

УДК 57.014

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРИД-ИОНОВ И СУЛЬФАТ-ИОНОВ В ПЛАСТОВЫХ ВОДАХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

Самтанова Д. Э.

ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет», Элиста, Россия (358000, Элиста, ул. Пушкина, 11), e-mail: lobsan@bk.ru

В данной статье пластовые воды нефтяных месторождений рассматриваются как техногенный источник солей в почвенный покров, в частности хлоридов и сульфатов. В статье приведена характеристика территории Республики Калмыкия с точки зрения тектоники и литологии. На всем протяжении исследований с 2009–2012 гг. проводилось определение хлорид-ионов и сульфат-ионов в пластовых водах нефтяных месторождений при помощи методов титриметрии и гравиметрии. В статье также представлены физико-химические параметры пластовых вод, такие как плотность и pH. По значениям pH все пробы пластовых вод исследуемых нефтяных месторождений отнесены к типу слабокислых. По плотности равномерности не наблюдаем, вариация отмечается от 1,0701 до 1,0993 г/см³. Все пластовые воды исследуемых нефтяных месторождений содержат количество хлорид-ионов, превышающее ПДК в 5–9 раз. За весь период исследования количество сульфат-ионов в пластовых водах всех нефтяных месторождений снижается. А исследования за 2012 год показывают, что в пластовой воде Калининского и Курганного месторождений сульфат-ионы вообще отсутствуют. Так как во всех исследуемых нефтяных месторождениях преобладают ионы хлора, то при разливе этих пластовых вод имеет место хлоридное засоление почв.

Ключевые слова: мониторинг, хлориды, сульфаты, пластовая вода, засоление.

MONITORING OF CHLORIDE IONS AND SULFATE IONS IN THE FORMATION WATER OIL FIELDS OF THE NORTH-WEST CASPIAN

Samtanova D. E.

FGBOU VPO "Kalmyk State University", Elista, Russia (358000, Elista, Pushkin str., 11)

This article produced water oil fields are considered as man-made source of salts in the soil cover, in particular chlorides and sulfates. The article describes the characteristics of the territory of the Republic of Kalmykia in terms of tectonics and lithology. Throughout 2009–2012, the research was conducted determination of chloride ions and sulfate ions in the formation waters of oil fields using methods titrimetry and gravimetry. The article also presents physicochemical parameters of formation water, such as density and pH. From the values of the pH of all the investigated samples of reservoir water oil fields are related to the class of low. Density uniformity is observed, there is a variation from 1.0701 to 1.0993 g/cm³. All produced water studied oil fields contain an amount of chloride ions in excess of the MPC in 5-9 times. Over the entire study period, the amount of sulfate ions in the formation waters of oil fields decline. A study for the year 2012 show that the formation water Kalinin and burial deposits of sulphate ions are absent. Since in all studied oil fields dominated by chloride ions, then a spill of produced water has a place of chloride salinity.

Keywords: monitoring, chlorides, sulfates, produced water, salinity.

Введение

Геологическая история Республики Калмыкия довольно хорошо изучена. Рассматривая Республику Калмыкию с точки зрения тектоники, можно сказать, что данная территория расположена на стыке двух крупных платформенных структур – древней Восточно-Европейской (Русской) платформы и молодой Скифской плиты. Северо-Западный Прикаспий представлен кряжем Карпинского и юго-западной частью Прикаспийской впадины. В мощной толще осадочного чехла юго-западной части Прикаспийской впадины выделяются два структурных этажа: подсолевой, сложенный мощной толщей карбонатно-

терригенных пород палеозойского возраста, и солянокупольный, представленный галогенно-терригенными породами от кунгурского до четвертичного возраста включительно. По особенностям развития и структурной выраженности во втором этаже намечаются три структурных яруса: кунгурско-триасовый, юрско-палеогеновый и верхнеплиоценово-четвертичный [2].

Климат территории Северо-Западного Прикаспия резко континентальный и довольно сухой. Территория Северо-Западного Прикаспия, находящаяся на стыке степей Западного и Центрального Предкавказья и среднеазиатских пустынь, занятая преимущественно полупустынными ландшафтами, характеризуется высокой природной изменчивостью климата. Продолжительное знойное сухое лето со среднемесячной температурой воздуха +21 и +25,5 °С. Максимальная температура воздуха в июле достигает +35 и +45 °С.

Довольно часто почвенно-растительный покров подвергается загрязнению пластовыми минерализованными водами. Этот процесс происходит в результате разлива пластовой подтоварной воды. Наиболее распространенными причинами загрязнения пластовыми минерализованными водами являются аварии или утечки на водоводах высокого давления из-за коррозии, земляных амбаров, отстойников, мест захоронения буровых растворов [3]. Ведь пластовая сильноминерализованная вода и сеноманская жидкость, обладая агрессивными химическими свойствами, увеличивают коррозионный износ.

Засоление почв – процесс накопления в почвах солей (хлоридов, карбонатов, сульфатов и нитратов). Засоление приводит к образованию солонцеватых и солончаковых почв. Засоленными почвами считаются те, в которых содержание солей превышает 0,25 % по массе. Процесс засоления почв происходит под влиянием антропогенных факторов за счет избытка поступления воды с водосборных и дренажных сетей, а также при разливе пластовых высокоминерализованных вод. Засоление почв происходит и в естественных условиях за счет поднятия солоноватых и соленых вод.

Повышение концентраций солей в почве является причиной невозможности роста растений. Так, например, в пределах участка высоких концентраций солей происходит гибель растений, а на участке с токсичным содержанием солей (25 – 35 мг-экв/100 г почвы) отмечена полная гибель растительного покрова [1].

Довольно значимую роль в техногенных потоках имеют водорастворимые хлориды, а в меньшей степени – сульфаты и карбонаты. Это объясняется тем, что карбонаты, обладая наименьшей подвижностью, фиксируются в почвах, которые находятся вблизи источника загрязнения. Мигрируя немного дальше от источника загрязнения, фиксируются сульфаты. В свою очередь, хлориды как наиболее подвижные мигранты, мигрируя дальше остальных солей, создают внешний контур техногенного ореола. Такая структура распределения солей,

которая описана в общих чертах, соответствует теоретическому ряду растворимости солей [4].

Засоление почвы ведет к созданию низкого водного потенциала, в связи с этим нарушается поступление воды в растение. Наличие солей в почве ведет к нарушению процессов обмена [5].

Целью исследования являлся мониторинг содержания хлорид-ионов и сульфат-ионов в пластовых водах таких нефтяных месторождений, как Восточно-Камышанское, Калининское, Курганное и Состинское.

Материал и методы. Все исследуемые нефтяные месторождения расположены в Черноземельском районе Республики Калмыкии. Курганное месторождение представляет собой совокупность нескольких залежей нефти и газовой шапки. Месторождение открыто в 1987 году. Курганная и Северо-Курганная структуры, залежи в их пределах и запасы по ним вошли в единое месторождение под названием Курганное. По совокупности данных Курганное месторождение по размерам структуры относится к категории мелких и отличается сложным тектоническим строением. Продуктивная толща представлена нижнеаптскими и неокомскими отложениями. В нижнеаптских отложениях выделяют два продуктивных пласта, которые сложены глинами и песчаником. Вода на залежи появилась спустя два года после эксплуатации, и неуклонно возрастала обводненность скважин.

Восточно-Камышанское месторождение в структурном отношении приурочено Каспийско-Камышанской структурной ступени, который осложняет южный склон вала Карпинского. Месторождение представляет собой антиклиналь, вытянутую в юго-восточном направлении. В пределах площади выделяют четыре залежи: альбская, две нижнеаптские, юрская. Восточно-Камышанское месторождение разрабатывается с 1972 года. Продуктивный пласт представлен отложениями байосского и нижнеальбского яруса. Коллектор терригенный, неоднородный. Нижнеаптская залежь пластовая, сводовая, литологически экранированная, но уже выработана. Залежь нижнеальбского пласта приурочена к своду антиклинали и является ловушкой структурного типа. Обводненность скважин достигает 90 %.

Калининское месторождение в тектоническом отношении приурочено к одноименному поднятию в северной части Восточно-Маньчского прогиба. Структура линейная, вытянутая в широтном направлении. Продуктивная толща представлена песчаниками верхней пачки ааленского яруса. Разрабатывается месторождение с 1989 года. Залежь пластовая, сводовая. Скважины малодебитные, обводненность скважин более 90 %.

Состинское месторождение открыто в 1984 г. Общая площадь Состинского месторождения 3,36 га. Состинское нефтяное месторождение открыто в результате бурения поисковой скважины в присводовой части Шуптинской структуры, пробная эксплуатация произведена с

1999–2002 гг. На Состинском месторождении промышленная продуктивность приурочена к нижнемеловому комплексу пород. Нефтенасыщенные пласты-коллекторы выделяются в отложениях нижеаптского подъяруса.

Определение хлорид-ионов и сульфат-ионов происходило с помощью методов титриметрии, гравиметрии и потенциометрии.

Результаты исследования и их обсуждение. После отбора пластовых вод из пробоотборника месторождений, они сразу же подвергались определению плотности ареометрически и рН потенциометрически.

Таблица 2

Физико-химические свойства пластовых вод нефтяных месторождений

Год отбора и параметры		месторождения			
		Восточно-Камышанское	Калининское	Курганное	Состинское
2009	Плотность	1,0788	1,0904	1,0773	1,0710
	рН	5	5	5	4,9
2010	Плотность	1,085	1,0993	1,0743	1,0701
	рН	5,1	5	5,3	5,1
2011	Плотность	1,0813	1,0986	1,078	1,0784
	рН	5	5,1	5,2	5
2012	Плотность	1,081	1,096	1,0771	1,075
	рН	5,2	5,1	5,1	5,1

Плотность пластовых вод в исследуемых месторождениях колеблется от 1,0701 г/см³ до 1,0993 г/см³. По плотности так называемой наиболее тяжелой пластовой водой является проба пластовой воды с Калининского месторождения. Значения же рН варьирует от 5 до 5,3 (рис.1).

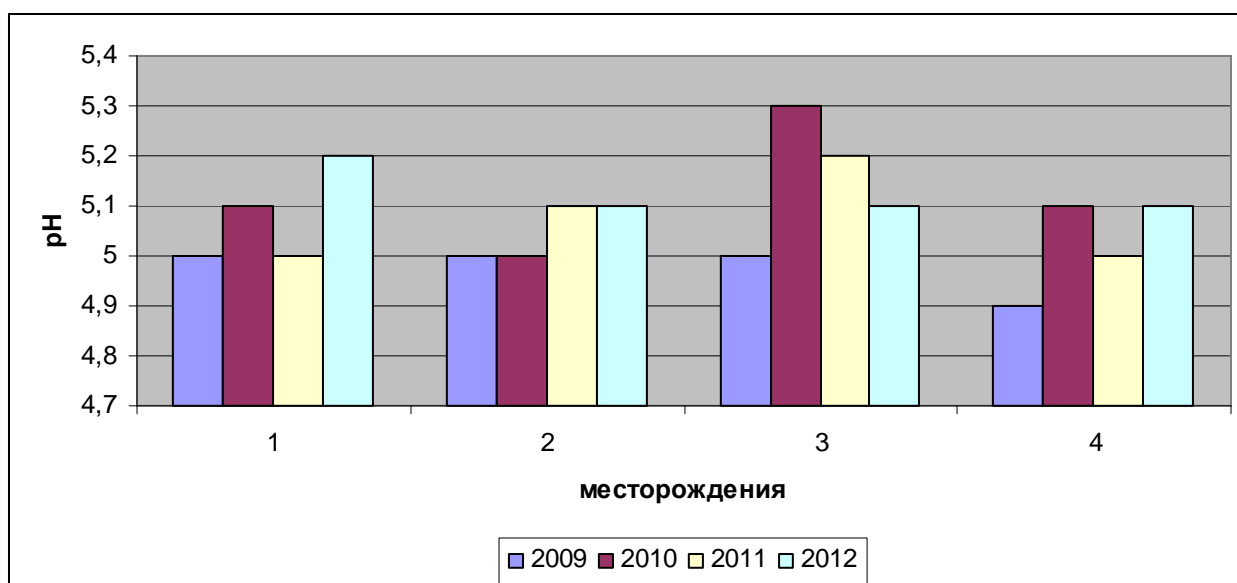


Рис.1. рН в пластовых водах нефтяных месторождений (1- Восточно-Камышанское, 2- Калининское, 3-Курганное, 4- Состинское)

По рисунку видно, что наиболее равномерное рН отмечено в 2009 и 2012 году.

Таблица 2

Содержание хлорид-ионов и сульфат ионов в исследуемых пластовых водах

Месторождение	2009		2010		2011		2012	
	Содержание в мг-экв/л							
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
Восточно-Камышанское	1780	1,230	2300	0,257	1960	-	2100	0,120
Калининское	2100	1,890	2150	0,690	2188	0,120	2426,5	-
Курганное	3300	0,750	2100	0,457	2100	0,230	1720	-
Состинское	1840	1,000	1960	0,850	1900	0,800	1980	0,400

По таблице видно, что максимальное содержание хлорид-ионов в пластовой воде Восточно-Камышанского месторождения наблюдается в 2010 году, а сульфат-ионов – в 2009 году. В целом по сульфат-ионам можно сказать следующее: с каждым годом количество сульфатов в пластовой воде Восточно-Камышанского месторождения уменьшается. Максимум хлорид-ионов в пробе воды Калининского месторождения отмечается в 2012 году, и с каждым годом количество их увеличивается. В пробе воды за 2012 год сульфат-ионы вообще не обнаружены, а максимум отмечается в 2009 году. В пластовой воде Курганного месторождения наблюдается совсем иная ситуация – количество хлорид-ионов с каждым годом уменьшается. По сульфат-ионам наблюдается аналогичная ситуация. Содержание хлорид-ионов в пластовой воде Состинского месторождения по результатам исследования с каждым годом увеличивается, а содержание сульфат-ионов уменьшается.

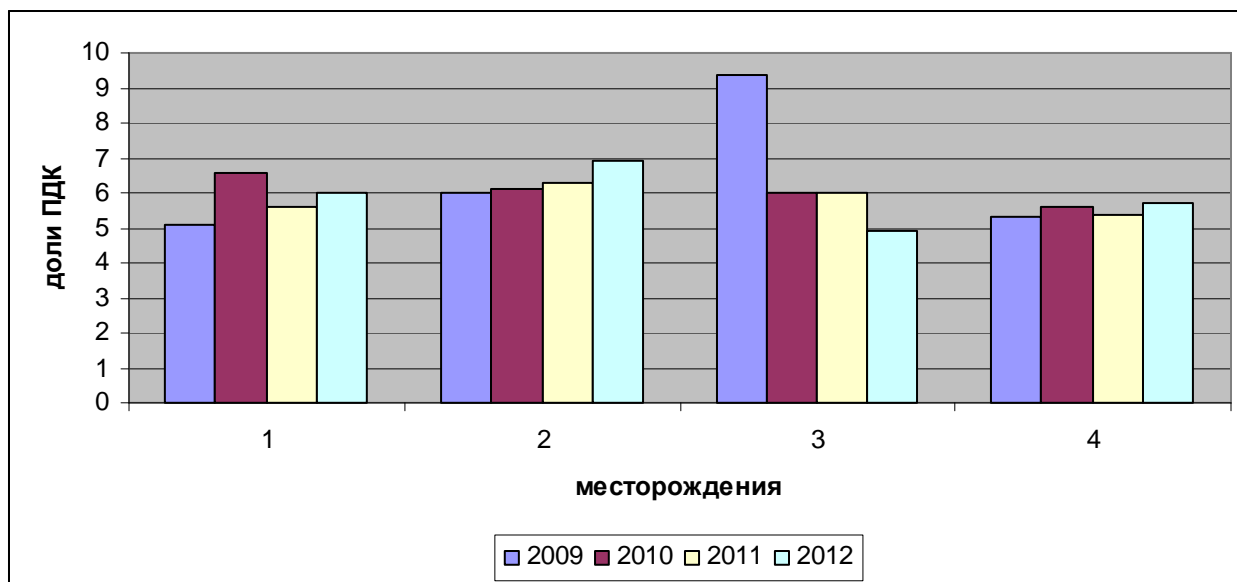


Рис. 2. Содержание хлорид-ионов в пластовых водах исследуемых нефтяных месторождений (1 – Восточно-Камышанское, 2 – Калининское, 3 – Курганное, 4 – Состинское)

Заключение

1. По значениям рН все пластовые воды исследуемых месторождений относятся к типу слабокислых (рН до 6).
2. Наиболее тяжелой по плотности является пластовая вода Калининского месторождения, а наиболее легкой – проба пластовой воды Состинского месторождения.
3. В целом по сульфат-ионам можно сказать, что с каждым годом их количество в пластовых водах исследуемых месторождений уменьшается.
4. Во всех пробах пластовых вод исследуемых месторождений содержание хлорид-ионов превышает ПДК в 5–9 раз. Естественно такое содержание хлорид-ионов не может отразиться на почвенном покрове. Хлориды, в свою очередь, являются очень подвижными мигрантами и поступают на более глубокую глубину, чем сульфаты.

При оценке пластовой воды как загрязнителя окружающей среды необходимо учитывать не только токсичные вещества, содержащиеся в пластовой воде, но и гидрохимическую характеристику вод. Так, по результатам исследований мы отмечаем, что среди анионов превышают хлориды, то есть при разливе этих вод будет отмечаться хлоридное засоление почв.

Список литературы

1. Березин А. Е., Базанов В. А., Минеева Т. А., Березина Л. А. Влияние высокоминерализованных вод на почвенно-растительный покров в районах нефтедобычи // Вестник Томского госуд. университета, серия биология. – 2008. – № 306. – С. 142-148.
2. Гольчикова Н. Н. Оценка состояния природной среды Северо-Западного Прикаспия: монография. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2005. – 148 с.
3. Мазур И. Н. Экология строительства объектов нефтяной и газовой промышленности. – М: Недра, 1991. – 206 с.
4. Солнцева Н. П. Добыча нефти и геохимия ландшафтов. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 375 с.
5. Строганов Б. П. Растения и засоление почвы. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 68 с.

Рецензенты:

Мойсейкина Л. Г., доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВПО «КалмГУ», г. Элиста.

Бананова В. А., доктор географических наук, профессор ФГБОУ ВПО «КалмГУ», г. Элиста.