Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 631.416.8

Особенности элементного химического состава магнитной фазы урбогорно-подзолистых почв промышленного города

Васильев А.А., Горохова С.М., Разинский М.В.

Пермский аграрно-технологический университет

Аннотация

Актуальной экологической проблемой городов является повышенная концентрация некоторых тяжелых металлов в почвах. Тяжелые металлы поступают в почву из природных и антропогенных источников. Антропогенными источниками являются выбросы промышленности и транспорта, удобрения. В почве тяжелые металлы связаны с фазами-носителями: органическим веществом, глинистыми минералами, соединениями серы, оксидами и гидроксидами железа и марганца. Высокомагнитные железосодержащие минералы являются концентраторами тяжелых металлов в почвах. Цель исследования – охарактеризовать особенности элементного химического состава урбогорно-подзолистых почв и их магнитной фазы на территории промышленного города Губаха, Пермский край (Россия). Для оценки эколого-геохимической роли магнитной фазы в аккумуляции тяжелых металлов использовались фоновые почвы, кларк литосферы и кларк почв мира. Магнитная фаза обогащена Fe, Ni, Cu, Cr, Zn. Урбогорно-подзолистая почва г. Губаха загрязнена Cu, Cr, Ni, Zn. На территории городов рекомедовано проведение эколого-геохимического мониторинга почвенного покрова методом экологического магнетизма.

Ключевые слова*:* URBIC TECHNOSOL, ТЕХНОГЕННЫЕ МАГНИТНЫЕ ЧАСТИЦЫ, ЖЕЛЕЗО, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, XRD, ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА, ГУБАХА, ПЕРМСКИЙ КРАЙ, УРАЛ, РОССИЯ

Введение

Почвенный покров промышленных городов Предуралья и их окрестностей подвержен антропогенному загрязнению тяжелыми металлами [1–3]. Основными носителями тяжелых металлов в почве являются органическое вещество, глинистые минералы, магнитные оксиды и гидроксиды железа и марганца. Каждый тяжелый металл в почве проявляет сродство к определенным фазам-носителям [4–8].

Анализ элементного химического состава магнитных частиц актуален при изучении загрязнения окружающей среды и для понимания механизмов современных процессов почвообразования на урбанизированных территориях [9–16]. Минералогия и химический состав магнитной фазы почв городов на западном склоне Уральских гор изучены недостаточно.

Цель исследования – охарактеризовать особенности элементного химического состава урбогорно-подзолистых почв и их магнитной фазы на примере промышленного города Губаха, Пермский край (Россия).

Объекты и методы исследования

Объектом исследования была урбогорно-подзолистая недоразвитая почва (*Urbic Technosol Loamic, Skeletic*, согласно классификации World Reference Base for Soil Resources [17]). Объект исследования расположен на территории промышленного города Губаха, Пермский край, Россия. Отбор почвенных образцов был проведен в пределах промышленной зоны в районе действия производственных цехов ОАО «Губахинский кокс» (рис. 1). Единичные пробы почвы (слой 0–10 см) были отобраны методом «конверта». Каждая смешанная проба включала 10 единичных проб с площади 10 м^2.

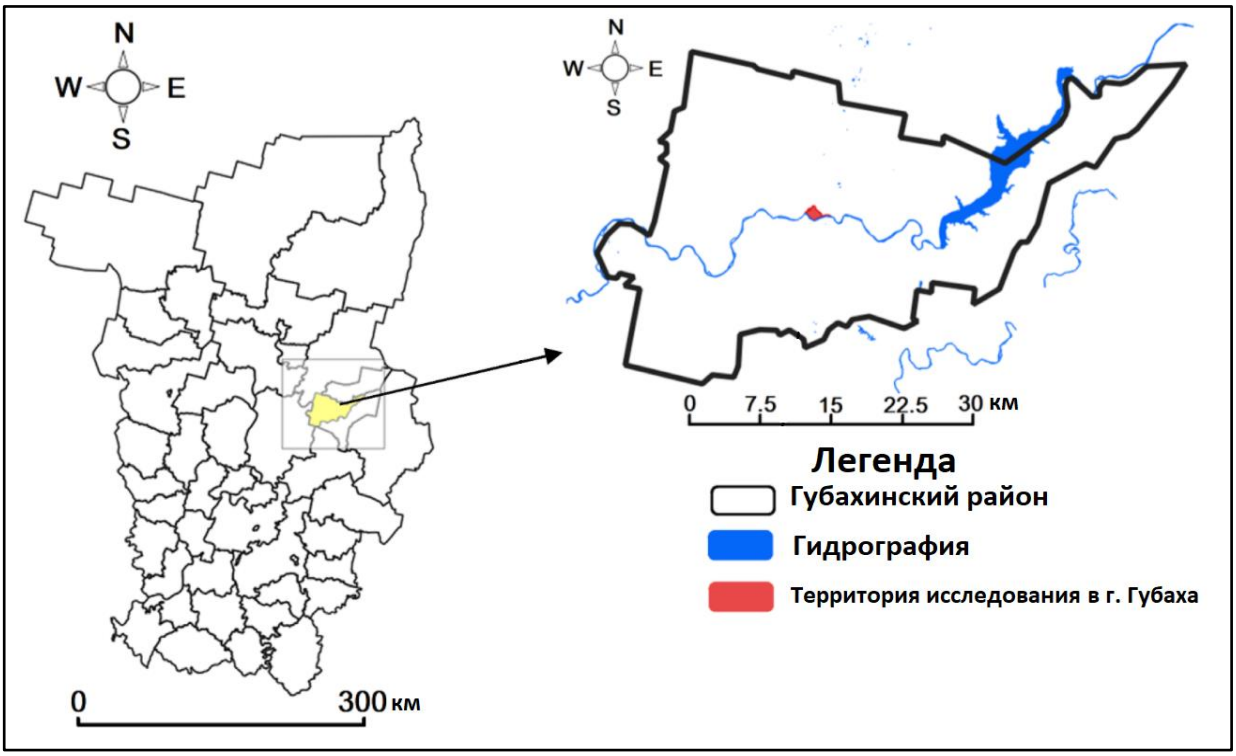

Рис. 1. Карта-схема местоположения объекта исследования на территории Пермского края и Губахинского района

Методы исследования:

1) сухое фракционирование магнитной фазы почвы постоянным ферритовым магнитом;

2) рентгенофлюоресцентный анализ (РФА) на спектрометре Axious Advanced PW 4400/04 в Институте геохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского Российской академии наук;

3) эколого-геохимическая оценка элементного состава магнитных частиц и почвы выполнена с использованием коэффициентов концентрации (КК) по формулам (1–4):

$$КК_{soil} = \frac{C}{C_{soil}} \quad (1)$$

$КК_{soil}$ – коэффициент обогащения-обеднения магнитной фазы тяжелыми металлами;

С – концентрация i-го химического элемента в магнитной фазе почвы, мг/кг;

C_{soil} – концентрация i-го химического элемента в почве до извлечения магнитных частиц, мг/кг.

При KK_{soil} >1 магнитная фаза обогащена i-м химическим элементом, в противном случае – обеднена.

$$KK_{lithosphere} = \frac{C}{C_{lithosphere}} \quad (2)$$

$KK_{lithosphere}$ – коэффициент концентрации относительно кларка литосферы по Н.С. Касимову;

$C_{lithosphere}$ – кларк i-го химического элемента в литосфере по Н.С. Касимову [18], мг/кг.

$$KK_{background} = \frac{C}{C_{background}} \quad (3)$$

$KK_{background}$ – коэффициент концентрации относительно регионального фона;

$C_{background}$ – концентрация i-го химического элемента регионального геохимического фона Пермского края [19], мг/кг.

Примечание: Для расчета $KK_{background}$ использовали следующие значения концентрации отдельных элементов ($C_{background}$)*:* Fe 24522,6; Mn 760,9; Cr 127,0; Ni 40,9; Zn 59,0 мг/кг [19].

$$KK_{Vinogradov} = \frac{C}{C_{Vinogradov}} \quad (4)$$

$KK_{Vinogradov}$ – коэффициент концентрации относительно кларка почв мира;

$C_{Vinogradov}$ – кларк i-го химического элемента в почвах мира по А.П. Виноградову [20], мг/кг.

При использовании $KK_{lithosphere}$, $KK_{background}$ и $KK_{Vinogradov}$ загрязнение классифицировалось следующим образом: ≤1 незагрязненная почва, >1 загрязненная почва.

Результаты и обсуждение

Содержание магнитных частиц в почвах г. Губаха составляет 5–7%. Некоторая часть магнитных частиц в почвах города имеет магнетит/маггемитовый состав и сферическую форму [21]. Элементный химический состав почвы до проведения магнитной сепарации и её магнитной фазы существенно отличаются (рис. 2А–2В). В магнитной фазе концентрация железа в четыре раза выше. Магнитная фаза также обогащена химическими элементами из группы железа – Ni, Cu, Cr и Zn. Коэффициенты

концентрации образуют геохимические ряды обогащения-обеднения объекта химическими элементами (рис. 2А–2В). Для магнитной фазы были получены следующие последовательности КК относительно:

1. почвы до проведения магнитной сепарации, KK_{soil}: Fe <Ni <Cu <Cr <Zn <Mn;
2. кларка литосферы, $KK_{lithosphere}$: Cu <Fe <Ni <Cr <Zn <Mn;
3. регионального геохимического фона, $KK_{background}$: Fe <Ni <Cr <Zn <Mn;
4. кларк почв мира, $KK_{Vinogradov}$: Cu <Ni <Fe <Zn <Cr <Mn.

Анализ коэффицентов концентрации KK_{soil}, $KK_{lithosphere}$, $KK_{background}$ и $KK_{Vinogradov}$ позволил установить загрязнение тяжелыми металлами урбогорно-подзолистой почвы и её магнитной фазы. $KK_{Vinogradov}$ показал, что урбогорно-подзолистая почва Губахи обогащена тяжелыми металлами: Cu, Zn и Ni. Коэффициенты KK_{soil}, $KK_{background}$, $KK_{lithosphere}$, $KK_{Vinogradov}$ указывают на аккумуляцию магнитной фазой Ni, Cu, Cr, Zn.

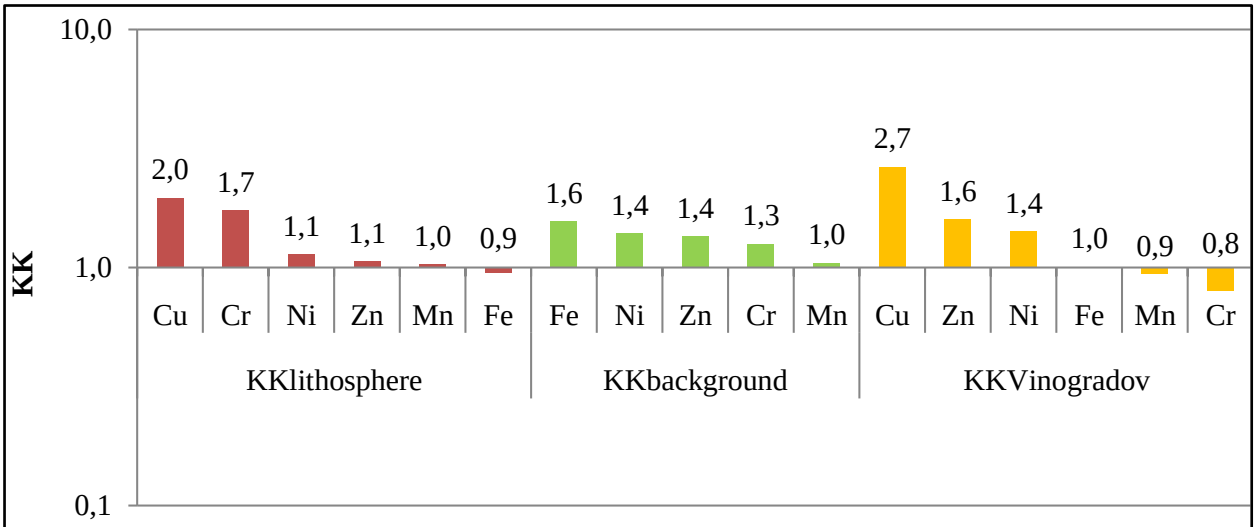

Рис. 2А

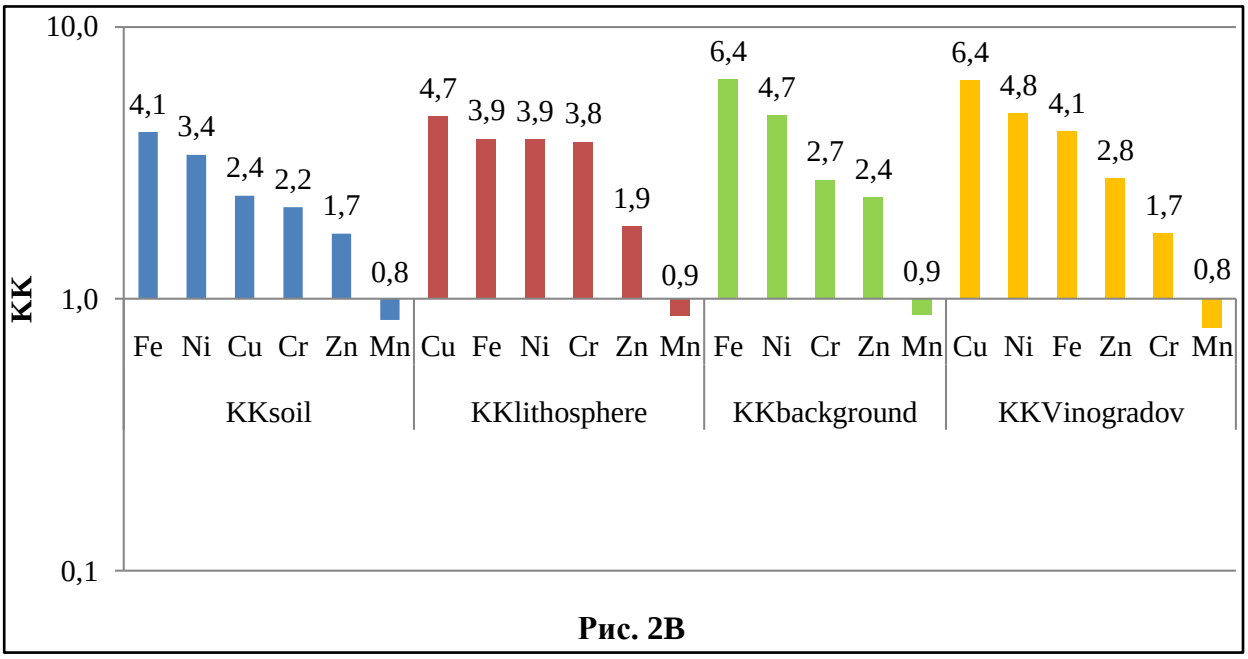

Рис. 2. Геохимические коэффиценты урбогорно-подзолистой почвы (г. Губаха, слой 0–10 см): А – почва до проведения магнитной сепарации; В – магнитная фаза почвы
Примечание: Шкалы графиков коэффициентов концентрации (КК) логарифмированы.

Выводы

Таким образом, химический состав урбогорно-подзолистой почвы промышленного города Губаха и её магнитная фаза сильно отличаются друг от друга. Магнитная фаза обогащена Fe, Ni, Cu, Cr, Zn. Сферические магнитные частицы городских почв несут потенциальную угрозу загрязнения тяжелыми металлами. Использование коэффициентов концентрации регионального геохимического фона, кларка литосферы и кларка почв мира позволило выявить геохимические ряды и загрязнение химическими элементами. Урбогорно-подзолистая почва г. Губаха загрязнена Cu, Cr, Ni, Zn. Эколого-геохимический мониторинг почвенного покрова методом экологического магнетизма актуален на территории г. Губахи.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19–34–90070.

Список использованных источников:

1. Васильев А.А., Лобанова Е.С. Магнитная и геохимическая оценка почвенного

покрова урбанизированных территорий Предуралья на примере города Перми. Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2015. - 243 с.

2. Васильев А.А., Чащин А.Н. Тяжелые металлы в почвах города Чусового: оценка и диагностика загрязнения. Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011. - 197 с.

3. Еремченко О.З., Москвина Н.В. Свойства почв и техногенных поверхностных образований в районах многоэтажной застройки г. Пермь // Почвоведение. - 2005. - № 7. - С. 782–789.

4. Magiera T. [et al.] Morphological and mineralogical forms of technogenic magnetic particles in industrial dusts // Atmospheric Environment. Elsevier, 2011. - V. 45, № 25. - P. 4281–4290. DOI:10.1016/j.atmosenv.2011.04.076.

5. Magiera T. [et al.] Technogenic magnetic particles from steel metallurgy and iron mining in topsoil: Indicative characteristic by magnetic parameters and Mössbauer spectra // Science of the Total Environment. - 2021. - V. 775. - P. 145605. DOI:10.1016/j.scitotenv.2021.145605.

6. Medunić G. [et al.] Selenium, sulphur, trace metal, and BTEX levels in soil, water, and lettuce from the Croatian Raša Bay contaminated by superhigh-organic-sulphur coal // Geosciences. MDPI, 2018. - V. 8, № 11. - P. 408. DOI:10.3390/geosciences8110408.

7. Медведев И.Ф., Деревягин С.С. Тяжелые металлы в экосистемах. Саратов: Ракурс, 2017. - 178 с.

8. Омара Р. [и др.] Минералого-геохимические особенности и степень загрязнения почв в районе комбината по обогащению цинковой руды месторождения Шаабет-эль-Хамра (Алжир) // Записки Российского минералогического общества. - 2020. - Т. 149, № 2. - С. 96–110. DOI:0.31857/S0869605520020057.

9. Adimalla N., Chen J., Qian H. Spatial characteristics of heavy metal contamination and potential human health risk assessment of urban soils: A case study from an urban region of South India // Ecotoxicology and environmental safety. - 2020. - V. 194. - P. 110406. DOI:10.1016/j.ecoenv.2020.110406.

10. Bi C. [et al.] Characteristics, sources and health risks of toxic species (PCDD/Fs, PAHs and heavy metals) in PM2. 5 during fall and winter in an industrial area // Chemosphere. - 2020. - V. 238. - P. 124620. DOI:10.1016/j.chemosphere.2019.124620.

11. Bourliva A. [et al.] Seasonal and spatial variations of magnetic susceptibility and potentially toxic elements (PTEs) in road dusts of Thessaloniki city, Greece: A one-year monitoring period // Science of the Total Environment. - 2018. - V. 639. - P. 417–427. DOI:10.1016/j.scitotenv.2018.05.170.

12. Rolka E., Żołnowski A.C., Sadowska M.M. Assessment of Heavy Metal Content in Soils Adjacent to the DK16-Route in Olsztyn (North-Eastern Poland) // Polish Journal of Environmental Studies. - 2020. - V. 29, № 6. - P. 4303–4311. DOI:10.15244/pjoes/118384.

13. Seghier T.B., Bouhadjera K. Pollution Assessment of Heavy Metals in Roadside Agricultural Soils // Polish Journal of Environmental Studies. - 2020. - V. 29, № 4. - P. 2855–2863. DOI:10.15244/pjoes/112205.

14. Еремченко О.З. [и др.] Оценка экологического риска в связи с накоплением тяжёлых металлов в почвах городских лесов // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. - 2018. - № 1. - С. 70–80. DOI:10.17072/1994-9952-2018-1-70-80.

15. Казимов М.А., Геюшова Н.Д., Алиева Н.В. Сравнительная оценка антропогенной нагрузки тяжелыми металлами на окружающую среду городской агломерации // Биомедицина (Баку). - 2019. - № 2. - С. 22–28. DOI:10.24411/1815-3917-2019-10013.

16. Сазонова О.В. [и др.] Сравнительная характеристика антропогенного загрязнения снегового покрова территории крупного промышленного центра под влиянием различных источников загрязнения // Здоровье населения и среда обитания. - 2019. - № 3 (312). - С. 36–42.

17. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014, Update 2015: International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. Rome: Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, 2015. - 203 p.

18. Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестник Московского университета. Серия 5. География. - 2015. - № 2. - С. 7–17.

19. Дзюба Е.А. Определение местного фонового содержания некоторых макро- и микроэлементов в почвах Пермского края // Географический вестник. - 2021. - № 1 (56). - С. 95–108. DOI:10.17072/2079-7877-2021-1-95-108.

20. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Из-во Академии Наук СССР, 1957. - 239 с.

21. Vasiliev A., Gorokhova S., Razinsky M. Technogenic Magnetic Particles in Soils and Ecological–Geochemical Assessment of the Soil Cover of an Industrial City in the Ural, Russia // Geosciences. - 2020. - V. 10(11). - P. 443. DOI:10.3390/geosciences10110443.

==========

Цитирование:

Васильев А.А., Горохова С.М., Разинский М.В. Особенности элементного химического состава магнитной фазы урбогорно-подзолистых почв промышленного города [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 3. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/3/st_327.pdf.
DOI: https://doi.org/10.51419/202133327.