

УДК 665.6.035
МРНТИ 61.51.81

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕФТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А.Ш. ЗАЙНУЛЛИНА¹, А.Ж. АРЫСТАН¹

(¹Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан)
E-mail: zash1953@mail.ru

В данной статье авторы приводят результаты исследования основных физико-химических показателей нефти с месторождений Кашаган и Мартыши. Приводятся основные физико-химические характеристики нефти, включающие температуру застывания, кинематическую вязкость, фракционный состав, содержание механических примесей, солей и серы в нефти с месторождений Кашаган и Мартыши. На основании проведенных исследований сделан вывод о том, что нефть обоих месторождений по основным физико-химическим показателям соответствует ГОСТ. Проведен сравнительный анализ свойств нефти из двух месторождений. Сравнение показало, что содержание солей в нефти с месторождения Мартыши превосходит данный показатель по месторождению Кашаган, но также соответствует ГОСТ.

Ключевые слова: содержание парафина, солей, серы, вязкость, нефть, температура застывания.

ӘР ТҮРЛІ КЕН ОРЫНДАРЫ МҰНАЙЛАРЫНЫҢ ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ

А.Ш. ЗАЙНУЛЛИНА¹, А.Ж. АРЫСТАН¹

(¹Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан)
E-mail: zash1953@mail.ru

Бұл мақалада авторлар Қашаган және Мартыш кенорындарынан мұнайдың негізгі физикалық-химиялық көрсеткіштерін зерттеу нәтижелерін келтіреді. Мұнайдың қату температурасын, кинематикалық тұтқырлығын, фракциялық құрамын, Қашаган және Мартыш кен орындарынан мұнайдағы механикалық қоспалардың, тұздар мен күкірттің құрамын қамтитын негізгі физикалық-химиялық сипаттамалары келтіріледі. Жүргізілген зерттеулер негізінде екі кен орнының мұнайы негізгі физика-химиялық көрсеткіштер бойынша ГОСТ сәйкес келеді деген қорытынды жасалды. Екі кен орнының мұнай қасиеттеріне салыстырмалы талдау жүргізілді. Мұнай тұздарының екі кен орнынан салыстыру көрсеткендей, Мартыш кен орнындағы мұнай тұздары Қашаган кен орнындағы осы көрсеткіштен асып түседі, бірақ ГОСТ да сәйкес келеді.

Негізгі сөздер: парафиннің құрамы, тұздардың, күкірттің, тұтқырлықтың, майдың, құйылатын нүктенің мазмұны.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF OILS FROM VARIOUS DEPOSITS

A.SH. ZAINULLINA¹, A.ZH. ARYSTAN¹

(¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: zash1953@mail.ru

This article cites the results of a research of fundamental physico-chemical parameters of oil from Kashagan and Martishi. The main physicochemical characteristics of oil are given, including the pour point, kinematic viscosity, fractional composition, the content of mechanical impurities, salts and sulfur in oil from the Kashagan and Martishi fields. On the basis of the conducted research, it was concluded that the oil of both fields is in accordance with the main state-of-the-art physical and chemical indicators. A comparative analysis of the properties of oil from two fields was carried out. Comparison of the content of oil salts from two fields showed that the content of salts in oil from the Martishi field exceeds this indicator in the Kashagan field, but also corresponds to GOST.

Keywords: content of paraffin, salts, sulfur, viscosity, oil, pour point.

Введение

Одной из главных отраслей экономики Казахстана является нефтегазовый сектор. На сегодняшний день Республика Казахстан является одним из крупнейших производителей в мире нефти. Сейчас Казахстан входит в число 15 ведущих стран мира, обладая 3% мирового запаса нефти. Нефтегазовые районы занимают 62% площади страны, где располагаются 173 нефтяные месторождения, более 80 которых уже находятся в разработке. При этом около 70% запасов углеводородов сконцентрировано на западе Казахстана, а именно на Тенгизе и Кашагане [1].

Исследование физико-химических характеристик нефти и нефтепродуктов является одним из важнейших вопросов, необходимых для транспортировки и последующей переработки нефти. Основными показателями, характеризующими физико-химические свойства нефти, являются такие параметры, как вязкость, содержание воды, содержание парафинов, серы, металлов, солей и механических примесей, определение плотности и показателя преломления. Изменение физико-химических параметров нефти со временем приводит к изменению технологических процессов. В связи с этим при длительной эксплуатации месторождения необходимо производить реконструкцию системы сбора и транспорта нефти, применяя при этом

новейшие технологии, а также реагенты и деэмульгаторы [2].

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлась нефть с месторождений Кашаган и Мартыши.

Анализ основных свойств нефти проводили путем изучения основных показателей нефти с использованием физико-химических методов испытания согласно ГОСТу. Для изучения свойств нефти были проведены следующие анализы:

- температура застывания (ГОСТ 20287-91);
- определение содержания серы (ГОСТ Р 51947-02);
- определение массовой доли воды (ГОСТ 2477-65);
- определение хлористых солей (ГОСТ 21534 (А)-76);
- определение плотности (ГОСТ 3900-85).

Результаты и их обсуждение

Процесс очищения от серы является очень трудоемким и затратным. Несмотря на то, что нефтяная промышленность более 100 лет занимается нефтепереработкой в крупных промышленных масштабах, однако по настоящее время не внедрен метод для селективного удаления серы из нефти до ее переработки [3]. В этой связи поиск и разработка новых методов по уменьшению содержания серосодержащих продуктов, является задачей важной и актуальной. Из-за длительной и продолжительной транспортировки нефти, содер-

жашей серу, по трубопроводу идет значительное снашивание трубопровода со временем [4].

В табл. 1 приведены массовые доли серы в нефти из месторождений Кашаган, Мартыши за 2017 год, а также нормативы по

Таблица 1 - Массовая доля серы

| Месторождения | По ГОСТ, % | 2017 г. |
|---------------|------------|---------|
| Мартыши | 1,8 | 0,352 |
| Кашаган | 1,8 | 0,741 |

Из табл. 1 видно, что обе нефти приведенных месторождений соответствуют ГОСТ Р 51947-02 «Нефть и нефтепродукты. Определение серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии», и не превышают 1,8%. Из таблицы 1 также видно, что содержание серы в нефти из месторождения Кашаган имеет большее содержание практически в два раза, превышающее содержание серы в нефти из месторождения Мартыши. Это объясняется тем,

Таблица 2 - Массовая доля серы по годам, в %

| Месторождения | 2002 г. | 2006 г. | 2014г. | 2016г. | 2017 г. |
|---------------|---------|---------|--------|--------|---------|
| Мартыши | 0,295 | 0,301 | 0,325 | 0,348 | 0,352 |
| Кашаган | - | - | - | 0,684 | 0,741 |

Из результатов, приведенных в табл. 2, видно, что содержание серы в нефти из месторождения Мартыши с 2002 по 2017 год имеет тенденцию к стабильному возрастанию с 0,295 до 0,352%. Содержание серы в нефти из месторождения Кашаган за последний год также увеличилось с 0,684 до 0,741%, и это несмотря на то, что месторождение практически только начало добычу нефти. Причиной большого содержания серы в нефти из месторождений Мартыши и Кашаган является то, что исходные нефти с этих месторождений относятся к высокосернистым. Большое содержание серы в нефти негативно сказывается на состоянии трубопровода. Уменьшить количество серы очень тяжело, этот процесс очень трудоемкий и затратный. Однако, с увеличением содержания серы в нефти уменьшается ее стоимость, что экономически невыгодно для нашей страны,

Таблица 3 - Массовая доля воды

| Месторождения | По ГОСТ, % | Данные 2017г., в % |
|---------------|------------|--------------------|
| Мартыши | 0,5 | 0,05 |
| Кашаган | 0,5 | 0,03 |

ГОСТ Р 51947-02 «Нефть и нефтепродукты. Определение серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии».

что нефть месторождения Кашаган является более высокосернистой по сравнению с нефтью месторождения Мартыши.

Для того, чтобы уменьшить содержание серы в нефти и добиться показателей, приведенных в табл. 1, нефть перед транспортировкой необходимо очистить от серы.

В табл. 2 показана динамика изменения содержания серы в нефти вышеперечисленных месторождений по годам с 2002 по 2017 год.

так как Казахстан является импортером нефти. Экономика страны во многом зависит от стоимости нефти и от поступления нефтедолларов. Увеличение содержания серы в нефти, наблюдаемое на протяжении последних лет, связано с длительным и продолжительным использованием трубопровода, приводящим к его снашиванию. Решить проблему можно только более тщательным очищением нефти от серы.

В работе исследовано содержание массовой доли воды в нефти с месторождений Мартыши, Кашаган. Полученные результаты приведены в табл. 3. Для сравнения приведены действующие нормативы по ГОСТ 2477-65 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды». Полученные результаты представляют как общую массовую долю воды, выраженную в процентах.

Из данных, приведенных в табл. 3 видно, что нефть из месторождений Кашаган и Мартыши содержит малое количество воды, намного ниже допустимых значений по ГОСТ 2477-65 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды». По приведенным результатам исследования за 2017 г. такое количество можно считать практически следами.

Таблица 4 - Массовая доля воды по годам, %

| Месторождения | 2006, г | 2014, г | 2016, г | 2017, г |
|---------------|---------|---------|---------|---------|
| Мартыши | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Кашаган | - | - | - | 0,03 |

В табл. 5 показано содержание хлористых солей в нефти вышеперечисленных месторождений за 2017 год. Действующий норматив по ГОСТ 21534 (А)-76 «Нефть. Методы определения содержания хлористых солей», и формулы расчета массовой доли хлористых солей.

Большое содержание солей негативно сказывается на перегонке нефти и делает этот процесс практически невозможным. В ходе перегонки нефти, содержащей соли, происходит интенсивное отложение солей в

В работе проанализировано содержание массовой доли воды в нефти на протяжении 2006- 2017г.г. На основании результатов, приведенных в табл. 4, видно, что содержание массовой доли воды в нефти вышеперечисленных месторождений с 2006 по 2017 г. остается без изменения. Это является положительным фактом для подсчета массы нетто нефти.

трубах теплообменника и печей, а также наблюдается интенсивная коррозия всей аппаратуры. Так как изучаемая нефть месторождений Кашаган и Мартыши является высокосернистой, то при ее перегонке содержащийся сероводород вступает в реакцию с железом и при этом в ходе реакции образуется нерастворимый в воде сульфид железа. Сульфид железа оседает на стенках аппаратов в виде тонкой пленки и таким образом защищает аппаратуру от дальнейшего воздействия коррозии.

Таблица 5 - Содержание хлористых солей в нефти за 2017 год

| Месторождения | По ГОСТ, мг/дм ³ | Результат определения, мг/дм ³ |
|---------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| Мартыши | 100 | 9,90 |
| Кашаган | 100 | 3,48 |

Из результатов, приведенных в табл. 5 видно, что нефть из месторождения Кашаган содержит малое количество хлористых солей. Это является большим плюсом для транспортировки нефти. Так как большое содержание хлористых солей в нефти может вызвать коррозию трубопроводов. Из табл. 5 также видно, что содержание хлористых солей в

нефти месторождения Мартыши почти в три раза превосходит данный показатель по месторождению Кашаган, что может быть связано с длительной разработкой данного месторождения. В табл. 6 показано содержание хлористых солей в нефти с месторождений Мартыши, Кашаган с 2002 по 2016 год.

Таблица 6 - Содержание солей в нефти из месторождения Мартыши и Кашаган

| Месторождения | 2002 г. | 2006г. | 2014г. | 2016г. |
|---------------|---------|--------|--------|--------|
| Мартыши | 13,4 | 5,95 | 3,0 | 8,45 |
| Кашаган | - | - | - | 3,79 |

Из табл. 6 видно, что содержание солей в нефти из месторождения Мартыши носит скачкообразный характер, который обусловлен тем, что в 2006 и 2014 годах проводилась технологическая модернизация трубопровода.

Увеличение содержания хлористых солей в нефти связано в первую очередь с износом трубопроводов.

В табл. 7 приведены показатели температуры застывания нефти в вышеперечислен-

ных месторождениях за 2017 год и действующие нормативы по ГОСТ 20287-91 «Нефте-

продукты. Методы определения температур текучести и застывания».

Таблица 7 - Показатели температуры застывания нефти

| Месторождения | По ГОСТ, С | 2017, °С |
|---------------|------------|----------|
| Мартыши | -3 | -21(п) |
| Кашаган | -3 | -21(п) |

Результаты, приведенные в табл. 7, показывают, что нефти двух месторождений отвечают по данному стандарту ГОСТ 20287-91 «Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания». Видно, что нефть с двух месторождений застывает при более низкой температуре, чем по ГОСТ 20287-91 «Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания». Чем при более низкой температуре застывает нефть, тем лучше для транспортировки нефти. Это обусловлено тем, что нефти с месторождений Мартыши и Кашаган относятся к низкопарафинистым,

что и приводит соответственно к понижению температуры застывания.

Плотность является основным показателем, необходимым для производства продуктов нефтепереработки и изучения свойств нефти. Известно, что повышение плотности связано с увеличением молекулярной массы, а также с переходом от парафинов к непредельным углеводородам, нафтенам и ароматическим углеводородам. С повышением температуры кипения и наличия в них ароматических углеводородов наблюдается увеличение плотности различных фракций нефти.

Таблица 8 - Плотность нефти с месторождений Мартыши и Кашаган

| Месторождения | P, кПа | Плотность нефти, кг/м ³ (по ГОСТ) | Плотность нефти, кг/м ³ (эксп.) |
|---------------|--------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Мартыши | 0,21 | 890 | 861,6 |
| Кашаган | 0,18 | 820 | 792,3 |

Из данных, приведенных в табл. 8 видно, что плотность нефти с месторождения Мартыши составляет 861,6 кг/м³, что выше по сравнению с нефтью из месторождения Кашаган, которая равна 792,3 кг/м³. Небольшие различия плотности, по всей вероятнос-

ти, связаны с тем, что нефть с месторождения Мартыши более высокопарафинистая. Плотность играет большую роль, так как благодаря плотности определяют качество нефти. В табл. 9 показано содержание плотности в нефти с 2002 по 2017 год.

Таблица 9 - Плотность нефти с месторождений с 2002 по 2017 годы

| Месторождения | P, кПа | 2002, г | 2006, г | 2014, г | 2016, г | 2017, г |
|---------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Мартыши | 0,28 | 861,3 | 862,5 | 864,08 | 862,8 | 861,6 |
| Кашаган | 0,27 | - | - | - | 791,7 | 792,3 |

Из табл. 9 видно, что плотность нефти с месторождения Мартыши в принципе практически не изменяется с 2002 по 2017 год, а с месторождения Кашаган с 2016 года наблюдается незначительное увеличение плотности.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что нефть с месторождений Мартыши и Кашаган по содержанию серы соответствует ГОСТ Р 51947-02 «Нефть и нефтепродукты. Определение серы методом

энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрии» и не превышает 1,8%, содержит малое количество воды, намного ниже допустимых значений по ГОСТ 2477-65 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды». Определение содержания солей в нефти показало, что нефть из месторождения Кашаган содержит малое количество, тогда как содержание хлористых солей в нефти месторождения Мартыши почти в три раза превосходит данный показатель по месторождению Кашаган. Изучение пока-

зателя температуры застывания нефти показало, что нефть с двух месторождений застывает при более низкой температуре (-21°C), чем по ГОСТ «20287-91 Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания» (-3°C).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирсанов М. Г. Шишов А. П. Коняева Ю. Г. Анализ нефти и нефтепродуктов. Учеб.-метод. пособие – Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2016. – 88 с.

2. Ягудеев Т.А. Физические и физико-химические методы анализа. Учебное пособие – Алматы: КазНТУ, 2015. – 146 с.

3. Омарәлиев Т. Мұнай мен газ өңдеудің химиясы және технологиясы. I-Бөлім. Құрылымды өзгертпей өңдеу процестері. -400 бет; II-Бөлім. Құрылымды өзгертіп өңдеу процестері. -Алматы: Білім, 2001. - 278 бет.

4. Джантуреева Э. Нефть и газ Казахстана. Запасы, добыча, инвестиции // Kazakhstan Business Magazine, Алматы: ТОО «Деловой журнал «Казахстан» №4. - 2010. – С.35.