

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 544.6.018.46

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

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

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

Научный руководитель: **Сальникова Елена Владимировна**, доктор биологических наук, кандидат химических наук, доцент, профессор кафедры химии, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: salnikova_ev@mail.ru

***Аннотация.** Переработка пластовых вод является неотъемлемой частью нефтепромысла, анализ проб такой воды всегда сопровождается столкновением с особенностями высокоминерализованных сред. Для этого возможно использовать кондуктометрический метод анализа. Химический качественный и количественный анализ позволяет определить состав основных компонентов вод, что позволяет говорить об эффективности извлечения основных ионов, таких как галогенид-ионы. Так как пластовые воды являются попутным сырьем, то это позволяет использовать её в неограниченных количествах. Так возможно решить не только проблемы её утилизации и транспортировки высококорродирующего материала, за счет сульфид, сульфат и сульфит ионов, находящихся в системе, а также галогенид-ионов. Попутные воды являются эффективным источником иода и брома, который можно окислить и экстрагировать с помощью разнообразных экстракционных композиций.*

***Ключевые слова:** пластовая вода, кондуктометрия, электролиты, высокоминерализованные среды, минерализация, галогенид-ионы.*

***Для цитирования:** Степанов А. Д., Пономарева П. А. Определение минерализации и химических свойств пластовой воды кондуктометрическим методом // Шаг в науку. – 2023. – № 4. – С. 31–34.*

DETERMINATION OF MINERALIZATION AND CHEMICAL PROPERTIES OF STRATAL WATER BY CONDUCTOMETRIC METHOD

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

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

Research advisor: **Salnikova Elena Vladimirovna**, Doctor of Biological Sciences, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Chemistry, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: salnikova_ev@mail.ru

Abstract. The processing of stratal waters is an integral part of the oilfield, the analysis of samples of such water is always accompanied by a collision with the features of highly mineralized media. To do this, it is possible to use the conductometric method of analysis. Chemical qualitative and quantitative analysis allows us to determine the composition of the main components of water, which allows us to talk about the efficiency of extraction of basic ions, such as halide ions. Since reservoir waters are associated raw materials, this allows it to be used in unlimited quantities. So it is possible to solve not only the problems of its utilization and transportation of highly corrosive material, due to sulfide, sulfate and sulfite ions in the system, as well as halide ions. Associated waters are an effective source of iodine and bromine, which can be oxidized and extracted using a variety of extraction compositions.

Key words: stratal water, conductometry, electrolytes, highly mineralized medium, mineralization, halogen-ions.

Cite as: Stepanov, A. D., Ponomareva, P. A. (2023) [Determination of mineralization and chemical properties of stratal water by conductometric method]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 4, pp. 31–34.

В рамках изучения подземных вод всегда является особенно важным параметром химический состав. В зависимости от него будут определяться основные характеристические показатели, такие как рН, минерализация, окислительные способности воды, которые являются главной проблемой при нефтепромысловых работах, ввиду повышенного износа трубопроводной системы. Главным инструментом измерения минерализации является метод прямой кондуктометрии [4]. Особенностью методологии данного метода является использование двух электродов, покрытых платиновой чернью, подключенных к источнику переменного тока с последующим вычислением сопротивления, которое создаётся в электрохимической ячейке, которую образовали

данные электроды. Кондуктометрические установки могут быть стационарными и мобильными. Стационарные установки имеют преимущество, в виде более точных измерений, ввиду стабильной электролитической ячейки, в которой проводится измерение, с точно вычисленной постоянной сосуда. В случае мобильных кондуктометров при изменении посуды проведения анализа или использования новых ячеек требуется вычисление постоянной сосуда, что может сказаться на точности проведённых исследований.

В данном исследовании был использован мобильный иономер-кондуктометр АНИОН-410. Внешний вид датчиков, которые могут применяться для проведения анализа такого типа, представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Внешний вид кондуктометрических датчиков

Источник: взято из [3]

В данной работе применялся кондуктометрический датчик ДКВ-1. Его особенностью является не только создание мобильной электролитической ячейки, но и определение температуры, для термокомпенсации получаемых результатов.

Стоит учесть, что для природных объектов, а особенно, для высокоминерализованных сред, таких как пластовая вода, данный метод будет требовать проведение наукоёмких расчётов, которые будут учитывать среднюю подвижность ионов сильных и слабых электролитов, содержащихся в воде, а также влияние электрофоретического и релаксационного эффектов в рамках ион-дипольных взаимодействий в растворе

электролитов. Это приводит к недостаточности описания объекта в комплексе, ввиду этого рекомендуется проведение дополнительных методов качественного и количественного анализа [9].

В рамках исследования воды был произведён кондуктометрический анализ. В условиях высокоминерализационной среды требуется применить метод разбавления, с возможностью построения графика зависимости удельной электропроводности от концентрации электролитов в составе, в основном в виде солей щелочных металлов, что даст возможность проанализировать химическую природу природного объекта. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результат анализа первой пробы

Соотношение, $V_{\text{пл. вода}} / V_{\text{дист. вода}}$	$V_{\text{пл.}}^?$ мл	$V_{\text{дист.}}^?$ мл	$m_{\text{солей}}^?$ г/100мл	$C_{\text{солей}}^?$ г/л	Электропроводность, мСм/см
0/100	0	100	0	0	0,0009
10/90	10	90	5,8579	58,5797	57,2
20/80	20	80	11,7159	117,1594	101,4
30/70	30	70	17,5739	175,7391	133,3
40/60	40	60	23,4318	234,3188	168,1
50/50	50	50	29,2898	292,8985	184,7
60/40	60	40	35,1478	351,4782	192,9
65/35	65	35	38,0768	380,7681	205,4
70/30	70	30	41,0057	410,0579	209,2
75/25	75	25	43,9347	439,3478	211,7
80/20	80	20	46,8637	468,6376	214,3
85/15	85	15	49,7927	497,9275	213,7
90/10	90	10	52,7217	527,2173	209,2
95/5	95	5	55,6507	556,5072	208,5
100/0	100	0	58,5797	585,7970	205,4

Источник: разработано авторами

После получения результатов была получена следующая кривая электропроводности, представленная на рисунке 2. На ней отображена зависимость

удельной электропроводности от концентрации содержащихся солей, найденной гравиметрическим методом.

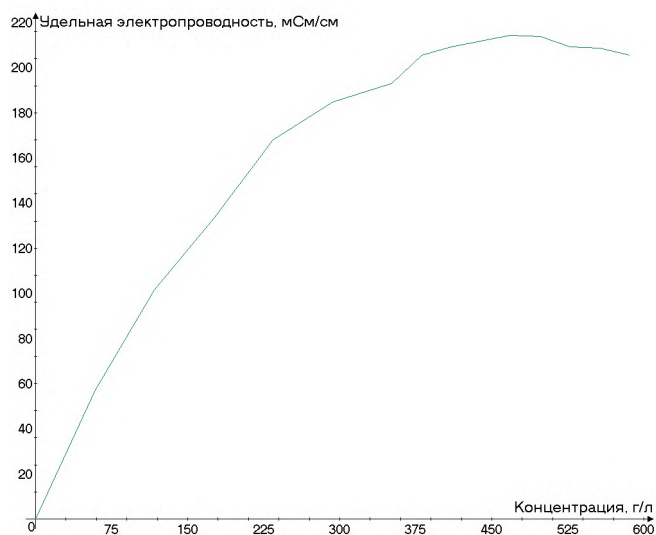


Рисунок 2. Зависимость минерализации от удельной электропроводности

Источник: разработано автором Степановым А. Д.

По полученной зависимости можно сделать вывод, что основа пробы – сильные электролиты, так как кривая совпадает с табличными данными для такого типа электролитов [8].

Основным химическим составом пластовых вод является [5]:

– галогениды щелочных и щелочноземельных металлов;

- коллоидные композиции;
- растворённые газы;
- переходящие из нефтяных фракций органические вещества.

Данный химический состав воды позволяет осуществлять производственные процессы по добыче

галогенов, требующихся на рынке [7].

В рамках исследования был проведён химический анализ основных параметров химического состава пластовой воды. Итоговые значения и применяемые методы представлены в таблице 2.

Таблица 2. 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
I ⁻ + Br ⁻	Титриметрический	46,2 ммоль·экв/л	1,7 ммоль·экв/л	66,7 ммоль·экв/л
S ²⁻	Титриметрический	0	0	0

Источник: взято из [2]

Полученные результаты показывают, что в составе воды существуют сильные электролиты, образующие комплексный электролитический раствор. Точное определение каждого из ионов в таком случае не представляется возможным при использовании одного метода, требуется подключение разных физико-химических методов, включая потенциометрию, спектрофотометрию, кулонометрию, поляриграфию, вольтамперометрию и др.

Пластовые воды, которые являются объектом утилизации в нефтепромысле, используются для создания буровых растворов, однако данный ресурс стоит рассматривать как эффективный источник галогенов, которые можно использовать в промышленности. Иод и бром используются в наукоёмких областях тяжелого органического синтеза, как катализатор и реагент, а также в фармацевтике [1; 6].

Литература

1. Виноград Н. А. Современное производство йода из гидроминерального сырья в странах СНГ // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. – 2003. – № 3. – С. 104–107.
2. Егорова В. В., Степанов А. Д., Чукальцев И. В. Комплексный анализ пластовой воды // Шаг в науку. – 2022. – № 4. – С. 9–13.
3. Кагиров А. Г., Калашникова Д. А. Система online мониторинга природных водных объектов по интегральным показателям качества // Экологический мониторинг и биоразнообразие. – 2016. – № 11. – С. 163–168.
4. Колкер А. М., Сафонова Л. П. Кондуктометрия растворов электролитов // Успехи химии. – 1992. – Т. 61, № 9. – С. 1748–1775.
5. Мешурова Т. А., Ходяшев М. Б. К вопросу о пластовой и подтоварной воде // Экология урбанизированных территорий. – 2018. – № 4. – С. 68–73.
6. Наливайко А. И., Бандурина Е. В. Исследование содержания йода в пластовых водах // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию Тюменского индустриального института, Тюмень, 17 окт. 2013 г. / отв. ред. О. А. Новоселов. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2013. – С. 176–178.
7. Самтанова Д. Э. Сорбционное извлечение йода и брома из пластовых минерализованных вод при помощи ионнообменных смол // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1807.
8. Степанов А. Д., Пономарева П. А. Гидрохимические особенности пластовых вод // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. – 2023. – С. 4480–4483.
9. Теоретические и экспериментальные методы химии растворов: коллективная монография / М. Г. Киселев [и др.]; отв. ред. А. Ю. Цивадзе. – М.: Проспект, 2011. – 683 с.

Статья поступила в редакцию: 16.05.2023; принята в печать: 20.11.2023.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.