

УДК 550.83-1029.12

© О.І. Меньшов, 2010

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
м. Київ*

ПЕРШИЙ ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ АТМОМАГНІТОМЕТРІЇ В УКРАЇНІ (НА ПРИКЛАДІ КИЇВСЬКОГО МЕГАПОЛІСУ)

Розглянуто питання щодо можливості застосування магнітних методів для вирішення задач контролю забруднення атмосфери мегаполісів. Проаналізовано стан проблеми, представлено перші рекогносціювальні матеріали досліджень на прикладі Києва.

Ключові слова: магнетизм, атмосфера, забруднення, атмомагнітометрія.

Вступ. Однією із найгостріших проблем розвитку людства є брак чистого повітря в межах індустріальних територій та місць концентрації потужних промислових підприємств. Не є новиною, що такі осередки сьогодні формуються головним чином у так званих урбанізованих зонах, мегаполісах, які часто є навіть столицями держав. Серед європейських столиць Київ впевнено виходить на позицію лідера за рівнем забруднення. Так, наприклад, за даними міжнародної рейтингової компанії *Mercer Human Consulting*, столиця України посідає 29 місце серед 215 країн за рівнем неякісного повітря та іншими показниками забруднення. Зауважимо, що поряд у рейтингу знаходяться Лагос (Нігерія) та Сана (Ємен). Москва посіла 19 місце, найбруднішою столицею визнали Баку, а найчистіше місто світу – Калгарі (Канада).

В Україні індекс забруднення атмосфери розраховує Центральна геофізична обсерваторія. Вона обробляє дані 162 стаціонарних постів з 53 міст України. Серед лідерів у нашій державі Донецьк, Маріуполь, Лисичанськ, Дніпродзержинськ. Найчистіше повітря виявилось у Тернополі, Чернігові, Житомирі, Івано-Франківську.

Матеріали та методи. На даний момент у Києві повітряний басейн контролюють 16 стаціонарних постів, які розташовані у 8 районах міста. Дані споруди є доволі громіздкими (типу кіоску) металевими об'єктами, які кожні 20 хвилин відбирають проби повітря, проганяють його через систему фільтрів для відбору важких металів та інших небезпечних речовин. Двічі на добу отримані зразки передають до лабораторії та аналізують.



а



б



в



г

Рис. 1. Обладнання для контролю якості повітря (за S. Spassov): а – загальний вигляд, б – система скловолоконних фільтрів типу *Ederol*, MG 227/1/60, в – накопичувач проб повітря типу *Digitel DHA-8*, г – автоматизована система

За кордоном принцип контролю повітря є подібним. Головна відмінність полягає у автоматизації процесу та розгалуженості системи контрольних пунктів. Інформація зі стаціонарного обладнання надходить до комп'ютерної мережі для фахового аналізування. На рис. 1 зображено обладнання, яке використовується у Швейцарії. Воно представлене системою скловолоконних

фільтрів діаметром 15 см (*Ederol*, MG 227/1/60) та збирачем повітря високого об'єму (до 720 м³ щодня) з можливістю розбраковки за розмірами частинок у зразках (*Digitel DHA-8*). Контролює процес та обробляє матеріали федеральна компанія *Swiss Federal Laboratories for Material Testing and Research*.

Результати та їх обговорення. Описані вище методи контролю забруднення повітряних басейнів мегаполісів як в Україні, так і за її межами характеризуються низкою недоліків. Перш за все, це суттєва громіздкість самих стаціонарних постів, а відтак і невисока розгалуженість мережі спостереження. По-друге, сам процес – від збору зразків до їх обробки – складає цілий технологічний комплекс із залученням суттєвих людських та матеріальних ресурсів. Власне й елементний та хімічний аналізи зразків є досить недешевими процедурами. Зрозуміло, що за таких умов іде пошук нових більш експресних технологій проведення екологічних досліджень, у тому числі й контролю за техногенним забрудненням повітря великих міст.

Останнім часом у світі все інтенсивніше залучають методи, засновані на явищі магнетизму речовини та принципах магнітометрії для розв'язання природоохоронних задач. При цьому одним із основних завдань необхідність оптимального вибору об'єкту досліджень. Мова йде про

вибір способу фіксації (накопичення) носіїв техногенного забруднення з подальшою можливістю використання їх під час магнітних вимірювань.

На даному етапі найкраще вивченим об’єктом, що є індикатором забруднення (власне накопичує шкідливі та магнітні речовини), ґрунтовий покрив, дослідженням якого займаються як закордонні педомагнітологи [1, 2, 3], так і вітчизняні фахівці [4, 5]. Важкі метали та інші небезпечні хімічні елементи потрапляючи до структури ґрунтового покриву, часто призводять до його суттєвих змін, що викликає формування міських ґрунтів – урбаноземів [6]. Фактично педосфера урбанізованих територій є дзеркалом техногенного та антропогенного навантаження на територію агломерацій. Картування ґрунтів міста за їх магнітною сприйнятливістю з метою визначення ареалів забруднення важкими металами та іншими небезпечними хімічними сполуками за кордоном поступово переходить з розряду наукової проблеми до категорії прикладних завдань виробництва. За допомогою екопедомагнітного картування досліджено значущі території Польщі, Словаччини, Чехії, Австрії, Німеччини та деяких інших країн [7]. Водночас, такі дослідження не втрачають своєї наукової актуальності, охоплюючи нові території, отже отримуючи нові наукові результати [8].

Однак існують інші об’єкти, магнітний аналіз яких може допомогти у визначенні джерел та ареалів забруднення навколишнього середовища. Йдеться про те, що шкідливі речовини найчастіше переносяться повітряними басейнами урбанізованих територій, а відтак потенційними об’єктами досліджень стають біота, поверхні та конструкції, які здатні до накопичення та фіксації відповідних небезпечних речовин.

Цікавим напрямком атмомагнетизму у даному контексті виступають магнітні дослідження листя дерев. Так у роботі [9] відзначено, що природні біомонітори – листя при шляхових дерев, найбільше накопичують свинець та залізо (небезпечні при потраплянні в легені людини речовини, які найкраще корелюють з магнітними показниками) на рівні 30 см від поверхні землі (висота малюків) та 1,5–2 м (голова дорослої людини). Потенціал вивчення магнітних властивостей листя дерев демонструється й на прикладі інших європейських міст [10]. Дослідженням магнетизму листя займаються українські фахівці. Зокрема, є перші спроби картування найбільш урбанізованих районів Києва [11].

Певні здобутки автора даної статті – магнітні дослідження снігового покриву, який виступає сезонним фіксатором атмосферного забруднення.

Повертаючись до проблеми забруднення атмосфери мегаполісів зауважимо, що актуальними видаються саме магнітометричні дослідження повітряних басейнів великих міст та мегаполісів [12, 13, 14]. Зокрема, виходячи з результатів попередників, дедуктивного аналізу, що підтверджуються практичними матеріалами, отриманими нами в межах України, існує низка шляхів забруднення міського навколишнього середовища, передовсім – шкідливі викиди промисловості, транспорту, які переносяться у повітрі. Зазначені полутанти омагнічують довкілля у межах мегаполісів і їхніх околиць. Зокрема, для Києва основним джерелом забруднення вважається автотранспорт. Його частка у загальному обсязі викидів становить 88 %. Решта припадає на стаціонарні об’єкти: ТЕЦ-5, ТЕЦ-6, Дарницька теплоцентраль, сміттєспалювальний завод “Енергія” та інші застарілі підприємства, що потребують негайної капітальної реконструкції.

Атмомагнітні дослідження на даному етапі перебувають на стадії становлення. При цьому важливим і першочерговим вбачається створення відповідної методики робіт. На першому етапі її розробки, тобто в ході дослідно-методичних атмомагнітних досліджень, важливим є використання єдиної схеми відбору зразків, їх вимірювань, обробки та інтерпретації матеріалів, оскільки ми маємо справу зі слабкомагнітним об’єктом і вимога “стерильності” та чистоти експерименту є очевидною.

На рис. 2 представлені деякі небезпечні частинки, які забруднюють навколишнє середовище (за S. Spassov) та призводять до тяжких захворювань людей, особливо дітей, проникаючи через повітря в організм.

Атмосферні частинки розміром менше за 10 мкм (так звані РМ-частинки) під час дихання проникають до легенів і викликають запальні процеси на клітинному рівні [15]. При цьому такі важкі метали, як залізо, мідь, нікель, ванадій накопичуються біологічним чином [16].

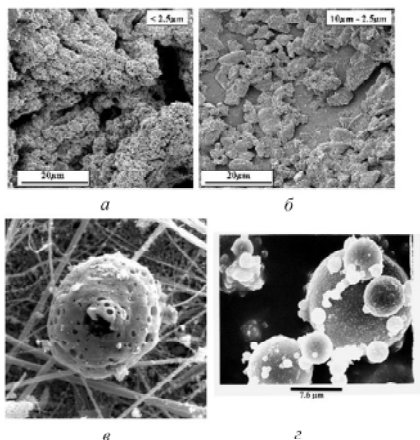


Рис. 2. Частинки – забруднювачі повітря (за S. Spassov): а – автомобільні вихлопи, б – зерна мінералів та біогенні частинки, в – збільшення у 1000 разів, з – летка зола

Фізично процес використання магнітних методів для характеристики атмомагнітного забруднення полягає в тому, що важкі метали відзначаються певним притягуванням до оксидів заліза (носії магнетизму) [17]. Вони ніби приклеюються до поверхні феромагнетиків, а часто і потрапляють до структури їх кристалічної решітки.

Рекогносціювальні матеріали магнітометричних досліджень екологічного забруднення повітряного басейну міста Києва з використанням спеціальних пасток оригінальної розробки, що отримані нами на даному етапі, вказують на залежність величини магнітної сприйнятливості від приналежності досліджуваного магнітного матеріалу до того чи іншого району міста Києва, ступеня техногенного навантаження на конкретну територію, специфіки повітряного басейну, географічної орієнтації, висоти над поверхнею Землі тощо. Отже, із накопиченням фактичного матеріалу найближчим часом виникне можливість картування урбанізованих територій за забрудненням повітряних басейнів на основі магнітних методів.

Висновки. За результатами атмомагнітних досліджень закордонних фахівців та аналізу власних рекогносціювальних матеріалів відмітимо, що існує взаємозв’язок між магнітними показниками та концентрацією різних полутантів (у тому числі важких металів) у повітрі. Атмомагнітометрія є більш експресним та дешевим методом контролю забруднення повітряних басейнів мегаполісів порівняно із використанням класичних схем. Перші результати вивчення магнітної сприйнятливості атмосферних проб деяких районів Києва вказують на залежність магнітної величини від географічної орієнтації точок спостережень, їх висотою над рівнем земної поверхні, техногенним навантаженням на досліджувані площі.

1. *Heller F., Strzyszcz Z., Magiera T.* Magnetic record of industrial pollution in forest soils of Upper Silesia, Poland // J. of geophys. research. – **103**. – 1998. – P. 17767–17774.
2. *Kapicka A., Petrovsky E., Fialova H. et al.* High resolution mapping of antropogenic pollution in the Giant Mauntains National Park using soil magnetometry // Studia geophysica at geodaetica. – 2008. – № 52. – P. 271–284.
3. *Hoffmann V., Knab M., Appel E.* Magnetic susceptibility mapping of roadside pollution // J. Geochem. Expl. – 1999. – № 66. – P. 313–326.
4. *Menshov A., Sukhorada A.* Pedomagnetic investigations of the main Ukrainian megapolises // Contributions to Geophysics and Geodesy “Paleo, Rock and Environmental Magnetism” – 11th Castle Meeting. – **38**. – 2008. – P. 82–84.
5. *Jeleńska M., Hasso-Agopsowicz A., Kopcewicz B. et. al.* Magnetic properties of the profiles of polluted and non-polluted soils. A case study from Ukraine // Geophys. J. Int. – 2004. – № 158. – P. 1–13.

6. *Почва, город, экология* / [под общей ред. акад. РАН Г.В. Добровольского]. – М.: Фонд “За экономическую грамотность”, 1997. – 320 с.
7. *Shilton V.F., Booth C.A., Smith J.P. et. al.* Magnetic properties of urban street dust and their relationship with organic matter content in the West Midlands, UK // *Atmospheric Environment*. – 2005. – № 39, Is. 20. – P. 3651–3659.
8. *Canbay M., Aydin A., Kurtulus C.* Magnetic susceptibility and heavy metal contamination in topsoils along the Izmit Gulf coastal area and IZAYTAS (Turkey) // *J. of Applied Geophysics*. – 2009.
9. *Maher B.A., Moore C., Matzka J.* Spatial variation in vehicle-derived metal pollution identified by magnetic and elemental analysis of roadside tree leaves // *Atmospheric Environment*. – 2008. – № 42, Is. 2. – P. 364–373.
10. *Hannam J., Heller F.* Magnetic investigations of roadside leaves in Zurich, Switzerland // *MAGazine Newsletter*. – 2001. – № 4.
11. *Бондар К.М., Віришко І.В., Стахів І.Р., Слободяник І.В.* Магнітна сприйнятливість ґрунтів і рослинності як критерій оцінки екологічних умов міста Києва // *Матеріали IX Міжнар. наук. конф. “Моніторинг геологічних процесів”* – К., 2009. – С. 189–190.
12. *Spassov S., Egli R., Heller F. et. al.* Magnetic quantification of urban pollution sources in atmospheric particulate matter // *Geoph. J. Int.* – **159**. – 2004. – P. 555–564.
13. *Hunt A., Jones J., Oldfield F.* Magnetic measurements and heavy metals in atmospheric particulates of anthropogenic origin // *Sci. Total Environ.* – 1984. – **33**. – P. 129–139.
14. *Muxworthy A.R., Matzka J., Davila A.F., Petersen N.* Magnetic signature of daily sampled urban atmospheric particles // *Atmos. Environ.* – 2003. – **37**. – P. 4163–4169.
15. *Dreher K.L., Richhard H.J., Lehmann J.R. et. al.* Soluble transition metals mediate residual oil fly ash induced acute lung injury // *J. Toxicol. Environ. Health*. – 1997. – **50**. – P. 285–305.
16. *Diabate S., Mulhopt S., Paur H.-R. et. al.* In vitro effects of incinerator fly ash on pulmonary macrophages and epithelial cells // *Int. J. Hyg. Environ. Health*. – 2002. – **204**. – P. 323–326.
17. *Cornell R.M., Schewertmann U.* The Iron Oxides VCH // Weinheim. – 1996.

Первый опыт использования атмомагнитометрии в Украине (на примере Киевского мегаполиса) А.И. Меньшов

РЕЗЮМЕ. Рассмотрены вопросы о возможности использования магнитных методов для решения задач контроля загрязнения атмосферы мегаполисов. Проанализировано состояние проблемы, представлены первые рекогносцировочные материалы исследований на примере Киева.

Ключевые слова: магнетизм, атмосфера, загрязнение, атмомагнитометрия.

The first experience of application of atmomagnetometry in Ukraine (on an example of Kyiv megapolis) O.I. Menshov

SUMMARY. The questions about the possibility of attracting magnetic methods for control of air pollution of cities are considered. The state of the problem is analyzed, the first reconnaissance research materials on the example of Kyiv are presented.

Keywords: magnetism, atmosphere, pollution, atmomagnetometry.