

6,86. По химическому составу азотные термы, аналогично углекислым, являются гидрокарбонатного натриевого типа, но также отмечены родники $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na}$ состава.

Соотношение между элементами в азотных термах среди катионов характеризуется явным доминированием иона Na^+ над ионами Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , а среди анионов – HCO_3^- . Рассматриваемые термы также содержат повышенные концентрации Si и F^- , концентрации которых соответственно варьируют в пределах от 70-134 мг/л и 9,4-15,6 мг/л.

Явно выражена зависимость солености азотных терм от их pH, а именно с ростом минерализации pH терм уменьшается. Прослеживается слабая зависимость солености терм и от их температуры. Так, с увеличением температуры азотных терм увеличивается и их соленость. Такая связь объясняется тем, что высокая температура свидетельствует о проникновении инфильтрационных вод на большую глубину, вследствие чего время взаимодействия воды с вмещающими горными породами увеличивается, что приводит к росту их солености. Но это обоснование относится лишь к карбонатной части вод, сульфатная же часть ионов ведет себя иначе: с ростом температуры содержания SO_4^{2-} уменьшается. В этой связи можно сделать вывод, что обогащение азотных терм карбонатными и сульфатными происходит из разных источников. Если карбонатные соли являются результатом гидролиза алюмосиликатов на всем пути движения терм, то сульфатные соли образуются только при наличии сульфидов и свободного O_2 , который появляется в воде в областях разгрузки [1].

На основании результатов химического анализа по известным методикам с использованием программного комплекса HydroGeo предварительно рассчитано равновесие термальных вод с ведущими минералами вмещающих пород. Так, несмотря на низкую соленость азотных терм, они насыщены к кальциту и флюориту, а также к альбиту. Углекислые термы в свою очередь являются равновесными с кальцитом и флюоритом и с алюмосиликатными минералами, такими как Na-монтмориллонит, альбит и Mg-монтмориллонит. Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что по химическому составу термальные воды провинции Цзянси являются гидрокарбонатными натриевыми. Соленость углекислых терм значительно выше солености азотных термальных вод, в то время как pH углекислых вод является в основном кислым, а pH азотных терм – щелочным. Характер зависимости минерализации от температуры углекислых и азотных термальных вод разнонаправленный. Если в углекислых термах с ростом температуры их соленость уменьшается, то в азотных термах зависимость обратная – с ростом температуры растет и их соленость, что свидетельствует о двух различных источниках карбонатов и сульфатов.

В углекислых термах установлены повышенные содержания HCO_3^- , Na^+ , Si , иногда SO_4^{2-} , Ca^{2+} , а в азотных термах – Na^+ , HCO_3^- , Si и F^- . Причинами низкого содержания одних химических элементов и высокого содержания других является непрерывное растворение алюмосиликатных минералов и одновременное осаждение большой группы вторичных минералов.

Равновесия исследуемых вод с минералами водовмещающих пород позволяет утверждать, что термальные воды рассматриваемой территории образуют с горными породами уникальную равновесно-неравновесную систему, эволюция которой протекает в условиях, когда подавляющая часть заимствованных из вмещающих пород химических элементов непрерывно связывается образующимися в этих условиях разнообразными вторичными минералами.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-55-53122 Геохимия азотных термальных вод Забайкалья (Россия) и провинции Цзянси (юго-восточный Китай).

Литература

1. Шварцев С.Л., Замана Л.В., Плюснин А.М., Токаренко О.Г. Равновесие азотных терм Байкальской рифтовой зоны с минералами водовмещающих пород как основа для выявления механизмов их формирования // Геохимия. 2015. № 6. – С.1-14.
2. Li X. The relationship between distribution of thermal waters and uranium mineralization in Jiangxi. Journal of East China Geological Institute, 1979. – 21-29 pp.
3. Shvartsev S.L. Geochemistry of fresh groundwater in the main landscape zone of the Earth ISSN 0016 7029, Geochemistry International, Vol. 46, No. 13, 2008. – pp. 1285–1398.
4. Sun Z.X. The formation conditions of hot springs in Jiangxi Province, SE-China. East China Geological Institute. 1988. – 50pp.
5. Sun Z.X., Liu J., Gao B. Hydrogeochemistry and Direct Use of Hot Springs in Jiangxi Province, SE-China Proceedings World Geothermal Congress, Bali, Indonesia, 2010. – 5pp.
6. Zhou W. Studies of geothermal background and isotopic geochemistry of thermal water in Jiangxi Province. China nuclear science and technology report, 1996. – 29pp.

РУСЛОВЫЕ ДЕФОРМАЦИИ КАК ФАКТОР ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК НА УЧАСТКАХ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА «АЛЕКСАНДРОВСКОЕ – АНЖЕРО-СУДЖЕНСК»

Е.В. Иванова

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефтегазовый комплекс играет важнейшую роль в социально-экономическом развитии Сибири, что определяет необходимость его безаварийного функционирования и актуальность соответствующих исследований. Как правило, основное внимание при определении основных факторов аварийности обычно

уделяется изучению причин отказов в энергоснабжении, механических повреждений и сбоев в работе электрооборудования [3]. Нами рассматривается несколько иной аспект проблемы, связанный с природными условиями. В частности, необходимо отметить тот факт, что основная часть нефтегазодобывающих и нефтегазотранспортных предприятий в Западной Сибири работают на территориях с высокой заболоченностью (более 20 %) и густой гидрографической сетью [2; 6].

Анализ природных условий на территории Томской области, выполненный нами ранее, позволил, во-первых, выявить статистически значимую прямую связь между количеством отказов технических систем на двенадцати нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождениях указанного региона, с одной стороны, общей площадью и периметром месторождений, протяжённостью водотоков и распространением низинных болот, с другой. Во-вторых, сделан вывод о том, что если связь с размерами месторождения объясняется общим увеличением сложности природно-техногенного комплекса, то значимая корреляция с другими показателями указывает на наличие методологических проблем в процессе проектирования, строительства и эксплуатации объектов обустройства нефтяных месторождений. В-третьих, сделано предположение, что для уменьшения количества аварийных ситуаций в регионе целесообразно: 1) стремиться к уменьшению числа переходов через водные объекты; 2) активизировать исследования с целью разработки новых методов оценки деформаций русел и берегов болотных рек и озёр, максимального, среднего и минимального водного и твёрдого стока с болот и внутри их; 3) разработать новые способы укрепления дна и берегов болотных рек и озёр и мелиорации болотных систем [5].

С учётом этого ниже рассмотрен один из перечисленных вопросов, а именно – оценка русловых деформаций как фактора геоэкологического состояния водных объектов в районе размещения крупных нефтегазотранспортных систем на примере магистрального нефтепровода от с. Александровское в Томской области до г. Анжеро-Судженск в Кемеровской области. Северная часть этой территории расположена в зоне средней (примерно от с. Александровское до р. Васюган) и южной (от р. Васюган до г. Томск) тайги, средняя и восточная – в подтайжной зоне и зоне лесостепи. Нефтепровод пересекает большое количество притоков Оби разного порядка. Наиболее крупные из них (с севера на юг и далее на восток) – реки Васюган, Парабель, Чая, Шегарка, Томь, Яя, Кия, Чулым. Очень разные природные условия в водосборах пересекаемых рек и собственно размеры их водного и твёрдого стока определяют и очень существенные различия в устойчивости русел и их деформациях – от практически нулевых деформаций на некоторых малых водотоках до 5-10 м/год и более на р. Чулым [7].

Однако, несмотря на важность количественной оценки русловых деформаций, получение соответствующей достоверной информации сопряжено с целым рядом затруднений, в том числе со следующим: 1) у большинства существующих способов необходима разновременная русловая съёмка с интервалом не менее 5 лет на исследуемой реке или на реке-аналоге; 2) при проектировании объектов строительства на труднодоступных территориях тайжной, лесотундровой и тундровой зон Сибири данные русловых съёмок в разные годы (особенно с интервалом не менее 5 лет) обычно отсутствуют или не удовлетворяют требованиям по точности, установленным в [1]; 3) трудоёмкость инженерно-гидрометеорологических изысканий и сложность или невозможность получения расчётных параметров в сжатые сроки, определяемые для изысканий и проектирования; 4) высокая степень неопределённости при измерении или расчёте параметров, используемых в косвенных способах оценки и прогноза плановых (горизонтальных) деформаций речных русел; 5) существенные отклонения расчётных значений русловых деформаций от измеренных значений, если способ применяется в другом районе, при условиях, отличающихся от тех, которые учитывались при разработке того или иного способа (например, при наличии торфяных берегов) [7].

С учётом этого Савичевым О.Г. и Решетько М.В. была разработана методика оценки русловых деформаций гидрологически слабо изученных (или неизученных) равнинных рек тайжной зоны [4]. Методика основана на определении наибольших значений амплитуды изменения ширины и максимальной глубины потока при фиксированных уровнях воды. Её подробное описание приведено в [4; 7]. В данной работе выполнено усовершенствование этой методики, в рамках которого предпринята попытка использования вместо максимальной амплитуды среднего квадратического отклонения как статистически более обоснованной характеристики. При этом основной подход к оценке русловых деформаций заключается в следующем: 1) выбирается река-аналог или участок исследуемой реки, для которого имеется ряд измеренных значений уровней и расходов воды, ширины, средней и максимальной глубины, средней и максимальной скорости течения; 2) этот ряд разбивается на группы по фиксированным диапазонам изменения уровней воды (с учётом амплитуды их колебания; в данном случае принято 0,5 м); 3) для каждой группы рассчитывается среднее квадратическое отклонение для ширины и максимальной глубины потока; 4) максимальные значения среднего квадратического отклонения принимаются пропорциональными русловым деформациям (среднее квадратическое отклонение ширины соответствует плановой или горизонтальной деформации, а максимальной глубины – вертикальной деформации); 5) проводится анализ соответствия указанных величин и определяется коэффициент пропорциональности.

В результате выполненного исследования была выполнена оценка стандартных отклонений ширины и глубины рек тайжной и лесостепной зон Западной Сибири (табл.). Анализ полученных при этом материалов показал, что, во-первых, максимальное среднее квадратическое отклонение ширины потока составляет примерно 70,2 % от средней максимальной амплитуды изменения ширины потока, а максимальное среднее квадратическое отклонение максимальной глубины – 65,7 % от средней максимальной амплитуды изменения максимальной глубины потока.

Таблица

Максимальные средние квадратические отклонения на исследуемых реках

Река	Ширина потока В, м		Глубина потока h _{max} , м	
	Уровень, см	Значение δ_{max}	Уровень, см	Значение δ_{max}
Васюган-Майск	451-500	2,50	401-450	0,31
Васюган-Ср.Васюган	651-700	3,13	51-100	0,42
Васюган-Наунак	401-450	4,18	601-650	0,53
Парабель-Новиково	201-250	6,35	751-800	0,44
Чая Подгорное	51-100	5,74	201-250	0,55
Шегарка-Бабарькино	601-650	3,16	651-700	0,61
Шегарка-Пономаревка	351-400	5,97	301-350	0,30
Яя-Яя	301-350	9,94	301-350	0,37
Яя-Семеновское	501-550	15,31	601-650	1,45
Яя-Усманка	-50-0	11,97	451-500	1,44
Кия-Окунеево	851-900	12,70	851-900	0,54
Кия-Мариинск	51-100	25,66	451-500	0,33
Чулым Коммунарка	301-350	51,55	451-500	1,48

Во-вторых, наибольшие плановые и вертикальные деформации чаще приурочены к спаду половодья. С учётом этого для снижения риска аварий на нефтепроводе «Александровское – Анжеро-Судженск», связанных с плановыми деформациями, рекомендуется проводить осмотр берегов в весенне-летний период и укрепление берегов в диапазоне до 1 м БС для рек Чаи, Кии в г. Мариинск, Яи в д. Усманке, 2-4 м – для рек Парабель, Чулым, 4-7 м для Васюгана, Шегарки и т.д. В случае же предупреждения вертикальных деформаций целесообразно дополнительно проводить осмотр дна в осеннее время и углубление трубопровода на отметки, расположенные ниже приведённых в таблице значений.

Литература

1. ВСН 163-83. Ведомственные строительные нормы. Учёт деформаций речных русел и берегов водоёмов в зоне переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов). – М.: Госкомгидромет, 1985. – 142 с.
2. Нейштадт М.И. Возникновение и скорость развития процесса заболачивания // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири / отв. ред. М.И. Нейштадт. – М.: Наука, 1977. – С. 39–48.
3. Парфенов А.В., Чухарева Н.В., Громаков Е.И., Тихонова Т.В. Определение факторов аварийности газоперекачивающих агрегатов на примере эксплуатации компрессорных станций Западно-Сибирского региона [Электронный ресурс] // Нефтегазовое дело. 2013 № 03. С. 374-385. – Режим доступа: http://www.ogbus.ru/authors/ParfenovAV/ParfenovAV_1.pdf
4. Патент 2468337 Российская Федерация, G01C. Способ измерения и долгосрочного прогноза деформаций речных русел при отсутствии русловых съёмки [Текст] / Савичев О.Г., Решетько М.В.; заявитель и патентообладатель Томский политехнический университет (RU). — № 2468337; заявл. 06.12.2011; опубл. 27.11.2012, Бюл. № 33. — 3 с
5. Савичев О.Г., Иванова Е.В., Паромов С.В. Влияние природных условий на аварийность производственных объектов нефтегазового комплекса Томской области // Нефтегазовое дело. – 2014. – Т. 12. № 3, С. 155-159.
6. Matveenko I.A., Savichev O.G., Bazanov V.A., Ivanova Ye.V. Spatial-Temporal Regularities in Changing Chemical Composition of Bog Waters in Taiga Zone of Western Siberia // Procedia Chemistry. 2015. Vol.15 (16th International Scientific Conference “Chemistry and Chemical Engineering in XXI century” dedicated to Professor L.P. Kulyov, CCE 2015), Pp. 206-212.
7. Savichev O.G., Reshetko M.V., Matveenko I.A., Ivanova Ye.V. Evaluation of plain river channel deformation in the absence of observation data // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science (012027). 2015. 24. 6 p. doi:10.1088/1755-1315/24/1/012027.

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЗАПАДНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ ТЫВЫ

К.Ю. Иванова

Научный руководитель доцент А.А. Хвощевская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основой функционирования живого организма являются процессы обмена веществ (или метаболизма) то есть наборы химических реакций, которые возникают в живом организме для поддержания жизни. Важную роль в этих процессах играют химические элементы, содержание которых в тканях организма не превышает 10^{-3} — 10^{-12} % и которые относят к микроэлементам [1].

Согласно [2], элементы, обнаруженные в организме человека, делят на три группы: жизненно необходимые (эссенциальные), элементы с малоизученной или неизвестной ролью и вероятно (условно) необходимые (условно эссенциальные). По мнению Agget P. [3] к числу жизненно необходимым для организма человека элементам относятся железо, цинк, медь, марганец, селен, молибден, хром, кобальт. Так, например,