

**ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОПУТНО ДОБЫВАЕМОЙ ВОДЫ МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА**

**М.О. Левшин, Е.А. Рождественский\***

*Научный руководитель доцент Л.В. Шишмина*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*\*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии нефти*

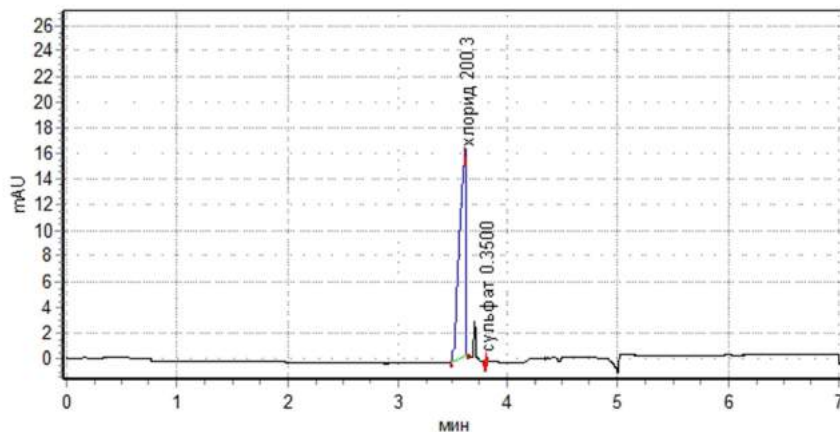
*Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия*

Значительная часть нефтяных месторождений Западной Сибири находится на поздней стадии разработки. Для таких месторождений характерно значительное увеличение обводнённости скважинной продукции, что, в свою очередь, увеличивает вероятность образования отложений нерастворимых солей.

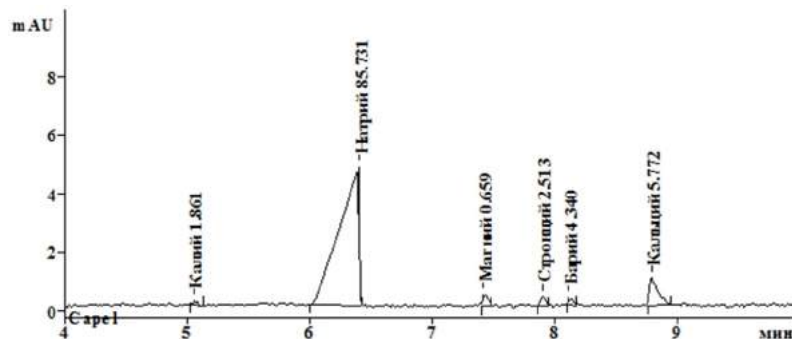
Отложения солей в зависимости от условий могут возникать на таких участках как: подземное оборудование скважин, система сбора и подготовки продукции. Проблема образования нерастворимых отложений солей имеет высокую актуальность и требует комплексного подхода на всех этапах борьбы с осложнениями, учитывая динамику обводнённости добываемой нефти, изменение термобарических условий, pH воды.

Целью данной работы является исследование химического состава попутно добываемой воды Шингинского нефтяного месторождения Томской области. Кроме традиционного химического анализа воды [1], в исследовательской практике в настоящее время широко применяется метод «капиллярного электрофореза» [2]. Поэтому для установления состава исследуемого образца воды скважины А04 был применён современный метод анализа – капиллярный электрофорез. Данный метод анализа ионного состава воды основывается на принципе разной скорости миграции заряженных частиц и молекул в постоянном электрическом поле и, как следствие, происходит разделение заряженных компонентов сложной смеси.

Анализ выполнялся на приборе «Капель-105», который в отличие от своих предшествующих моделей имеет спектрофотометрический детектор на основе дейтериевой лампы и монохроматора с дифракционной решеткой, позволяющий охватывать диапазон волн от 190 до 400 нм [3]. С помощью данного прибора были получены электрофореграммы ионного состава по катионам и анионам, присутствующим в исследуемом образце (рис. 1, 2).



*Рис.1. Электрофореграмма анионного состава исследуемой воды Шингинского месторождения, 2016 год*



*Рис.2. Электрофореграмма катионного состава исследуемой воды Шингинского месторождения, 2016 год*

Исходя из полученной электрофореграммы (рисунок 2) для катионного состава было установлено присутствие таких специфических компонентов как – стронций и барий, что имеет высокую практическую значимость, так как возникает необходимость в учете концентраций стронция и бария при проведении анализа на химическую совместимость с пластовой водой. Наличие стронция и бария способно привести к образованию целестина и

барита – нерастворимых сульфатных солей, твердый осадок которых крайне трудно удалить. Также отмечается присутствие иона кальция, который также может участвовать в образовании отложений солей.

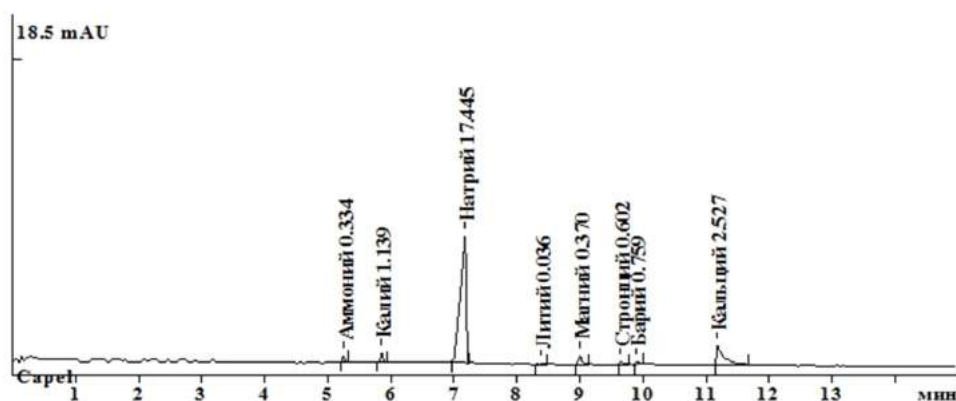
По экспериментальным данным был рассчитан ионный состав попутно добываемой воды исследуемой скважины (таблица 1).

**Таблица 1**

**Ионный состав попутной воды, скважина А04**

Ионы	Содержание ионов, мг/л					
	Калий	Натрий	Магний	Стронций	Барий	Кальций
Катионы	186,1	8573,1	65,85	251,3	434	577,2
Анионы	Хлорид			Сульфат		
	20030			35		

Проводя сравнительный анализ электрофореграмм катионного состава проб пластовой воды Шингинского месторождения за 2009 год (рисунок 3) и 2016 годов можно сделать вывод о значительном росте актуальности проблемы образования отложений солей, так как наблюдается значительное увеличение количества осадкообразующих катионов (таблица 2).



**Рис.3. Электрофореграмма катионного состава исследуемой воды Шингинского месторождения 2009 год**

При сравнении с другими месторождениями компании Газпромнефть, для которых также был выполнен анализ по определению осадкообразующих ионов методом капиллярного электрофореза, можем отметить, что такие компоненты как стронций и барий являются типичными для попутно добываемых вод (таблица 2). Наличие данных катионов в составе вод Шингинского месторождения может способствовать образованию нерастворимых сульфатных солей.

**Таблица 2**

**Сравнительный анализ осадкообразующих ионов месторождений Томской области**

Месторождение	Осадкообразующие ионы (мг/л)			
	Стронций	Барий	Кальций	Магний
Шингинское, 2016	251,3	434	577,2	65,85
Шингинское, 2009	60,2	75,9	252,7	37
Урманское	132,9	131	1100,6	103,4
Майское	31,8	52,4	220,9	28,9

Из полученных данных ионного состава определен тип воды по методике Сулина. Расчет показал, что попутная вода относится к хлоркальциевому типу. Прогнозная оценка возможности выпадения осадка карбоната кальция по глубине добывающей скважины А04 была проведена по индексу Ланжелье. Расчет по методике [4] показал, что отложения карбоната кальция возможны с глубины 1500 м и до устья скважины. Индекс Ланжелье  $SI_{CaCO_3}$  в этом интервале глубин будет иметь положительные значения от 0,02 до 0,38. Расчет по методике Скиллмена-Мак-Дональда-Стиффа показал, что отложений сульфата кальция не будет, т.к. рассчитанная равновесная концентрация сульфата кальция превышает фактическую.

Таким образом, применение метода капиллярного электрофореза позволяет получить сведения об ионном составе пластовых, попутно добываемых и нагнетаемых вод, определить тип воды и сделать прогноз по выпадению солей.

#### Литература

1. Байков Н. М. Лабораторный контроль при добыче нефти и газа: учебник / Н.М. Байков, Х.Х. Сайфутдинова, Г.Н. Авдеева. – Москва: Недра, 1983. – 128 с.
2. Бёккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза Москва: Техносфера, 2009. – 472 с.
3. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ» – СПб.: ООО «Веда», 2006. – 212 с.
4. Маркин А.Н., Суховеров С.В. Нефтепромысловая химия: Аналитические методы. 2013. – 156 с.