

8. Чернова О.С. Роль и место текстурного анализа в прогнозе обстановок седиментации / Актуальные вопросы литологии и седиментологии: Мат-лы школы-семинара. Томск: Дельтаплан, 2007.–134 с.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ИЗ ДРЕНАЖНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ В ЛАГЕРНОМ САДУ (ТОМСК)

Е.И. Стародубцева, А.Г. Гридасов, В.Д. Покровский
Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия,
E-mail: a.star0209@mail.ru*

Аннотация. В статье приведены результаты химического анализа подземных вод, отобранных из скважин вертикального дренажа в горной выработке Лагерного сада города Томска. Средствами ПК HydroGeo выполнена оценка форм миграции химических элементов.

Abstract. The article presents the results of chemical analysis of groundwater from wells of vertical drainage in mines Lagernyy garden city of Tomsk. By means HydroGeo estimated migration forms of chemical elements.

Природные условия города Томска в совокупности с техногенными факторами обуславливают развитие опасных экзогенных процессов [3]. Наиболее выражены данные процессы на правобережном склоне долины реки Томь, в районе мемориально-паркового комплекса Лагерный сад [2].

Лагерный Сад расположен в южной части Томска и включает в себя участок берегового склона р. Томи, протягивающийся от Коммунального моста до ул. 19-ой Гвардейской Дивизии. На этой территории наблюдалось интенсивное развитие оползневых процессов, овражной эрозии и плоскостного смыва. Своеобразие гидрогеологических условий здесь проявляется в виде многочисленных участков разгрузки подземных вод, что в сочетании с геологическим строением и особенностями рельефа обуславливает активность склоновых процессов [4, 5].

Развитие оползней является следствием нарушения равновесия между силами, сдвигающими и удерживающими массив пород. Данное нарушение может быть вызвано увеличением крутизны склона, ослаблением прочности пород при переувлажнении, сейсмическим воздействием, а также нерациональной хозяйственной деятельностью. На склоне Лагерного сада имеет место сочетание ряда факторов, таких как размыв подножия склона водами Томи, а также природное и техногенное переувлажнение массива слагающих склон пород. Для обеспечения устойчивости склонов, с целью снижения степени опасности для объектов городской инфраструктуры, был разработан комплексный проект противооползневых мероприятий на рассматриваемой территории, который предусматривает: выколачивание и укрепление склона, отвод поверхностных вод и проходку дренажной горной выработки для осушения пород, подверженных размоканию. Согласно проекту, дренажная горная выработка (ДГВ) пройдена на глубине до 45 м и имеет длину 2200 м при поперечном сечении устьевого части 12,8 м² [2]. С дневной поверхности в ствол ДГВ пробурены скважины вертикального дренажа, водоприёмные части которых оборудованы в наиболее проницаемых зонах разреза. Подземные воды, перехваченные дренажными скважинами, разгружаются в водоотливную канавку на дне выработки, по которой сбрасываются в реку Томь. В результате выполненных мероприятий, развитие склоновых процессов в районе Лагерного сада удалось остановить.

В настоящее время проект ДГВ реализован на 80%, успешному завершению строительства препятствует аварийная ситуация, связанная с обрушением железобетонной крепи на одном из участков. Причины разрушения железобетонных конструкций штольни нуждаются в изучении. Одним из компонентов подземной среды, воздействующим на конструкции ДГВ являются подземные воды. Опробование подземных вод на участке и оценка их агрессивности к бетону выполнялись на стадии изысканий, но в ходе 20-ти лет эксплуатации ДГВ изучений состава и свойств подземных вод не проводилось. В свете обозначенной проблематики, целью данной работы является изучение химического состава и свойств вод из ДГВ Лагерного сада.

Летом 2015 года сотрудники кафедры ГИГЭ обследовали ДГВ под руководством геолога ОАО «Томскгеомониторинг» Нестерова Анатолия Васильевича. В ходе обследования проведен визуальный осмотр состояния горной выработки, выполнены замеры температуры и расхода воды из скважин вертикального дренажа, отобраны пробы. Химико-аналитические исследования проб воды были проведены в аккредитованной лаборатории научно-образовательного центра «Вода» (НИ ТПУ) по сертифицированным методикам. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав воды

№ пробы	рН	Концентрация макрокомпонентов, мг/л							Минерализация, мг/л	ОЖ, мг-экв/л
		HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		
СФ1А	7,6	427	60	39	146	19,5	9,5	0,65	701,65	8,90
СФ3А	7,6	454	89	55,5	173	23,2	12	0,66	807,36	10,55
СФ12	7,6	454	42	56	152	16	38	0,8	758,8	8,91
СФ27	7,4	451	52	35	153	19	11,7	0,69	722,39	9,21
СФ12	7,45	433	50	40	140	19	16	1	699	8,56
СФ30	7,8	464	47	28	150	17,7	11,2	0,76	718,66	8,95

Согласно результатам лабораторных анализов, все пробы воды, отобранные в ДГВ Лагерного сада, имеют схожий состав и свойства. В целом, воды являются гидрокарбонатными кальциевыми, пресными с минерализацией от 699 до 822 мг/л, слабощелочными (рН 7,3–7,8), преимущественно жесткими. Преобладающим катионом в них является кальций.

На основании полученных данных выполнено исследование форм миграции макрокомпонентов подземных вод. Расчеты выполнялись с использованием программного комплекса HydroGeo [1], разработанного профессором кафедры ГИГЭ М.Б. Букаты. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Соотношение форм миграции химических элементов в подземных водах, %

Компоненты	№ проб					
	СФ1А	СФ3А	СФ12А	СФ27А	СФ12А	СФ30А
Na ⁺	99,0656	98,9681	98,9509	99,0259	99,0769	98,9768
NaHCO ₃	0,836194	0,900749	0,962254	0,893103	0,840206	0,929074
Na ₂ CO ₃	6,87444E-7	9,26298E-7	3,14486E-6	5,69034E-7	8,24377E-7	1,4248E-6
(NaCO ₃) ⁻	0,0187505	0,0203887	0,0217099	0,0126673	0,0133291	0,0330492
Na ₂ SO ₄	2,25062E-5	3,88476E-5	6,11935E-5	2,35045E-5	3,19719E-5	2,0616E-5
(NaSO ₄) ⁻	0,0652127	0,090836	0,0448763	0,055584	0,0549162	0,0508003
NaHSO ₄	7,50765E-8	1,03598E-7	5,13483E-8	1,01169E-7	8,93638E-8	3,68666E-8
NaCl	0,0142148	0,019894	0,0201824	0,0127015	0,0145987	0,0101837
Mg ²⁺	93,4982	92,6093	93,6243	93,777	93,9114	93,2769
Mg(HCO ₃) ₂	0,15174	0,168722	0,199607	0,172433	0,154957	0,186589

(MgHCO ₃) ⁺	3,52135	3,63342	4,02525	3,74588	3,57984	3,89429
(Mg(CO ₃) ₂) ²⁻	0,00091883	0,00106078	0,00123868	0,00041981	0,000469014	0,00284865
MgCO ₃	0,466592	0,47694	0,530102	0,312397	0,336033	0,817056
MgSO ₄	2,2845	2,99135	1,5426	1,92978	1,94901	1,76804
(Mg(SO ₄) ₂) ²⁻	0,0319976	0,0606187	0,0152378	0,023272	0,0229206	0,0193772
(MgHSO ₄) ⁺	2,14834E-7	2,83961E-7	1,45958E-7	2,88334E-7	2,58724E-7	1,05004E-7
Mg(HSO ₄) ₂	3,05456E-16	5,57337E-16	1,41939E-16	5,5254E-16	4,3774E-16	7,33675E-17
MgCl ⁺	0,0410929	0,0550882	0,0579562	0,0365705	0,0426989	0,0293028
MgCl ₂	7,53109E-5	0,000141351	0,000150811	5,98989E-5	8,03449E-5	3,85027E-5
Mg(OH) ₂	8,76913E-12	8,2396E-12	8,60366E-12	3,4591E-12	4,45381E-12	2,18672E-11
MgOH ⁺	0,00355454	0,00337154	0,00350907	0,00222777	0,00254842	0,00559794
Ca ²⁺	92,4665	91,5651	92,176	92,7797	93,0058	91,5301
(CaHCO ₃) ⁺	4,0716	4,23749	4,70964	4,37811	4,13918	4,52208
Ca(HCO ₃) ₂	0,30643	0,343668	0,407892	0,351989	0,312922	0,378417
(Ca(CO ₃) ₂) ²⁻	0,00294006	0,00342361	0,00401069	0,00135786	0,00150073	0,00915408
CaCO ₃	1,13718	1,17245	1,30735	0,769622	0,818972	1,99986
(Ca(SO ₄) ₂) ²⁻	0,0257324	0,0491707	0,0124	0,0189179	0,0184324	0,0156498
CaSO ₄	1,95827	2,58633	1,33805	1,67212	1,67067	1,52204
Ca(HSO ₄) ₂	5,96665E-17	1,09809E-16	2,80559E-17	1,091E-16	8,55053E-17	1,43926E-17
(CaHSO ₄) ₊	8,44184E-8	1,12546E-7	5,80363E-8	1,14527E-7	1,01664E-7	4,14377E-8
CaCl ₊	0,0311126	0,0420694	0,0444027	0,0279885	0,0323282	0,022281
CaCl ₂	1,28152E-5	2,42607E-5	2,59679E-5	1,0303E-5	1,36716E-5	6,57978E-6
CaOH ₊	0,000266002	0,000254488	0,000265725	0,00016852	0,000190707	0,000420711
Ca(OH) ₂	6,20069E-12	5,87661E-12	6,15609E-12	2,47244E-1	3,14927E-12	1,55286E-11
K ⁺	98,9271	98,7806	98,8593	98,9029	98,9579	98,87
KHCO ₃	0,856526	0,921474	0,985169	0,914475	0,860732	0,951488
K ₂ CO ₃	5,70114E-8	6,15943E-8	8,01712E-8	4,06453E-8	6,24653E-8	1,17145E-7
(KCO ₃) ⁻	0,0102918	0,0111767	0,0119103	0,0069502	(0,00731693	0,0181367
(KSO ₄) ⁻	0,203479	0,283068	0,139956	0,17337	0,17137	0,158479
K ₂ SO ₄	5,75088E-6	7,95907E-6	4,80652E-6	5,17286E-6	7,46433E-6	5,22255E-6
KHSO ₄	3,48115E-9	4,7975E-9	2,37976E-9	4,68924E-9	4,1441E-9	1,70912E-9
KCl	0,00260061	0,003635	0,00369059	0,00232289	0,00267115	0,00186279
(SO ₄) ²⁻	85,2134	84,2289	85,6334	85,029	85,4625	85,3716
Cl ⁻	99,8614	99,8434	99,8478	99,856	99,8611	99,8609
(HCO ₃) ⁻	91,7443	91,3183	91,5599	89,581	90,3753	92,6947

По представленным в таблице данным можно сделать вывод, что миграция макрокомпонентов (Na, Ca, K) в подземных водах осуществляется преимущественно в виде собственных простых ионов, роль комплексных соединений здесь незначительна. Так, например, натрий и калий наиболее часто образуют комплексные соединения с гидрокарбонат ионом, а магний – с гидрокарбонат и сульфат ионами. При этом комплексное соединение кальция с гидрокарбонат ионом встречается в 2 раза чаще, чем с сульфат ионом. Следует подчеркнуть, что комплексные соединения этих элементов представлены преимущественно гидрокарбонатными формами.

В настоящей работе впервые представлены данные исследований химического состава и свойств подземных вод из ДГВ Лагерного сада и проведен анализ форм миграции макрокомпонентов. Выполненные исследования являются отправной точкой изучения этого уникального объекта. В контексте обозначенных проблем, первоочередной задачей дальнейших исследований является изучение агрессивности подземных вод к бетонным конструкциям. Планируется также оценить экологическое состояние дренажных вод, а при соответствующих возможностях изучить изменение их химического состава и свойств во времени, оценить зависимость этих параметров от изменений режима подземных вод в зоне влияния дренажных сооружений.

Литература

1. Букаты М.Б. Рекламно-техническое описание программного комплекса HydroGeo. – М.:ВНТИЦ, 1999, - 5 с. – Номер гос. Регистрации алгоритмов и программ во Всероссийском научно-техническом центре (ВНТИЦ) №5098000051 ПК.
2. Ольховатенко В.Е., Рутман М.Г., Лазарев В.И. Опасные природные и техноприродные процессы на территории города Томска и их влияние на устойчивость природно-технических систем. Томск : Печатная мануфактура, 2005.
3. Ольховатенко В.Е. Опасные природные и техногенные процессы на территории г. Томска и их влияние на устойчивость природно-технических систем. – Томск, 2005. – 141 с.
4. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Гидрогеологические проблемы строительного освоения территории г. Томска // Обской вестник. – 1999. – № 1–2. – С. 96–101.
5. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Кузеванов К.И. Применение геоинформационных технологий для оценки гидрогеоэкологических условий застраиваемых территорий //Известия ВУЗов. Строительство, 2008, - № 3 (591). - с. 107-112

ГИДРОГЕОЛОГИЯ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРИСАЯНСКОГО ПРОГИБА

В.А. Черенева

Иркутский Национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия,
E-mail:vchereneva@list.ru

Аннотация. В работе представлены результаты структурно-гидрогеологического анализа условий формирования месторождений подземных вод в пределах юго-восточной части Присаянского предгорного прогиба.

Abstract. The article describes the results of the structural hydrological analysis of forming's conditions of subsurface water fields in the South-Eastern part of the Sayan foothill deflection.

Рассматриваемый регион приурочен к наиболее освоенной части Иркутской области, где сосредоточены основные населенные пункты, включая областной центр, а также крупные объекты различных отраслей промышленности. Все это требует привлечения значительных объемов водных ресурсов. Основной задачей выполняемых исследований в этой связи является проведение структурно-гидрогеологического анализа условий формирования месторождений подземных вод различного целевого использования. Главная цель анализа – на основе геологического развития региона и становления современных структур, обосновать их перспективность для локализации крупных скоплений подземных вод и выявить участки проведения результативных поисково-разведочных работ.

На палеозойских структурах чехла юга Сибирской платформы мезозойская седиментогенная активизация проявилась формированием Присаяно-Прибайкальской зоны присводовых прогибов, включающей Присаянский (Иркутский) прогиб (в его составе — Иркутская (Прииркутская) впадина), Ангаро-Котинскую и Гарбитканскую впадины (рис. 1) [5].

Осадочный чехол расчленен на средне-верхнерифейский, вендско-нижнепалеозойский, среднемезозойский и кайнозойский структурные ярусы [5].

Мезозойский структурный ярус представлен юрскими континентальными отложениями, выполняющими южную часть Присаянского предгорного прогиба, образовавшегося в среднем мезозое вдоль предгорий Восточного Саяна и Западного Прибайкалья. Они представлены породами черемховской, присаянской и кудинской свит суммарной мощностью до 800 м.