

НЕФТЕПЕРЕРАБОТКА И НЕФТЕХИМИЯ 4 · 2023

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ

OIL REFINING AND PETROCHEMISTRY

SCIENTIFIC AND TECHNICAL ACHIEVEMENTS AND THE BEST PRACTICES

Издаётся с 1966 г.

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ СБОРНИК

Выходит 12 раз в год

Содержание

Нефть и нефтепродукты

Лурье М.А. Изотопный состав углерода и серы нефтегазовых систем как генетический показатель 3

Антонов С.А., Матвеева А.И., Пронченков И.А., Бартко Р.В., Герасимов А.В. Переработка тяжёлой нафтено-ароматической нефти в присутствии стабильного газового бензина 7

Масла и смазочные материалы

Стахив В.И., Багдасаров Л.Н., Тонконогов Б.П. Влияние сложного эфира на эксплуатационные свойства моторного масла 10

Иванов М.Г., Митягин В.А., Иванов Д.М., Поплавский И.В., Густин Д.Д. Проблемы разработки и применения ружейных масел 14

Процессы и аппараты

Таушев В.В., Хайрудинов И.Р., Теляшев Э.Г., Таушева Е.В., Султанов Ф.М., Таушева Н.А., Низамова Г.И., Быстров А.И., Тихонов А.А. Исследование технологии процесса висбрекинга с выносной реакционной камерой с элементом защиты стенок от закоксовывания 17

Камешков А.В., Гайле А.А., Карнаух В.С., Волков Д.А. Экстракционная очистка лёгкого газойля каталитического крекинга N,N-диметилформамидом и N-метилпирролидоном. 24

Химмотология

Попов В.П., Лапушкин Н.А., Исаев А.В., Дунаев С.В., Лесин А.В., Мамедова Т.А., Куликов А.Б. Предпочтительные направления исследований по совершенствованию методики расчёта процессов смесеобразования и сгорания углеводородного топлива в дизелях на основе учёта его физико-химических свойств и группового углеводородного состава 29

Рыбаков Ю.Н., Рушкин Н.С., Колотилин Д.В., Дедов А.В. Диффузионная проницаемость по авиационному керосину термопластичных полиуретанов производства Китая. 36

Нефтехимия

Садыгов Ф.М., Гасан-заде Г.Г., Меликова Э.Т., Мамедова И.Г., Садыгова Н.С. Исследование возможности совместной переработки тяжёлой и лёгкой смолы пиролиза 39

Contents

Oil & Petroleum Products

Lur'e M.A. Isotopic Composition of Carbon and Sulfur in Oil and Gas Systems as a Genetic Characteristic 3

Antonov S.A., Matveeva A.I., Pronchenkov I.A., Bartko R.V., Gerasimov A.V. Processing of Heavy Naphtheno-Aromatic Oil in the Presence of Stable Gas Naphtha 7

Oils & Lubricants

Stakhiv V.I., Bagdasarov L.N., Tonkonogov B.P. The Influence of Ester on the Performance of Motor Oils . . . 10

Ivanov M.G., Mityagin V.A., Ivanov D.M., Poplavskiy I.V., Gustin D.D. Problem of Development and Application of Gun Oil. 14

Processes & Devices

Taushev V.V., Khairudinov I.R., Telyashev E.G., Tausheva E.V., Sultanov F.M., Tausheva N.A., Nizamova G.I., Bystrov A.I., Tikhonov A.A. Investigation of the Technology of the Visbreaking Process with a Remote Reaction Chamber and a Wall Protection Element from Coking. 17

Kameshkov A.V., Gaile A.A., Karnaukh V.S., Volkov D.A. Extraction Purification of Catalytic Cracking Light Gasoil with NN-Dimethylformamide and N-Methylpyrrolidone 24

Chemmotologos

Popov V.P., Lapushkin N.A., Isaev A.V., Dunaev S.V., Lesin A.V., Mammadova T.A., Kulikov A.B. On the Preferred Areas of Research to Improve the Methodology for Calculating the Processes of Mixture Formation and Combustion of Hydrocarbon Fuel in Diesel Engines Based on taking into Account its Physical and Chemical Properties and Group Hydrocarbon Composition 29

Rybakov Yu.N., Rushkin N.S., Kolotilin D.V., Dedov A.V. Diffusion Permeability of Thermoplastic Polyurethane Manufactured in China of Aviation Kerosene 36

Petrochemistry

Sadigov F.M., Hasan-zade G.G., Melikova E.T., Mamedova I.G., Sadigova N.S. Investigation of the Possibility of co-Processing of Heavy and Light Pyrolysis Tar 39

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

В.Е. Сомов, д.э.н., к.т.н., генеральный директор
ООО «КИНЕФ» (ПАО «Сургутнефтегаз»)

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Волгин С.Н., д.т.н., проф., главный научный
сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии
Минобороны России»

Мовсумзаде Э.М., д.х.н., проф., чл.-корр. РАО, УГНТУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Агабеков В.Е., д.х.н., академик, чл.-корр. НАН Беларуси,
проф., директор Института химии новых материалов,
Беларусь

Агагусейнова М.М., д.х.н., проф.,
Азербайджанский государственный университет нефти
и промышленности, **Азербайджан**

Винокуров В.А., д.х.н., проф., академик РАЕН,
зав. кафедрой физической и коллоидной химии
РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

Дунаев С.В., к.воен.н., вед. научн. сотр. Института
нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН

Карпов С.А., д.т.н., руководитель проекта
ПАО «НК «Роснефть»

Лapidус А.Л., д.х.н., проф., чл.-корр. РАН, зав. кафедрой
газохимии РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

Лубош Новак, д.х.н., проф., генеральный директор
АО «МЕГА», **Чешская Республика**

Паварелли Г., проф., Болонский университет, **Италия**

Садчиков И.А., д.э.н., проф., заслуженный деятель науки
РФ, действительный член РАЕН, зав. кафедрой экономики
и менеджмента в нефтегазохимическом комплексе
ИНЖЕКОН

Стефан Эрнст, проф., Технический университет
Кайзерслаутерна, **Германия**

Хавкин В.А., д.т.н., проф., действ. член РАЕН,
гл. научн. сотр. АО «ВНИИ НП»

Хуторянский Ф.М., д.т.н., гл. научн. сотр.
АО «ВНИИ НП»

EDITOR-IN-CHIEF

Somov V.E., PhD (economic sciences), PhD (technical
sciences), General Director of LLC «KINEF»
(PJSC «Surgutneftegaz»)

DEPUTY CHIEF EDITOR

Volgin S.N., PhD (technical sciences), Professor, Leading
Researcher, FAE «The 25th State Research Institute of
Chemotology of Ministry of Defence of the Russian
Federation», Moscow

Movsumzade E.M., PhD (chemistry), Professor,
corresponding member of RAO

EDITORIAL BOARD

Agabekov V.Ye., PhD (chemistry), Academician,
Corresponding Member of the National Academy of Sciences
of Belarus, Professor, Director of the Institute of Chemistry of
New Materials, **Belarus**

Agaguseynova M.M., PhD (chemistry), Professor,
Azerbaijan State University of Oil and Industry, **Azerbaijan**
Vinokurov V.A., PhD (chemistry), Professor, academician of
the Russian Academy of Natural Sciences, head of Department
of Physical and Colloid Chemistry of Gubkin Russian State
University of oil and gas

Dunaev S.V., PhD (military sciences), Leading Researcher,
A.V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis,
RAS (TIPS RAS)

Karpov S.A., PhD (technical sciences), Project head of
PJSC «Oil Company «Rosneft»

Lapidus A.L., PhD (chemistry), Professor, corresponding
member of RAS, head of Department of Gas Chemistry of
Gubkin Russian State University of oil and gas

Lubos Novak, PhD, General director MEGA a.s. **Czech
Republik**

Pavarelli G., Prof., Universita di Bologna, **Italy**

Sadchikov I.A., PhD (economic sciences), Professor,
honoured worker of science of RF, full member of
Russian Academy of Natural Sciences, head of Department of
Economics and management in oil-gas-chemical complex of
INZhEKON

Stefan Ernst, Prof., Dr.-Ing., Technical University
Kaiserslautern, **Germany**

Khavkin V.A., PhD (technical sciences), Professor, full
member of Russian Academy of Natural Sciences, chief
researcher of JSC «VNII NP»

Khutoryanskiy F.M., PhD (technical sciences), Professor,
head of lab. of JSC «VNII NP»

Адрес редакции: ОАО «ЦНИИТЭнефтехим», 115035,
Москва, ул. Болотная, д. 12

ISSN 0233-5727. Нефтепереработка и нефтехимия.
Науч.-инф. сб. № 4. 2023. С. 1-44.

Редактор, ответственный за выпуск — Брусникина Ю.А.
Компьютерная верстка — Гладков А.А.

Подписано в печать 22.03.2023 г.
Формат 60x90/8. Печать офсетная. Бумага мелованная.
Печ. л. 5,8. Уч.-изд. л. 6,5.

Печатно-полиграфическое производство
ОАО «ЦНИИТЭнефтехим»

© ЦНИИТЭнефтехим, 2023

Журнал по решению ВАК Минобрнауки России
включён в «Перечень ведущих рецензируемых научных
журналов и изданий, в которых должны быть
опубликованы основные научные результаты
диссертаций на соискание учёных степеней
кандидата и доктора наук».

Журнал включён в Российский индекс научного
цитирования

Зарегистрирован в Государственном Комитете Российской
Федерации по печати.

Свидетельство о регистрации № 016079 от 07.05.1997 г.

E-mail: info_np_nh@mail.ru
www.npnh.ru

51. Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия. — М.: Научный мир, 2004. — 648 с.

52. Константинов М.М., Косовец Т.Н. Изотопно-геохимические особенности сульфидной серы золоторудных месторождений в терригенных толщах // Руды и металлы. — 2007. — № 5. — С. 49-57.

Lur'e M.A.

Institute of Oil and Coal Chemical Synthesis,
Irkutsk State University

ISOTOPIC COMPOSITION OF CARBON AND SULFUR IN OIL AND GAS SYSTEMS AS A GENETIC CHARACTERISTIC

The carbon isotopic compositions of various naphthides, crude oils, petroleum fractions, individual petroleum hydrocarbons and the sulfur isotopic composition of crude oils are studied. The isotopic compositions of carbon and sulfur of other natural structures (organic matter, sulfides,

53. Эйгенсон А.С., Шейх-Али Д.М. Закономерности компонентно-фракционного и химического составов нефтей // Химия и технология топлив и масел. — 1988. — № 10. — С. 29-34.

sulfates) are also considered. It has been established that the isotopic characteristics of carbon and sulfur in various systems depend on the degree of oxidation-reduction of these elements. Therefore, in oils, due to differences in their heaviness, fractional composition and sulfur content, certain ranges of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{34}\text{S}$ values are observed. It is concluded that the isotopic compositions of sulfur and oils can serve as genetic characteristics and substantiate the legitimacy of deep abiogenic formation of oil and gas systems.

Key words: isotopy, carbon, sulfur, naphthides, oil, petroleum hydrocarbons, organic matter, sulfides, sulfates.

УДК 665.63

ПЕРЕРАБОТКА ТЯЖЁЛОЙ НАФТНО-АРОМАТИЧЕСКОЙ НЕФТИ В ПРИСУТСТВИИ СТАБИЛЬНОГО ГАЗОВОГО БЕНЗИНА

^{1,2}С.А. АНТОНОВ, канд. хим. наук, ^{1,2}А.И. МАТВЕЕВА, ^{1,2}И.А. ПРОНЧЕНКОВ,
¹Р.В. БАРТКО, канд. техн. наук, ³А.В. ГЕРАСИМОВ

¹АО «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти» [ВНИИ НП], г. Москва;

²ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина», г. Москва;

³ООО «Ярославский ОПНМЗ им. Д.И. Менделеева»

Представлены результаты разгонки тяжёлой нафтно-ароматической нефти в присутствии различных количеств разбавителя — стабильного газового бензина. Показано, что при массовом соотношении «нефть:разбавитель» 90:10 получаются продукты с уникальными низкотемпературными свойствами (лёгкая и широкая масляные фракции), которые без дополнительной стадии очистки могут использоваться в качестве товарных продуктов. Гидрооблагораживание указанных фракций позволит получать высокомаржинальные продукты — нафтные масла, востребованные как на внутреннем рынке, так и на рынках стран СНГ и ближнего зарубежья.

Ключевые слова: тяжёлая нафтно-ароматическая нефть, стабильный газовый бензин.

Серьёзной проблемой современной нефтяной отрасли является повышение уровня добычи тяжёлых нефтей, содержащих значительное количество нежелательных компонентов (асфальтены, сера, металлы). При их переработке образуется больше тяжёлого остатка и меньшее количество светлых дистиллятов, что снижает рентабельность. Основные трудности при добыче и переработке тяжёлой нефти возникают вследствие её высокой вязкости [1]. Среди тяжёлых нефтей особого внимания заслуживают нафтно-ароматические, из которых можно получать ассортимент продуктов с уникальными свойствами. Однако тяжёлые нафтно-ароматические нефти по сравнению с традиционно перерабатываемыми нефтями имеют ряд особенностей, в частности характеризуются более высокой вязкостью и плотностью, содержат 1-2% фракций,

выкипающих до 200°C [2, 3] (против 30%, характерных традиционным нефтесмесям). Переработка таких нефтей на АВТ создаёт технологические трудности (требуется корректировка режима работы атмосферной и вакуумной колонн), в связи с чем при их переработке целесообразно применение разбавителей, например, газовых конденсатов, бензиновых и других легкокипящих фракций [4, 5].

На примере тяжёлой нафтно-ароматической нефти проведены исследования по подбору оптимального количества разбавителя — бензина газового стабильного (БГС) с целью снижения вязкости исходного сырья и обеспечения стабильной работы атмосферной колонны. Физико-химические свойства тяжёлой нафтно-ароматической нефти и БГС, определённые стандартными методами ГОСТ, приведены далее.

Характеристика нефти

Плотность при 20°C, кг/м ³	939,6
Вязкость кинематическая, мм ² /с, при:	
50°C	290,3
100°C	26,77
Содержание, % масс.:	
серы	1,27
азота	0,34
асфальтенов	1,7
парафина	1,1
Температура застывания, °C	-15
Коксумость, % масс.	8,6
Зольность, % масс.	0,035
Температура вспышки (о.т.), °C	124
Кислотное число, мг КОН/г	0,68

Характеристика БГС

Плотность при 20°C, кг/м ³	706,6
Давление насыщенных паров, кПа (мм рт. ст.)	62,6 (470)
Содержание:	
воды, % масс.	0,01
мехпримесей, % масс.	0,03
сероводорода, ppm	менее 2,0
метил- и этилмеркаптанов, ppm ...	2,3
Фракционный состав, %:	
до 100°C	70,7
до 200°C	87,7
до 300°C	90,0
до 360°C	92,3
Температура отгона 90% об., °C	272,2

Исследуемый образец нефти с 5, 10 и 15% масс. БГС разгоняли на лабораторной установке АРН-2 (таблица) с получением фракций, которые возможно получить на блоке АВТ ООО «Ярославский ОПНМЗ им. Д.И. Менделеева»: бензиновая фракция, дизельная фракция (ДФ); лёгкая масляная фракция (ЛМФ); широкая масляная фракция (ШМФ); остаток вакуумной перегонки — гудрон. Потери во всех экспериментах по разгонке тяжёлой нафтено-ароматической нефти составили 2% масс.

При разгонке нефти с 10% разбавителя отмечается некоторое увеличение выхода фракции БГС и снижение выхода дизельной фракции по сравнению с разбавлением 5 и 15%. Это вероятнее всего объясняется извлечением дизельных фракций нефти и переходом их в тяжёлую часть БГС, что согласуется с повышенным содержанием серы (0,05% масс.) в БГС разгонки данного образца. Также о переходе части дизельной фракции в БГС при разгонке смеси 90:10 можно судить по повышенной вязкости дизельной фракции (6,11 мм²/с) по сравнению с фракциями, полученными при разгонке смесей другого соотношения. Обращает на себя внимание низкая температура застывания дизельных фрак-

Материальные балансы разгонки тяжёлой нафтено-ароматической нефти (ТН) и её смеси с БГС и качество продуктов

Показатель	Фр. бензиновая*			Дизельная фр.			Лёгкая масляная фр.			Широкая масляная фр.			Остаток			
	Смесь с БГС			Смесь с БГС			Смесь с БГС			Смесь с БГС			Смесь с БГС			
	95:5	90:10	85:15	ТН	95:5	90:10	85:15	ТН	95:5	90:10	85:15	ТН	95:5	90:10	85:15	
Выход, % масс.	5	15	12	9	10	6	9	12	12	12	12	20	12	9	12	53
Кинематическая вязкость, мм ² /с, при:																
20°C					4,49	6,11	4,59									
40°C				4,773								44,67	37,11	33,35	37,36	
50°C								7,337	6,606	7,006	6,133					
100°C																225,1
Температура застывания, °C					-60	-60	-60	-47	-39	-45	-37	-15	-6	-16	-10	
Температура вспышки в з.г. (о.т.), °C				91	72	72	70	147	148	147	140	(198)	202	202	204	
Содержание серы, % масс.	0,02	0,05	0,02	0,3	0,41	0,40	0,38					1,0	0,9	0,9	1,0	
Плотность при 15°C, кг/м ³				863,7	860,8	860,1	859,5	895,6	892,7	891,5	893,7	918,2	912,7	910,2	908,8	

*При разгонке тяжёлой нефти без разбавителя выход бензиновой фракции составляет 0%.

ций (минус 60°C), которая обусловлена высоким содержанием нафтеновых углеводородов и практически полным отсутствием парафиновых структур. Дизельные фракции с такой температурой застывания после гидроочистки могут являться компонентами зимних и арктических дизельных топлив, рабочих жидкостей электроэрозионных станков средней и большой мощности, основами буровых растворов и основами маловязких нафтеновых масел.

При одинаковом выходе, примерно равных значениях плотности и температуры вспышки лёгкая масляная фракция, полученная при разгонке смеси 90:10, характеризуется несколько большей вязкостью по сравнению с аналогичными фракциями и более низкой температурой застывания — минус 45°C. Данная фракция по температуре вспышки 147°C (при норме не ниже 135°C) и температуре застывания минус 45°C (при норме не выше минус 45°C) соответствует основным требованиям к фракции трансформаторного масла ТК. Также данная фракция после гидроочистки может рассматриваться как аналог масел для гидравлических систем, в качестве масла-компонента жидкой ружейной смазки РЖ, применимой для очистки, смазывания и консервации металлических поверхностей; в качестве закалочной жидкости при термической обработке металлов и компонента СОЖ, СОЖ МР-4; в качестве компонента масла С-9 для замасливания химических волокон; СОЖ ОСМ-3, применяемого при скоростном развёртывании металлокерамических втулок и обработке чугунных сёдел автомобильного двигателя; масла ТМС-6, применяемого для смазывания и охлаждения валков и лент при холодной прокатке на многовалковых прокатных станах листов и т.д. и поглотительного масла, используемого в коксохимической промышленности для поглощения сырого бензола из коксового газа.

Широкая масляная фракция, полученная при разгонке смеси 90:10 отличается меньшим (на 3% масс.) выходом по сравнению с аналогичными фракциями, однако по температуре застывания минус 16°C она превосходит их и соответствует по данному показателю требованиям к базовым маслам (норма не выше минус 15°C) и может реализовываться в качестве товарного продукта или использоваться в качестве основ моторных, трансмиссионных масел, компонентов рабоче-консервационных жидкостей К-17, НГ-203Р, Кормин, Мифол и др. Также широкая масляная фракция может быть использована в качестве масла-пластификатора для шинной резинотехнической промышленности, в качестве осевого масла для смазывания шеек осей колёсных пар вагонов, тепловозов с подшипниками трения скольжения, а также узлов трения зубчатых редукторов промышленного оборудования с малой нагрузкой. Гидрооблагораживание широкой масляной фракции позволит получать из неё нафтеновые масла — узкоспециализированную высокомаржи-

нальную продукцию, производство которых в настоящее время в России отсутствует.

Остаток вакуумной перегонки нафтино-ароматической нефти является благоприятным сырьём для получения битумов различных марок по EN 12591, ASTM D 946, ГОСТ 22245 и ГОСТ 33133 [2, 3].

На основании полученных результатов можно заключить, что оптимальным для разбавления тяжёлой нафтино-ароматической нефти БГС является соотношение 90:10, при котором получается ассортимент продуктов с уникальными низкотемпературными свойствами.

С учётом полученных лабораторных данных на промышленной установке ЭЛОУ-АВТ цеха №1 ООО «Ярославский ОПНМЗ им. Д.И. Менделеева» был проведён опытно-промышленный пробег по переработке тяжёлой нафтино-ароматической нефти с БГС. Полученные в промышленных условиях результаты достаточно хорошо коррелируют с лабораторными исследованиями.

С целью оценки эффективности переработки тяжёлой нафтино-ароматической нефти с разбавителем был выполнен расчёт основных экономических показателей [6, 7]. Установлено, что внутренняя годовая норма доходности (IRR) составляет 44,1%, срок окупаемости проекта — 1,3 года.

Таким образом, в результате проведённых исследований определено оптимальное соотношение тяжёлой нафтино-ароматической нефти и разбавителя (стабильного газового бензина), необходимого для обеспечения стабильной работы атмосферной колонны и снижения вязкости исходного сырья. При переработке данной нефти с разбавителем получают продукты с уникальными низкотемпературными свойствами, в том числе нафтеновые масла, производство которых в настоящее время в России отсутствует. Следовательно, квалифицированная переработка масляных фракций нафтино-ароматических нефтей и определение дальнейшего направления их использования предоставляет огромный потенциал для реализации высокомаржинальной продукции, как на внутреннем рынке, так и на рынках стран СНГ и ближнего зарубежья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондрашева Н.К., Анчита Х. Влияние химического состава и качества тяжёлой Ярегской нефти на выбор технологии её переработки // Записки Горного института. — 2016. — Т. 222. — С. 833-838.
2. Плешакова Н.А. Исследование нефти Русского месторождения и разработка технологии получения масел с применением гидрокаталитических процессов. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук / Москва, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005.
3. Антонов С.А., Матвеева А.И., Пронченков И.А., Бартоко Р.В., Никольшин П.А., Килякова А.Ю., Герасимов А.В. Особенности химического состава и свойств тяжёлой нафтино-ароматической нефти и варианты её квалифицированной переработки // Химия и технология топлив и масел. — 2022. — № 4. — С. 3-8.

4. Пат. RU 2456331. Способ переработки тяжёлого нефтяного сырья.

5. Галиуллин Э.А., Фахрутдинов Р.З., Башкирцева Н.Ю., Ганиева Т.Ф. Подходы к апгрейдингу тяжёлых нефтей // Вестник технологического университета. — 2017. — Т.20, № 19. — С. 35-39.

Antonov S.A., Matveeva A.I., Pronchenkov I.A., Bartko R.V., Gerasimov A.V.

All-Russian Research Institute of Oil Refining, Moscow; Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow; D.I. Mendeleev Yaroslavlsky OPNMZ, Yaroslavl

PROCESSING OF HEAVY NAPHTHENO-AROMATIC OIL IN THE PRESENCE OF STABLE GAS NAPHTHA

The article presents results of the distillation of heavy naphthenic-aromatic oil in the presence of various amounts

6. Экономическое обоснование дипломных проектов: Методические указания к курсовому и дипломному проектированию / Сост. Кулакова Т.Н. Самара: СамГТУ, 2004. — 66 с.

7. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика. — М.: Дело, 2008. — 888 с.

of diluent, stable gas naphtha are presented. It is shown that at a mass ratio «oil:diluent» of 90:10, products with unique low-temperature properties (light and wide oil fractions) are obtained, which can be used as commercial products without an additional purification. Hydrotreatment of these fractions will make it possible to obtain high-margin products — naphthenic oils, which are in demand both in the domestic market and in the markets of the CIS countries and neighboring countries.

Key words: heavy naphtheno-aromatic oil, stable gas naphtha.

Масла и смазочные материалы

УДК 621.892.21

Влияние сложного эфира на эксплуатационные свойства моторного масла

В.И. СТАХИВ, Л.Н. БАГДАСАРОВ, канд. техн. наук, Б.П. ТОНКОНОГОВ, д-р техн. наук

ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина», г. Москва

Разработана рецептура моторного масла с добавлением сложного эфира диоктилтерефталат, позволяющая заменить импортные аналоги моторных масел и улучшить эксплуатационные свойства отечественных моторных масел. Оценка физико-химических свойств, включая контроль испаряемости, вязкостно-температурных характеристик, трибологических свойств и термоокислительной стабильности, проводилась лабораторными методами. Для сравнения параметров новой рецептуры использовалось импортное масло Shell Mysella.

Ключевые слова: диоктилтерефталат, эксплуатационные свойства моторных масел, импортозамещение моторных масел.

Введение в курс. Использование сложных эфиров в качестве смазочных материалов началось тысячи лет назад. Натуральные жиры и масла, которые являются преимущественно триэфирами глицерина с линейными жирными кислотами, использовались для смазывания деталей паровых двигателей ещё в период промышленной революции [1]. Однако современные композиции на основе синтетических сложных эфиров датируются серединой двадцатого века, когда во время Второй мировой войны начали использовать потенциал нефтехимического сырья для производства современных смазочных материалов для военной техники. В 1930-х гг. в Германии началось крупномасштабное производство синтетических смазочных материалов из химического сырья [2]. Ужесточение требований к авиационным двигателям привело к увеличению потребности в синтетических смазоч-

ных материалах, которые обладали бы хорошей химической и термоокислительной стабильностью и широким диапазоном рабочих температур, чего нельзя было достичь применением масел на нефтяной основе [3].

Была инициирована исследовательская программа под руководством доктора *Германа Цорна*, в результате реализации которой был проведён широкий спектр исследований в области химии синтетических смазочных материалов [4]. Дополнительным импульсом для исследований послужили суровые условия зимы 1941-1942 гг., когда смазочные материалы на основе нефтяных масел превращались в гель. Было обнаружено, что диэфиры, а также углеводороды, синтезированные методом Фишера-Тропша, характеризуются гораздо лучшими низкотемпературными свойствами (текучестью) и они стали основным направлением развития технологии