

электромагнитное воздействие на реакционную смесь и использование биомасс [2].

В качестве объектов исследования были выбраны мазут тяжелой нефти и нерафинированное подсолнечное масло (НПМ) в количестве 2 % мас. Мазут содержит высокое количество парафиновых углеводородов из-за чего не может быть использован для последующей переработки, а высокое содержание смол и большая вязкость затрудняет его применение в качестве топочного мазута. Выбор НПМ обусловлен наличием двойных связей в структуре жирных кислот, которые обладают реакционной способностью и тем самым блокируют реакции рекомбинации высокомолекулярных радикалов, которые получают при разрушении смолисто-асфальтовых веществ [3], что в свою очередь позволяет снизить образование асфальтенов и кокса.

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. Эксперименты

проводили при температуре 450 °С, в течение 2 ч. После проведения термоллиза и охлаждения автоклава до 25 °С газообразные продукты собирались в пробоотборник, жидкие и твердые продукты помещались в бюкс. После проводили крекинг мазута тяжелой нефти с добавкой НПМ в количестве 2 % мас. при тех же условиях. Затем, для газообразных продуктов проводился хроматографический анализ с помощью хроматографа Кристалл-5000. Наблюдалась тенденция к увеличению выхода алканов и алкенов C₁-C₅, а также увеличения концентрации CO₂, что подтверждает механизм разложения НРМ в ходе процесса крекинга, а также разрушение смолисто-асфальтовых веществ.

Состав жидких продуктов крекинга определяли с помощью вещественного анализа. Результаты можно увидеть в таблице 1.

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 деструкцией НРМ, которое блокирует образование высокомолекулярных соединений. С увеличением массы масляной добавки будет наблюдаться увеличение глубины конверсии мазута.

Список литературы

1. Борзаев Х.Х. *Каталитическая переработка тяжелого углеводородного сырья с предварительным электромагнитным воздействием: Автореферат. Дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук.* – М.: 2015. – 5 с.
2. 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: 2019. – 7 с.
3. Kopytov 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. – P.1.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОМПАУНДИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО МЕТОДА

Е.А. Лось

Научный руководитель – к.т.н., доцент И.М. Долганов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

В мире с каждым годом растут продажи автомобилей с бензиновым двигателем. За 2018 год было продано 91 % автомобилей с бензиновым двигателем, на машины с дизельным двига-

телем приходится 7 % и на электромобили лишь 2 % [1]. В связи с этим увеличивается спрос на соответствующий стандартам и достаточно де-

Таблица 1. Результаты расчета бензина с октановым числом 92

	92		
ОЧИ	92	92,3	92,3
ДНП	63	77,07	77,3
Бензол, % масс.	1	1	1
Ароматика, % масс.	35	34,98	35
Олефины, % масс.	8,53	9,09	8,76
Сера, % масс.	0,001	0,001	0,001
ОЧМ	85	85	86
Себестоимость	17959	18066	18136

шевый бензин. Следовательно, встаёт вопрос о моделировании процесса компаундирования.

Если рассматривать мировой рынок потребления, то в США за 2017 год расход данного вида топлива составил 9326,59 тыс. баррелей в день, а за 2018 год 9328,98 тыс. баррелей в день [2]. В связи с падением реальных доходов граждан России спрос на бензин снижается [3]. Наиболее рациональным решением является отправлять бензин на экспорт, так как в большинстве стран спрос на данный вид топлива растет с каждым годом [3].

С помощью программы «Compaunding» с использованием генетического метода были рассчитаны различные варианты бензинов с октановыми числами: 92, 95, 98. Были рассмотрены характеристики полученных бензинов и выявлены наилучшие результаты. Характеристики для каждого типа бензина представлены в таблице.

Характеристики, представленные в таблице, незначительно отличаются друг от друга, и все они соответствуют нормам. Снижение же себестоимости является плюсом.

Список литературы

1. *autoshas.ru* [электронный ресурс]. URL: <https://goo.su/0j5p> (дата последнего обращения: 15.02.2020).
2. *TheGlobalEconomy* [электронный ресурс]. URL: <https://goo.su/0j5P> (дата последнего обращения: 15.02.2020).

Таблица 2. Результаты расчета бензина с октановым числом 95

	95		
ОЧИ	95,5	95,4	95,5
ДНП	69,83	63,52	64,91
Бензол, % масс.	0,95	0,99	1
Ароматика, % масс.	34,9	35	35
Олефины, % масс.	6,36	8,01	8,64
Сера, % масс.	0,001	0,001	0,001
ОЧМ	89	88	88
Себестоимость	20508	21036	21089

Таблица 3. Результаты расчета бензина с октановым числом 98

	98		
ОЧИ	98,5	98,5	98,5
ДНП	82,07	82,91	82,88
Бензол, % масс.	0,94	0,96	0,96
Ароматика, % масс.	34,99	35	35
Олефины, % масс.	4,4	4,47	4,47
Сера, % масс.	0,001	0,001	0,001
ОЧМ	91	91	91
Себестоимость	23381	23648	23661

Бензин представленный в 1 колонке таблицы 2 обладает, более низким содержанием олефинов и низкой себестоимостью. Другие же характеристики данного бензина не отличаются от более дорогих аналогов.

В таблице 3 у бензинов характеристики схожи и находятся в допустимых пределах. При этом, себестоимость снижается.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №18-73-00086).

3. *Neftegas* [электронный ресурс]. URL: <https://goo.su/0J5p> (дата последнего обращения: 15.02.2020).