

участков, характеризующихся разными типами геологического разреза, что входит в задачи будущих исследований.

Библиографический список:

1. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь. 1992.

2. Ковалёва Т.Г., Николаев П.В. Карстоопасность территории п.Суксун Пермского края // Сб. науч. тр. SWorld. Материалы междунар. научно-практ. конф. «Современные направления теоретических и прикладных исследований'2013». Вып. 1. Том 46. Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. С. 51–54.

Хайрулина Е.А.
ЕНИ ПГНИУ, г. Пермь

ФОРМИРОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ В МЕСТАХ ВЫХОДА ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

На территории Пермского края расположено одно из крупнейших в мире Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей. Формирование месторождения в Предуральском краевом прогибе связано с галогенными осадками лагунного типа, отложившимися в ранней перми. Несмотря на современные технологии, разработка месторождения на протяжении 80 лет привела к целому комплексу экологических проблем, характерных для районов развития галогенных формаций [1].

Основными факторами, влияющими на трансформацию природной среды в пределах разрабатываемых месторождений, является геохимическая специфика разрабатываемой толщи и особенности технологического процесса [2]. Согласно металлогеническому районированию Пермского края [3] район калийно-магниевых солей обогащен Na, K, Rb, Li, Cs, Fr, Be, Mg, Sr, Ba, Ra, Au и металлами платиновой группы.

Спецификой калийного производства является накопление значительного количества отходов (шламохранилище, солеотвал с рассолосборниками). В настоящее время на территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей накоплено более 270 млн. т. галитовых отходов и более 30 млн м³ глинисто-солевых шламов [4]. Галитовые отходы и глинисто-солевые шламы характеризуются высоким содержанием хлоридов, сульфатов, Na, K, Ba, Fe, Cd, Co, Mn, Cu, Ni, Rb, Sr, Cr, Zn, Br.

Атмосферные осадки фильтруются сквозь тело солеотвала и шламохранилища, формируют техногенные стоки, которые характеризуются хлоридно-натриевым составом. Минерализация сточных вод составляет до 362,5 г/л с рН 6,6. Содержание хлоридов достигает 20,7 г/л, сульфатов 3,7 г/л, натрия 128,8 г/л, калия 20,6 г/л. Среди микроэлементов преобладают Sr, Mn, Rb, Br, Ba, , Zn, Li, V и др.

Сточные воды без очистки поступают в поверхностные и подземные воды, вызывая наибольшую трансформацию химического состава приповерхностной гидросферы на значительной территории. В местах разгрузки высокоминерализованных подземных вод складываются специфические природно-техногенные комплексы: формируются пятна охристого цвета на поверхности почвенного покрова с полным отсутствием растительности и характеризующиеся высокой обводненностью. Ниже горизонта охристого цвета вещество представлено черной гелеобразной массой мощностью 20–30 см. В некоторых местах площадь таких природно-техногенных комплексов составляет до 50 м².

Данное явление было обнаружено в долинах рек и на склонах в районе воздействия шламохранилища и может быть связано с формированием техногенных окислительных геохимических барьеров.

В условиях окислительного режима в верхних горизонтах почв двух валентное железо окисляется с образованием гидрогетита, гетита, магматита и других железистых образований. Смена валентности в окислительных условиях характерно и для марганца. В природных условиях процессы оксидогенеза могут наблюдаться в лесных подстилках [5], в гидроморфных почвах в верхних горизонтах формируются ферроксигит, гематит и гетит [6].

Сточные воды солеотвалов и шламохранилищ потенциально могут являться источником железа и марганца для проявления процессов оксидогенеза. В галитовых отходах содержание железа изменяется от 380 до 990 мг/кг, а в глинисто-солевых шламах – от 1450 до 4200 мг/кг, содержание марганца изменяется в галитовых отходах от 4,1 до 35 мг/кг в глинисто-солевых шламах – от 29,4 до 79,8 мг/кг [4].

Исследование формирования окислительных геохимических барьеров было проведено на примере природно-техногенных комплексов долины р. Ленва, в которую осуществляется сток с накопителем отходов действующего калийного предприятия.

Химический анализ включал проведение общего анализа поверхностных и подземных вод и водной вытяжки почв методом капиллярного электрофореза на приборе КАПЕЛЬ-105. Определение микроэлементов в водах, почвах и донных отложениях определялись мето-

дом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на ELAN 9000 после микроволнового кислотного разложения.

Выполнение минералогического анализа почв и донных отложений (18 проб) осуществлялось Б.М. Осовецким и Г.А. Исаевой (сектор наноминералогии ПГНИУ). Проводилось отмучивание образцов, частицы глинистой фракции менее 0,01 мм были удалены. Минералогический анализ выполнялся с использованием бинокулярного микроскопа Nikon 104.

Анализ химического состава почв в районах формирования пятен охристого цвета свидетельствует о площадной разгрузке высокоминерализованных подземных вод. Содержание хлоридов в водной вытяжке почв достигает 210 705 мг/кг, натрия 77 560 мг/кг, магния 8 930 мг/кг, резко увеличивается содержание общего железа до 88 мг/кг, при среднем значении 5,2 мг/кг.

Минералогический анализ верхнего горизонта почв (глубиной 0-2 см.) показал, что содержание железистых образований достигает 84,9 % от нерастворимой части пробы, а ожелезненные растительные остатки составляют до 20 %. В нижележащем горизонте почв глубиной 2-20 см содержание гидрогетита может достигать 84% от нерастворимого остатка пробы, также приставлены гематит, магнетит.

Формирование окислительных барьеров происходит и в донных отложениях р. Ленва. Относительно фоновых значений (Кс) в донных отложениях обнаружены превышения для $SO_4(29) > Na(12) > Cl(8,9)$. Для Mn характерно максимальное значение $K_c=4$ среди других микроэлементов, что свидетельствует об осаждении данного элемента на поверхности донных отложений в окислительных условиях речных вод.

Таким образом, в ареалах загрязнения подземных вод в природно-техногенных комплексах происходит техногенная активизация процессов оксидогенеза с формированием окислительных геохимических барьеров в верхних горизонтах почвенного покрова в районах площадной разгрузки подземных вод и донных отложениях рек.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках базовой части государственного задания 2014/153.

Библиографический список

- 1.Максимович Н.Г., Ворончихина Е.А., Хайрулина Е.А., Жекин А.В. Техногенные биогеохимические процессы в Пермском крае // Геориск. 2010. №2. С. 38–45
- 2.Максимович Н.Г. Проблемы экологии и экономики при освоении минерально-сырьевой базы // Промышленная безопасность и экология, 2006. №3. С.27–29.

3. Попов А.Г. Металлогеническое районирование. Пермский край // Вестник Пермского университета. Геология. 2008. Вып. 10 (26). С. 103–110.

4. Бачурин Б.А. Эколого-геохимическая характеристика отходов калийного производства / Б.А. Бачурин, А.Ю. Бабошко // Горный журнал. 2008. № 10. С. 88–91.

5. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. М., Географический факультет МГУ, 2007. 350 с.

6. Водяницкий Ю.Н., Васильев А.А., Кожева А.В., Сатаев Э.Ф. Особенности поведения железа в дерново-подзолистых и аллювиальных оглеенных почвах Среднего Предуралья // Почвоведение, 2006. №4. С. 396–409.

С.В. Щербаков

Пермский государственный национальный исследовательский университет

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ КАРСТООПАСНОСТИ

Существующие на данный момент комплексные подходы к оценке карстоопасности (как качественные, так и количественные) обладают общими недостатками, характер которых изменяется в зависимости от каждой конкретной методики [1]. Наиболее значимыми их недостатками являются следующие.

1. Акцентирование внимания на рассмотрении поверхностных форм карста. При этом анализу подземной закарстованности, как правило, уделяется второстепенная роль.

2. Субъективное выделение комплекса исследуемых факторов развития карста, зачастую не в полной мере отвечающих природе карстового процесса. Совместное рассмотрение как качественных, так и количественных показателей.

3. Высокая субъективность при осуществлении качественных оценок (в том числе с применением нормативного подхода) и, как следствие, зависимость конечного результата от видения эксперта, осуществляющего оценку.

4. Субъективное выделение интервалов значений количественных и категорий качественных показателей природных условий, характеризующихся различной степенью опасности. Данное обстоятельство присуще оценкам, осуществляемым балльным методом, а в некоторых случаях может быть характерно в процессе статистического анализа распределения карстовых форм по показателям природного строения.

5. Широкий круг ограничений, свойственный вероятностно-