

УДК 665.733.001.57

Моделирование технологических схем производства автомобильных бензинов

**И. В. Павлов^а,
О.А. Дружинин^а, Д.А. Мельчаков^а,
С.Е. Прошкин^а, В.П. Твердохлебов^б,
Ф.А. Бурюкин^{б*}, Н.В. Гавголенко^б**

^а ОАО «АНПЗ ВНК»,
Россия 662110, Красноярский край, Ачинск, промзона НПЗ
^б Сибирский федеральный университет,
Россия 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79¹

Received 5.08.2011, received in revised form 12.08.2011, accepted 19.08.2011

Определены возможные и наиболее целесообразные направления развития технологической схемы нефтеперерабатывающего предприятия, обеспечивающие выпуск моторных топлив в соответствии с мировыми экологическими и эксплуатационными требованиями. Выход светлых нефтепродуктов при реализации схемы №1 в целом по заводу составит 86,8 %, а для схемы №2 – 87,2 % при глубине переработки нефти ~96 %.

Ключевые слова: моделирование, изомеризация, автомобильные бензины, высокооктановое топливо.

Введение

Транспорт – наиболее энергоемкий сектор экономики и основной потребитель жидкого топлива. На его нужды расходуется более 50 % добываемой в мире нефти, и этот показатель имеет устойчивую тенденцию к возрастанию.

Экономически привлекательным направлением рационального использования углеводородного сырья выступает переработка сырой нефти и экспорт товарных нефтепродуктов. Рентабельность нефтеперерабатывающей отрасли в России существенно возросла, при этом экспортные пошлины на нефтепродукты ниже, чем за тонну сырой нефти (Об утверждении ставок..., 2011).

Для выполнения высокоприоритетных задач по улучшению экологических и эксплуатационных свойств моторных топлив со стороны правительства Российской Федерации осуществлены организационно-правовые мероприятия, направленные на стимулирование производства высококачественных нефтепродуктов. Основными из них являются:

- принятие закона об изменении ставок акциза на нефтепродукты;
- разработка программы обновления автопарка страны;

* Corresponding author E-mail address: fbur@mail.ru

¹ © Siberian Federal University. All rights reserved

- утверждение технического регламента «О требованиях к автомобильному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» (Об утверждении технического..., 2008).

Для выполнения требований технического регламента и дальнейшего увеличения глубины переработки нефти (до 96 %) в ОАО «АНПЗ ВНК» разработан комплексный проект развития завода.

Ввод в действие новых мощностей по углублению переработки нефтяного сырья и повышению качества нефтепродуктов позволит Ачинскому НПЗ увеличить выпуск моторных топлив, удовлетворяющих мировым стандартам и, следовательно, обеспечить конкурентоспособность выпускаемой продукции на мировом рынке.

Сочетание действующих технологических процессов в производстве автомобильных бензинов представлено на рис. 1. Базовыми компонентами при производстве автобензинов в ОАО «АНПЗ ВНК» являются продукты процесса каталитического риформинга. Риформаты характеризуются низким содержанием серы, но высокой концентрацией ароматических углеводородов (около 70 % об.).

Для снижения содержания бензола и ароматических углеводородов в товарных бензинах в процессе компаундирования используют компоненты, получаемые на установке изомеризации (изопентановая фракция, изомеризат, фракция C₇ и выше). Продукты процесса изомеризации характеризуются высокими детонационными свойствами, в них практически отсутствуют сернистые и ароматические соединения.

Для увеличения объемов производства автобензинов при компаундировании в ограниченных количествах применяют прямогонный бензин, фракцию 35-110°С и газовый бензин (пентан-гексановая фракция).

Структура производства товарных бензинов в 2009 г. с указанием основных усредненных значений показателей качества представлена в табл.1. Анализ данных таблицы показывает, что

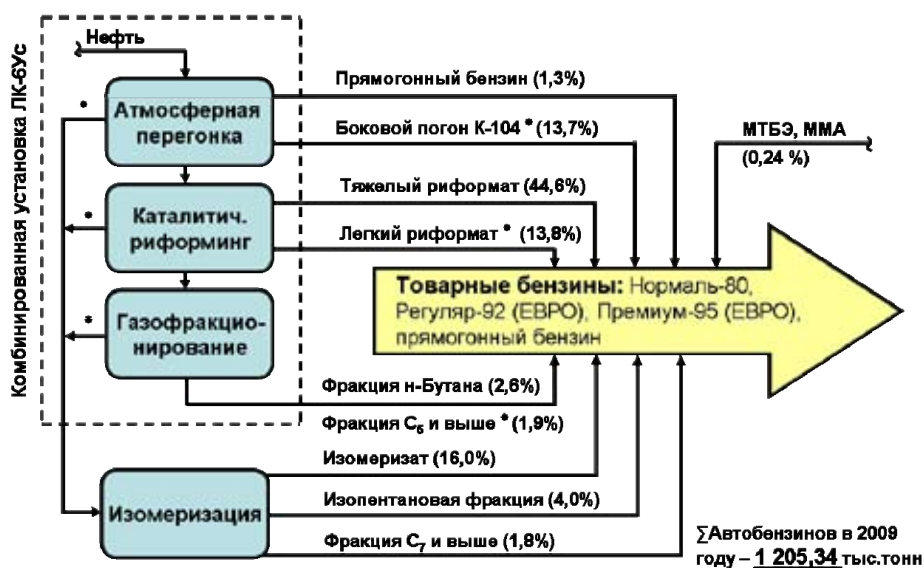


Рис. 1. Действующая поточная схема производства автомобильных бензинов в ОАО «АНПЗ ВНК»

Таблица 1. Структура производства автомобильных бензинов в ОАО «АНПЗ ВНК» в 2009 г. при переработке 7101 тыс. т нефти в год

Марка автобензина	Содержание ароматика/бензол, % об.	О.Ч.* (ИМ)	S**, ppm	% масс. от общего кол-ва продукции НПЗ	% масс. в производстве бензинов	Выход, тыс. т в год
Нормаль-80	22,4/3,5	80,6	40	3,30	16	233,98
Регуляр-92	36,9/0,9	92,2	50	7,93	37	562,30
Регуляр Евро-92 (I вид)	36,2/0,7	92,4	47	2,85	13	202,04
Премиум Евро-95 (I вид)	38,1/0,5	95,3	47	2,92	14	207,02
Товарные автобензины, всего	-	-	-	17,00	80	1205,34
Прямогонный бензин	5,9/0,1	48,3	42	4,13	20	292,74
Бензины, всего	-	-	-	21,13	100	1498,08

* - октановое число по исследовательскому методу;

** - содержание серы.

на долю производства высокооктановых бензинов «Регуляр Евро-92» и «Премиум Евро-95», полностью отвечающих требованиям стандарта Евро-3 (класс 3 (вид I) в соответствии с Техническим регламентом), приходится лишь 27 % масс. от общего количества произведенных автобензинов, что свидетельствует о невозможности обеспечения массового производства высококачественных топлив, отвечающих перспективным требованиям Евро-4,-5. В то же время выпуск автомобильных бензинов, соответствующих стандарту Евро-3, допускается до 31 декабря 2011 г.

Необходимо также отметить, что технический регламент предусматривает прекращение производства низкооктанового автомобильного бензина «Нормаль-80» начиная с 2011 г., а в настоящий момент доля его производства на Ачинском НПЗ составляет 16 % масс.

Тот факт, что в странах Евросоюза выпуск автомобильных топлив, удовлетворяющих стандарту Евро-3, прекращен с 2005 г., определяет неконкурентоспособность производимых автобензинов при экспорте в страны ЕЭС.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что действующая совокупность технологических процессов в ОАО «АНПЗ ВНК» с 2011 г. не сможет в полном объеме обеспечить производство товарных бензинов в соответствии с требованиями, установленными техническим регламентом.

Результаты и их обсуждение

Исходя из возможности вовлечения действующих производственных мощностей ОАО «АНПЗ ВНК» в получение автомобильных топлив, соответствующих перспективным экологическим и эксплуатационным требованиям, а также учитывая проект развития завода, проведено моделирование поточных схем производства автобензинов.

Поточные схемы для производства автомобильных бензинов «Премиум Евро-95» и «Супер Евро-98», удовлетворяющих перспективному стандарту Евро-5 (класс 5 (вид III)), обеспе-

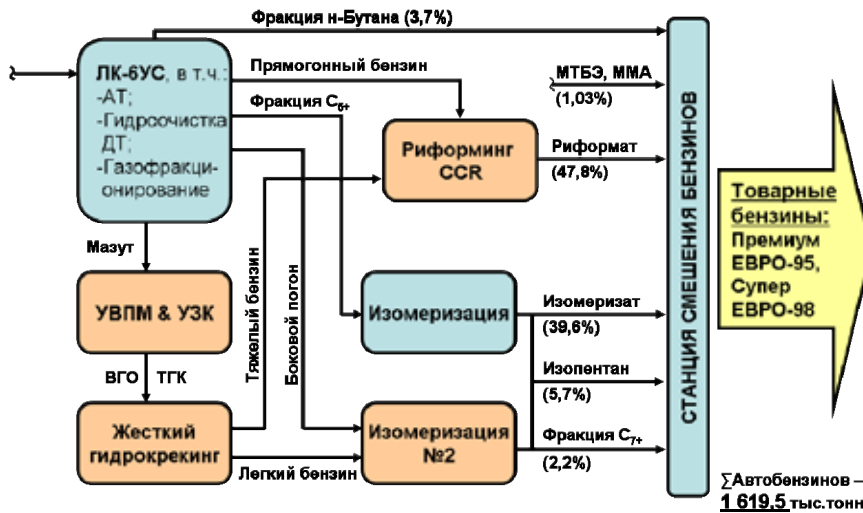


Рис. 2. Моделируемая поточная схема №1 производства автомобильных бензинов в ОАО «АНПЗ ВНК»

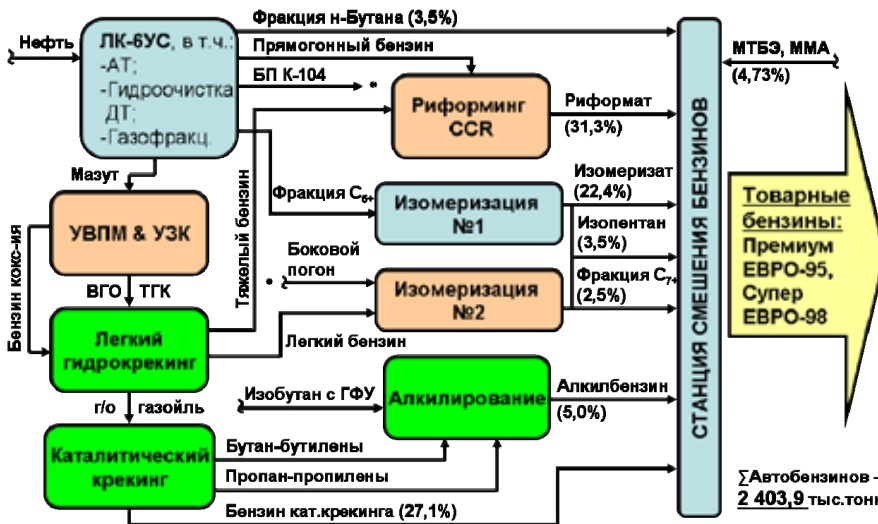


Рис. 3. Моделируемая поточная схема №2 производства автомобильных бензинов в ОАО «АНПЗ ВНК»

чивают выпуск автобензинов по Евро-3 (Класс 3 (вид I)) и Евро-4 (Класс-4 (вид II)). Они представлены на рис. 2-3.

При расчете количества промежуточной и товарной продукции по моделируемым схемам №1 и №2 использованы типовые материальные балансы с учетом характеристик используемого сырья в ОАО «АНПЗ ВНК». Мощность по переработке нефти принята по уровню 2009 г. и составляет 7101 тыс. т.

Материальный баланс производства базовых компонентов моторных топлив по моделируемым схемам отражен в табл. 2.

Реализация технологической схемы №1 или №2 позволит ОАО «АНПЗ ВНК» полностью прекратить выпуск низкооктановых бензинов и перейти в полном объеме на выпуск высоко-

Таблица 2. Материальный баланс моделируемого производства автомобильных бензинов

Компоненты автобензинов	Выход	
	тыс. т/год	% масс.
Схема №1		
Риформат	773,33	48,25
Изопентановая фракция	93,03	5,80
Изомеризат	640,99	39,99
Фракция C7+	35,95	2,24
Фракция нормального бутана	59,41	3,71
Всего:	1602,71	100,00
Октаноповышающие добавки и присадки	16,76	-
Итого товарных бензинов	1619,47	-
Схема №2		
Риформат	752,72	32,87
Изопентановая фракция	84,95	3,71
Изомеризат	537,63	23,48
Легкий алкилат	120,79	5,27
Бензин каталитического крекинга	650,17	28,39
Фракция C7+	58,93	2,57
Фракция нормального бутана	85,00	3,71
Всего:	2290,19	100,00
Октаноповышающие добавки и присадки	113,70	-
Итого товарных бензинов	2403,89	-

качественных автомобильных топлив, отвечающих требованиям стандарта Евро-5 (класс 5 (вид III)).

Основным товарным бензином, выпускаемым на предприятии, будет «Премиум Евро-95», его доля в производстве составит 85,4 % масс. (1382,64 тыс. т/год) по схеме №1 или 88,5 % масс. (2127,66 тыс. т/год) по схеме №2. На долю бензина «Супер Евро-98» приходится оставшееся количество от общего выпуска автомобильных бензинов.

Необходимо отметить, что выход светлых нефтепродуктов при реализации схемы №1 в целом по заводу будет равняться 86,8 %, а для схемы №2 – 87,2 % при глубине переработки нефти ~96 %.

На рис. 4 представлена структура компаундирования товарных бензинов при производстве по различным вариантам предлагаемых и действующей технологических схем.

При реализации схемы №2 одним из компонентов топлив является легкий алкилат (алкилбензин) – продукт установки алкилирования, «идеальный» компонент при компаундировании бензинов. Алкилат в полном объеме предлагается использовать при смешении автобензина «Супер Евро-98». По схеме №2 значительную долю в общем количестве товарных бензинов составляет бензин каталитического крекинга. Этим технологическим решением обусловлено снижение содержания изомеризата и изопентана в товарном бензине «Премиум Евро-95».

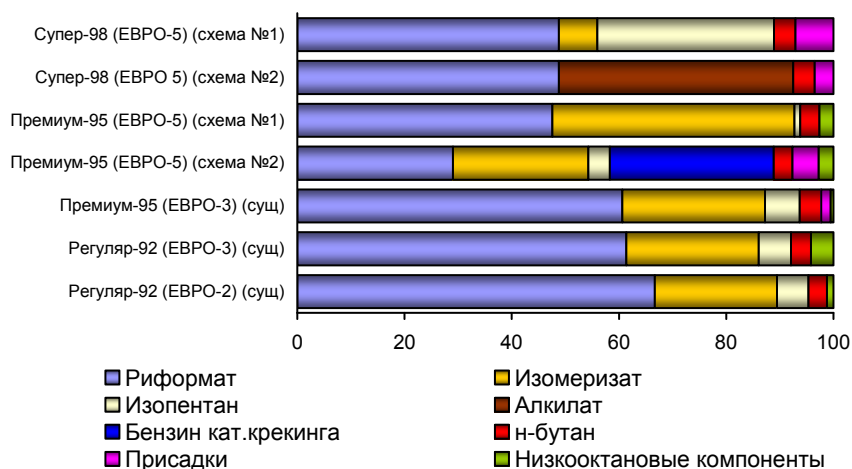


Рис. 4. Структура компаундирования автомобильных бензинов по моделируемым схемам №1-2 и при действующей поточной схеме ОАО «АНПЗ ВНК»

Количество риформата в товарных бензинах снижается, что связано с экологическими требованиями по содержанию ароматических углеводородов (не более 35 % об.) и, в частности, бензола (не более 1 % об.) в моторных топливах.

При сравнении схем необходимо отметить, что при развитии ОАО «АНПЗ ВНК» по схеме №2 увеличится доля вовлекаемых в топливо октаноповышающих добавок (смесь МТБЭ и ММА) до 4,73 % масс., что обусловлено значительным увеличением объема производства автобензинов и невозможностью обеспечения октанового числа в 95 пунктов для бензина «Премиум Евро-95» без вовлечения данных добавок. При смешении имеющихся в наличии компонентов без вовлечения присадок октановое число (ИМ) компаундированного бензина составит ~93,5 пунктов. Необходимо отметить, что при производстве автобензина «Супер Евро-98» по бензиновой схеме №1 доля высокооктановых добавок 7,1 % масс., но в связи с небольшим объемом производства данного вида топлива суммарное количество присадок для общего производства товарных бензинов составляет чуть больше 1 % масс.

Преимущество «бензиновой» схемы №1 заключается в более низких капитальных вложениях на развитие ОАО «АНПЗ ВНК» по сравнению с бензиновой схемой №2 и в более коротких сроках реализации проекта. В свою очередь, «бензиновая» схема №2 позволяет выпускать больше на 48 % масс. высококачественных автомобильных топлив, в том числе «Супер Евро-98» с хорошо сбалансированным компонентным составом.

Выводы

Модернизация технологической схемы ОАО «АНПЗ ВНК» по предлагаемым вариантам развития позволит:

1. Улучшить эксплуатационные и экологические свойства товарных автомобильных бензинов до полного соответствия перспективным требованиям технического регламента, что позволит избежать штрафных санкций за выпуск топлива, не соответствующего нормативным документам.

2. Увеличить глубину переработки нефти за счет сокращения производства мазута и получения дополнительного количества светлых нефтепродуктов.
3. Увеличить долю автомобильных бензинов в общем объеме произведенной продукции (на 34,4 % масс. по схеме №1 и на 99,4 % масс. по схеме №2 по сравнению с действующим производством) и, как следствие, получить прибыль за счет реализации дополнительного количества высококачественной продукции.

Развитие моделируемых схем предполагает строительство новых технологических установок. Стоимость внедрения проектов по видам затрат рассчитана на основании практического опыта и статистических данных по реализации объектов нефтепереработки в России. Срок реализации моделируемых схем в ОАО «АНПЗ ВНК» составит от 5 до 8 лет, а также потребует капитальных вложений в размере 35 990,00 и 39 020,00 млн руб. соответственно для схем №1 и №2.

При внедрении технологических схем выручка от реализации 1 т автомобильного бензина (без дифференцирования на «Премиум Евро-95» и «Супер Евро-98») увеличится на 14,22 % (схема №1) и 13,88 % (схема №2) в сравнении с бензиновой схемой 2009 г. Это позволит повысить прибыль предприятия от реализации автомобильных бензинов на 4853,27 млн руб., или на 23,48 % для моделируемой схемы №1, а при реализации схемы №2 – на 17103,93 млн руб., или 82,74 %.

Цены на товарные бензины сформированы на основании усредненных текущих цен на нефтепродукты на внутреннем рынке Российской Федерации (по состоянию на март 2010 г.).

Важно отметить, что возможно дополнительное увеличение экономического эффекта от внедрения поточных схем в связи с тем, что с 2011 г. в России будут введены дифференцированные ставки акцизов на нефтепродукты в зависимости от экологических и эксплуатационных характеристик.

Таким образом, в результате проведенного моделирования технологических схем производства автомобильных бензинов определены возможные и наиболее целесообразные направления развития технологической схемы ОАО «АНПЗ ВНК» для обеспечения выполнения требований технического регламента и повышения конкурентоспособности продукции предприятия на отечественном и зарубежных рынках нефтепродуктов.

Список литературы

Об утверждении ставок вывозных таможенных пошлин на нефть сырую и на отдельные категории товаров, выработанные из нефти, вывозимые за пределы территории Российской Федерации и территории государств – участников соглашений о Таможенном союзе: Постановление Правительства РФ №32 от 28.01.2011

Об утверждении технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту: Постановление Правительства РФ №118 от 27.08.2008 г., с изменениями №1 от 25.09.2008 г. (№712), №2 от 30.12.2008 г. (№1076)

Modeling of Technological Schemes for Production of Motor Spirits

**Igor V. Pavlov^a,
Oleg A. Druzhinin^a, Dmitry A. Mel'chakov^a,
Sergey E. Proshkin^a, Vladimir P. Tverdokhlebov^b,
Fedor A. Buryukin^b, Nina V. Gavgolenko^b**

^a J.S.C. «Achinsk Oil Refinery of E. O. C.»
Achinsk, Industrial Area Refineries, Russia

^b Siberian Federal University,
79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041 Russia

Possible and most expedient directions of technological scheme of the oil refining factory providing output of motor fuels in conformity with world environmental and operational requirements are determined. The yield of refined oils at implementation of the schema №1 as a whole on plant will compound 86,8 %, and for the schema №2 – 87,2 % at depth of petroleum refining of ~96 %.

Keywords: modeling , isomerization, motor spirits, high-antiknock fuel.
