

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОЙ КОНВЕРСИИ МАСЕЛ И ТЯЖЕЛОГО НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ

Д.Н. Логачева, К.Б. Кривцова

Научный руководитель - инженер К.Б. Кривцова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с истощением запасов лёгкой нефти возникает вопрос о более глубоком вовлечении тяжелого сырья в процесс переработки. Увеличение выхода светлых нефтепродуктов из нефти можно достигнуть с помощью деструктивных процессов переработки. Таких как гидрокрекинг, каталитический и термический крекинг, воздействие на сырье внешних источников энергии разной природы и т.д. [1]. Основной проблемой глубокой переработки нефти является содержание в ней высокомолекулярных компонентов — смол и асфальтенов. Смолисто-асфальтовая часть в своем составе содержит металлы — каталитические яды. Также смолы и асфальтены склонны к коксообразованию, что в свою очередь затрудняет использование традиционных процессов переработки тяжелых остатков. В связи с этим в настоящее время наиболее актуальными становятся новые нетрадиционные методы переработки: использование плазмы, озонлиз, электромагнитное воздействие на реакционную смесь и использование биомасс [3].

Данная работа посвящена совместной конверсии тяжелого нефтяного сырья с отработанным растительным маслом. Основные преимущества данного сырья: низкая себестоимость, доступность, возобновляемость. Использование высокотемпературных процессов с последующим облагораживанием продуктов с помощью традиционных методов будет являться рациональным с точки зрения увеличения выхода светлых фракций.

В качестве объектов исследования были выбраны мазут и отработанное нерафинированное подсолнечное масло (НПМ) в количестве 2 % мас. на реакционную смесь. Выбор мазута в качестве объекта исследования связан с тем, что он содержит большое количество парафиновых углеводородов, из-за чего он не может быть использован для последующей переработки, а высокое содержание смол и большая вязкость затрудняют его применение в качестве топочного мазута.

Выбор НПМ обусловлен тем, что его компоненты обладают высокой реакционной способностью из-за наличия двойных связей в составе жирных кислот, которые могут блокировать реакции рекомбинации высокомолекулярных радикалов, которые получаются при разрушении смолисто-асфальтовых веществ [2]. Это позволяет снизить образование высокомолекулярных соединений (асфальтены, кокс).

Для того, чтобы иметь представления о продуктах превращения мазута, сначала проводили крекинг без добавления масла. Крекинг проводили в автоклаве объемом 12 см³, оснащённом термопарой, краном высокого давления и манометром. В автоклав загружали сырьё, продували аргоном (для исключения попадания кислорода воздуха) и герметично закрыли. Эксперимент проводили при температуре 450 °С, в течение 2 ч. После проведения термолитиза и охлаждения автоклава до 25 °С газообразные продукты собирались в пробоотборник, жидкие и твердые продукты помещались в бюкс. После проводили крекинг мазута с добавкой НПМ в количестве 2% от массы при тех же условиях. Затем, для газообразных продуктов проводился хроматографический анализ с помощью хроматографа Кристалл-5000. Результаты хроматографического анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Состав газообразных продуктов

Газ	Концентрация в образце после крекинга мазута тяжелой нефти, молярная доля	Концентрация в образце после крекинга мазута тяжелой нефти+ 2% мас. НПМ, молярная доля
H ₂	8,837	2,526
CH ₄	49,730	63,965
CO ₂	2,064	5,193
C ₂ H ₄	0,188	0,048
C ₂ H ₆	13,992	22,412
C ₃ H ₆	0,000	0,001
C ₃ H ₈	5,512	15,180
i-C ₄ H ₁₀	0,747	1,945
C ₄ H ₈	0,000	0,000
n-C ₄ H ₁₀	1,158	4,221
C ₅ H ₁₀	0,012	0,001
i-C ₅ H ₁₂	0,321	0,842
n-C ₅ H ₁₂	0,224	0,882

Из данных хроматографического анализа видно, что увеличивается выход CO и CO₂, алканов и алкенов C₁-C₄. Образование оксидов углерода связано с разложением НРМ в ходе процесса крекинга, а также разрушением смолисто-асфальтовых веществ.

Состав жидких продуктов крекинга определяли с помощью вещественного анализа по ГОСТ 11858-66, используя в качестве растворителей гексан, хлороформ и смесь этил: бензол (1:1). Продукты термолитиза выгружали из реактора, затем смолы, асфальтены и масла разделяли в аппарате Соклета. Результаты анализа жидких продуктов после проведения крекинга для мазута тяжелой нефти и мазута тяжелой нефти +2% НПМ можно увидеть в таблице 2.

**СЕКЦИЯ 12. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2 – ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ.**

Таблица 2

Вещественный анализ

Компонент	Мазут тяжелой нефти		Мазут тяжелой нефти +2% НПМ	
	т, г.	% мас.	т, г.	% мас.
Газ	0,7458	12,41	0,7826	13,31
Масла	3,0296	50,41	3,1911	54,27
Смолы	0,3023	5,03	0,2611	4,44
Асфальтены	0,5487	9,13	0,4175	7,10
Твёрдые	1,3835	23,02	1,2277	20,88

При совместном термоллизе НПМ и мазута существенно меняется выход всех компонентов. Видно, что увеличивается выход газа и масел, уменьшается выход смол, асфальтенов и твердых компонентов. Это связано с тем, что компоненты растительного масла, образующиеся во время термоллиза, инициируют деструкцию смол и затрудняют образование асфальтенов и твердых продуктов. Следовательно, при дальнейшем увеличении процентного содержания масла в мазут тяжелой нефти можно достигнуть лучшего выхода компонентов.

Литература

1. Борзаев Х.Х. Каталитическая переработка тяжелого углеводородного сырья с предварительным электромагнитным воздействием: Автореферат. Дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Москва, 2015г. — 5 с.
2. Korytov M.A., Boyar S.V., Golovkob A.K. Thermal conversion of petroleum residue in the presence of vegetable oil // AIP Conference Proceedings. Proceedings of the Advanced Materials with Hierarchical Structure for New Technologies and Reliable Structures, 2018. v. Number 2051. pp 1.
3. Морозов М.А. Термокаталитические превращения тяжелого углеводородного сырья в присутствии добавок на основе кобальта и карбида вольфрама Автореферат. Дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Томск, 2019г. — 5 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА
КОМПАУНДИРОВАНИЯ**

Е.А. Лось

Научный руководитель - доцент И.М. Долганов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема моделирования процесса компаундирования весьма актуальна. С ростом использования автомобилей с бензиновым двигателем растет и потребность в производстве качественного, соответствующего существующим стандартам и достаточно дешевого топлива. К примеру, потребление бензина в США за 2017 год составило 9326.59 тыс. баррелей в день, а за 2018 год 9328.98 тыс. баррелей в день [1]. В России спрос на бензин из года в год не меняется или же наоборот уменьшается, это связано с экономическими трудностями внутри страны, а именно падение реальных доходов граждан [2]. Выгоднее всего бензин отправлять на экспорт, так как в большинстве стран спрос на данный вид топлива растет с каждым годом [1].

С помощью программы «Compaunding» с использованием генетического алгоритма был произведен расчет различных вариантов бензинов с октановыми числами: 92, 95, 98. Были рассмотрены характеристики полученных бензинов и выявлены наилучшие результаты. Для каждого типа бензина составлена таблица с характеристиками. В таблице 1 представлены результаты по бензину с октановым числом 92, в таблице 2 для 95 и наконец для бензина с октановым числом 98 характеристики расположены в таблице 3.

Таблица 1

Результаты расчета бензина с октановым числом 92

	92		
	92,1	92,1	92,1
ОЧИ	92,1	92,1	92,1
ДНП	65,89	75,25	78,39
Бензол, % масс.	1	0,97	0,99
Ароматика, % масс.	34,94	35	35
Олефины, % масс.	10,65	9,51	9,28
Сера, % масс.	0,001	0,001	0,001
ОЧМ	85	85	85
Себестоимость	17690	18004	18094

Полученные бензины соответствуют требованиям, которые предъявляются к топливам. Характеристики, представленные в таблице незначительно отличаются друг от друга, и все они соответствуют нормам. Себестоимость же снижается, что является плюсом.