ) / 0,94$ , где ЦЧ – цетановое число.

Даны рекомендации по использованию различных методов расчета ЦЧ. Результаты прогноза с использованием полученного соотношения представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты расчета**

Формула	$ЦЧ = 0,85 * П + 0,1 * Н - 0,2 * А$	$OЧМ = (105,9 - ЦЧ) / 0,94$	ОЧМ эксп.	Расхождение
Проба 1	51,49	57,88	59,31	2,41
Проба 2	53,46	55,79	59	5,45
Проба 3	55,34	53,79	55	2,21
Проба 4	56,31	52,76	52	1,45

где П, Н, А – содержание в топливе соответственно парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов, масс. %.

Установлены закономерности изменения ОЧ смешения в зависимости от массового содержания добавки. Результаты частично представлены на рис. 1 – 3.

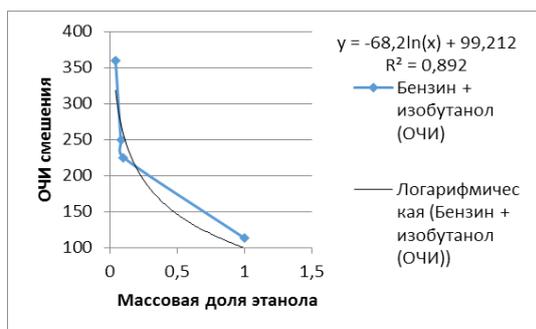


Рис. 1 Зависимость ОЧИ смешения изобутанола от его массовой доли

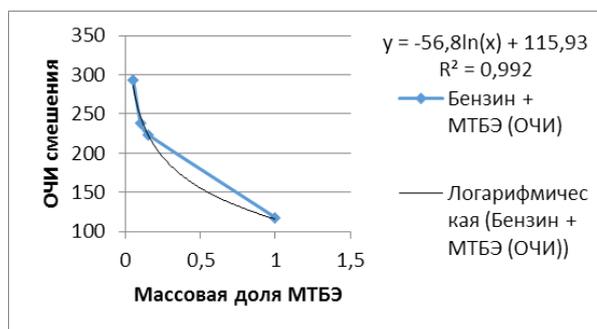
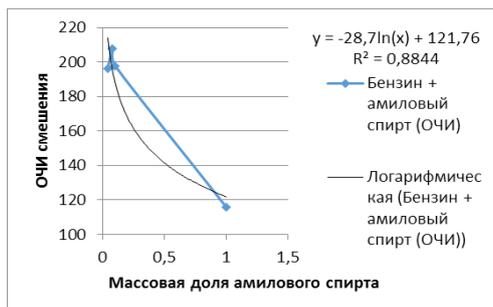


Рис. 2 Зависимость ОЧИ смешения МТБЭ от его массовой доли



**Рис. 3 Зависимость ОЧИ смешения амилового спирта от его массовой доли**

Полученные результаты позволяют прогнозировать ОЧ топливных смесей, основываясь на корреляции ЦЧ-ОЧ. Это дает возможность целенаправленно вести поиск новых компонентов и добавок, получать оптимальные рецептуры на ограниченном наборе экспериментальных данных.

#### Литература

1. Janecek D. at al. Investigation of cetane number and octane number correlation under homogenous-charge compression-ignition engine operation/ Proceedings of the Combustion Institute Jan 1, 2017, Vol. 36 Issue 3, 3651.
2. William E. Morris, Method relates diesel cetane, octane ratings. Oil & Gas Journal – 2007.
3. Yanowitz J. at al. Compendium of Experimental Cetane Numbers – 2014.
4. Батоева Ч. А. и др. Разработка методов расчета октановых чисел смешения.
5. Самборская // Химия и химическая технология в XXI веке : материалы XIX Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л. П. Кулѐва, 21-24 мая 2018 г., г. Томск. — Томск : Изд-во ТПУ, 2018. — [С. 347-348].

### **ВЛИЯНИЕ ПРИСАДКИ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДЕЛЬНЫХ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ**

**Е.А. Саврасова, И.В. Литвинец**

Научный руководитель - старший научный сотрудник И.В. Прозорова

**Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г.Томск, Россия**

Длительная эксплуатация нефтяных месторождений сопровождается высокой обводненностью и утяжелением углеводородного состава добываемых нефтей, что приводит к образованию стойких водонефтяных эмульсий. Добыча и транспорт подобных водонефтяных эмульсий до пунктов сбора и подготовки нефти осложняются их повышенной вязкостью и интенсивным образованием асфальтосмолопарафиновых отложений. Это приводит к снижению эффективности работы всего нефтепромыслового оборудования, включая эксплуатационную скважину, насосные системы и трубопровод [4].

Перспективным направлением предотвращения подобных осложнений является использование ингибирующих и депрессорных полимерных присадок [1,2]. Однако современный спектр промышленных форм присадок ориентирован на перекачку товарной (обезвоженной) нефти. В связи с этим актуальными являются исследования по влиянию полимерных присадок на структурно-механические характеристики водонефтяных эмульсий различного состава.

В качестве объектов исследования использовали искусственно приготовленные водонефтяные эмульсии. Дисперсионная среда эмульсий – высокопарафинистая модельная система на основе нефти Игняненского месторождения, содержащая 7 % (мас.) нефтяного парафина (табл. 1); дисперсная фаза – дистиллированная вода, содержание которой варьировалось от 10 до 40 % (мас.).

**Таблица 1**

**Характеристика модельной системы на основе нефти Игняненского месторождения**

Содержание, % мас.			Температура застывания (T <sub>з</sub> ), °С
Масла (Парафины)	Смолы	Асфальтены	
92,0 (7,0)	7,9	0,1	+15,0

Для приготовления водонефтяных эмульсий использовали перемешивающее устройство ПЭ-0118 мощностью 150 Вт, с частотой вращения вала мешалки – 3000 об./мин., время перемешивания – 10 минут. Модельную нефтяную систему и дистиллированную воду предварительно термостатировали при температуре 20 °С. Полученные эмульсии выдерживали в течение 24 часов при температуре 20±2 °С в целях стабилизации физико-химических свойств.

В качестве полимерной присадки к водонефтяным эмульсиям выбрана присадка-1 на основе полиалкилметакрилата C<sub>16</sub>-C<sub>20</sub>, модифицированного додециламином. Присадку-1 готовили растворением полимера в толуоле в концентрации 50 % (мас.), которую добавляли в эмульсии в концентрации 0,05 % (мас.).