

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БАЗОВОГО КОМПОНЕНТА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

© А.Б. Григоров¹

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», 61002, г. Харьков, ул. Кирпичева, 2, Украина

¹ Григоров Андрей Борисович, канд. тех. наук, доцент кафедры технологии переработки нефти, газа и твердого топлива, e-mail: grigorovandrey@ukr.net

Рассмотрена возможность получения базового компонента для пластичных смазок из отработанных моторных масел различной природы. Установлено, что наилучшим сырьем для производства компонента с высокими вязкостно-температурными свойствами (индекс вязкости, на уровне 126 ед.), является отработанное синтетическое моторное масло класса вязкости SAE 5W-40. Наряду с целевым компонентом образуются топливные фракции в количестве 9,0-34,0 % (по объему), что в свою очередь снижает себестоимость получаемого целевого продукта. Получаемые топливные фракции могут применяться при производстве печных и котельных топлив или как добавки к товарным мазутам для снижения их вязкости и температуры застывания.

Предложенная технология получения базового компонента посредством легкого термического крекинга позволяет значительно расширить сырьевую базу для получения продукта – аналога индустриальных масел, за счет использования дешевого сырья, которое является промышленным отходом.

Ключевые слова: отработанное моторное масло, промышленные отходы, пластичная смазка, термический крекинг, индекс вязкости, топливные фракции, базовый компонент.

DOI: 10.31081/1681-309X-2018-0-5-25-29

Наиболее распространенной основой для производства товарных пластичных смазок являются индустриальные масла марок И-40А и И-50А, которые загущаются металлическими мылами Ca, Li, Na. С целью повышения уровня эксплуатационных свойств смазок в них вводятся присадки различного функционального назначения. Широкое применение индустриальных масел, как дисперсионной среды для производства пластичных смазок обусловлено их сравнительно низкой стоимостью по сравнению с более вязкими дистиллятными фракциями, в частности средней и тяжелой дистиллятной масляной фракцией и остаточными фракциями, специально вырабатываемыми из гудронов посредством переработки под глубоким вакуумом.

Отметим, что значительная часть производимых индустриальных масел так же используются в качестве базового масла и при производстве моторных масел, не говоря уже про их востребованность по прямому назначению.

Ввиду этого, весьма актуальной представляется задача получения сравнительно дешевой альтернативы индустриальным маслам из вторичного сырья, которым являются отработанные моторные масла. Также следует учитывать, что мировые запасы отработанных масел позволяют реализовать технологии их переработки в промышленных масштабах. Так, только в Украине их ежегодно образуется более 700 тыс. т.

За последние десятилетия наряду с переработкой масел в тепловую энергию получили развитие технологии, направленные главным образом на получение различных видов топлив. Так, известен способ получения топлива путем смешивания отработанного масла с водой или водосодержащим компонентом и нефтяным остатком, их гомогенизации, причем отработанные масла предварительно подвергают механической обработке [1].

В работе [2] предлагается получать топливные и масляные фракции путем вакуумной перегонки мазута в присутствии отработанных минеральных масел (ОММ), взятых в количестве 0,3-5,0 % от массы мазута. Используют предварительно обезвоженные и очищенные от механических примесей отработанные моторное, трансмиссионное или индустриальное масло, либо их смесь. ОММ вводят в нефтяной остаток непосредственно перед его подачей в колонну вакуумной перегонки, что позволяет увеличивать выход дистиллятных фракций не менее чем на 2 %.

Существует схема переработки тяжелых нефтесодержащих фракций (мазута, отработанных смазочных масел), в которой предусмотрена предварительная обработка сырья волновым воздействием широкого спектра частот. Далее проводился термический крекинг продуктов воздействия при атмосферном давлении и температуре нагрева 360 °С [3]. При обработке сырья значительно ослабляются межмолекулярные связи и происходит эффективная подготовка обрабатываемой среды к последующему разложению ее на более легкие фракции. Так, при переработке отработанных смазочных масел образуется 20 % бензиновой фракции, 65 % дизельной фракции и 15 % битумов дорожных марок.



Предложена технология получения светлых нефтепродуктов посредством переработки тяжелых нефтяных остатков (мазута, нефтяного гудрона, отработанных масел, нефтешламов) нагреванием исходного сырья до 430-450 °С, последующей обработкой сырья воздухом, термическим крекингом в выносном реакторе и отделением образовавшихся светлых нефтепродуктов. При этом воздух перед обработкой сырья нагревают до температуры выше температуры сырья, а тяжелый остаток, полученный при термическом крекинге, направляют в закалочный аппарат или отпарную колонну [4]. При переработке исходного сырья в виде прямогонного мазута с добавкой 10 % отработанных масел по данной технологии образуется от исходного сырья 63 % светлых нефтепродуктов (включая газ) и 37 % тяжелого остатка – мазута марки М100.

Из рассмотренных технологий становится очевидным, что существующий подход к переработке отработанных смазочных масел не позволяет получить в качестве целевого продукта базовые масла, пригодные для производства высококачественных товарных пластичных смазок. Это связано с применением быстрого нагрева сырья до конечной температуры и последующим разделением полученных продуктов на ректификационных колоннах. Известно, что при быстром перегреве сырья ужесточается процесс термического крекинга, что приводит к получению большего количества газа и топливных фракций, в частности бензиновых [5].

Поэтому в данной работе с целью получения базовых масел, которые могут выступать дисперсионной средой при производстве пластичных смазок, в лабораторных условиях легкому термическому крекингу при атмосферном давлении и скорости нагрева сырья, равной 4-5 °С в минуту, подвергались моторное масло на минеральной основе SAE 15W-40 (API SF/CD), отработавшее 15 тыс. км. в двигателе грузового автомобиля, выполняющего сельскохозяйственные работы, масло на полусинтетической основе SAE 10W-40 (API SL/CI-4) и масло на синтетической основе SAE 5W-40 (API SN/CF), отработавшие соответственно 8 и 12 тыс. км. в двигателях легковых автомобилей, эксплуатировавшихся в городских условиях.

В результате крекинга приведенных образцов масел были получены продукт, представляющий собой широкую дистиллятную фракцию (см. табл. 1), побочные продукты – газы разложения углеводородов (2,0-3,0 % по объему от исходного сырья) и продукт полимеризации и поликонденсации углеводородов – кокс (1,0-2,0 % по объему от исходного сырья). Выход углеводородных газов зависит от стойкости углеводородов базового масла к термическому воздействию, выход кокса – от склонности к окислению и концентрации различных загрязнений, попадающих в масла при их эксплуатации в двигателе.

Таблица 1

Характеристика широкой топливно-масляной фракции

Наименование показателя	Масло SAE 15W-40	Масло SAE 10W-40	Масло SAE 5W-40
Выход, %, (по объему)	95,0	95,0	96,0
Плотность при 20 °С, кг/м ³	855	824	815
Температура конца кипения, °С	437	420	400

После получения широкая дистиллятная фракция подвергалась разделению на более узкие фракции с целью выделения компонента, который может быть использован при производстве пластичных смазок (см. табл. 2).

Таблица 2

Характеристика компонента для производства пластичных смазок

Наименование показателя	Масло SAE 15W-40	Масло SAE 10W-40	Масло SAE 5W-40
Выход фракции >360 °С, %, (по объему)	80,0	69,0	52,0
Плотность при 20 °С, кг/м ³	874	845	839
Содержание, % (по массе)			
- воды	отс.	отс.	отс.
- механических примесей	отс.	отс.	отс.
- водорастворимых кислот и щелочей	отс.	отс.	отс.
Кинематическая вязкость при 40 °С, мм ² /с	60	52	49
Индекс вязкости, ед.	102	117	126
Температура вспышки, °С	223	220	217
Температура застывания, °С	-15	-17	-22

Анализируя полученные результаты, отметим, что показатель кинематической вязкости при 40 °С полученных фракций несколько ниже, чем промышленных И-40А, И-50А. По показателю плотности при 20 °С и температуре вспышки в открытом тигле полученные фракции полностью соответствуют промышленным

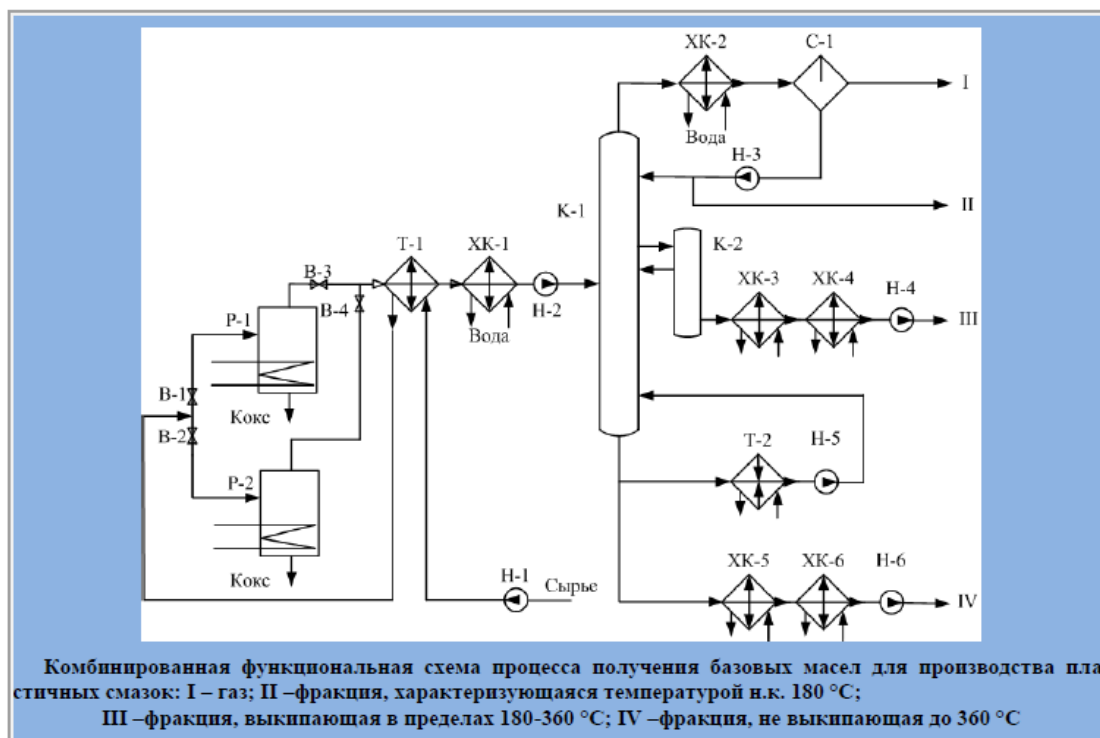
маслам И-40А, И-50А (см. табл. 3). А по показателям, характеризующим низкотемпературные свойства (температура застывания и индекс вязкости) компонент, полученный из масел SAE 5W-40 и SAE 10W-40, их превосходит.

Таблица 3

Характеристика промышленных масел [6]

Наименование показателя	Масло И-40А	Масло И-50А
Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не более	900	910
Содержание, % (по массе)		
- воды	отс.	отс.
- механических примесей	отс.	отс.
- водорастворимых кислот и щелочей	отс.	отс.
Кинематическая вязкость при 40 °С, мм ² /с	61-75	90-110
Индекс вязкости, ед., не ниже	90	90
Температура вспышки, °С, не ниже	200	215
Температура застывания, °С, не выше	-15	-15

На рисунке представлена принципиальная схема технологического процесса получения базовых масел для производства пластичных смазок, состоящая из реакторного блока и блока разделения продуктов термического крекинга.



Сырье – отработанное моторное масло – подается насосом Н-1 через теплообменник Т-1, где подогревается за счет тепла, отбираемого у продуктов термического крекинга, выходящих из реактора Р-1. Подогретое отработанное масло поступает в реактор термического крекинга Р-1, где происходит его нагрев со скоростью 4-5 °С в минуту при давлении 0,11-0,14 МПа. Образовавшиеся продукты проходят теплообменник Т-1, частично подогревая сырье крекинга, а затем поступают в конденсатор-холодильник ХК-1.

Охлажденные и сконденсированные продукты, получающиеся в результате крекинга, насосом Н-2 подаются в ректификационную колонну К-1 на разделение. С верха колонны К-1 с температурой 120-140 °С выходят пары фракции н.к. 180 °С и газы, которые охлаждаются в конденсаторе-холодильнике ХК-2, попадают в сепаратор С-1, где от фракции н.к. 180°С отделяются углеводородные газы С₂-С₃ (на схеме – поток I). Фракция н.к. 180°С в количестве 9,0-13,0 % (по объему) от продуктов крекинга, поступающих в колонну К-1 из С-1, насосом Н-3 подается на орошение колонны К-1. Конечный продукт выводится с установки (на схеме поток II). Из колонны К-1, через отпарную колонну К-2 насосом Н-4, через холодильники-конденсаторы ХК-3, ХК-4 выводится фракция 180-360 °С в количестве 25,0-34,0 % (по объему) (на схеме – поток III).

С низа колонны К-1 выводится фракция >360 °С, которая делится на два потока. Первый проходит через подогреватель Т-2 и насосом Н-5 подается обратно в колонну К-1 для поддержания температурного режима. Второй поток проходит конденсаторы-холодильники ХК-5, ХК-6 и насосом Н-6 выводится с установки (на схеме поток IV).

Для обеспечения непрерывности технологического процесса в данной схеме предусмотрен резервный реактор термического крекинга Р-2, который может работать как параллельно с реактором Р-1, так и самостоятельно при аварийных ситуациях или при проведении плановых мероприятий по очистке реактора Р-1 от образовавшегося кокса. Подача сырья на реактор Р-1 или реактор Р-2, а также расход потоков контролируется при помощи вентилей В-1 – В-4.

Рассматривая получаемые продукты, отметим, что газы могут отправляться на установку для получения сжиженного газа, и в дальнейшем использоваться как моторное топливо для автомобилей. Фракции н.к. – 180 °С и 180-360 °С могут применяться при производстве печных и котельных топлив. Кокс, образующийся в реакторах Р-1 и Р-2, в виду низкой теплоты сгорания может быть использован как наполнитель в строительных материалах [7]. Фракция >360 °С по своим физико-химическим показателям может использоваться как база для производства моторных масел и пластичных смазок.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Предложенная технология легкого термического крекинга вторичных отработанных моторных масел позволяет получить базовые масла с высокими вязкостно-температурными свойствами (индекс вязкости более 100 ед.), которые могут быть использованы при производстве пластичных смазок с широким температурным диапазоном применения.

2. Наилучшим сырьем для предлагаемой технологии являются отработанные моторные масла на синтетической основе SAE 5W-40, т.к. они позволяют получить продукт со значением индекса вязкости на уровне 126 ед. В связи с этим для реализации предложенной технологии целесообразно обеспечить отдельный сбор отработанных моторных масел, учитывая их класс вязкости.

3. Наряду с целевым компонентом образуются топливные фракции в количестве 9,0-34,0 % (по объему), что в свою очередь снижает себестоимость получаемого целевого продукта. Получаемые топливные фракции могут найти применение при производстве печных и котельных топлив или как добавки к товарным мазутам для снижения их вязкости и температуры застывания.

4. Данная технология, с одной стороны, позволяет значительно расширить сырьевую базу для получения широко востребованных товарных нефтепродуктов за счет использования дешевого сырья, с другой – уменьшить количество ежегодно накапливающихся промышленных отходов.

Библиографический список

1. Жидкая топливная композиция, способ ее получения и их варианты: Пат. 2150489 РФ, МПК⁸ С 10 L 1/32 / Е.Г. Горлов, В.Г. Лурий. Заявл. 10.06.2000. Опубл. 10.06.2000, Бюл. № 5.
2. Способ получения дистиллятных фракций: Пат. 2174531 РФ, МПК⁸ C10G7/06 / О.Г. Низьев, Р.З.Сафиева, С.А. Низова, Е.Н. Платонов, М.В. Козлов, И.Г. Низьев, И.Я. Вишиницкий, Р.З. Сюняев, Ю.В. Кожевникова. Заявл. 17.06.1999. Опубл. 10.10.2001, Бюл. № 8.
3. Способ переработки тяжелых нефтесодержащих фракций и установка для его осуществления: Пат. 2215775 РФ, МПК⁷ C10G015/00 / А.В. Вяткин, О.Ю. Иванов, В.Л. Калинин, Ф.В. Миленин, Д.Ю. Полудницин, М.А. Шаршов. Заявл. 07.08.2002. Опубл. 07.08.2002, Бюл. № 9.
4. Способ и установка для переработки тяжелых нефтяных остатков: Пат. 2335525 РФ, МПК⁸ C10G9/00 / Р.Г. Галиев, Ю.М. Гольдберг, С.В. Демьянов, А.Н. Ермаков, И.В. Мороз, В.Ф. Третьяков. Заявл. 08.08.2007. Опубл. 08.08.2007, Бюл. № 4.

5. Глуценко П.М. Химическая технология горючих ископаемых / П.М. Глуценко. – К.: Высшая школа. – 1985. – 447 с.

6. Топлива, смазочные материалы. Технические жидкости. Ассортимент и применение: справочник / П.Г. Анисимов, К.М. Бадьштова, С.А. Бнатов; Под ред. В.М. Школьников. Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Техинформ». – 1999. – 596 с.

7. Григоров А.Б. Дослідження коксу, що утворюється під час термічного крекінгу відпрацьованих моторних олів / А.Б. Григоров, О.І. Зеленський / Тези доповідей VII науково-технічної конференції «Поступ в нафтогазопереробній та нафтохімічній промисловості». – Львів: 2014 – С. 131.

Рукопись поступила в редакцию 02.10.2018

TECHNOLOGY PRODUCTION OF THE BASIC COMPONENT OF PLASTIC LUBRICANTS

© A.B. Grigorov, PhD in technical sciences (NTU «KhPI»)

The possibility of obtaining a basic component for obtaining plastic lubricants from waste engine oils of different nature is considered. It is found that SAE 5W-40 synthetic motor oil of viscosity grade is the best raw material for producing a component with high viscosity-temperature properties (viscosity index, at level of 126 units). In addition to the target products, fuel fractions are formed in the amount of 9.0-34.0% (by volume), which reduces the cost of the resulting target product. The resulting fuel fractions can be used in the production of furnace and boiler fuels or as additives to commercial fuel oil to reduce their viscosity and pour point.

The proposed technology for obtaining a base component by means of light thermal cracking allows to significantly expand the raw material base for the production of an analogue of industrial oils through the use of cheap raw materials, which is a harmful industrial waste.

Keywords: waste engine oil, industrial waste, plastic grease, thermal cracking, viscosity index, fuel fractions, base component.

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БАЗОВОГО КОМПОНЕНТУ ПЛАСТИЧНИХ МАСТИЛ

© А.Б. Григоров, к.т.н. (НТУ «ХПІ»)

Розглядається можливість отримання базової компоненти для отримання пластичних мастил із відпрацьованих моторних олів різної природи. Встановлено, що найкращою сировиною для виробництва компоненту з високими в'язко-температурними властивостями (індекс в'язкості, на рівні 126 од.), є відпрацьована синтетична моторна олива класу в'язкості SAE 5W-40. Крім цільових компонентів утворюються паливні фракції в кількості 9,0-34,0 % (за об'ємом), що в свою чергу знижує собівартість одержуваного цільового продукту. Отримувані паливні фракції можуть застосовуватися при виробництві пічних і котельних палив або як добавки до товарного мазуту для зниження його в'язкості і температури застигання.

Пропонована технологія отримання основної компоненти за допомогою легкого термічного крекінгу дозволяє значно розширити сировинну базу для одержання продукту – аналога промислових олів, за рахунок використання дешевої сировини, яка є шкідливим промисловим відходом.

Ключові слова: відпрацьована моторна масло, промислові відходи, пластичне мастило, термічний крекінг, індекс в'язкості, паливні фракції, базовий компонент.
