

УДК 665.738

**ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ
ЧИСТЫХ БЕНЗИНОВ****Т.М.Абуль-Футух, Э.А.Гусейнова, К. Ю.Аджамов***Азербайджанская государственная нефтяная академия
e-mail: ihm@adna.baku.az*

В материале представлены данные, отражающие мировые тенденции развития производства неэтилированных высокооктановых бензинов. Существенное совершенствование технологии и оборудования, а также основных процессов, входящих в комплексные технологические системы производства и компаундирования автобензинов, позволит получать бензины, соответствующие мировым эксплуатационным и экологическим требованиям.

Ключевые слова: *нефтеперерабатывающие и нефтехимические объекты, автобензин, нефтепродукты, топливо.*

Техносфера является постоянным источником угроз, которые могут иметь серьезные последствия для человечества. Переработка и использование в хозяйственной деятельности углеводородных систем (нефти, нефтепродуктов, топлив и др.) являются одними из факторов глобального загрязнения окружающей среды на Земле. Техногенную опасность со стороны нефтеперерабатывающих и нефтехимических объектов следует учитывать при разработке технологий, которые должны отвечать стратегическим требованиям энергетической, экономической и экологической безопасности. Это неудивительно, так как наблюдаемая тенденция последовательного увеличения удельного веса углеводородных систем в мировом экономическом балансе – сложившаяся закономерность, и в обозримой перспективе эта закономерность сохранится [1-3].

К традиционным регионам-лидерам по переработке нефти относятся Северная Америка, Западная Европа, Восточная Европа и страны СНГ. В последние годы в мировой нефтеперерабатывающей промышленности наблюдается тенденция к снижению доли традиционных регионов нефтеперерабатывающей промышленности и росту доли Азиатско-тихоокеанского региона и стран Ближнего и Среднего Востока. Так, за период 1994-2000 гг. доля регионов Северной Америки и Западной Европы снизилась с 25.4% и 19.5% до 24.5% и

17.7% соответственно, а доля Азиатско-тихоокеанского региона увеличилась с 18.7% до 24.1% [4].

Инвестиционная политика большинства крупнейших НПЗ, нацеленных как на внешний, так и на внутренний рынок, предполагает, прежде всего, увеличение вторичных мощностей переработки нефти. При этом интенсивность обновления и структура вторичных мощностей на НПЗ должны быть ориентированы, главным образом на внутренний спрос и в частности на скорость обновления автомобильного парка страны.

Развитие процессов вторичной переработки важно, во-первых, потому, что цены на нефтепродукты отличаются большей стабильностью, чем цены на сырую нефть; во-вторых, в настоящее время растет платежеспособный внутренний спрос на нефтепродукты. Судя по всему, можно ожидать постепенного изменения товарного ассортимента при модернизации НПЗ. С одной стороны, сокращение объемов выпуска мазута и, соответственно, его экспорта, поскольку во всем мире медленно, но верно снижается спрос на него. С другой стороны, вероятно, увеличится производство качественного бензина и дизельного топлива, которые пользуются растущим спросом на мировом рынке. Отношение вторичной и первичной переработки нефти в основных стратегически нефтеперерабатывающих регионах представляется следу-

ющим образом: Россия – 0.5%, Европа – 9.5%, США – 4.3% [4].

Развивающаяся автомобильная техника и выход Азербайджана на европейский и другие рынки требуют существенного совершенствования технологии и обо-

рудования, а также основных процессов, входящих в комплексные технологические системы производства и компаундирования автобензинов. Мощности процессов нефтепереработки в Азербайджане и за рубежом представлены в табл.1.

Таблица 1. Мощности по первичной переработке НПЗ ведущих стран мира (по данным *Oil & Gas Journal*) [5-7]

Страна	Число НПЗ	Суммарные мощности по первичной переработке нефти, млн. т/год	Средняя мощность одного НПЗ, млн. т/год	Доля от мировой переработки, %
Россия	42	271.77	6.47	6.69
США	152	826.93	5.44	23.5
Великобритания	11	88.55	8.05	2.18
Италия	17	117.96	6.94	2.90
Франция	13	94.77	7.29	2.33
Германия	17	112.95	6.64	2.78
Япония	35	248.10	7.09	6.11
Азербайджан	2	6	3	0.15

С ростом автомобильного парка неизбежно увеличивается и объем вредных выбросов, которыми «снабжает» атмосферу наш транспорт [4].

В основном потребителем автобензинов являются легковые автомобили, на долю которых приходится свыше 50% всех поставок (рис.1). Крупный сегмент рынка также составляют пассажирские автобусные и грузовые перевозки (по 17-19%). На сельское хозяйство приходится порядка

7%. Доля прочих незначительна (около 2%).

Конечно, цивилизацию не заставишь отказаться от автомобилей, самолетов и ракет — только очень сознательные земляне способны организованно пересесть с личного автотранспорта на экологически чистые велосипеды. Представляется, что единственное верное решение – модифицировать ныне существующее топливо, создать особо чистый во всех отношениях бензин.

Таблица 2. Суммарные мощности основных процессов переработки нефти в ведущих странах мира, млн. т/год (по данным *Oil & Gas Journal*) [5,6]

Страна	Первичная переработка нефти	Термические процессы	Каталитический крекинг	Каталитический риформинг	Гидкрекинг	Гидрообессеривание	Алкилирование	Изомеризация	Ср. мощность одного НПЗ
Россия	271.77	22.37	17.15	35.33	1.93	96.45	0,46	0.57	6,47
США	826.93	112.19	289.63	162.38	71.07	495.32	53.40	25.30	5,44
Великобритания	88.55	8.43	23.04	15.05	1.59	46.32	4.25	3.58	8,05
Италия	117.96	23.96	15.81	12.34	13.39	48.91	1.67	3.59	6,94
Франция	94.77	8.00	19.23	12.01	0.77	42.37	0.84	2.77	7,29
Германия	112.95	17.82	17.81	17.47	8.30	73.07	1.23	2.87	6,64
Япония	248.10	4.59	41.42	32.86	8.15	194.39	1.96	0.85	7,09
Азербайджан	6	–	2	1.1	–	1.8	–	–	3

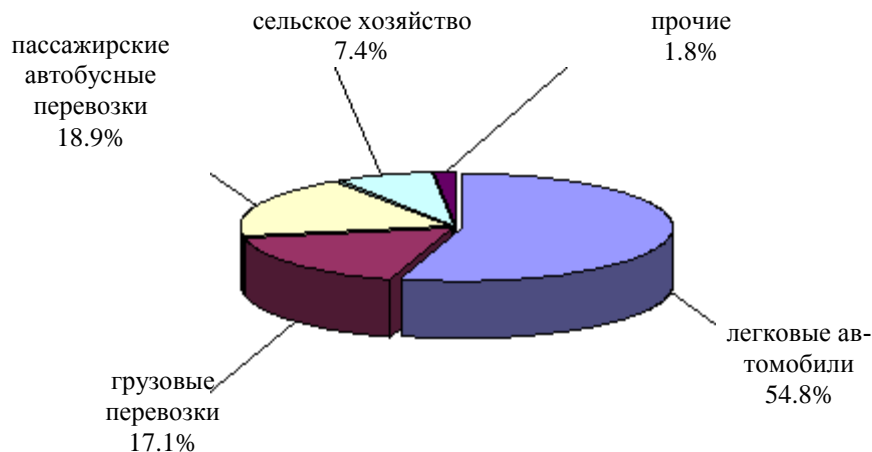


Рис.1. Структура потребления автобензинов по конечным потребителям.

Только в 2000 году мировое потребление бензина превысило 800 млн. тонн, а ежегодный прирост потребления бензинов составляет 2-4%. Именно продукты сгорания моторного топлива – один из основных факторов загрязнения воздуха. Так, с продуктами сгорания топлив в атмосферу ежегодно выбрасывается (млн.т): около 80 - оксидов серы, 30-50 - оксидов азота, 300 - оксида углерода, 10-15 млрд. т - углекислого газа. Более того, одновременно с увеличением объема потребления топлива всех сортов и видов, растет и степень токсичности отработанных газов двигателей. Обыч-

ный бензин «дарит» окружающим монооксид углерода, оксиды азота, несгоревшие углеводороды и соединения свинца. В итоге так называемый «свежий» воздух больших, средних, а теперь уже и малых городов можно сверять с таблицей Менделеева, уверенно выбирая самые опасные элементы.

Основная масса загрязнителей (за исключением оксидов серы) выбрасывается при работе двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Состав отработанных газов ДВС приведен в табл.3 [3].

Таблица 3. Состав отработанных газов ДВС, % об.

Компоненты	Бензиновый двигатель	Дизельный двигатель
Азот	74-77	76-78
Кислород	0.3-8	2-18
Вода	3.55	0.5-4
Углекислый газ	5-12	1-10
CO	1-10	0.01-0.5
NO _x	0.1-0.5	0.001-0.4
SO _x	0-0.002	0-0.03
Углеводороды	0.01-0.1	0.01-0.5
Альдегиды	0-0.2	0-0.009
Сажа, г/м ³	0-0.04	0.01-1.1
Бенз(а)пирен, г/ма	до 0.00002	до 0.00001

13 октября 1998 года полномочные представители Европейского союза, собравшиеся в Брюсселе, сформулировали и утвердили новые нормы, контролируемые и ограничивающие производство и прода-

жу существующих ныне всевозможных видов топлива. Тогда же было запланировано, что принятые к действию нормы вступят в силу 1 января 2000 года.

Однако принятие новых экологических норм настолько сильно влияет на состояние многих отраслей промышленности, что требует существенных изменений технологии производства моторных топлив. Ожидаемое увеличение парка легковых автомобилей к 2015 году почти в 1.5 раза, в основном за счет автомобилей экологического класса уже сейчас требует подготовки к выпуску бензинов, отвечающих перспективным требованиям норм. Самым «простым» процессом является переоборудование двигателя автомобиля под другое топливо, так как двигатели, собранные под «супер», и двигатели под так называемый RFG-бензин — это далеко не одно и то же.

По требованиям ЕЭС к автобензинам Евро-3 (2000 год) и Евро-4 (2005 год) установлено максимальное содержание кислорода 2.3% и 2.7% соответственно. Так, требования Евро-2 – Евро-5 представлены в табл.4. Чтобы сделать «все, как надо», требуются большие вложения, много

времени и доступ к соответствующим технологиям [3-4].

По своему составу бензины являются углеводородными системами, которые образуются в результате различных технологических процессов переработки: атмосферно-вакуумной перегонки нефти, каталитических процессов (крекинга, гидрокрекинга, риформинга) и других. В составе бензинового фонда Азербайджана доля компонентов каталитического риформинга достигает 50%. Одной из основных задач в улучшении экологических характеристик автомобильных бензинов является сокращение применения бензинов, содержащих ТЭС в качестве антидетонатора. Эта задача пока решена в Японии, США и Канаде. В некоторых странах: Голландии, Австрии, Дании, Бельгии, Швейцарии, Швеции, Финляндии, Норвегии и Германии разрешено вводить этиловую жидкость только в специальные высокооктановые сорта.

Таблица 4. Требования к бензинам Европейского союза

Показатель	Евро-2	Евро-3	Евро-4	Евро-5
Содержание бензола, %, не более	5.0	1.0	1.0	1.0
Содержание серы, не более, ppm	500	150	30	10
Содержание ароматических компонентов, %, не более	42	42	35	32
Содержание олефиновых компонентов, %, не более	-	18	14	14
Содержание кислорода, %, не более	-	2.3	2.7	2.7
Фракционный состав, %:				
до 100°C перегоняется, не менее	-	46	46	
до 150°C перегоняется, не менее	-	75	75	
давление насыщенных паров, кПа, не более		60	60	
Наличие моющих присадок	Обязат.	Обязат.	Обязат.	

Переход на неэтилированное топливо не только предотвращает эмиссию свинца с продуктами сгорания, но и сокращает на 60-90% другие вредные выбросы путем использования каталитических нейтрализаторов, для которых свинец является ядом. Кроме того, в этом случае возможно поддержание состава топливно-воздушной смеси, близкое к стехиометрическому, что обеспечивает такие оптимальные характеристики бензина, как плотность, вязкость, испаряемость, углеводородный состав, ко-

торые практически не влияют на токсичность отходящих газов. Но отказ от этилирования влечет за собой проблемы, связанные с обеспечением требуемого октанового числа бензина.

Рост числа автомобилей предопределяет ужесточение национальных стандартов. В соответствии с новыми дополнениями к Закону о чистоте воздушного бассейна основными отличиями качества автомобильных бензинов с улучшенными экологическими характеристиками, назы-

ваемыми также реформулированными, модифицированными, "зелеными", экологически чистыми и т.п., являются:

- низкая летучесть (давление насыщенных паров);
- пониженное содержание ароматических (особенно бензола) и олефиновых углеводородов, участвующих в образовании смога;
- обязательное использование кислородсодержащих компонентов и моющих присадок для предотвращения образования отложений в системах подачи топлива в двигателе;
- отсутствие свинца, марганца и других тяжелых металлов.

Невысокое качество отечественных автомобильных бензинов связано с недостаточным количеством установок, производящих высокооктановые компоненты, - каталитического риформинга, каталитического крекинга, алкилирования и практическим отсутствием установок изомеризации

и получения высокооктановых диалкиловых эфиров.

В нефтеперерабатывающей промышленности принят ряд изменений в технологии производства бензинов. Так, большинство нефтеперерабатывающих компаний пошло по пути снижения содержания в бензинах компонентов с высоким показателем летучести. К последним относятся н-бутан, кислородсодержащие соединения, легкий прямогонный бензин и легкие продукты различных процессов, доля которых возрастает с ростом жесткости режимов работы установок. Суммарная доля таких компонентов может достигать 40% от общего объема товарных бензинов. С целью повышения октановых характеристик товарных бензинов расширяется применение спиртов и эфиров в качестве компонентов (табл.5). Углеводородный состав бензина с улучшенными экологическими характеристиками нормируется по содержанию ароматических соединений, бензола и олефинов [8, 9, 10].

Таблица 5. Предельная концентрация кислородсодержащих соединений в автомобильных бензинах стран Западной Европы

Кислородсодержащие соединения	Содержание, % об.	
	Сорт А*	Сорт Б*
Метанол**	3	3
Этанол**	5	5
Изопропанол	5	10
Трет-Бутанол	7	7
Изобутанол	7	10
Эфиры (с числом углеродных атомов 5), МТБЭ, МТАЭ и др. кислородсодержащие соединения (КСС)	7	10
Смеси КСС (в % масс, кислорода)	2,5	3,7

*Сорт А - бензин, общие требования к которому обязательны для всех стран ЕЭС; сорт Б - бензин, общие требования к которому определяются в национальных стандартах.

**Необходимо (для этанола - в отдельных случаях) использование добавки, предотвращающей расслоение фаз.

Азербайджан, являясь неотъемлемым участником мирового и общеевропейского рынка нефтепродуктов, очень внимательно следит за соответствием выпускаемой продукции принятым стандартам. Так, новые нормативы Европейского Комитета стандартов на предельно допустимые плотности

бензинов и упругость паров при одновременно высоких требованиях на октановые характеристики способствуют существенному изменению компонентного состава суммарного бензинового фонда (СБФ) европейских стран [11]. Обращают на себя внимание следующие особенности форми-

рования перспективного бензинового фонда западноевропейских НПЗ: значительное увеличение доли бензина каталитико-крекингового флюида (ККФ), подвергаемого облагораживанию на установках каталитического риформинга, и значительный рост использования высокооктановых кислородсодержащих соединений, особенно МТБЭ. Предельно допустимое содержание кислородсодержащих соединений в автомобильных бензинах западноевропейских стран регламентируется (табл.6). Отличительной особенностью бензинового фонда является то, что в нем низка доля алкилата, изомеризата и бензина каталитического крекинга. Новые требования к качественным характеристикам моторных топлив

выдвигают новые требования к современным НПЗ. Успешному решению проблемы способствует ввод в эксплуатацию дополнительных мощностей таких процессов, как алкилирование, каталитическая полимеризация и димеризация, а также снижение давления на установках процесса риформинга, переход к процессам с непрерывной регенерацией катализатора. Ввод новых мощностей установок каталитического крекинга позволит увеличить глубину переработки нефти и получить сырье для производства алкилата и кислородсодержащих соединений: метил-терет-бутилового и метил-терет-амилового эфиров, а также производство октаноповышающих, моющих и других присадок.

Таблица 6. Компонентный состав бензинового фонда России, США и Западной Европы

Наименование компонентов	Россия	США	Западная Европа
Общий бензиновый фонд, млн. т в год	23.5	365	125
<i>Компонентный состав, %</i>			
Бутаны	2.6	5.5	5.7
Бензин каталитического риформинга	54.3	34.6	46.9
Бензин каталитического крекинга	20.4	36.1	27.1
Изомеризат	1.9	4.7	5.0
Алкилат	0.6	13.0	5.9
Бензин прямой перегонки	11.2	4.0	7.6
Бензин термического крекинга и коксования	4.0		
Бензин гидроочистки	3.5	-	-
Оксигенаты	1.5	2.1	1.8

Оптимизация существующих установок риформинга предусматривает повышение эффективности эксплуатации, увеличение выходов и отбора продуктов и максимально возможное использование мощности имеющегося оборудования. Реконструкция и оптимизация работы установок риформинга может быть осуществлена в три этапа:

- переход на более активные и стабильные катализаторы, модификация реакторов и усовершенствование методов эксплуатации установок;

- реконструкция существующей установки с оптимизацией рабочего давления и мощности. Основой реконструкции является сохранение максимального количества существующего оборудования, минимальные капитальные затраты и сроки простоя установки;

- реконструкция сепарационной системы риформинга для обеспечения полного отбора компонентов бензина;

- удаление из сырья риформинга предшественников бензола. (Этим методом удастся снизить содержание бензола в конечном продукте до 1%, особенно на установках, работающих при низком давлении).

Процесс изомеризации является одним из самых рентабельных способов получения высокооктановых компонентов бензинов с улучшенными экологическими свойствами. Актуальность совершенствования технологии процессов изомеризации и повышения производительности процесса была вызвана переходом к неэтилированным бензинам. Это обстоятельство привело к значительному росту числа установок изомеризации в различных странах мира с развитой нефтепереработкой. Ведущими зарубежными фирмами-лицензиарами про-

цессов изомеризации углеводородов фракции C_5-C_6 являются "BP", UOP, "Shell", "Union Carbide".

В отличие от каталитического риформинга изменение жесткости режима процесса изомеризации почти не влияет на величину октанового числа изомеризата. Поэтому, если отсутствует необходимость в значительном повышении октанового числа легкого бензина, то экономически оправданным становится применение процесса изомеризации в сочетании с процессом каталитического риформинга (с уменьшением жесткости последнего). Это способствует не только увеличению выхода бензина на нефть, но и снижению содержания бензола и ароматических соединений. Кроме того, комбинирование процессов позволяет достигнуть более равномерного повышения октанового числа для всех фракций товарного автомобильного бензина за счет повышения при изомеризации октанового числа легких фракций.

На сегодняшний день основными компонентами для приготовления автомобильных бензинов являются продукты каталитического риформинга и каталитического крекинга, в составе которых содержится значительное количество ароматических углеводородов и бензола, для получения экологически чистых бензинов соответствующего качества необходимо изменение технологии их изготовления. Так, при переработке облегченного сырья (к.к.151°C) на установке каталитического

риформинга значительно возрастает содержание бензола в стабильном катализате (до 6.4%). Для получения бензина с улучшенными экологическими показателями по содержанию бензола требуется утяжелять сырье каталитического риформинга. Уменьшения содержания ароматических углеводородов можно достигнуть за счет снижения жесткости процесса риформинга, при этом октановое число можно увеличить добавлением в бензин кислородсодержащих добавок. Для снижения давления насыщенных паров бензина необходимо уменьшать в его составе содержание бутанов, исключив вовлечение бутан-бутиленовой фракции. Кроме того, при введении бензина висбрекинга в бензин каталитического крекинга (3% на нестабильный бензин каталитического крекинга) ухудшается качество бензина по содержанию общей и меркаптановой серы с 0.02 до 0.08 и с 0.004 до 0.0076% масс, соответственно.

Вопрос об увеличении объемов производства экологически чистых компонентов автомобильных топлив — изомеризатов и алкилатов, последние, как правило, характеризуются высоким октановым числом и в них не требуется вводить большое количество октаноповышающих добавок (оксигенаты), а также они лишены не только этого, но и большинства других недостатков, присущих прочим бензинам. В табл.7 приводятся показатели качества основных компонентов бензина.

Таблица 7. Показатели качества основных компонентов бензина

Компонент бензина	Плотность, г/м ³	Фракционный состав, % масс.			Тк. к., °С	Содержание, % масс.		Октановое число	
		до 70°C	до 100°C	до 180°C		серы	бензола	м. м.	и. м.
Стабильный катализат КР	0.772	3	26	94	188	Отсутствие	4.2	85	94.5
Стабильный катализат КК	0.746	23	44	88	213	0.07	0.8	81	91
ББФКК	-	-	-	-	-	0.1*	-	93	97
Легкие компоненты	-	-	-	-	-	0.04-0.05	-	67	71
Прямогонные 22/4	0.72	3	38	100	178	0.05	0.04	40	42

Компоненты сГФУ	-	-	-	-	-	0.05	-	90	92
-----------------	---	---	---	---	---	------	---	----	----

Ужесточение требований к продуктам сгорания автомобильных двигателей привели к развитию производств реформулированных (экологически чистых) бензинов с кислородсодержащими компонентами – оксигенатами (спирты, простые эфиры) [12]. На практике широко используются трет-бутиловые и трет-амиловые эфиры низших спиртов, а также непосредственно спирты C₁-C₄ (метилловый, этиловый, изопропиловый, трет-бутиловый). Самым дешевым оксигенатом является метанол. Тем не менее, объем его использования в бензинах мал и продолжает сокращаться. Это связано с высокой токсичностью, низкими энергетическими и эксплуатационными показателями. В Азербайджане метанол не был и, по-видимому, не будет допущен к применению в бензинах. Поэтому мы не рассматриваем его в качестве перспективного оксигената.

Помимо обеспечения необходимого количества кислорода в бензине (2-2.7% вес.) от оксигенатов требуются высокие ок-

тановые числа, низкая токсичность и хорошие эксплуатационные характеристики.

Итак, основной задачей для получения качественного бензина является формирование их правильного углеводородного состава. В табл.8 приведены примерные рецептуры компаундирования бензинов с ограниченным содержанием ароматических углеводородов на базе изокомпонентов и фракции 85°C конец кипения риформатов.

В табл.9 приведены основные характеристики спиртов, применяемых и перспективных для применения в бензинах.

Обращают на себя внимание весьма высокие значения октановых чисел смешения, определенных исследовательским методом (ОЧИ), и относительно низкие значения октановых чисел смешения, определенных моторным методом (ОЧМ), для всех спиртов, что необходимо учитывать при компаундировании бензинов. В этом плане октановые числа (ОЧ) спиртов хорошо сочетаются с октановыми числами изомеризатов и алкилатов, у которых ОЧИ и ОЧМ отличаются примерно на 3 единицы.

Таблица 8. Рецептúra приготовления Супер бензина

Марка бензина	Рецептура бензина, % масс.	Соотношение компонентов, % масс.	Содержание АУ, % об.
Супер Евро 98/4	Риформат 85°C к.к. (ИОЧ 101)	50	Бензол ≤ 1 $\sum ApY \leq 35$
	Изокомпонент (ИОЧ 88)	40	
	МТЭБ (ИОЧ 117)	10	
Премиум Евро 95/4	Риформат 85°C-к.к.(ИОЧ 101)	50	Бензол ≤ 1 $\sum ApY \leq 35$
	Изокомпонент (ИОЧ 88)	45	
	МТБЭ (ИОЧ 117)	5	
Регуляр 92/4	Риформат 85 °C-к.к.(ИОЧ 101)	50	Бензол ≤ 1 $\sum ApY \leq 35$
	Изокомпонент (ИОЧ 88)	22	
	Изокомпонент (ИОЧ 80)	28	
Премиум Евро 95/3	Риформат 85 °C-к.к.(ИОЧ 101)	60	Бензол ≤ 1 $\sum ApY \leq 42$

Таблица 9. Характеристика спиртов и эфиров, применяемых в качестве бензиновых компонентов

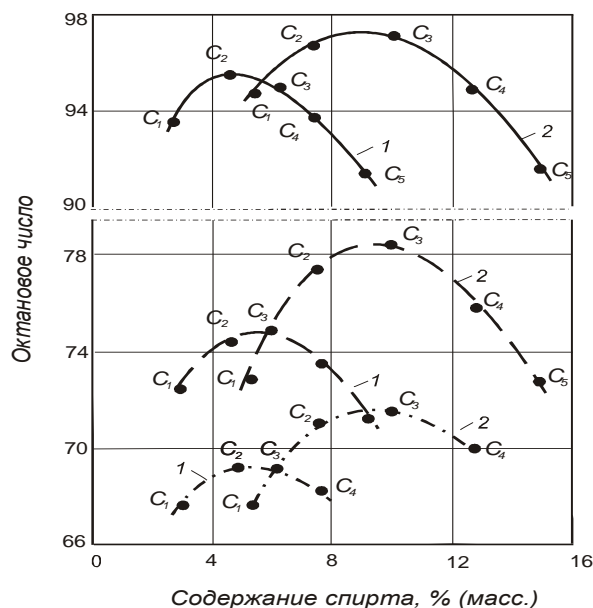
Показатели	C ₂ H ₅ OH	Изо-C ₃ H ₇ OH	н-C ₃ H ₇ OH	Втор- C ₄ H ₉ OH	Трет- C ₄ H ₉ OH	МТБЭ	ЭТБЭ	ИПТБЭ	ТАМЭ	ДИПЭ	Примечание
ОЧС, ИМ	133	122	118	105	109	117	119	120	112	110	Базовый бензин ОЧИ=91 ОЧМ=84
ОЧС, ММ	102	98	91	92	94	103	105	106	98	100	
Содержание в бензине, % об.	5.7	7.4	7.4	9.3	9.3	11.0	12.7	14.4	12.7	12.7	Обеспечивает 2% O ₂ в бензине
	7.7	10	10	12.5	12.5	15.1	17.2	19.4	17.2	17.2	Обеспечивает 2.7% O ₂ в бензине
ПДК, мг/м ³	1000	980	10	450	100	–	–	–	–	–	
Ткип, °С	78	82	98	100	83	55	73	87	86	68	
Упругость паров при 38°С, кПа	124	60	20	16	48	–	–	–	–	–	При содержании 10% об. спиртов в бензине
Растворимость в воде, %, °С	–	–	–	–	–	4.8	0.1	0.05	0.2	0.2	

Лучшие октановые характеристики у этилового и изопропилового спиртов. По токсичности эти спирты имеют также наилучшие характеристики. В разбавленном в углеводородах виде все спирты имеют повышенную летучесть. Повышенная летучесть приводит к обогащению паровой

фазы спиртами и большому влиянию на октановые числа, что является положительным моментом. В то же время это влияет на испаряемость и упругость паров бензинов и должно учитываться при компаундировании бензинов [12,13].

Рис.2. Зависимость октанового числа бензина -66,7 (штрихпунктирные кривые), эталона -70 (штриховые кривые) и эталона -92 (сплошные кривые) от содержания в них спиртов C₁-C₅ концентрацией:

- 1– 1 моль/1000 г смеси;
2– 1.69 моль/1000 г смеси.



Все эфиры из таблицы 16 имеют ПДК $\sim 100 \text{ мг/м}^3$. Эфиры, в особенности трет-бутиловые, характеризуются высокими октановыми числами, сопоставимыми с низшими спиртами. Важным отличием эфиров являются значительно большие (до 2-х раз) возможные объемы использования при компаундировании бензинов. Имея ввиду 2 основных назначения оксигенатов - введение кислорода (2%-2.7%) и повышение октановых чисел бензинов - спирты либо эфиры могут иметь предпочтительное применение. На рис.2, 3 показана зависимость ОЧ по (ИМ) от содержания в них спиртов C_1 - C_5 концентрацией 1 и 1.69 моль/1000г и числа атомов углерода в молекуле этих

спиртов. Приведенные на рисунках кривые имеют максимумы, приходящиеся на C_2 - C_3 . При одинаковой концентрации спиртов в случае Б-66,7 максимум ОЧ наблюдается при C_3 , а для этанола -92 –этанол. Следует отметить, что C_5 уменьшает ОЧ.Если ставить задачу максимального выпуска риформулированных бензинов при минимальном производстве оксигенатов, то предпочтение надо отдавать спиртам, т.к. требуемая норма по кислороду обеспечивается спиртами объемом \sim в 2 раза меньше, чем эфирами. При этом октановая эффективность таких спиртов, как этиловый и изопропиловый, даже несколько выше, чем эфиров.

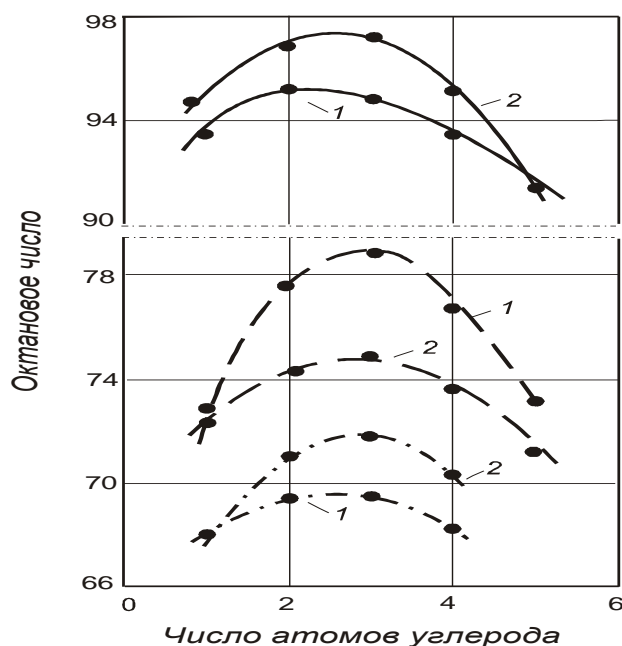


Рис.3. Зависимость октанового числа бензина -66,7 (штрихпунктирные кривые), эталона -70 (штриховые кривые) и эталона -92 (сплошные кривые) от числа атомов углерода в молекуле содержащегося в них спирта при концентрации последнего: 1– 1 моль/1000 г смеси; 2– 1.69 моль/1000 г смеси.

Если ставить задачу максимального замещения ароматики (высокооктановых риформатов) оксигенатами, то надо стремиться к максимальному объему оксигенатов, т.е. к применению эфиров.

Иначе говоря, при малой мощности производств оксигенатов логичнее выпускать спирты, которые в последующем могут явиться сырьевой базой производства эфиров.

Производство эфиров и спиртов, используемых в качестве оксигенатов, переживает настоящий бум. По данным вашингтонской Ассоциации возобновляемых видов топлива, мировое производство этанола в 2006 году составило почти 51.1 млрд. литров, причем темпы роста производства ускоряются, поскольку страны стремятся сократить импорт нефти, стимулировать сельскую экономику и улучшить

качество воздуха. Как ожидается, росту производства будут также способствовать проблемы, связанные с выбросами парниковых газов, и истощение мировых запасов нефти. Номенклатура оксигенатов за последние 10 лет существенно изменялась при непрерывном росте объемов их применения. Мировое потребление только МТБЭ в 2000 г. составило 22 млн. тонн.

Однако не все так просто. На территории Японии введены ограничения, с 2012 года в США планируется введение программы на применения МТБЭ, в "вину" которому ставится плохая биоразлагаемость, заметная растворимость в воде, которые приводят при проливах реформулированного бензина к накоплениям МТБЭ в водных наземных и подземных источниках. Однако Европейская Ассоциация топливных оксигенатов продолжает рекламировать трет-бутиловые и трет-амиловые эфиры как экологические эффективные компоненты бензинов. Поэтому будем считать, что нет достаточных оснований для запре-

тов эфиров, но не исключено признание этилового и изопропилового спиртов как наиболее экологичных оксигенатов.

Вряд ли в ближайшие несколько лет мировое сообщество (и Азербайджан в том числе, какие бы радужные перспективы перед ним ни открывались) перестанет бросать в дрожь из-за топливных неурядиц. Однако стоит ли этого бояться? Надо просто как можно быстрее перестраиваться на новый, «зеленый», лад. Следует выделить две основные задачи, стоящие перед современной нефтеперерабатывающей промышленностью:

- углубление переработки нефти;
- получение продуктов мирового уровня качества.

Другая стратегическая задача — обеспечить сырьем растущие потребности нефтехимической промышленности и увеличить экспорт продукции для нефтехимических производств, цены на которые значительно выше цен на основные продукты нефтепереработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеиздат. 1984. 560 с.
2. Богдановский Г.А. Химическая экология. М.: Изд-во МГУ. 1994. 237 с.
3. Беспаятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде: Справочник. Л.: Химия. 1985. 528 с.
4. Рустамов М.И., Гайсин А.С., Мамедов Д.Н. Современный справочник по нефтяным топливам и технологиям их производства. Б.: Фонд «Химия». 2005. 640 с.
5. Oil & Gas Journal. №5(8). май 2007. С.49.
6. Oil & Gas Journal. №5(18). май 2008. С.20.
7. Carnegie Endowment for International Peace. 2008. №2. 44 P.
8. Карпов С.А., Коханов С.И., Царев А.В. и др. // ХТТМ. №6. 2006. С.18-22.
9. Баранник В.П., Макаров В.В., Петрыкин А.А. и др.// ХТТМ. №6. 2005. С.22-24.
10. Рассадин В.Г., Дуров О.В., Васильев Г.Г. и др. //ХТТМ. № 1. 2007. С.3-9.
11. Усакова Н.А., Емельянов В.Е., Демина Н.А. //Нефтепереработка и нефтехимия. 1999. №1. С.14.
12. Онойченко С.Н. Применение оксигенатов при производстве перспективных автомобильных бензинов. М.: Техника. 2003. С.64.
13. Баранник В.П., Макаров В.В., Петрыкин А.А. и др.//ХТТМ. №6. 2005. С.22-24.

EKOLOJİ TƏMİZ BENZİN İSTEHSALININ PROBLEMLƏRİ

T.M.Abul-Futux, E.A.Hüseynova, K.Y.Əcəmov

Məqalədə yüksək oktanlı etilləşdirilməmiş benzinin dünyada istehsalının əsas meylləri əks edilmişdir. İstehsal texnologiyasının və qurğularının, eləcə də, avtomobil benzini istehsalının və tərkibinin tərtib edilməsinin kompleks texnoloji sisteminin təkmilləşdirilməsi, dünya standartlarına cavab verən benzini almağa imkan yaradır.

PROBLEMS OF PRODUCTION OF ENVIRONMENTALLY PURE GASOLINE

T.M.Abul-Futukh, E.A.Guseynova, K.Y.Adzhamov

The material presented data reflecting global trends in the production of non-lead high-octane gasoline. Significant improvements in technology and equipment, as well as the main processes as part of the complex technological systems of production and compounding of gasoline, will make it possible to obtain the gasoline, the relevant international operational and environmental requirements.