

ПРОИЗВОДСТВО ТОПЛИВ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

В статье обсуждаются проблемы производства современных автомобильных бензинов, соответствующих международным требованиям EVRO-3, EVRO-4. Содержание ароматических углеводородов не более 35% и бензола не более 1%. Проводится сравнительный анализ качества зарубежных, отечественных моторных топлив, компонентный состав бензинового фонда США, Европы и России. И предлагаются технологии по получению бензинов с улучшенными экологическими свойствами.

Ключевые слова: бензин, ароматические углеводороды, бензол.

Основными видами моторных топлив в настоящее время являются автомобильные бензины и дизельные топлива, производство которых в мире составляет более 1,7 млрд.т. в год и на их выработку расходуется до 70% добываемой нефти. Основная масса автомобильных бензинов в России вырабатывается по ГОСТ Р 51105-97 с разделением на классы 2 – 5.

В настоящее время в России высока доля техники экологических классов Евро-2 и ниже, использующие низкооктановые бензины. Анализ производства, внутреннего потребления и экспорта автомобильного бензина Регуляр-92 показал, что за 2005 – 2007 годы экспорт этой марки

бензина возрос на 1971 тыс. тонн. Вряд ли бензин АИ-92

Нормативные акты	Выбросы загрязняющих веществ, г/кВт			
	СО	СН	NO _x	Твердые частицы
Правило 49 ЕЭК ООН	14,0	3,5	18,0	Не реглам.
Директива 88/77 ЕС	11,2	2,4	14,4	Не реглам.
EURO-1 (с 1993 года)	4,5	1,1	8,0	0,36
EURO-2 (с 1996 года)	4,0	1,1	7,0	0,15
EURO-3 (с 1.10.2000 года)	2,0	0,6	5,0	0,1
EURO-4(2003-2005гг.)	1,5	0,5	3,5	0,08
EURO-5(2006-2009гг.)	1,0	0,5	2	0,05

Табл. 1. Нормативные требования, предъявляемые к экологичности транспортных средств.

Окончание статьи В.И. Кудинова «Тепловые технологии разработки ...»

Кудинов В.И., Зубов Н.В., Савельев В.А. Регулирование теплового воздействия при разработке залежей высоковязкой нефти с послонной неоднородностью коллекторов. *Нефтяное хозяйство*. 1998. № 3. 37-39.

Кудинов В.И. Основы нефтегазопромыслового дела. М., Ижевск. Институт компьютерных исследований, УдГУ. 2005. 720.

Малофеев Г.Е., Кудинов В.И., Желтов Ю.В. Способ термодимерного воздействия с добавками полиэлектролита. *Патент РФ*. № 1716861. 1989.

V.I. Kudinov. **Thermal technology of intricately built viscous and highly-viscous oils fields development .**

The paper shows that the development of oil fields with carbonate reservoir, which contains viscous and highly-viscous oils, is only effective when thermal methods of oil field development are applied. Such methods control both the dilution or the increasing mobility of bitumen-resin-paraffin oil components, and the destruction of the boundary oil layer in contact with rockforming minerals. Thus, oil recovery is increased by 45 % (instead of 20 % recovered with waterflooding), and the prime cost of oil production is less than with waterflooding.

Key words: thermal methods of oil field development, oil components, boundary oil layer, oil recovery.

Валентин Иванович Кудинов

Д.т.н., профессор, зав. кафедрой РЭНГМ ГОУВПО «УдГУ» действительный член РАЕН, Советник Президента Удмуртской Республики по нефтегазовому комплексу.

Ижевск, ул. Свободы, 171а – 3. Тел.: (3412)-56-62-41. Факс: (3412)-51-08-02.

•••••

Казань

9-11 сентября 2009 г.

Международная научно-практическая конференция

«Инновационные технологии в геологии и разработке углеводородов»

Научно-техническая конференция

«Перспективы создания подземных хранилищ газа в Республике Татарстан»

Международная научно-практическая конференция

«Казанская геологическая школа и ее роль в развитии геологической науки в России»

420049, Россия, РТ, Казань, ул. Павлюхина, 75, МЭПР РТ.
Тел.: (843)267-68-38, 264-49-77, 264-59-08.

Факс: (843)267-68-24. E-mail: konf.neft@rambler.ru

•••••

Нормы	Тип двигателя	Срок введения (Европа)	Предельно-допустимые выбросы вредных веществ, г/км				
			CO	CH	NO _x	CH+ NO _x	Твердые частицы
EURO-1	Бензиновый	1993	2,72	Не регламентир.		0,97	Не реглам.
	Дизельный		2,72				
EURO-2	Бензиновый	1996	2,2	Не регламентир.		0,05	Не реглам.
	Дизельный		1,0				
EURO-3	Бензиновый	2000	2,3	0,2	0,15	Не реглам.	Не реглам.
	Дизельный		1,0	1,0	0,08	0,3	0,025
EURO-4	Бензиновый	2005	1,0	0,1	0,08	0,3	0,025
	Дизельный		0,5	Не реглам.	0,25	Не реглам.	Не реглам.

Табл. 2. Динамика нормативных требований по токсичности легковых автомобилей.

Нормы	Срок введения (Европа)	Предельно-допустимые выбросы вредных веществ, г/кВт·ч			
		CO	CH	NO _x	Твердые частицы
EURO-1	1996	4	1,1	7	0,15
EURO-2	2000	2,1	0,66	5	0,1-0,13
EURO-3	2005	1,5	0,25	2	0,02
EURO-4	2008	1,5	0,25	2	0,02

Табл. 3. Динамика нормативных требований по токсичности дизельных автомобилей.

идет на дальнейшую переработку, скорее в странах-импортерах он потребляется в качестве конечного продукта. В России же в 2005 – 2006 годах производство АИ-92/АИ-93 выросло на 4085 тыс. тонн, а внутреннее потребление – на 2251 тыс. тонн. В 2006 – 2007 гг. рост производства и внутреннего потребления составил соответственно 1678 и 1586 тыс. тонн. (Классный бензин, 2008).

Неясно, чем же заправлять автомобили, потребляющие бензин класса 2, после 5 сентября 2011 года? По данным "Автостата" на начало 2008 года в России зарегистрировано почти 35,5 млн. автомобилей всех категорий, 88,7% которых оснащены бензиновыми двигателями. Среди них только около 8,5 млн. транспортных средств моложе пяти лет. Заправка автомобиля бензином с октановым числом выше требуемого не только нежелательна, но и приводит к преждевременному износу двигателя.

Основным направлением развития топливного сектора стран ЕС и Америки является улучшение экологической обстановки, а не повышение эксплуатационных характеристик, таких как октановое число. Выпуск бензина Регуляр с октановым числом 92 не планируется прекращать. В США для улучшения экологических характеристик бензинов выбрали стратегическое направление производства реформулированных бензинов. В штате Калифорния была разработана жесткая программа производства и применения реформулированного бензина – California Air Resources Board (CARB-I, CARB-II).

Повышение экологических характеристик достигается отказом от любых детонационных присадок и снижением содержания в топливах бензола и суммы ароматических углеводородов, чтобы снизить количество выбросов в атмосферу при хранении, транспортировке и заправке, а также понизить токсичность продуктов сгорания при работе двигателей. В настоящее время требования по выбросу вредных веществ регулируется правилом 49 ЕЭК ООН

и директивой 88/77 ЕС (Табл. 1, 2, 3) (Бойченко, Черняк, 2007).

Для того, чтобы удовлетворить эти требования сформулированы нормы мировой хартии к качеству бензинов и дизельных топлив представленных в Табл. 4, 5 (Ахметов, 2007).

Динамика некоторых показателей качества бензинов и дизельных топлив в России и за рубежом в сравнении с требованиями европейских стандартов представлены в

Табл. 6, 7 (Бойченко, Черняк, 2007; Крылов, Емельянов, 2007).

Показатели	EURO-2	EURO-3	EURO-4
1. Октановое число, не менее исследовательский метод	91 95 98	91 95 98	91 95 98
моторный метод	82 85 88	82,5 85 88	82,5 85 88
2. Индукционный период, мин., не менее	360	480	480
3. Массовая доля серы, %, не более	0,1	0,02	0,003
4. Концентрация свинца, г/дм ³ , не более	0,013	отсутствие	
5. Концентрация марганца, железа, фосфора	-	отсутствие	
6. Содержание ароматических углеводородов, %об., не более	50	40	35
7. Содержание бензола, %об., не более	5	2,5	1
8. Концентрация фактических смол, мг/100 см ³ бензина, не более	5	5	5
9. Плотность при 15 °С, кг/м ³	715-780	715-770	715-770

Табл. 4. Требования мировой топливной хартии к качеству бензинов.

Показатели	EURO-2	EURO-3	EURO-4
1. Цетановое число	³ 48	³ 53	³ 55
2. Цетановый индекс	³ 45	³ 50	³ 52
3. Плотность при 15 °С, кг/м ³	820-860	820-850	820-840
4. Вязкость при 40 °С, мм ² /с	2,0-4,5	2,0-4,0	2,0-4,0
5. Содержание общей серы, %масс.	£ 0,5	£ 0,03	£ 0,003
6. Содержание ароматических углеводородов, %масс.	-	£ 25	£ 15
7. Содержание полициклических ароматических углеводородов	-	£ 5	£ 2
8. Температура, °С			
выкипания 90%	-	£ 340	£ 320
выкипания 95%	£ 370	£ 355	£ 340
конца кипения	-	£ 365	£ 350
9. Температура вспышки в закрытом тигле, °С	³ 55	³ 55	³ 55
10. Коксуемость 10% остатка, %масс.	£ 0,30	£ 0,30	£ 0,20

Табл. 5. Требования мировой топливной хартии к качеству дизельных топлив.

Показатель	Россия				США				
	Нормаль – 80	Регуляр – 92	Премиум – 95	Супер – 98	Обычный бензин США	Реформулированный бензин (простая модель)	Реформулированный бензин (сложная модель)	CARB-I	CARB-II
1. Содержание бензола, %об.	5	5	1,0		2	0,8	0,8	1,0	0,8
2. Содержание ароматических углеводородов, %об.	-	-	42,0		32,0	27,0	25,0	25,0	22,0
3. Содержание олефиновых углеводородов, %об.	-	-	18,0		9,5	8,5	8,5	6,0	4,0
4. Содержание кислорода, %об.	-	-	2,7		Не реглам.	2	2	2	Не реглам.
5. Содержание серы, ppm	500	500	150		339	130	130	40	30

Табл. 6. Сравнительная характеристика показателей качества бензинов в России и США.

Показатель	Россия (ГОСТ 305-82)			CEN AGO RF73	Swedish
	Летнее	Зимнее	Арктическое	(Велико-британия)	Class 1 (Швеция)
1. Плотность при 15 ⁰ С, кг/м ³	860	840	830	837	814
2. Фракционный состав, ⁰ С:					
- 50%	280	280	255	269	231
- 96%	360	340	330	368	293
3. Цетановое число	45	45	45	50	58
4. Вязкость при 20 ⁰ С, мм ² /с	3,0...6,0	1,8...5,0	1,5...4,0	2,823	1,903
5. Содержание серы, %масс.	0,2	0,2	0,2	0,05	0,001

Табл. 7. Сравнительная характеристика показателей качества дизельных топлив в России.

Показатель	Россия				США			
	Нормаль – 80	Регуляр – 92	Премиум – 95	Супер – 98	Обычный бензин США	Реформулированный бензин (простая модель)	Реформулированный бензин (сложная модель)	CARB-I
1. Содержание бензола, %об.	5	5	1,0	2	0,8	0,8	1,0	0,8
2. Содержание ароматических углеводородов, %об.	-	-	42,0	32,0	27,0	25,0	25,0	22,0
3. Содержание олефиновых углеводородов, %об.	-	-	18,0	9,5	8,5	8,5	6,0	4,0
4. Содержание кислорода, %об.	-	-	2,7	Не реглам.	2	2	2	Не реглам.
5. Содержание серы, ppm	500	500	150	339	130	130	40	30

Табл. 8. Компонентный состав бензинового фонда России, США и Европы (Матузов, Ахметов, 2007).

По-видимому направлением развития топливного сектора России также должно стать снижение содержания в автобензинах: бензола с 5% об. до 1% об., ароматических углеводородов с 50% об. до 35% об. В дизельных топливах: повышение цетанового числа с 48 до 55, снижение общей серы с 0,5% масс. до 0,0035% масс. и полициклических ароматических углеводородов не более 11% масс.

В России содержание бензола в бензинах класса 2 составляет – 5 % об., а требование класса 3 по содержанию бензола – 1% об. Из этого можно сделать вывод, что лучше модернизировать технологию производства этих бензинов и снизить содержание бензола до 1% об., не отказываясь преждевременно от марок А-80 и АИ-92, которыми управляется большинство транспортной техники. Для России эта задача существенно сложнее, чем для США и Европы, из-за различного набора процессов переработки нефти (Табл. 8).

Как видно из таблицы 8 большую часть бензинов в России и Европе получают на установках каталитического риформинга. В этих бензинах содержится большое количество ароматических и изопарафиновых углеводородов и практически не содержатся олефиновые углеводороды.

Однако разработки по получению бензинов с улучшенными экологическими свойствами имеются.

Так, например, учеными кафедры технологии нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета в 1970 – 1980 гг. разработан процесс РИ-ГИЗ, который направлен на снижение содержания ароматических углеводородов, в том числе бензола. Суть этого процесса заключается в следующем: рифорат подвергается ректификации с выделением головной фракции н.к. – 85⁰С. Фракция н.к. – 85⁰С, содержащая 22 – 25% ароматических углеводородов, в том числе основную часть (до 95%) бензола, подвергается гидроизомеризации на плати-

новом катализаторе; в результате бензол полностью гидроизомеризуется практически без снижения октанового числа. Смешением гидроизомеризата с остаточной фракцией 85⁰С – к.к. получают высокооктановый базовый компонент автомобильных бензинов с улучшенными экологическими показателями. Однако этот процесс в промышленности еще не реализован. По прошествию времени аналогичные технологии появились и за рубежом: "Бенсат", "Пенекс-Плас", "Алкимакс" фирм ЮОП, ФИН, которые нашли применение в промышленном масштабе (Ахметов, Танатаров, 1981).

Надеемся, что задача по выпуску моторных топлив, удовлетворяющих требованиям ЕВРО-3, ЕВРО-4, будет решена с помощью отечественных разработок.

Литература

Ахметов С.А. Лекции по технологии глубокой переработки нефти в моторные топлива. СПб.: Недра. 2007. 312.

Ахметов А.Ф., Танатаров М.А. Производство неэтилированных бензинов. М.: ЦНИИТЭнефтехим. 1981. 76.

Бойченко С.В., Черняк Л.Н. Эколого-энергетические аспекты системы топливообеспечения транспортного сектора. *Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний.* 2007. №4. 35-39.

Крылов И.Ф., Емельянов В.Е. Альтернативные дизельные топлива. *Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний.* 2007. №1. 40-44.

Матузов Г.Л., Ахметов А.Ф. Пути производства автомобильных бензинов с улучшенными экологическими свойствами. *Башкирский химический журнал.* 2007. Т. 14. 2. 121-125.

A.F. Ahmetov, J.V. Krasilnikova. Production of petrol funds with improved ecological properties.

The article discusses the problems of modern motor petrol production, meeting international requirements EURO-3, EURO-4. The content of aromatic hydrocarbons in them is not more than 35% and the content of benzol is not more than 1%. The comparative qualitative analysis of foreign and home motor fuels, and the component composition of petrol funds in USA, Europe and Russia is carried out. And the technologies of producing petrols with improved ecological properties are suggested.

Keywords: petrol, aromatic hydrocarbons, benzol.

Арслан Фаритович Ахметов

Д.т.н., профессор, зав. каф. «Технология нефти и газа», член.-корр. АН РБ. Научные интересы: получение моторных топлив с улучшенными экологическими показателями.

Юлия Владимировна Красильникова

Студент гр. ТПВ-03-2. Научные интересы: получение моторных топлив с улучшенными экологическими показателями.

ГОУ ВПО Уфимский государственный нефтяной технический университет. 450062, Россия, Уфа, ул. Космонавтов, 1. Тел.: (8347)243-15-35.