

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 54.062, 543.31

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ

Егорова Виктория Валерьевна, студент, направление подготовки 04.03.01 Химия, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: qwertyuiopvika123@gmail.com

Степанов Артем Дмитриевич, студент, направление подготовки 04.03.01 Химия, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: artema437@mail.ru

Чукальцев Илья Валерьевич, студент, направление подготовки 04.03.01 Химия, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: chukalicevilya@gmail.com

Научный руководитель: **Пономарева Полина Александровна**, старший преподаватель кафедры химии, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: pponomareva@narod.ru

***Аннотация.** Актуальность работы заключается в важности переработки пластовых вод, являющихся частью нефтедобычи и извлечения из неё полезных компонентов, а также использования её другими отраслями нефтепереработки. Целью работы является проведение анализа на главные показатели ионов в пластовой воде, в процессе работы так же был получен коллоидный раствор из пластовой воды с помощью окислителя – тиосульфата натрия. Установлено отсутствие сульфид-ионов в воде, а для анализов использованы самые эффективные методики, которые будут иметь наименьшую погрешность в условиях высокой минерализации воды. В будущем планируется провести анализ на другие важные параметры пластовых вод и создать установку по извлечению полезных компонентов.*

***Ключевые слова:** количественный анализ, пластовые воды, аналитическая химия, содержание иода, нефтепереработка.*

***Для цитирования:** Егорова В. В., Степанов А. Д., Чукальцев И. В. Комплексный анализ пластовой воды // Шаг в науку. – 2022. – № 4. – С. 9–13.*

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF RESERVOIR WATER

Egorova Victoria Valerievna, student, training program 04.03.01 Chemistry, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: qwertyuiopvika123@gmail.com

Stepanov Artyom Dmitrievich, student, training program 04.03.01 Chemistry, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: artema437@mail.ru

Chukaltsev Ilya Valerievich, student, training program 04.03.01 Chemistry, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: chukalicevilya@gmail.com

Research advisor: **Ponomareva Polina Alexandrovna**, Senior Lecturer of the Department of Chemistry, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: pponomareva@narod.ru

***Abstract.** The relevance of the work lies in the importance of processing formation waters that are part of oil production and extracting useful components from it, as well as using it by other oil refining industries. The purpose of the work is to analyze the main indicators of ions in formation water; in the course of work, a colloidal solution was also obtained from formation water using an oxidizing agent – sodium thiosulfate. The absence of*

sulfide ions in the water was established, and the most effective methods were used for the analyzes, which will have the smallest error in conditions of high water salinity. In the future, it is planned to analyze other important parameters of formation waters and create an installation for the extraction of useful components.

Key words: quantitative analysis, formation waters, analytical chemistry, iodine content, oil refining.

Cite as: Egorova, V. V., Stepanov, A. D., Chukaltsev, I. V. (2022) [Comprehensive analysis of reservoir water]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 4, pp. 9–13.

Пластовая вода является важным источником различных полезных соединений, что могут быть добыты аналитическими методами разделения и концентрации [1]. Анализ пластовой воды необходимо производить из-за высокого влияния на нефтепромысловую аппаратуру [3]. Одним из перспективных направлений является добыча иода и брома из вод буровых скважин, в которых ведётся нефтедобыча [5, 6].

Для комплексного анализа пластовой воды были выбраны следующие методики:

- 1) Иодометрия;
- 2) Комплексонометрия на содержание кальция и магния;
- 3) Определение железа фотометрическим методом;

4) Определение меди методом турбидиметрии;

5) Комплексонометрическое определение сульфатов;

6) Титриметрическое определение сульфидов, гидросульфидов и сероводорода.

Иодометрия была проведена с использованием титрованного раствора тиосульфата калия 0,05 н. Для анализа были отобраны пробы пластовых вод Оренбургских месторождений. Во время внесения окислителя в высокоминерализованную воду, происходит образование жёлтого коллоидного раствора, что указывает на наличие в воде восстановителей. Коллоидный раствор представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Образование коллоидного раствора

Источник: разработано авторами

Аликвота воды составила 10 мл, при этом с добавлением её на 100 мл дистиллированной водой, также внесён 1 грамм NaHCO_3 и пероксид водорода для более полного окисления. После кипячения пробы проводилось фильтрование и охлаждение. По ходу анализа было внесено 1 грамм KI , раствор

не изменяет цвет, что свидетельствует о полном разрушении H_2O_2 . В качестве катализатора использован молибдат аммония, а индикатором является крахмал. Данные последующего титрования внесены в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты титрования

Номер титрования	Значение потраченного объёма, мл
1,1	23,0
1,2	23,1
2,1	0,8
2,2	0,9
3,1	33,4
3,2	33,3

Источник: разработано авторами

Результаты каждой пробы были взяты средними. В итоге получили сумму ионов иода и брома: в первой пробе – $46,2 \pm 0,2$ ммоль·экв/л, во второй пробе – $1,7 \pm 0,2$ ммоль·экв/л, в третьей пробе – $66,7 \pm 0,3$ ммоль·экв/л [1].

Определение кальция и магния проводилось комплексонометрически, использовался раствор трилона Б из фиксанала 0,05 М, индикатором является эриохром черный Т, а также мурексид [3, 7]. Результаты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты титрования проб

Номер титрования	Среднее значение потраченного объема, мл
1 эриохром	3,0
1 мурексид	0,45
2 эриохром	1,4
2 мурексид	0,35
3 эриохром	1,9
3 мурексид	0,55

Источник: разработано авторами

Итоговые результаты отражены в таблице 4. Определение железа проводилось фотометрическим методом добавок. Для приготовления стандартного раствора железа использовались железо-

аммониевые квасцы, а окраска раствора изменялась реакцией сульфосалициловой кислоты с катионами железа [4]. Результаты анализа отображены в таблице 3.

Таблица 3. Определение железа методом добавок

Номер пробы	Оптическая плотность без добавки	Оптическая плотность с добавкой
1	0,008	0,089
2	0,016	0,299
3	0,123	0,402

Источник: разработано авторами

В высокоминерализованных средах раствор окрашивается в интенсивный цвет, что требовало

применение метода разбавления во время анализа, что представлено на рисунке 2.

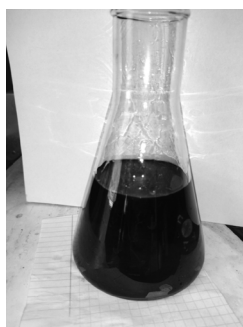


Рисунок 2. Особенность образования окрашенного раствора в высокоминерализованной среде

Источник: разработано авторами

Итоговый результат исследования представлен в таблице 4.

Для определения сульфатов производят отбор проб, с разбавлением 100 мл дистиллированной водой, используя индикатор метиловый оранжевый,

и создают кислую среду соляной кислотой. Далее используют осаждающий агент – BaCl_2 [4]. Полученный осадок анализируют титрованием раствором ЭДТА. Особенности образования осадка в высокоминерализованной среде представлены на рисунке 3.



Рисунок 3. Образование мутного раствора
 Источник: разработано авторами

Расчёт производится по формуле [3]:

$$x = \frac{(aK_1 - bK_2) \cdot 2,402 \cdot 1000}{V}$$

Сульфиды были проанализированы, используя качественную реакцию сульфидов с ацетатом кадмия, которая особо полезна в условиях высокой минерализации пробы. Однако сульфиды не были обнаружены ни в одной пробе, что показы-

вает низкую коррозионную активность пластовой воды [2].

Как можно увидеть, ни в одной из проб не проявилось выделение осадка, значит сульфиды отсутствуют.

Таблица 4. Итоговый результат исследования

Исследуемый показатель	Метод исследования	Первая проба	Вторая проба	Третья проба
Ca ²⁺ Mg ²⁺	Комплексонометрический	15250 ммоль·экв/л	7250 ммоль·экв/л	9500 ммоль·экв/л
Fe ³⁺	Колориметрический, методом добавок	10,97 г/л	10,05 г/л	44,08 г/л
SO ₄ ²⁻	Комплексонометрическое титрование	7206 мг/л	14412 мг/л	9608 мг/л
Г + Вг	Титриметрический	46,2 ммоль·экв/л	1,7 ммоль·экв/л	66,7 ммоль·экв/л
S ²⁻	Титриметрический	0	0	0

Источник: разработано авторами

В процессе работы были рассмотрены различные параметры пластовой воды, установлено отсутствие сульфидов, а также рассмотрено влияние высокой минерализации на значение итоговых ре-

зультатов, что свидетельствует о большом содержании различных ионов в пластовой воде, в том числе мешающих проведению исследования.

Литература

1. Анализ пластовых вод методом РФА спектроскопии и гравиметрии // А. Д. Степанов [и др.] // Современная школа России. Вопросы модернизации. – 2021. – № 8–2(37). – С. 228–230.
2. Исследование коррозионной стойкости конструкционных сталей в пластовой воде / С. Н. Виноградов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2008. – № 4(8). – С. 139–144.
3. Лагтыпов О. Р., Бугай Д. Е., Рябухина В. Н. Влияние компонентов пластовой воды на скорость коррозии нефтепромыслового оборудования // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2016. – № 1(103). – С. 22–33.
4. Лурье Ю. Ю., Рыбникова А. И. Химический анализ производственных вод. – Москва: Химия, 1974. – 336 с.

5. Мещурова Т. А., Ходяшев М. Б. К вопросу о пластовой и подтоварной воде // Экология урбанизированных территорий. – 2018. – № 4. – С. 68–73.
6. Пономарева П. А. Возможность использования экстракционного метода для комплексного извлечения иода из пластовых вод // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно–методической конференции (с международным участием), Оренбург, 25–27 января 2021 года. Оренбург: 2021. – С. 2807–2813.
7. Резников А. А., Муликовская Е. П., Соколов И. Ю. Методы анализа природных вод. – М: Недра, 1970. – 488 с.

Вклад соавторов:

Егорова В. В. – проведение анализа пластовой воды с помощью иодометрии, комплексонометрии на содержание кальция и магния и определения железа фотометрическим методом.

Степанов А. Д. – проведение анализа пластовой воды с помощью турбидиметрии, комплексонометрии на определение сульфатов, титрования на определение сульфидов, гидросульфидов и сероводорода.

Чукальцев И. В. – математические расчёты по всем методикам и оформление результатов.

Статья поступила в редакцию: 30.05.2022; принята в печать: 25.10.2022.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.