

УДК 665.658.2: 621.892.31

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРЕВРАЩЕНИЙ КОМПОНЕНТОВ ТЯЖЕЛОГО  
НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ В УСЛОВИЯХ СОВМЕСТНОЙ КОНВЕРСИИ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ  
МАСЛАМИ**

Д.Н. Логачева, К.Б. Кривцова

Научный руководитель: научный сотрудник, инженер К.Б. Кривцова  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050  
E-mail: [logacheva\\_dasha@list.ru](mailto:logacheva_dasha@list.ru)

**CONVERSION DIRECTIONS RESEARCH OF HEAVY PETROLEUM OIL COMPONENTS UNDER  
CONDITIONS OF JOINT CONVERSION WITH PLANT OILS**

D.N. Logacheva, K.B. Krivtsova

Scientific Supervisor: researcher, engineer K.B. Krivtsova  
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050  
E-mail: [logacheva\\_dasha@list.ru](mailto:logacheva_dasha@list.ru)

***Abstract.** The papere discusses an alternative method for processing oil residues of highly paraffinic heavy oil from the Usinsk field with plant oil. We made the thermolysis of the original fuel oil, as well as the thermolysis of fuel oil in the presence of sunflower oil. Also, we studied the composition of the products depending on the amount of oil additives.*

**Введение.** В настоящее время объем добычи легких нефтей снижается, в связи с этим возрастает интерес к изучению нетрадиционного тяжелого нефтяного сырья (природные битумы, битуминозные пески, асфальт), тяжелой нефти и нефтяных остатков. Особенностью данного сырья является высокое содержание гетероатомных высокомолекулярных соединений, а именно смол и асфальтенов. Классические методы переработки неэффективны для данного вида сырья, так как содержащиеся в нефтяных остатках металлы и гетероатомные соединения являются каталитическими ядами. В связи с этим наиболее актуальными становятся новые альтернативные методы переработки тяжелого сырья, направленные на улучшения качества продуктов процесса [1] с применением концепции «зеленая химия», идеей которой является использование возобновляемых ресурсов окружающей среды. В нефтеперерабатывающей и нефтедобывающей отрасли данная концепция применяется для создания и использования нетоксичных катализаторов, а также для создания реагентов, которые увеличили бы выход ценных светлых дистиллятов [2]. В качестве такой добавки следует выделить растительные масла, поскольку они являются доступными, нетоксичными и, конечно, возобновляемыми.

Цель — изучить влияние, которое оказывает растительное масло на глубину конверсии мазута в процессе термического крекинга.

**Материалы и методы исследования.** В качестве объекта исследования был выбран мазут нефти Усинского месторождения (Россия) и нерафинированное подсолнечное масло (НПМ). Мазут получали с

помощью разгонки на аппарате АРН-2, отбирая фракции, выкипающие до 350 °С. При отборе фракции 170 – 180 °С температура куба аппарата АРН-2 в процессе разгонки достигала 280 °С при атмосферном давлении, а фракцию 180 – 350 °С отбирали под вакуумом и более низких температурах куба. Физико-химические свойства мазута и НПМ приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1

Физико-химические характеристики исходной нефти и полученного из него мазута

Показатели	Усинская нефть	
	исходная	мазут
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	966,7	976,5
Кинематическая вязкость при 50 °С, мм <sup>2</sup> /с	827,0	- *
Температура застывания, °С	- 14,0	82,0
Средняя молекулярная масса, а.е.м.	365	620
Элементный состав, мас. %:		
С	84,94	85,42
Н	11,98	10,28
S	1,98	2,41
N	0,63	0,71
О	0,47	1,18
Н/С	1,68	1,43
Содержание, мас. % :		
- n-алканов	1,27	1,72
- твёрдых парафинов	1,24	1,62
Компонентный состав, мас. %:		
- масел	73,9	54,5
- смол силикагелевых	18,0	37,0
- асфальтенов	8,1	8,5
Начало кипения, °С	140	350

\*-вязкость не определяли, так как при данной температуре нет свободного истечения

Для того, чтобы иметь представление о продуктах превращения мазута, сначала проводили крекинг без добавления масла. Крекинг проводили в автоклаве объемом 12 см<sup>3</sup>, оснащённом термопарой, краном высокого давления и манометром. В автоклав загружали сырьё, продували аргоном (для исключения попадания кислорода воздуха) и герметично закрывали. 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 и 12 % от массы при тех же условиях.

**Результаты.** Для полученных жидких продуктов проводили термогравиметрический анализ, результаты которого представлены на рисунке 1. Данный метод позволяет определить изменения массы образца в результате термического воздействия.

Таблица 2

Физико-химические характеристики нерафинированного подсолнечного масла

Показатели	Значение
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	920,7
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с	63,68
Йодное число, г I <sub>2</sub> /100 г	34,02
Кислотное число, мг КОН/100 г	0,79
Зольность, % масс.	0,014
Элементный состав, мас. %:	
С	77,56
Н	10,70
S	0,01
N	0,49
О	11,24
Содержание жирных кислот, мас. %:	
- пальмитиновая(C <sub>16</sub> :0)	7,1
- стеариновая(C <sub>16</sub> :0)	5,2
- олеиновая(C <sub>18</sub> :1)	14,6
- линолевая(C <sub>18</sub> :2)	73,1

\*-в скобках дано соотношение числа атомов углерода к числу двойных связей в молекуле кислоты

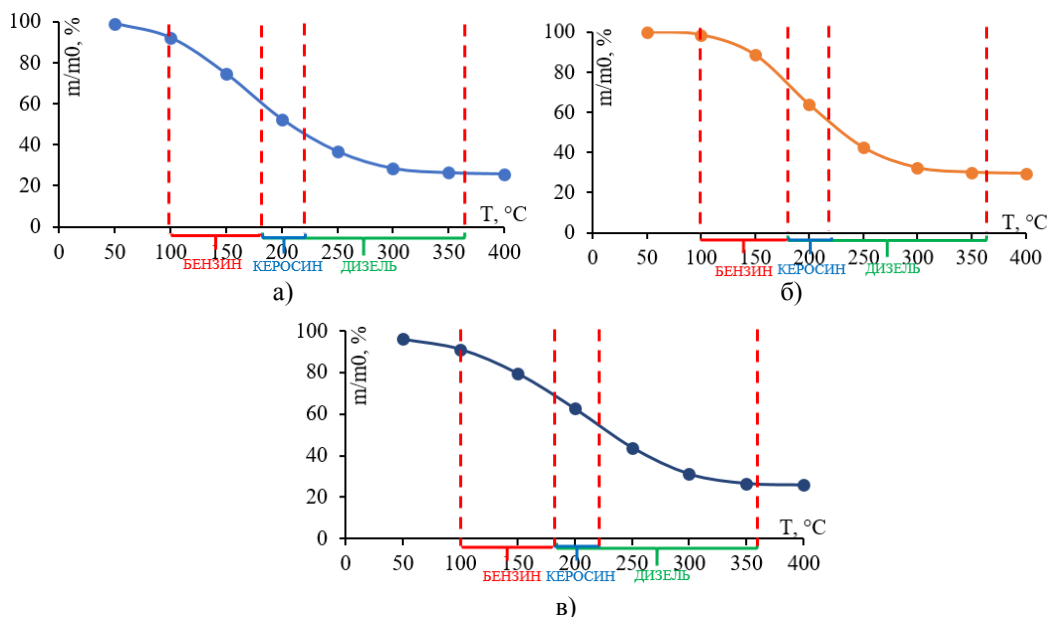


Рис. 1. Термогравиметрические кривые:

а) УМ без добавки НПМ, б) УМ+2 мас. % НПМ, в) УМ+ 12 мас. % НПМ

При разгонке мазута Усинского месторождения без растительного масла (Рисунок 1а) можно увидеть широкий спектр светлых фракций, общий выход которых составил 73,7 %, из которых 7,7 % - бензиновая, а 66,0 % - дизельная фракции.

Отметим, что при добавлении 2 мас. % растительного масла (Рисунок 1б) выход бензиновой фракции увеличился более чем в 4,7 раз, а дизельной уменьшился в два раза. Увеличение масляной добавки до 12 масс. % (Рисунок 1в) по сравнению с крекингом мазута без добавки так же приводит к увеличению бензиновой фракции в 4,9 раз, а количество дизельной фракции уменьшается на 45,0 %.

**Выводы.** Увеличение бензиновой фракции при различной концентрации масла объясняется реакцией деструкции легких компонентов используемого сырья. В качестве легких компонентов могут выступать парафины и карбоновые кислоты, которые входят в состав НПМ. При достижении необходимых термобарических параметров происходит разрыв двойной связи в НПМ, тем самым, самоиницируя рекомбинацию макрорадикалов высокомолекулярных соединений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозов М.А. Термокаталитические превращения тяжелого углеводородного сырья в присутствии добавок на основе кобальта и карбида вольфрама: Автореф. дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Томск, 2019. — 5 с.
2. Петрухина Н.Н. Регулирование превращений компонентов высоковязких нефтей при их подготовки к транспорту и переработки: Автореф. дис на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва: 2014 г. — 183 с.