

Это связано с производством цементного клинкера во вращающихся печах и выбросами, проходящими через дымовые трубы высотой 120 метров (отбор в данной точке проводился в 540 метрах от них). По мере удаления от цементного завода в точках № 1, 8, 9 и 10 отмечается снижение среднего содержания кальция. В той же точке № 7 отмечены максимальные содержания цинка и мышьяка (в два раза больше, чем в среднем по району), сурьмы и золота (в полтора раза больше, чем в среднем по району). Вероятно, это связано с распространенными добавками в цемент, которые включают гранулированные доменные шлаки из металлургии, шлаки из цветной металлургии и химических производств, горелые земли, золошлаковые материалы и другие, а также фосфогипс из отходов производства минеральных удобрений. Эти материалы применяются как прямые заменители клинкера в цементе и их содержание может достигать 80 % [6]. Возможно, глина, которая является одним из основных компонентов при производстве цемента, может выступать в качестве источника редкоземельных элементов (Yb) в анализируемых пробах [2]. В точке № 4, вблизи дороги в сторону угольного склада г. Топки, зафиксировано повышенное содержание хрома, что связано с истиранием тормозных колодок автомобилей, а при износе накладок сцепления машин выделяются токсичные вещества, одно из них – сурьма [5]. Высокое содержание брома в восьми точках, скорее всего, связано с наличием древних морских отложений, которое приводит к неоднородному распределению этого элемента в почвах округа, что также подтверждает наличие Соломинского месторождения известняков и глин, на котором работает цементный завод [1].

Таблица

Геохимические ряды химических элементов относительно кларка в верхней части континентальной коры

Район г. Топки	Br _{1,57} –As _{1,51} –Ca _{1,41} –Sb _{1,35} –Au _{1,27} –Hf _{1,17} –Zn _{1,14} –Yb _{1,11} –Cr _{1,02} –Eu _{0,92} –Co _{0,91} –Cs _{0,89} –Fe _{0,87} –Rb _{0,85} –Th _{0,85} –Tb _{0,85} –Sm _{0,82} –Ce _{0,82} –Ba _{0,79} –Sc _{0,79} –La _{0,78} –U _{0,78} –Nd _{0,75} –Lu _{0,74} –Hg _{0,50} –Ta _{0,40} –Na _{0,38} –Sr _{0,28}
----------------	---

Примечание: жирным шрифтом выделены значения с коэффициентом концентрации ≥ 1

Таким образом, в результате проведенных исследований на территории района города Топки можно сделать вывод, что повышенное содержание химических элементов связано как с влиянием природного, так и антропогенного факторов.

Литература

1. Барановская Н. В., Бертран Л., Жорняк Л. В., Перминова Т. А., Судыко А. Ф. Бром в почвах Томской области // Известия ТПУ. – 2017. – № 2. – С. 36-45.
2. Володина Д. А. Вещественный и элементный состав твердой фазы снежного покрова в районах расположения цементных заводов (на примере Кемеровской и Новосибирской областей) / Д. А. Володина; науч. рук. А. В. Таловская // Проблемы геологии и освоения недр : труды XXIV Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, Томск, 6-10 апреля 2020 г. : в 2 т. – Томск : Изд-во ТПУ, 2020. – Т. 1. – С. 567-568.
3. ГОСТ 17.4.3.01-83. «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». – М.: Госстандарт, – 1983 – 4 с.
4. ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа». – М.: Госстандарт, 1984 – 55 с.
5. Егорова О.С., Буркеева Д.Р., Гоголь Э.В., Тунакова Ю.А. Оценка вклада автотранспортных потоков в загрязнение атмосферного воздуха г. Казани // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 16. – С. 141-142.
6. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Производство цемента. – М.: Бюро НДТ, 2022. – 294 с.
7. Информация про город Топки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BF%D0%BA%D0%B8>.
8. Информация про поселок Октябрьский [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%82%D1%8F%D0%B1%D1%80%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%A2%D0%BE%D0%BF%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD.
9. Минигазинов Н. С., Хайдаршина Э. Т., Куантаева А. А. Оценка уровня загрязнения почв города Уфы // Российский электронный научный журнал. – 2019. – № 1. – С. 56-72.

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ Г. ГОРНЯК (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

Одерова Е.Е., Гончаров Г.А.

Научный руководитель доцент Б.Р. Соктоев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Предприятия по добыче, переработке и обогащению руд полезных ископаемых характеризуются высоким уровнем техногенеза, поскольку их производственная деятельность приводит к значительным изменениям в природной среде [4]. Основным результатом таких изменений является формирование хвостохранилищ, где накапливаются отходы, формирующие в процессе переработки и/или обогащения руд. Хвостохранилища являются источниками потенциального негативного воздействия на все компоненты окружающей среды (атмосферный воздух, поверхностные, грунтовые и подземные воды, почвенный покров, растительность) [3].

Алтайский горно-обогатительный комбинат (АГОК) функционировал в период с 1942 по 1994 гг. и специализировался на добыче и обогащении полиметаллических руд ряда месторождений (Золотушинское, Ново-Золотушинское, Зареченское, Среднее, Таловское, Степное, Рубцовское, Корбалихинское, Юбилейное и другие), а также шлаков бывших Локтевского и Змеиногорского заводов [2]. Конечная продукция АГОК включала свинцовый, цинковый, медный концентраты. После закрытия завода на территории города остались два некультивированных хвостохранилища (Старое и Новое), общей площадью 1 км² и объемом размещенных отходов в 11 млн. м³ [1].

Цель исследования: выявить особенности элементного состава почвенного покрова на территории города Горняк и оценить вклад хвостохранилищ.

Отбор проб почвенного покрова проводился в августе 2023 г. в черте жилых районов города. Всего было отобрано 10 проб. С использованием метода инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) в ядерно-геохимической лаборатории Международного интонационного научно-образовательного центра «Урановая геология» им. Л.П. Рихванова на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ было выявлено содержание 28 химических элементов (аналитики – А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская), при этом содержание Ag во всех пробах было ниже предела обнаружения.

Анализ и геохимическая специализация проб почвенного покрова была выявлена на основе расчетов:

- коэффициента концентрации (K_c)

$$K_c = \frac{C}{C_{\phi}}$$

где C – содержание химического элемента в пробе почвенного покрова, C_{ϕ} – фоновое содержание химического элемента в почвенном покрове (усредненные мировые данные для урбанизированных территорий [5, 7]);

- коэффициента обогащения (K_o), который используется для оценки влияния антропогенных источников [6]

$$K_o = \frac{\left(\frac{C_p}{C_m}\right)_{\text{проба}}}{\left(\frac{C_p}{C_m}\right)_{\text{фон}}}$$

где $\left(\frac{C_p}{C_m}\right)_{\text{проба}}$ – соотношение в пробе содержания химического элемента и эталонного элемента, $\left(\frac{C_p}{C_m}\right)_{\text{фон}}$ – фоновое соотношение содержания химического элемента и эталонного элемента, в качестве эталонного элемента взято Fe [9];

- геохимических рядов, построенных по уменьшению K_c от максимального к минимальному, для обсуждения взяты значения больше 1.

Геохимическими особенностями почвенного покрова на территории города Горняк являются повышенные содержания Zn, Sm, Cr и As. В отличие от остальных изученных элементов данный перечень характеризуется значениями $K_c > 2$, что свидетельствует о загрязнении почвы данными элементами. Наиболее вероятным источником их избыточного поступления являются хвостохранилища, с поверхности которых происходит эоловый и водный перенос мелкодисперсной фракции материала.

При этом при дифференциации проб по мере удаленности от хвостохранилища наблюдается тенденция к уменьшению концентраций Zn, Sm и Cr относительно фоновых значений, обратная зависимость просматривается для As, Sb и Br, что может говорить о влиянии нескольких факторов на формирование геохимических аномалий элементного состава почвенного покрова на территории г. Горняк (табл.).

Таблица

Геохимический ряд химических элементов в почвенном покрове на территории г. Горняк

Геохимический ряд	
Общий ряд по г. Горняк	Zn _{2,7} -Sm _{2,1} -Cr _{2,1} -As _{2,0} -Hf _{1,9} -Co _{1,9} -Sb _{1,8} -Sr _{1,7} -Yb _{1,4} -Br _{1,4} -Tb _{1,3} -Au _{1,3} -Lu _{1,3} -Rb _{1,2} -Ba _{1,2} -Nd _{1,2} -Ce _{1,1} -Sc _{1,1} -La _{1,0} -Eu _{1,0}
При расстоянии до 2,5 км до хвостохранилища	Zn _{3,1} -Sm _{2,4} -Cr _{2,3} -Tb _{2,2} -Na _{2,0} -Hf _{1,9} -Co _{1,8} -Sb _{1,7} -As _{1,6} -Yb _{1,4} -Br _{1,4} -Au _{1,3} -Rb _{1,3} -Fe _{1,2} -Lu _{1,2} -Eu _{1,2} -Ce _{1,1} -Ba _{1,1} -Nd _{1,1} -Sc _{1,1} -La _{1,0}
При расстоянии более 2,5 км до хвостохранилища	Zn _{2,4} -As _{2,2} -Sm _{2,1} -Cr _{2,1} -Hf _{2,0} -Sb _{1,9} -Co _{1,9} -Br _{1,8} -Na _{1,8} -Yb _{1,3} -Nd _{1,3} -Lu _{1,3} -Ba _{1,3} -Tb _{1,2} -Fe _{1,2} -Ce _{1,1} -Sc _{1,1} -Rb _{1,1} -La _{1,0}

Расчет коэффициентов обогащения указывает на умеренное обогащение проб почвенного покрова цинком, что также хорошо коррелирует со значениями K_c (рис.).

Крайне высокие содержания цинка могут привести к негативным последствиям для здоровья человека в результате его миграции из почвы в воду и растения, что в конечном итоге может сказаться на здоровье человека. При хроническом избытке цинка наблюдается значительное ухудшение работы иммунной системы, что может спровоцировать возникновение ряда аутоиммунных заболеваний. Также известно, что избыточное содержание цинка может привести к слабости ногтей и волос, ухудшению состояния кожи. Кроме того, подвергаются дегенеративным процессам органы, такие как поджелудочная железа, печень и предстательная железа, что увеличивает риск развития различных заболеваний и нарушений функций этих органов [8].

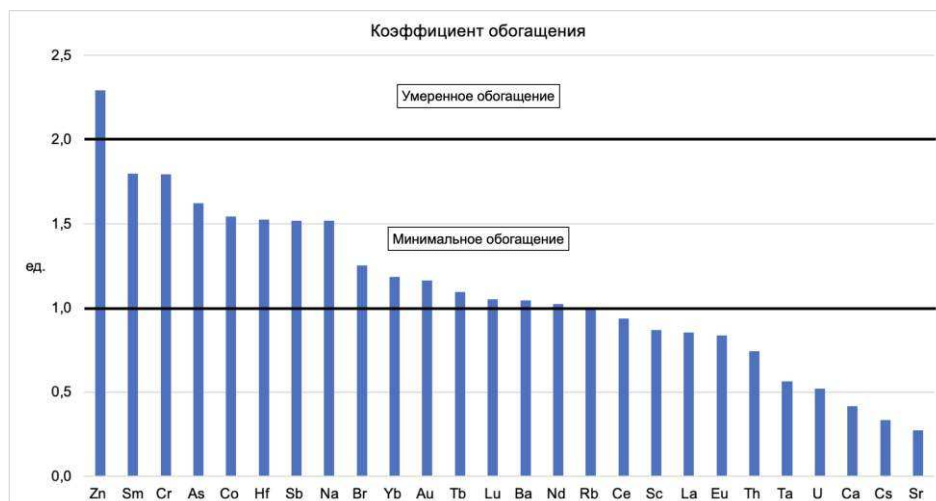


Рис. Кoeffициенты обогащения химических элементов в почвенном покрове на территории г. Горняк

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что на формирование элементного состава почвенного покрова на территории г. Горняк оказывают существенное влияние хвостохранилища бывшего АГОК. Данное влияние связано с обогащением Zn, Sm и Cr по мере приближения к техногенным объектам. Вместе с тем, увеличение содержания ряда других химических элементов (As, Sb, Br) указывает на наличие других источников воздействия, как природных, так и техногенных.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWW-2023-0010)

Литература

1. Бабошкина С. В., Горбачев И. В. Импаkтный биогеохимический мониторинг огородных экосистем города Горняк // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 10. – С.42–47.
2. Гаськов И. В. Особенности развития колчеданных рудно-магматических систем в островодужных обстановках Рудного Алтая и Южного Урала // Литосфера. – 2015. – № 2. – С.17–39.
3. Голик В. И., Разоренов Ю. И., Маслеников С. А. Охрана природной геологической среды утилизацией хвостов обогащения руд // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326. – № 6. – С. 6–15.
4. Горбачев И. В., Бабошкина С. В. Влияние хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината (АГОКа) на окружающую среду // Ползуновский вестник. – 2005. – Т. 4. – С. 179–182.
5. Alekseenko V., Alekseenko A. The abundances of chemical elements in urban soils // Journal of Geochemical Exploration. – 2014. – Т. 147. – С. 245–249.
6. Barbieri M. et al. The importance of enrichment factor (EF) and geoaccumulation index (Igeo) to evaluate the soil contamination // Journal of Geology & Geophysics. – 2016. – Т. 5. – № 1. – С. 1–4.
7. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants, Fourth Edition. – CRC Press, 2010. – 548 p.
8. Prasad A. S. Zinc in human health: effect of zinc on immune cells // Molecular medicine. – 2008. – Т. 14. – № 5. – С. 353–357.
9. Sukri N. S. et al. Assessment of metal pollution using enrichment factor (EF) and pollution load index (PLI) in sediments of selected Terengganu rivers, Malaysia // Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 235–240.

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗОТОПНОГО АНАЛИЗА КАЛЬЦИТА

Плотникова Е.С., Солдатов Е.А.

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

Изучение изотопных отношений кислорода ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) и углерода ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) почвенных карбонатов позволяет проводить палеорекоnструкции климата и иных факторов (биоrенных и абиогенных) среды, при которых они формировались. Почвенные карбонаты зачастую трудно отделить от валового образца в отдельную фракцию. При этом в ряде исследований показано, что органическое вещество может оказывать существенное влияние на изотопное отношение углерода при анализе карбонатов [2–4]. Методы отделения органических примесей из твердых образцов делятся на два типа: физические и химические. В первом случае происходит прокаливaние, сушка или обжиг, для второй группы методов используются различные химические вещества: царская водка, азотная кислота, перекись водорода [6–9]. Однако перечисленные методы удаления органического углерода могут оказывать влияние на результирующие значения изотопных отношений в изучаемой фракции. Так, например, в исследовании [9] показано, что удаление органики прокаливaнием при 950 °C приводит к фракционированию изотопов кислорода анализируемой фракции, смещая получаемые значения в сторону уменьшения. По данным [10] прокаливaние