

В основном агрессивными по отношению к цементному камню являются все кислоты и многие соли. Химическая коррозия имеет место чаще всего, а разрушение происходит наиболее интенсивно. Кислоты и некоторые соли вступают в реакцию с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и образуют новые соединения, либо легко растворимые в воде, либо непрочные рыхлые, либо кристаллизующиеся со значительным изменением объема. Иногда это все происходит одновременно. Все кислоты разрушают портландцементный камень. Гипс также кристаллизуется с увеличением объема. Хотя в пластовых водах нет непосредственно соляной и серной кислот (но их образование можно предположить), зато имеется достаточное количество солей, агрессивных по отношению к цементному камню. К таким солям относятся сульфаты (MgSO_4 , CaSO_4), хлориды (MgCl_2 , CaCl_2) [2].

В дальнейшем полученные данные можно будет использовать для моделирования процесса растворения/осаждения цементов и бетонов при взаимодействии с водой в программе ПК Hydrogeo. В базу данных программы вводятся клинкерные минералы с соответствующими термодинамическими параметрами, и, далее, на их основе производится расчет взаимодействия цементов различного состава с водой. В зависимости от соотношений содержания данных минералов и химического состава воды будет наблюдаться различная картина, которая позволит определить, при каком соотношении минералов в цементе он прослужит дольше и подвергнется меньшему размытию.

Применительно к ПК Hydrogeo это выглядит следующим образом:

| DataSource | Mineral | Name | H_298 | G_mdjg | G_experim | S_mdjg | S_experim | V_mdjv |
|---|------------------|--------------------------|-----------|----------------|-----------|--------|-----------|------------|
| Маракушев А.А. Доклады академии | Al2O3 | | | -1582216,52144 | | | | |
| s++Ball J.W., Nordstrom D.K., Jenne | Al3PPb5O8(OH)6 | Hinsdalite | | -4687360,304 | | | | 0,0001428 |
| Маракушев А.А. Доклады академии | Al2O3 | | | -78663,54 | | | | |
| Маракушев А.А. Доклады академии | Bi2O3 | | | -493449,3102 | | | | |
| Маракушев А.А. Доклады академии | Bi2S3 | | | -153213,9584 | | | | |
| s++90how/joh | Ca1.019Na.136K | | -11005700 | -10114100 | | 805,54 | | 0,0003335 |
| s++ | Ca2Cl2(OH)2(H2O) | | | | | | | |
| | Ca2SiO4 | белит, двухкальциевый | 2310 | 0 | 2194,64 | 127,7 | 0 | |
| | Ca3Al2O6 | трехкальциевый апомин | -3588,6 | 0 | -54254,56 | 170,02 | 0 | |
| | Ca3SiO5 | апит, трехкальциевый сил | 2932,58 | 0 | 2786,19 | 168,7 | 0 | |
| | Ca4Al2Fe2O10 | четырекальциевый апит | -5092,89 | 0 | -85692,95 | 270,47 | 0 | |
| s++ | Ca4Cl2(OH)6(H2O) | | | | | | | |
| Маракушев А.А. Доклады академии | Ce2O3 | | | -1707817,111 | | | | |
| Маракушев А.А. Доклады академии | Ce2S3 | | | -1146575,32 | | | | |
| s++Baes C.F.Jr., Mestmer, R.E., 76.Will | Co(OH)2 | | | -458545,48 | | | | 0,00002474 |
| Маракушев А.А. Доклады академии | Cr2O3 | | | -1052979,792 | | | | |
| s++Ball J.W., Nordstrom D.K., Jenne | Cu3(PO4)2(H2O) | | | -11517997,16 | | | | 0 |
| s++Ball J.W., Nordstrom D.K., Jenne | CuF | | | -191338,504 | | | | 0,00001167 |
| s++Ball J.W., Nordstrom D.K., Jenne | CuF2 | | | -501456,584 | | | | 0,0000024 |
| s++Ball J.W., Nordstrom D.K., Jenne | CuF2(H2O)2 | | | -988252,192 | | | | 0,00004695 |
| Маракушев А.А. Доклады академии | Dy2O3 | | | -1771362,753 | | | | |
| Маракушев А.А. Доклады академии | Er2O3 | | | -1808355,413 | | | | |
| Маракушев А.А. Доклады академии | Fe2O3 | | | -742498,05 | | | | |
| Маракушев А.А. Доклады академии | Fe2S3 | | | -151945,66 | | | | |
| Маракушев А.А. Доклады академии | Ga2O3 | | | -998289,462 | | | | |
| Маракушев А.А. Доклады академии | Gd2O3 | | | -1731895,263 | | | | |

Рис. 1 База данных программы ПК НГ

В результате проделанной работы была дополнена база данных термодинамических параметров для клинкерных минералов, то есть были рассчитаны энтропия и энергия Гиббса для трехкальциевого алюмината и четырехкальциевого алюмоферрита. В дальнейшем эти данные позволят моделировать процессы коррозии цементов и прогнозировать, как они будут вести себя при взаимодействии с водой различного химического состава и в различных климатических условиях.

Литература

1. Букаты М.Б. Численные методы моделирования геомиграции радионуклидов: Учеб. пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2010. - 96 с.
2. Химическое сопротивление и защита от коррозии: учебное пособие / О. Р. Лазуткина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 140 с
3. Essene E. J. Thermodynamics of minerals and mineral reactions // Encyclopedia of Life Support Systems, 2002
4. Koroleva O.N., M.V. Shtenberg, V.A. Bychinsky, A.A. Tupitsyn, K.V. Chudnenko Methods for calculating and matching thermodynamic properties of silicate and borate compounds // Вестник ЮУрГУ Серия «Химия». – 2017 – Т.9, №1 - С. 39–48

МОНИТОРИНГ ВЛИЯНИЯ ПОЛИГОНА ОТХОДОВ НА СОСТОЯНИЕ ВОДНОГО ОБЪЕКТА-РЕКИ КАМЕНКА (ТОМСКИЙ РАЙОН).

А.Г. Бендер

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Накопление и утилизация отходов жизнедеятельности людей представляет собой серьезную проблему, без эффективного решения которой невозможно долгосрочное развитие общества. Очевидно, что все этапы обращения с отходами должны контролироваться, а соответствующие мероприятия – корректироваться с учетом информации о состоянии полигонов отходов и окружающей среды. Эти контроль и коррекция должны осуществляться на основе достоверной информации, что и определяет актуальность экологического мониторинга, в целом, и мониторинга полигонов твердых бытовых отходов (ПТБО), в частности. Причем мониторинг ПТБО должен проводиться на всех

СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

этапах жизненного цикла подобных объектов – от технико-экономического обоснования при разработке градостроительных планов до ликвидации объектов.

С учетом этого в отделении геологии Инженерной школы природных ресурсов Томского политехнического университета (ИШПР ТПУ) начаты исследования состояния реки Каменка – элемента речной системы «Каменка – Киргизка – Томь». В 2015 г. был разработан проект строительства ПТБО в 5 км от с. Воронино Томского района Томской области, на водоразделе рек Киргизка и Ушайка (еще один приток Томи), точнее – на водоразделе безымянного притока реки Каменки и реки Сухой. Но наиболее вероятным приемником фильтрата (в случае нарушения условий строительства и эксплуатации) является именно приток реки Каменка, причем его сток составляет основную часть стока реки Каменки, а наиболее доступным местом на существенно залесенной и частично заболоченной территории ее водосбора является участок перехода автодороги Томск – Асино в районе с. Семилужки (примерно в 20 км от г. Томска). По этой причине именно здесь нами был организован пост гидрохимических наблюдений, целью которых является получение информации об изменении химического состава на разных этапах функционирования ПТБО и оценке его влияния на состояние водного объекта. Река Каменка – левый приток реки Киргизка, которая, в свою очередь, является правым притоком реки Томь. Длина реки Каменки составляет 26 км. Количество притоков длиной менее 10 км – 27 шт. Ширина русла достигает 3-4 м, при глубине от 0,2-0,3 м. Расположение полигона ТБО, а также место отбора проб отображены на рисунке 1.

Эпизодические гидрохимические исследования в водосборах Киргизки и Ушайки проводились ранее Ю.Г. Копыловой, Н.М. Шварцевой, И.В. Сметаниной, А.А. Хвашевской, Колубаевой и другими [автореф. Колубаевой; статьи Ю.Г. Копыловой и др.], в составе государственного мониторинга поверхностных вод специалистами АО «Томскгеомониторинг» [В.А. Льготин, О.Г. Савичев, В.Я. Нигороженко], в составе инженерно-экологических изысканий, но при этом чаще всего делался упор на изучение содержаний либо ряда микроэлементов, либо типичных показателей хозяйственного бытового загрязнения (соединений азота, СПАВ и др.), причем непосредственно река Каменка изучена минимально.

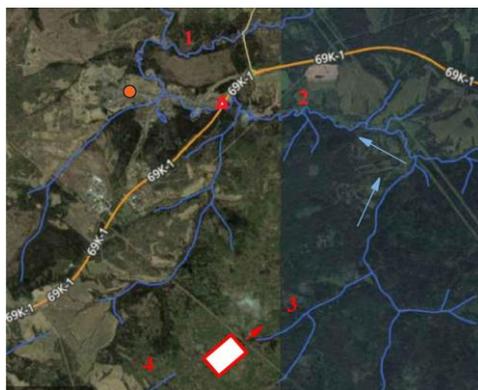


Рис. 1 Расположение объектов на местности [3]

| | | | |
|---|---|----------|---------------------------------|
| → | Направление движения подземных вод | | |
| □ | Место расположение полигона ТБО | 1 | Направление течения реки |
| ● | с. Семилужки | 2 | р. Большая Киргизка |
| △ | Место отбора проб | 3 | р. Каменка |
| → | | 4 | Приток р. Каменки |
| → | | | р. Сухая |

Методика исследования включала в себя отбор проб воды из слоя 0,2-0,5 м от поверхности в специально подготовленные емкости и транспортировку их в гидрогеохимическую лабораторию ТПУ, где проводилось определение валовых концентраций ряда веществ и физико-химических показателей следующими методами: потенциометрическим – рН; кондуктометрическим – удельной электропроводности; титриметрическим – CO_3 , мг/л, CO_2 , мг/л, Об.ж, мг экв/л, Cl^- , мг/л, HCO_3^- , мг/л, Ca^{2+} , мг/л.; турбидиметрическим – SO_4^{2-} , мг/л; фотоколориметрическим – NO_2^- , мг/л, NO_3^- , мг/л, Fe общ., мг/л, Fe^{2+} мг/л, O_2 , мг/л, масс-спектрометрическим с индуктивно связанной плазмой – микроэлементы. Отбор проб производился в летне-осенний период в 2017 г. В общей сложности было отобрано пять проб воды, три в летний и две в осенние периоды. Оценка речной воды проводилась по показателям состояния и правилам таксации рыбохозяйственных водных объектов. Данная оценка выбрана в связи с тем, что река является естественной водной экосистемой [2]. Анализ полученных результатов представлен в таблице.

По результатам исследования воды реки Каменки в районе с. Семилужки в целом характеризуются как гидрокарбонатные кальцевые. Качество воды и ее класс сапробности определяем по двум важным трофо-сапробным показателям, как перманганатная окисляемость мг O_2 /л и рН. По показателю перманганатной окисляемости мг O_2 /л вода: чистая и относится к ксеносапробному (КС) классу сапробности и нормальная по рН. В связи с наличием в пробах воды веществ второго класса опасности кадмия и свинца. Дополнительно проведена оценка качества

поверхностных вод по сумме ПДК из М загрязняющих веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности (ЛПВ), должно соблюдаться условие [1]:

$$\sum_{i=1}^M \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1 \quad (1)$$

где C_i – фактическая концентрации веществ, мг/л; ПДК_i – предельно допустимая концентрация в воде для i -го элемента, мг/л; M – общее число веществ одного ЛПВ, присутствующих в воде водоема.

По результатам оценки выявлено накопление веществ второго класса опасности, но данные вещества не превышают нормативных значений по санитарно-токсикологическим (с.-т.) и токсикологическим (т.) показателям для рыбохозяйственной и хозяйственно-питьевой категории водопользования. Предположительно данные содержания могут относиться к фоновым. Таким образом, прямого влияния ПТБО на данной стадии исследования не выявлено. Для более подробной оценки экологической обстановки данного водного объекта и влияния ПТБО на него, требуется более подробное изучение научных и фондовых материалов и проведение гидрохимических наблюдений.

Таблица

Химический состав вод реки Каменки у с. Семилужки

| Показатели | Дата отбора | | | | |
|---|-------------|------------|------------|------------|------------|
| | 28.06.2017 | 30.07.2017 | 30.08.2017 | 20.09.2017 | 15.10.2017 |
| Об.ж, мг·экв/л | 5,7 | 5,75 | 5,65 | 5,2 | 5,13 |
| pH | 8,18 | 7,69 | 8,2 | 7,92 | 7,94 |
| Окисляемость перманганатная мг O ₂ /л | 3,7 | 2,66 | 5,44 | 4,38 | 3,49 |
| HCO ₃ ⁻ , мг/л | 339 | 350 | 350 | 338 | 338 |
| SO ₄ ²⁻ , мг/л | 5,3 | 6,99 | 7,05 | 2 | 4,12 |
| Cl ⁻ , мг/л | 3,36 | 7,7 | 1,1 | 0,87 | 0,92 |
| Na ⁺ , мг/л | 9,89 | 10,08 | 9,21 | 8,4 | 8,5 |
| Ca ²⁺ , мг/л | 88 | 93 | 85 | 80,5 | 82,5 |
| K ⁺ , мг/л | 1,8 | 1,75 | 0,84 | 0,93 | 1,35 |
| NO ₂ ⁻ , мг/л | 0,15 | 0,097 | 0,083 | 0,02 | 0,02 |
| NO ₃ ⁻ , мг/л | 0,77 | 0,82 | 0,21 | 0,66 | 0,65 |
| NH ₄ ⁺ , мг/л | 0,5 | 0,18 | 0,2 | 0,31 | 0,29 |
| PO ₄ ³⁻ , мг/л | 0,223 | 0,274 | 0,15 | 0,07 | 0,07 |
| M, мг/л | 459,8 | 477,83 | 467,57 | 443,03 | 447,59 |
| Класс сапробности [1] | КС | КС | КС | КС | КС |
| $1. \sum_{i=1}^M \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1$ | 0,014 | 0,024 | 0,027 | 0,104 | 0,07 |
| $2. \sum_{i=1}^M \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1$ | 0,0014 | 0,0025 | 0,0028 | 0,011 | 0,0073 |

Примечание: Ксеносапробность-КС

1. Для хозяйственно-питьевой категории водопользования: оценка по санитарно-токсикологическому (с.-т.) ЛПВ.

2. Для рыбохозяйственной категории водопользования: оценка по токсикологическому (т.) ЛПВ.

Литература

1. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М.: Минздрав России, 2003. – 214 с.
2. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов.
3. Электронный ресурс: <https://yandex.ru/maps>

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА Р.ЛЕНА

А.Д. Берлизева

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ухудшение качества речных вод вследствие воздействия на них хозяйственной деятельности человека является одной из важнейших проблем настоящего времени, которая требует комплексного изучения с учетом различных аспектов как водного, так и геохимического, гидробиологического режимов. Изучению таких аспектов для реки Лены занимались Анисимова Н.П., Алексеев С.В. Басков Е.А., их труды посвящены изменению химического состава подземных и поверхностных вод республики Якутии [1, 2].