

А.А. Черепанов, Р.А. Козловский, А.И. Луганский, А.В Горбунов

Российский Химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия, 125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

e-mail: lugasik@mail.ru

**ТЕРМООКСИЛИТЕЛЬНЫЙ КРЕКИНГ ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ****Аннотация**

Новый метод переработки вакуумного газойля в светлые фракции, который получил название «Термоокислительный крекинг» (ТОК). Сконструирован реактор и найдены оптимальные условия проведения процесса. Конверсия газойля составила 65%. Тяжелые остатки соответствуют котельному топливу марки М-40. Результаты показывают, что ТОК является конкурентно-способным методом в сравнении с используемыми сейчас каталитическими методами.

**Ключевые слова:** вакуумный газойль; инициированный крекинг; тяжелые нефтяные остатки; бензин; дизельное топливо.

Занимая одно из первых мест в мире по запасам, добыче и экспорту нефти, Россия находится на 20-м месте по глубине ее переработки. В настоящее время в России глубина переработки нефти не превышает в среднем чуть более 70%, что ниже показателя мирового уровня. Внедрение зарубежных технологий переработки вакуумного газойля (каталитического и гидрокрекинга) в моторные дистилляты и сырье для нефтехимии требует привлечения больших финансовых средств.

Актуальным представляется разработка новой технологии переработки вакуумного газойля, позволяющей получать 60-70% масс. моторных дистиллятов, т.е. достичь показателей известных каталитических процессов. Такого прироста выхода моторных топлив можно достичь химическим инициированием термокрекинга.

Принципиальным недостатком, практически вытесненного на сегодня процесса термического крекинга (ТК), существующего лишь в виде его разновидности (висбрекинг), является малые скорости генерации радикалов. Причина очевидна – слишком высока энергия связи С-С (~300÷400 кДж/моль) в молекулах перерабатываемых углеводородах (УВ). Для обеспечения приемлемой скорости данный процесс приходится проводить при высоких температурах. При этом утрачивается контроль над протеканием вторичных реакций. Их осуществление на фоне относительно медленного распада связей С-С происходит столь быстро, что преобладающими в итоге оказываются процессы, ведущие к газообразованию, уносящие значительное количество водорода, что вместе с так называемыми процессами уплотнения, заканчивается коксованием крекируемых УВ. Совмещение процесса термокрекинга вакуумного газойля с неглубоким окислением кислородом воздуха (процесс термоокислительного крекинга) позволяет решить эти проблемы.

Таблица 1. Свойства вакуумного газойля VGO-HS

Наименование фракции, °С	Выход, % масс.	
	отдельных фракций	суммарный
н.к.-180°С	0,32	0,32
180°С-200°С	0,20	0,51
200°С-280°С	0,84	1,35
280°С-300°С	1,34	2,69
300°С-320°С	1,90	4,59
320°С-340°С	3,19	7,78
340°С-350°С	2,38	10,16
350°С-360°С	2,47	12,63

Таблица 2. Условия проведения термоокислительного крекинга вакуумного газойля VGO-HS

Параметр	Значение
Температура в реакторе, °С	450
Давление в реакторе, ати	7
Время пребывания сырья в реакторе, мин.	22
Количество воздуха на сырье, % масс.	6

Таблица 3. Материальный баланс термоокислительного крекинга вакуумного газойля VGO-HS

№	Наименование потока	Выход продукции % масс
1	<b>ВЗЯТО:</b>	
1.1	Вакуумный газойль	98,5
1.2.	Воздух, в т. ч.	5,9
	Азот	4,4
	Кислород	1,5
	<b>Итого:</b>	104,4
2	<b>ПОЛУЧЕНО:</b>	
2.1.	Инертный газ	4,4
2.2.	Газ углеводородный	4,5
2.3.	Вода	0,1
2.4.	Фракция <360°С, в т.ч.	<b>67,4</b>
	Фракция <180°С	12,7
	Фракция 180°С – 360°С	54,7
2.5.	Фракция >360°С	27,9
	<b>Итого:</b>	104,4

Проведенные исследования показали, что подача в реакционный узел 6% масс. воздуха, при 430-450°C и давлении 4-7 ати., позволяет увеличить выход моторных топлив на 20-25% масс., по сравнению с традиционным термокрекингом.

Также были определены оптимальные параметры процесса термоокислительного крекинга (ТОК) вакуумного газойля. При температуре 450°C, и подаче 6% масс. воздуха на сырье удалось получить более 65% масс. фракций моторных топлив и остаток, соответствующий нормативным требованиям на топочный мазут марки М-40.

Для иллюстрации на таблицах 1-3 приведены свойства сырья, условия проведения и материальный

баланс экспериментов на вакуумном газойле VGO-NS.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что термоокислительный крекинг вакуумного газойля по показателям глубины переработки сырья, капитальным и эксплуатационным затратам может конкурировать с каталитическими и гидрокаталитическими процессами.

Исследования проводились при финансовой поддержке Минобрнауки по проекту RFMEFI57714X0107.

*Черепанов Александр Александрович студент кафедры ТООиНХС РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва*

*Козловский Роман Анатольевич д.х.н., проф. кафедры ТООиНХС РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва*

*Луганский Артур Игоревич ведущий инженер кафедры ТООиНХС РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва*

*Горбунов Андрей Викторович ведущий инженер деканата ХФТ факультета РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва*

#### Литература

1. Галиев Р.Г., Луганский А.И., Третьяков В.Ф., Французова Н.А., Ермаков А.Н. Крекинг гудрона при иницировании кислородом воздуха // Технологии нефти и газа – 2009. - №3 - С. 37-43.
2. Бех Н.И., Луганский А.И., Мороз И.В., Ермаков А.Н. Технология переработки тяжелых нефтяных остатков без применения водорода // Химическая техника – 2010 - № 3 - С. 34-37.
3. Демьянов С. В., Гольдберг Ю. М., Швец В.Ф., Ермаков А.Н., Луганский А.И., Ханикян В.Л., Козловский Р.А., Корнеев И.С. Способ термоокислительного крекинга тяжелых нефтяных остатков // Патент России №2458967 от 20.08.2012.

*Cherepanov Alexandr Alexandrovich, Kozlovskiy Roman Anatolievich, Luganskiy Artur Igorevich, Gorbunov Andrei Viktorovich*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

e-mail: lugasik@mail.ru

## THERMOOXIDATIVE CRACKING OF VACUUM GAS OIL

### Abstract

The new method of conversion of vacuum gas oil into light fractions was elaborated – “Thermo-Oxidizing Cracking” (TOC). The reactor construction and optimal conditions were obtained. Conversion of vacuum gas oil was 65 %. The heavy residue matches the performance of boiler oil of M-40 grade. The result shows that TOC is a competitive method against conventional catalytic methods.

**Key words:** vacuum gas oil; initiated cracking; heavy oil residues; gasoline; diesel fuel.