

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРНЫХ БЕНЗИНОВ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

М.В. Майлин

Научный руководитель ассистент М.В. Киргина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время производство высокооктанового бензина, потребление которого составляет около 980 млн.т. в год [1], основная задача мировых нефтеперерабатывающих заводов. Поэтому необходимо искать пути улучшения как экологических, так и эксплуатационных свойств бензина.

Наибольшее внимание при приготовлении бензинов уделяется процессу компаундирования, так как это процесс смешения различных углеводородных потоков и антидетонационных присадок с целью получения высокооктановых товарных бензинов. Также данный процесс является завершающим и наиболее ответственным этапом при формировании качества продукции. В связи с этим, вопрос разработки рецептур смешения потоков с целью получения бензинов определенных марок и требуемого качества является актуальным для любого нефтеперерабатывающего завода (НПЗ).

В состав бензинов входит около 200 углеводородов различного строения, что усложняет оптимизацию данного процесса. Кроме того, значительной трудностью при расчете процесса компаундирования является то, что детонационная стойкость не является аддитивным свойством.

Таблица 1

Расчет существующих рецептур приготовления бензина АИ-95

Поток	Рецептура приготовления бензина, мас. %							
	№ 1		№ 2		№ 3		№ 4	
Изомеризат	50,3		46,7		42,6		38,8	
Тяжелый риформат	45,3		45,8		45,8		46,2	
н-С ₄	-		2,5		-		-	
i-С ₄	2		-		-		-	
Изопентан	2,4		5		11,5		15	
Характеристики бензина								
Состав риформата	1	2	1	2	1	2	1	2
ОЧИ	94	92,5	94,1	92,6	94,5	93	94,8	93,3
ОЧМ	86	84,6	86,1	84,6	86,4	85	86,7	85,2
ДНП, кПа	64,58	64,52	63,7	63,64	60,13	60,07	61,33	61,27
бензол, мас. %	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01
ароматика, мас. %	31,64	29,62	31,99	29,94	32,02	29,97	32,27	30,21

На кафедре Химической технологии топлива и химической кибернетики Томского политехнического университета была разработана математическая модель для расчета детонационных характеристик бензинов, учитывающая вклад межмолекулярных взаимодействий в неаддитивность октановых чисел смешения. На основе разработанной математической модели была создана компьютерная моделирующая система расчета процесса компаундирования высокооктановых бензинов «Compounding» [2, 3], которая позволяет рассчитывать октановые числа по моторному и исследовательскому методам, а также давление насыщенных паров, как отдельных потоков, так и их смеси с присадками и добавками.

С помощью программы «Compounding» были рассчитаны октановые числа риформатов, производимых на Ачинском НПЗ, а также рецептуры бензинов марок АИ-92, АИ-95 и АИ-98. Ранее на Ачинском НПЗ для производства высокооктановых бензинов марок АИ-95 и АИ-98 использовались антидетонационные металлосодержащие присадки, однако на сегодняшний день требованиями Технического регламента, применение подобных присадок запрещено. В табл. 1 приведены результаты расчета свойств бензинов, смешиваемых по восьми утвержденным на заводе рецептурам для производства бензина марки АИ-95.

Как видно из табл. 1 ни одна из рецептур смешения не позволяет получить бензин, соответствующий по детонационным характеристикам марке АИ-95, что в первую очередь связано с невозможностью применения металлосодержащих антидетонационных присадок.

В связи с чем, нами были скорректированы все рецептуры смешения с целью получения бензина, соответствующего качества. В качестве октаноповышающей добавки была выбрана, разрешенная и наиболее эффективная на сегодняшний день добавка-оксигенат – метилтретбутиловый эфир (МТБЭ).

Рецептуры, приведенные в табл. 2, позволяют получить бензин марки АИ-95, отвечающий всем экологическим и техническим стандартам (содержание ароматических углеводородов не более 35 мас. %, содержание бензола не более 1 мас. %). В скорректированных рецептурах также было снижено содержание изомеризата, как более дорогостоящего компонента.

Таблица 2

Скорректированные рецептуры приготовления бензина АИ-95

Поток	Рецептура приготовления бензина, мас. %							
	№ 1		№ 2		№ 3		№ 4	
Изомеризат	38,3	26,2	40,9	29,7	33,3	31,7	33,3	26,2
Тяжелый риформат	49,7	52,8	48,7	52,8	49,7	52,8	49,7	52,8
н-С ₄	-	-	6,4	8,5	-	-	-	-
i-С ₄	2	4	-	-	-	-	-	-
Изопентан	10	15	-	5	17	11,5	17	19
МТБЭ	-	2	3	4	-	4	-	2
Характеристики бензина								
Состав риформата	1	2	1	2	1	2	1	2
ОЧИ	95,1	95,3	95,6	95,3	95,4	95,2	95,4	95,1
ОЧМ	86,5	86	86,7	85,7	86,8	85,7	86,8	85,8
ДНП, кПа	63,69	68,81	65,36	68,27	58,84	49,37	58,84	54,68
бензол, мас. %	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01
ароматика, мас. %	34,72	34,52	34,36	34,52	34,72	34,52	34,72	34,52

Таким образом, с использованием компьютерной моделирующей системы были разработаны оптимальные рецептуры смешения для бензина марки АИ-95, соответствующие экологическим и техническим стандартам. Результаты проведенных расчетов, подтверждают необходимость и целесообразность учета состава сырья и неаддитивности октановых чисел смешения при разработке рецептур смешения бензинов. Также необходимо отметить о том, что не существует единой рецептуры смешения, и каждый завод должен разрабатывать индивидуальную рецептуру приготовления с учетом состава сырья и перечня имеющихся потоков, уменьшая себестоимость бензина и тем самым, делая свою продукцию более конкурентоспособной.

Литература

1. Бутанол и этанол – мировые перспективы – рынок топлива. 2012. URL: <http://www.samoupravlenie.ru/40-10.php> (дата обращения 15.03.2013).
3. Киргина М.В., Иванчина Э.Д., Долганов И.М., Смышляева Ю.А., Кравцов А.В., Фан Фу. Моделирование процесса приготовления товарных бензинов на основе учета реакционного взаимодействия углеводородов сырья с высокооктановыми добавками // Нефтепереработка и нефтехимия. – М., 2012. – № 4. – С. 3–8.
4. Смышляева Ю.А., Иванчина Э.Д., Кравцов А.В., Зыонг Ч.Т., Фан Ф. Разработка базы данных по октановым числам для математической модели процесса компаундирования товарных бензинов// Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2011. – т. 318, № 9. – С. 75–80.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ПОЛУЧЕНИЯ ТОВАРНОГО ПРОДУКТА ПРОЦЕССА ЦЕОФОРМИНГА

В.В.Машина

Научный руководитель доцент М.А.Самборская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время немало исследователей занимаются проблемой получения высокооктановых автомобильных топлив, отвечающих современным мировым требованиям, из продуктов первичной переработки нефтяного и газоконденсатного сырья в соответствии с ГОСТ Р 51105 – 97 [1]. Это связано с необходимостью рационального использования имеющихся в стране ресурсов, дефицитом качественного и доступного автомобильного топлива, а также борьбой за улучшение экологии.

На сегодняшний день в России наиболее широко известен такой процесс безводородного обогащения прягонных бензиновых фракций на цеолитсодержащих катализаторах как цеоформинг. Относительно низкие эксплуатационные затраты и капитальные вложения для установок цеоформинга, а также простота технологии процесса, его меньшая взрыво – и пожароопасность из – за отсутствия водорода, низкая чувствительность катализатора к составу и качеству сырья, делают процесс рентабельным и более предпочтительным для реализации.

Это позволяет создавать и эксплуатировать установки цеоформинга различной мощности в составах мини – заводов по производству моторных топлив в отдаленных районах вблизи газоконденсатных и нефтяных месторождений для обеспечения моторным топливом данных регионов.