

КОМУНАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО МІСТ КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО ГОРОДОВ MUNICIPAL ECONOMY OF CITIES

НАУКОВО-Т ХНІЧНИЙ ЗБІРНИК
С РІЯ: Т ХНІЧНІ НАУКИ ТА АРХІТ КТУРА

ВИПУСК 142'2018

*Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 22331-12231ПП від 23.09.2016 р.
Фахове видання (технічні науки: наказ МОН України № 374 від 13.03.2017 р.)
(архітектура: наказ МОН України № 693 від 10.05.2017 р.)*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

БАБА В.В. М.	відповідальний редактор, д.держ.упр., ректор ХНУМ ім. О.М. Бекетова
ШУТ НКО Л. М.	заступник відповідального редактора, д.т.н., почесний ректор ХНУМ ім. О.М. Бекетова
СУХОНОС М. К.	відповідальний секретар, д.т.н., проректор з наукової роботи, ХНУМ ім. О.М. Бекетова
ОВОРОВ П.П.	д.т.н., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
ОНЧАР НКО Д.	д.т.н., ХНУБА
ДАЛ КА В.Х.	д.т.н., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
ЛОБАШОВ О.О.	д.т.н., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
ДР ВАЛ І.В.	д.архіт., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
ДУШКІН С.С.	д.т.н., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
КО АЛОВС КИЙ В.	к.т.н., Інженерний коледж «Самі Шамун», Ізраїль
КОНДРА НКО О.В.	д.т.н., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
КРИ АНОВС КАН.Я.	д.архіт., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
МАЛЯР НКО В.А.	д.т.н., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
МИХАЙЛИШИН О.Л.	д.архіт., НУВ П
ПЛЮ ІН В.	д.т.н., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
СТОЛ Б Р В.	д.т.н., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
ОСИЧ НКО О.	д.архіт., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
ТОВБИЧ В.В.	д.архіт., КНУБА
ЙРУША С.Х.	к.т.н., Університет Салахаддін – рбиль, Ірак
ХАРЧ НКО В.	д.т.н., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
Ч Ч Л НИЩ КИЙ С.	д.архіт., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
ЧУДНОВС КИЙ А.	к.т.н., амбурзький університет, ерманія
ЧУМАЧ НКО І.В.	д.т.н., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
ШМУКЛ Р В.С.	д.т.н., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
ШПАЧУК В.П.	д.т.н., ХНУМ ім. О.М. Бекетова
ЮРК ВИЧ І.	к.т.н., Астонський університет, Великобританія
ЯНК Л ВИЧ М.	к.т.н., Парсонс, США

EDITORIAL BOARD

BABAYEV V.	Editor-in-Chief, Dr. Sc., Rector of the O.M. Beketov NUUE
SHUTENKO L.	Deputy Editor, Dr. Sc., Honorary Rector of the O.M. Beketov NUUE
SUKHONOS M.	Executive Managing Editor, Dr. Sc., Vice-rector of the O.M. Beketov NUUE
GOVOROV P.	Dr. Sc., O.M. Beketov NUUE
GONCHARENKO D.	Dr.Sc., KhNUCEA
DALEKA V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
LOBASHOV O.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
DREVAL I.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
DUSHKIN S.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
KAGALOVSKY V.	PhD, Engineering College "Sami Shamun", Israel
KONDRASHENKO O.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
KRYZHANOVSKAYA N.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
MALYARENKO V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
MYHAYLISHYN O.	Dr.Sc., NUWEE
PLUGIN V	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
STOLBERG F.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
OSYCHENKO G.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
TOVBICH V.	Dr.Sc., KNUCA
FEIRUSHA S.	PhD, Salahaddin University – Erbil, Iraq
HARCHENKO V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
CHECHELNITSKY S.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
CHUDNOVSKIY A.	Ph.D., University of Hamburg, Germany
CHUMACHENKO I.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
SHMUKLER V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
SHPACHUK V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
YURKEVICH I.	Ph.D., Aston University, United Kingdom
YANKELEVICH M.	PhD, PARSONS, USA

Адреса редакції Editorial office address:

61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17 / 17, Marshala Bazhanova Street, Kharkiv, 61002

Тел./tel.: +38 (057) 707-33-21, e-mail: khg@kname.edu.ua

ISSN (print) 2522 – 1809

ISSN (online) 2522 – 1817

Затверджений до друку Науково-технічною Радою Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова (протокол № 11 від 24 травня 2018 року)

УДК 504.05:504.062

Ю.В. Буц¹, О.В. Крайнюк², В.В. Барбашин³¹Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Україна²Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна³Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

АКУМУЛЯЦІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ ПРИ ТЕХНОГЕННОМУ НАВАНТАЖЕННІ ПРОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Відзначено різноманітність поведінки хімічних елементів у довкіллі після ураження пожежами. Можна спостерігати широкий діапазон кількісних значень геохімічної міграції або акумуляції хімічного елемента. Важкі метали, що потрапили у довкілля, можуть утворювати гідроксиди або гідросокомплекси, від яких залежить міграційна здатність. Створено прогнозування геохімічної міграції сполук купруму у ґрунтах після пірогенного впливу.

Ключові слова: природні пожежі, важкі метали.

Постановка проблеми

На теперішній час в Україні науковим дослідженням, що спрямовані на вивчення техногенного навантаження внаслідок дії пірогенного (дослівно – «породженого вогнем») чинника на довкілля, приділено недостатньо уваги. При цьому кількість природних пожеж та їх наслідки із року в рік збільшуються. В процесі відновлення природних екосистем саме ґрунт визначає і тип рослинності, і динаміку рослинних угруповань, отже, вплив природних пожеж на властивості ґрунтів є однією з важливих задач в області ґрунтознавства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Однозначного пояснення причин, що впливають на поведінку мікроелементів, зокрема, важких металів (ВМ), під дією техногенного впливу, не існує. Аналіз літературних даних дозволяє відзначити різноманітність та різнобічність поведінки хімічних елементів у компонентах довкілля після ураження пожежами. У різних екологічних умовах можна спостерігати широкий діапазон кількісних значень геохімічної міграції або акумуляції будь-якого конкретного хімічного елемента [4]. Наприклад, концентрація ртуті у ґрунті після низової пожежі складає від +27,3% до 64,3%. Розбіжність – майже у 2,36 рази [1].

Кращими міграційними характеристиками, як правило, мають аніоногенні елементи. Вони в природі знаходяться у вигляді аніонів і добре розчинних солей. Це, наприклад, молібден і бор. Катіоногенні елементи (цинк, мідь, марганець і кобальт) мігрують у вигляді катіонів у складі добре розчинних солей, золів, комплексних з'єднань і солей фульвокислот

[10].

Переважна маса залучених в атмосферну емісію ВМ (Cu, Hg, Cd, As, Pb та ін.) мігрує у складі пилу і аерозолів. Але коли мова йде про поодинокі випадки незначної міграції рудних елементів (Cr, Ni, Co, Mg та інших), які найчастіше все ж пасивно акумулюються у літогенній основі згарищ або прилеглих до них площах, то тут слід визнати роль крупніших пилових частинок [2].

Звичайно, на міграцію хімічних елементів вплив створює тип пожежі, її інтенсивність. Чим вище потужність вогню, тим вище кількісна оцінка повітряної міграції хімічних елементів. Цілком очевидно, що існують й інші чинники, які визначають поведінку ВМ при пожежах в екосистемах.

Аналітичні результати продемонстрували, що за вмістом елементів-мігрантів (мг/кг), величин рН, ділянки згарищ, які знаходяться приблизно в однакових умовах, але пройдені низовою або верховою пожежею розрізняються досить відчутно.

При повальній верховій пожежі ряд хімічних елементів, наприклад ртуть, кадмій, селен і штучні радіонукліди виносяться поза зону території пожеж, їх вміст складає 30-45% від їх концентрації на ділянках низової пожежі [1]. Величина рН підвищується на 6-10%. Безсумнівно, це пов'язано зі збільшенням кількості золи, яка має лужну реакцію, проте вона могла бути частково видалена з ґрунтового покриву згарища еоловими або гідрологічними процесами. З цієї причини коректне встановлення залежності між кількістю золи і величиною рН на згарищах через певний час після пожежі не представляється можливим. Наведені приклади процесів геохімічної міграції з переконливістю свідчать про те, що окрім виду

пожежі як чинника міграції хімічних елементів зі згарищ презентабельну роль відіграє і стан легкогорючих матеріалів, а саме – вологість лісової підстилки. Це дозволяє сформулювати ще одну причину, від якої залежить поведінка ВМ при лісових пожежах: фізичний стан наземних лісових горючих матеріалів також слугує одним з чинників, що визначають геохімічну міграцію при природній пожежі.

Відомо, що різні рослини по-різному акумулюють різні мікроелементи. Тобто, варто враховувати і характер розподілу важких металів у наземних частинах рослин. Від цього залежать кількісні показники геохімічної міграції хімічних елементів при пожежі. Найбільш характерним є радіальний розподіл більшості ВМ у ґрунтовому розрізі, включаючи верхні ґрунтові горизонти з прошарками повсті та лісової підстилки. І у цьому випадку існує суттєва флуктуація концентрацій ВМ у радіальній диференціації у ґрунтовому профілі.

Вигорання верхніх частин степової повсті, мохів, лишайників і лісової підстилки супроводжується слабкою емісією мікроелементів-мігрантів не лише тому, що верхні прошарки наземних горючих матеріалів висихають швидше, ніж нижні, але ще й тому, що у цих горизонтах їх підвищений вміст знаходиться у нижніх інтервалах, а не в верхніх.

Отже, слід підкреслити, що, комплексна взаємодія хімічних елементів один з одним, стан наземних горючих матеріалів і розподіл елементів у ґрунтових вертикальних розрізах відповідають за поведінку хімічних елементів при пожежах у екосистемах.

У безвітряну погоду, під час поширення пожежі у екосистемі, хімічні елементи, що утримуються вогняним конвекційним потоком, мігрують вертикально у вищі атмосферні шари і в міру його охолодження осідають на площі згарища. Вітер сприяє поширенню димового шлейфу за межі пірогенно ураженої площі. Це дозволяє визнати також за погодними умовами роль одного з факторів, що визначають міграцію хімічних елементів зі згарищ. Проте, на наш погляд, цей чинник можна застосувати лише до невеликих пожеж, оскільки повальні верхові пожежі супроводжуються утворенням вихрових повітряних потоків, що затягують холодні маси повітря з прилеглих до пожежі площ. А горизонтальний адвекційний рух димового шлейфу при таких пожежах можна не лише передбачити, але і практично неможливо урахувати під час пожежі. Водночас, суха і тепла погода будуть сприятливі для атмосферної міграції, а туманна і дощова сприятиме швидкому вимиванню і осадженню пилових і аерозольних часток димового шлейфу. Вся представлена проаналізована інформація дозволяє стверджувати існування ще одного фактора, від якого залежить

поширення димового шлейфу при пожежі в екосистемі: погодні умови, що впливають на міграцію або акумуляцію окремих хімічних елементів в межах згорілої території.

Немає сумніву у тому, що трансформація степової повсті, лісових підстилок, мохів, лишайників, тощо у різні продукти горіння (золу, вугілля, пил, аерозолі та т.д.) під впливом високих температур природних пожеж повинні впливати на всі хімічні елементи.

Доведено, що у компонентах природних комплексів хімічні елементи знаходяться у різних станах: це і сорбція, і абсорбція, і складні органічно-мінеральні сполуки і т.і. Але, оскільки мова йде про природні пожежі, а, отже, і про високі температури, Алексеєнко І.В. [1] розглядає їх поведінку в залежності від температур їх кипіння і випаровування. Активну міграцію кадмію і ртуті він пов'язує з низькою температурою кипіння, тоді як у таких ВМ, як мідь, хром, нікель, кобальт вона на порядок вище, а саме вони мають тенденцію до геохімічної акумуляції літо генної основи згарища (°C): Hg – 357, As – 610, Cs – 690, Cd – 765, Zn – 907, Mg – 1107, Pb – 1744, Mn – 2151, Sr – 1384, Cr – 2482, Cu – 2595, Ni – 2732, V і Co – 3000.

З наведеної тенденції випадають марганець, маючи високу температуру кипіння він легко мігрує. З іншого боку, низькою виявляється міграція миш'яку, хоча вже при температурі 610°C відбувається сублімація цього хімічного елементу. Причиною низьких значень цього показника може служити знаходження його у мінеральній частині лісової підстилки і виражений тісний зв'язок із залізом. Не відповідає даній закономірності і поведінка натрію і калію, які накопичуються у ґрунтах згарищ, але мають низький температурний градієнт.

Таким чином, аналіз наведених вище даних дозволяє зробити висновок про те, що поведінка важких металів при пожежах в екосистемах залежить від багатьох причин, головними з яких є: тип пожежі, стан лісових горючих матеріалів, метеоумови, геохімічні властивості хімічних елементів і характер їх розподілу у компонентах екосистеми.

Під час пожеж першочерговому впливу високої температури піддаються верхні кілька сантиметрів ґрунту, тому найбільш кардинальні зміни відбуваються у підстилці і верхній частині гумусового горизонту. У процесі горіння відбувається значна втрата органічної речовини ґрунту. Під впливом високих температур під час пожежі більша частина карбону з органічної речовини окислюється до газоподібних форм (в основному CO₂) і випаровується. Під час інтенсивних пожеж відбувається знищення органічної речовини надґрунтових горизонтів і верхньої частини гумусового горизонту, а також утво-

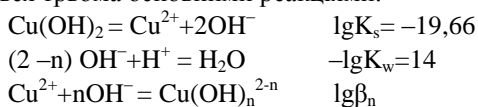
рення великої кількості карбонатних сполук лужних і лужноземельних елементів, що викликає збільшення реакції рН. Як відзначають Ю.М. Краснощоків і ін. [7], зміна кислотності ґрунтів після пожежі може бути дуже істотна, зафіксовані випадки від рН=5,7...5,9 до пожежі до рН=8,7 після проходження низової пожежі. Через два місяці після пожежі рН поверхневого горизонту дорівнює 8,0, і тільки на ділянках згарищ десятирічної давнини реакція верхніх органогенних горизонтів відновлюється. Крім необхідних для рослин мікроелементів, що надходять у ґрунт після проходження пожежі, велика кількість Fe, Al, Zn, Mn та інших важких металів надходить разом із золою.

Метою представленої публікації є дослідження геохімічних аспектів акумуляції важких металів під впливом техногенного навантаження пірогенного походження.

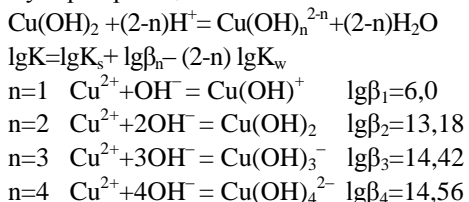
Виклад основного матеріалу

Розглянемо докладніше умови утворення рухомих форм важких металів у ґрунті, що дозволить зробити висновок про їх міграцію або акумуляцію у геохімічному середовищі.

Важкі метали, що потрапили у довкілля, можуть утворювати важкорозчинні гідроксиди. Крім того, у ґрунтового розчині є ймовірність утворення металами гідросокомплексів з різною кількістю гідроксид-іонів [3]. Діапазон осадження гідроксидів і області переважання розчинних гідросокомплексів вивчені за допомогою побудови концентраційно-логарифмічних діаграм (КЛД) [6]. Розчинення гідроксиду металу (на прикладі утворення гідроксиду купруму) і утворення його комплексних сполук описується трьома основними реакціями:

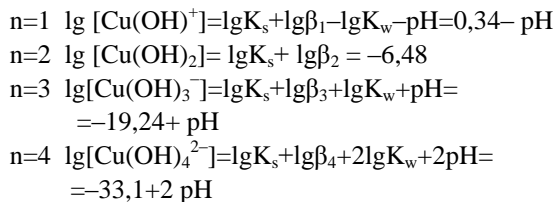
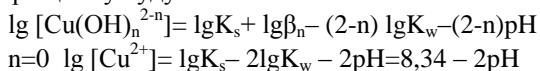


Сумарна реакція:



Для розрахунку константи рівноваги сумарної реакції використовувалися логарифми добутків розчинності гідроксидів і констант стійкості комплексів металів з гідроксид-іонами.

Рівноважні концентрації металевмісних частинок при цьому будуть:



Таким чином, з наведених діаграм (рис. 1) можна чітко визначити області максимального осадження гідроксидів металів. Умовою осадження Me^{z+} вважаємо досягнення його концентрації у ґрунтового розчині порядку 10^{-5} моль/л. Таким чином (рис. 1), до рН≤6,8 купрум знаходиться у розчиненому вигляді, при більш високих значеннях рН купрум осідає у вигляді гідроксиду Cu(OH)_2 , а при дуже великих значеннях рН>13 утворюються гідросокомплекси Cu(OH)_3^- , але їх концентрація дуже незначна, можна зробити висновок про високу міграційну здатність сполук купруму до нейтрального середовища і їх фіксації при рН≥6,8. Зроблені розрахунки і діаграми для цілого ряду металів.

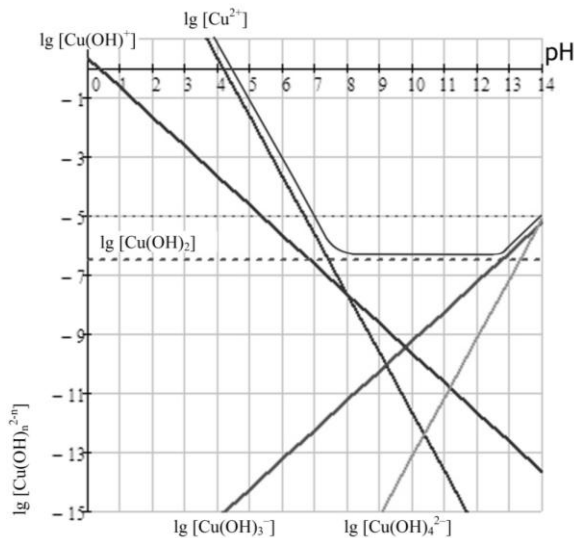


Рис. 1. Концентраційно-логарифмічна діаграма (КЛД) утворення гідросокомплексів купруму

Результати та їх аналіз

Розраховані нами за допомогою КЛД інтервали осадження гідроксидів добре узгоджуються з експериментальними даними Ю.Ю. Лур'є [8].

У нейтральному ґрунті більшість металів (Al, Cr, Zn, Cu, Fe (II), Co, Ni) знаходяться у важкорозчинній формі (у вигляді гідроксидів), при цьому їх міграційна здатність не велика, що призводить до накопичення хімічних елементів у ґрунті. У таких умовах важкі метали не вимиваються з ґрунту, не засвоюються рослинами, відбувається їх акумуляція у ґрунті [5].

Якщо відбувається значна зміна рН, наприклад як зафіксовано Ю.М. Краснощоківим та ін. [7], поведінка сполук купруму зміниться кардинальним

чином. При $pH=5,7$ до пожежі концентрація $[Cu^{+2}]=0,01$ моль/л, при $pH=8,7$ після пожежі весь купрум у нерозчинній формі буде накопичуватися у ґрунті.

Іони Fe^{2+} легко мігрують у кислому, нейтральному та навіть у слабо лужному середовищі до $pH=9,5$, лише у сильно лужному середовищі утворюється гідроксид $Fe(OH)_2$.

Висновки

На підставі розрахунків можна стверджувати, що має місце вплив техногенного навантаження пірогенного походження на геохімічну міграцію важких металів. Найменшу міграційну здатність мають сполуки Fe^{3+} при $pH=4,5-14$, Cu^{2+} – при $pH=7-14$, Cr^{2+} – при $pH=7-9$, Zn^{2+} при $pH=8-11$, Ni – при $pH=8-14$, Pb^{2+} – при $pH=9-12$, Fe^{2+} – При $pH=9,5-14$. У більш кислому середовищі утворюються розчинні речовини, але їх при збільшенні pH всього на $0,5-1$ може на порядок зменшити їх рухомість, що сприяє їх концентрації у ґрунтах після пожежі.

У нейтральному за реакцією ґрунті більшість важких металів (Cr , Zn , Cu , Fe (II), Ni) знаходяться у важкорозчинній формі (у вигляді гідроксидів), при цьому їх міграційна здатність незначна, що призводить до акумуляції цих хімічних елементів у ґрунті.

В окрему групу слід виділити важкі метали рухомі у нейтральному середовищі (Fe (II), Cd , Co , Mg , Mn). Будь-яке підвищення значень pH сприяє їх фіксації.

Отримані розрахунки можна використовувати для прогнозування геохімічної міграції важких металів у ґрунтах після техногенних наслідків надзвичайних ситуацій пірогенного походження.

Література

1. Алексеенко, И.В. Влияние лесных пожаров на свойства почв таёжных ландшафтов хребта Хамар-Дабан [Текст] / И.В. Алексеенко, Н.С. Гамова // Биогеохимия техногенеза и современные проблемы геохимической экологии. – Барнаул, 2015. – Т. 1. – С. 171-174.
2. Брянин, С.В. Миграция и аккумуляция зольных элементов в лесных ландшафтах под влиянием периодических пожаров на Амуро-Зейской равнине [Текст] // Фундаментальные исследования. - 2014. - №8. - С. 859-863.
3. Буц, Ю.В. Моделирование миграционной способности тяжелых металлов при чрезвычайных ситуациях техногенного характера [Текст] / Ю.В. Буц, Е.В. Крайнюк // Вестник Российской военно-медицинской академии. – Ч.1. – 3 (23), 2008. – С.90–91.
4. Буц, Ю.В. Забруднення важкими металами ландшафтних комплексів як результат техногенно-екологічного навантаження [Текст] / Ю.В. Буц, О.В. Крайнюк // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗУ.– Вип. 10.– Харків : УЦЗУ, 2009.– С. 52–60.
5. Буц, Ю.В. Пірогенний вплив на геохімічну міграційну здатність важких металів [Текст] / Ю.В. Буц, О.В.

Крайнюк, В.В. Барбашин, В.Г. Кобзін // «Людина та довкілля. Проблеми неоекології». – № 1–2.– X. : Вид–во ХНУ, 2018. – С. 110-111.

6. Гороновский, И.Т. Краткий химический справочник [Текст] / И.Т. Гороновский, Ю.П. Назаренко, Е.Ф. Некряч. Под ред. О.Д. Куриленко. – К.: Наук. думка, 1974.– 995 с.
7. Краснощеков, Ю.Н. Влияние контролируемого выжигания шелкопряда на свойства дерново-подзолистых почв в Нижнем Приангарье [Текст] / Ю.Н. Краснощеков, Э.Н. Валендик, И.Н. Безкоровайная и др. // Лесоведение. – 2005. – № 2. – С. 16-24.
8. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. [Текст] / Ю.Ю. Лурье – М.: Химия, 1989.– 446 с.
9. Рабинович, В. А. Краткий химический справочник [Текст]: справ. изд. / В.А. Рабинович, З.Я. Хавин. Под ред. А. А. Потехина и А. И. Ефимова. – Л.: Химия, 1991.– 432 с.
10. Трофимов, И.Т. Особенности послепирогенной трансформации дерново-подзолистых почв юго-западной части ленточных боров алтайского края [Текст] / И.Т. Трофимов, И.Ю. Бахарева // Вестник АГАУ, 2007.– №11(37).– С. 31-35.

References

1. Alekseenko, I.V. & Gamova, N.S. (2015) Influence of forest fires on the properties of soils of taiga landscapes of the Khamar-Daban ridge. *Biogeochemistry of technogenesis and modern problems of geochemical ecology*, 1, 171-174.
2. Bryanin, S.V. (2014) Migration and accumulation of ash elements in forest landscapes under the influence of periodic fires on the Amur-Zeisk plain. *Fundamental studies*, 8, 859-863.
3. Buts, Ju.V., Krajnjuk, E.V. (2008) Modeling the migration ability of heavy metals in emergency situations of anthropogenic nature. *Russian Military Medical Academy*, 3(23), 90-91.
4. Buts, Ju.V., Krajnjuk, O.V. (2009) Pollution by heavy metals of landscape complexes as a result of technogenic and ecological load. *National University of Civil Protection of Ukraine, Kharkiv*, 10, 52-60.
5. Buts, Ju.V., Krajnjuk, O.V., Barbachin, V.V., Kobzin, V.G. (2018) The pyrogenic influence on the geochemical migration ability of heavy metals "Man and the environment. *Problems of neoeology. Collected papers of Kharkiv national University*, 1–2, 110-111.
6. Goronovskij, I.T., Nazarenko, Ju.P., Nekrjach, E.F. (1974) *Brief Chemical Handbook*, 995.
7. Krasnoshekov, Ju.N., Valendik, Je.N., Bezkorovajnaja, I.N., Verhovec, S.V., Kisiljahov, E.K., Kuz'michenko, V.V., (2005) Influence of controlled burning of silk crackers on the properties of sod-podzolic soils in Nizhny Novgorod. *Forestry*, 2, 16-24.
8. Lur'e, Ju. Ju. (1989) *Handbook of Analytical Chemistry*, 446.
9. Rabinovich, V. A., Havin, Z. Ja. (1991) *Brief Chemical Handbook: Sprav. Izd, Leningrad*, 432.
10. Trofimov, I.T., Bakharev, I.Yu. (2007) Peculiarities of post-pyrogenic transformation of sod-podzolic soils in the southwestern part of bandar forests of the Altai Territory. *Bulletin of the AGAU*, 11(37), 31-35.

Рецензент: доктор технічних наук, професор М.В. Хворост, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

Автор: БУЦЮРІЙ Васильович
завідувач кафедри природоохоронних технологій,
екології та безпеки життєдіяльності
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
E-mail - butsyura@ukr.net

Автор: КРАЙНЮК Олена Володимирівна
доцент кафедри метрології та безпеки життєдіяльності
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
E-mail - alenauvarova@ukr.net

Автор: БАРБАШИН Віталій Валерійович
канд. техн. наук, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail - barbachyn@ukr.net

ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN SOILS AT ANTHROPOGENIC IMPACT PYROGENIC ORIGIN

Y. V. Buts¹, O. V. Kraynyuk², V. V. Barbachin³

¹Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine

²Kharkov National Automobile and Highway University, Ukraine

³O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The research of dynamics of migration ability of heavy metals properties under the influence of anthropogenic impact pyrogenic origin is given insufficient attention. The study of the concentration of heavy metals in soils by atomic absorption analysis was carried out. The results indicate the transformation of their migration properties. The diversity and versatility of behavior of chemical elements in environmental components after the fire was noted. In different ecological conditions, it is possible to observe a wide range of quantitative values of geochemical migration or accumulation of any particular chemical element.

Analytical results show that the contents of migrant elements, pH values, areas of incidents, which are approximately in the same conditions, but passed by the grass or upper fire differ quite tangibly.

Heavy metals that hit the environment can form difficult soluble hydroxides. In addition, in the soil solution, there is a probability of the formation of hydroxocomplexes with different amounts of hydroxide ions by metals. The range of precipitation of hydroxides and the region of predominance of soluble hydroxocomplexes have been studied by constructing concentration-logarithmic diagrams.

On the basis of the calculations it can be argued that the influence of the technogenic loading of pyrogenic origin on the geochemical migration of heavy metals takes place. Compounds Fe^{3+} at the pH = 4.5-14, Cu^{2+} at pH = 7-14, Cr^{2+} at pH = 7-9, Zn^{2+} at pH = 8-11, Ni^{2+} at pH = 8-14 have the lowest migration potential. Compounds Pb^{2+} at pH = 9-12, Fe^{2+} - pH = 9.5-14 have the lowest migration potential also. In a more acidic environment, soluble substances are formed, but at a pH increase of only 0.5-1, they can decrease their mobility by an order of magnitude, which contributes to their concentration in the soils after the fire.

In a neutral soil reaction, most of the heavy metals (Al, Cr, Zn, Cu, Fe (II), Ni) are in a slightly soluble form (in the form of hydroxides), with their migration capacity insignificant, which leads to the accumulation of these chemical elements in the soil.

In a separate group it is necessary to allocate heavy metals moving in a neutral environment (Fe (II), Cd, Co, Mg, Mn). Any increase in pH values contributes to their fixation.

The obtained calculations can be used to predict the geochemical migration of heavy metals in soils after the man-made consequences of emergencies of pyrogenic origin.

Keywords: natural fires, heavy metals.

<i>Буц Ю.В., Крайнюк О.В., Барбашин В.В.</i> Акумуляція важких металів у ґрунтах при техногенному навантаженні пірогенного походження	132
<i>Белюченко Д.Ю., Дейнеко Н.В., Сошинський О.І., Стрілець В.М.</i> Обґрунтування нормативів для оцінювання оперативних розгортань на нових пожежних автомобілях різного класу	137
<i>Євдокімов А.А., Ієвлева О.Ю., Фесенко А.І.</i> Дослідження екологічного стану районів Харківської області засобами геоінформаційних технологій	145
<i>Вень Мінмін, Рудомаха А. В.</i> Теоретико-методичні підходи до визначення інвестиційної привабливості земель об'єднаних територіальних громад	151
<i>Лю Чан, Мамонов К. А.</i> Особливості підготовки фахівців за освітньою програмою геоінформаційні системи і технології	155
<i>Нестеренко С.Г.</i> Геодезичне забезпечення складання проектів відведення земель з використанням матеріалів аерофотознімання	159
<i>Анопрієнко Т.В.</i> Вплив інформаційного забезпечення експертної грошової оцінки земельних ділянок на формування вартості земель	165
<i>Павлів А.П.</i> Структуризація джерельної бази особливостей моделювання розвитку великого міста	172
<i>Чабаненко П.М., Трокаєва А.Ю., Кваснюк О.Д.</i> Оцінка результатів обстеження житлової забудови	179
<i>Волошин В.О.</i> Європейський пам'яткоохоронний досвід ХХ століття. Розвиток поняття "пам'ятка архітектури"	183
<i>Шулдан Л. О., Колісник Р.М.</i> Містобудівні та архітектурні прийоми інтеграції сонячних електростанцій в громадські комплекси	190
<i>Вяткін К.І., В'яткін Р.С.</i> Система розселення населення в Україні	199
<i>Мещераков В.М.</i> Інженерне забезпечення відтвореного Одеського кафедрального Спасо-Преображенського собору	205
<i>Вінтаєв Д.Ю., Вінтаєва Н.С.</i> Акварель як мобільна техніка дослідження предметно-просторового середовища	213
<i>Антоненко Н. В.</i> Боротьба архітектурних напрямів ХХ ст. та її відображення в пам'яткоохоронній діяльності	217
<i>Діденко К.В.</i> Наукові дослідження архітектурно-будівельної практики 1920-30-х рр. на території СРСР	231
<i>Лусь В.І.</i> До визначення функцій чутливості пресо-різьбового з'єднання	243
<i>Морковська Н.Г.</i> Первинна обробка будівельних відходів з метою їх використання	248
<i>Гапонова Л.В., Гребенчук С.С., Псурицева Н.О., Калмиков О.А., Дем'яненко І.М.</i> Особливості моделювання енергетичного портрету конструкції	251
<i>Середа Н.В., Чупринін О.О., Щербов В.Ю.</i> Дослідження на міцність напружено-деформованого стану сталь-бетон на акрилових клеях	256
<i>Григоренко О.А., Шаповал С.В.</i> Дослідження фізико-механічних властивостей без випалювальних будівельних матеріалів	261
<i>Кривільова С.П., Гінкул А.П.</i> Нанокристалічні кальційфосфатні матеріали, призначені для використання у якості фільтрів для захисту від ультрафіолетового випромінювання	266

<i>Belyuchenko D., Deyneko N., Soshinsky O., Strelets V.</i> Justification of standards for assessment of expeditious expansions on new fire trucks of different classes	137
<i>Yevdokimov A., Ievleva O., Fesenko A.</i> Investigation of the ecological state of the districts of the Kharkiv region by means geoinformation technologies	145
<i>Wen Mingming, Rudomacha A.</i> Theoretical and methodological approaches to determining the investment attractiveness of the lands of the united territorial communities	151
<i>Liu Chang, Mamonov K.</i> Features for preparing equipment for the educational program geoinformation systems and technologies	155
<i>Nesterenko S.</i> Geodetic support to the drafting of land allocation using aerial photographs	159
<i>Anopriienko T.</i> Influence the information support of the expert monetary estimation of land plots on the formation of the value of land	165
<i>Pavliv A.</i> Structuring the source basis of the characteristics of modernization of the city development.....	172
<i>Chabanenko P., Trokaieva A., Kvasniuk O.</i> Evaluation of housing survey results	179
<i>Voloshyn O.</i> European experience of monuments saving of the 20th century. Development of notion "architectural monument"	183
<i>Shuldan L., Kolisnyk R.</i> Urban planning and architectural methods of solar power plants integration into the public complex	190
<i>Viatkin K., Viatkin R.</i> The system of population in Ukraine	199
<i>Meshcheryakov V.</i> Engineering support of the recreated Odessa Transfiguration Cathedral	205
<i>Vintaev D., Vintaeva N.</i> Watercolors as a mobile technique of investigation of the subject-spatial environment	213
<i>Antonenko N.</i> The struggle of the architectural directions of the 20th century and its reflection in the monument protection activity	217
<i>Didenko K.</i> Scientific investigations of architectural-graduate building practices 1920-30th. on the territory of the USSR	231
<i>Lus' V.</i> To determine the functions of sensitivity of the press-threaded joint	243
<i>Morkovska N.</i> Primary processing of construction waste for their use	248
<i>Gaponova L., Grebenchuk S., Psurtseva N., Kalmykov O., Demyanenko I.</i> Features of modeling of energy portrait of construction	251
<i>Sereda N., Chuprinin O., Scherbov V.</i> Research on strengtn of stress-strain state steel-concrete on acrylic glutes	256
<i>Hryhorenko O., Shapoval S.</i> Research of physical-mechanical properties without kilns building materials	261
<i>Krivileva S., Ginkul A.</i> Nanocrystal calcium phosphatic materials intended for use in the quality of filters for protection from ultraviolet radiation	266

АЛ АВІТНИ ПОКАЖ ИК

Айрапетян Т.С.	49	Давиденко Н.В.	8	Ковцур К.	91	Палєєва К.М.	32
Анопрієнко Т.В.	165	Дайнеко Н.В.	137	Колісник Р.М.	190	Полив'яничук А.П.	2
Антоненко Н.В.	217	Данова К.В.	119	Котух В.	32	Пономарьова Н.В.	91
Барбашин В.В.	132	Демьяненко І.М.	251	Крайнюк О.В.	132	Псурцева Н.О.	251
Безцінний О.О.	45	Денисенко О.В.	83	Кривільова С.П.	266	Рудомаха А.В.	151
Белюченко Д.Ю.	137	Діденко К.В.	231	Ліньков В.В.	55	Середа Н.В.	256
Буц Ю.В.	132	Донець О.В.	55	Лусь В.І.	243	Скурідіна О.О.	2
Вдовиченко В.О.	77	Душкін С.С.	27	Лю Чан	155	Сошинський О.І.	137
Вень Мінімін	151	Дьяконов О.В.	14,20	Любий В.	72	Стрілець В.М.	137
Вінгасв Д.Ю.	213	Дядюн С.В.	40	Макарівчєв О.В.	72	Тіщенко В.С.	64,68
Вінгасва Н.С.	213	Дьяконов В.І.	14,20	Мамонов К.А.	155	Трокаєва А.Ю.	179
Волошин В.С.	14,20	вдокімов А.А.	145	Мартиненко О.	32	єсенко А.І.	145
Волошин О.В.	183	Зубенко Д.Ю.	55	Мещєряков В.М.	205	Хворост М.В.	119
Вяткін К.І.	199	Євлевєва О.Ю.	145	Морковська Н.	248	Чабаненко П.М.	179
В'яткін Р.С.	199	Калініченко О.П.	96,103,108	Мороз В.І.	68	Чупрінін О.О.	256
апонова Л.В.	251	Калмиков О.О.	251	Нестєренко С.	159	Шавкун В.М.	58
інкул А.П.	266	Капцов І.І.	32	Нефьодов В.М.	96,103,108	Шапєвал С.В.	261
орбачов П.	72	Капцова Н.І.	32	Нікітченко О.Ю.	14,20	Шєвченко Р.І.	124
ребєнчук С.С.	251	Карагяур А.С.	49	Очерєтенко С.В.	114	Штельма О.М.	40
ригорєнко О.А.	261	Каслін О.І.	2	Павленко О.В.	96,103,108	Шулдан Л.О.	190
ромов В.І.	64	Кваснюк О.Д.	179	Павлів А.П.	172	єрбов В.Ю.	256

НАУКОВ ВИДАННЯ

КОМУНАЛ НЕ ГО ПОДАР ТВО МІ Т

НАУКОВО-ТЕХНІ НИ БІРНИК

єрі : Техні ні науки та архітектура . Випуск 142

Технічний редактор .М. Дроботова

Дизайн обкладинки А.О. Богославець

З електронною версією статей НТЗ «Комунальне господарство міст» можна ознайомитися на сайті збірника:
<http://khg.kname.edu.ua> та в цифровому репозиторії ХНУМ ім. О.М. Бєкетова: <http://eprints.kname.edu.ua> .

НТЗ «Комунальне господарство міст» включено до **Directory of Open Access Journals (DOAJ)** міжнародного
 мультидисциплінарного каталогу журналів відкритого доступу.

Здано до склад 03.05.2018 р.
 ормат 60 84/8
 Наклад 150 прим.
 Ціна договірна

Підписано до друку 24.05.2018р.
 Папір офсетний
 Зам.

арнітура «Times New Roman»
 Ум.-друк. арк. –
 Обл.-вид. арк. –

Адреса редакції: 61002, Харків, 2, вул. Маршала Бажанова, 17
 Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бєкетова
 Віддруковано з готових оригіналів-макетів у друкарні ОП «АЗАМА В.В.Р.»
 Свідоцтво про державну реєстрацію В02 229278 від 25.11.1998 р.
 Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
 виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції. Серія ХК 135 від 23.02.2005
 м. Харків, вул. Познанська, 6, к.84, тел. 8 (057) 362-01-52