

УДК 556.114.6 (571.15)

Шерстюк Н.П.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ВПЛИВ ГІРНИЧО-ВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ КРИВОРІЖЖЯ НА МІГРАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ВОДІ РІЧОК САКСАГАНЬ ТА ІНГУЛЕЦЬ

Ключові слова: *гірничо-видобувна промисловість, коефіцієнт водної міграції, мікроелементи, ряди міграції.*

Вступ. З початку промислового освоєння залізородних родовищ, з кінця ХІХ ст., у Криворіжжі суттєво змінилися характер та інтенсивність надходження в гідросферу хімічних елементів, що обумовлено техногенним переміщенням великих мас гірських порід з їхнім наступним перерозподілом у відвалах, гідровідвалах і хвостосховищах, водовідливом з кар'єрів і шахт, скидами виробничих стічних вод збагачувальних фабрик і хвостосховищ, поверхневим зливом з території гірничих відвалів і т.п.

Промисловий комплекс Криворіжжя на початок ХХІ ст. видобуває щорічно до 190 млн. т сирової залізної руди і переробляє її в 70 млн. т товарної продукції. Зараз тут діють 9 шахт, 4 гірничо-збагачувальних комбінати, що ведуть видобуток руди на 9 кар'єрах. Усього з початку промислового освоєння надр Кривбасу видобуто 5,5 млрд. т залізородної сировини. Всі розвідані запаси залістистих кварцитів становлять 21,8 млрд. тонн, а прогнозні ресурси оцінюються більш ніж у 19 млрд. тонн [1].

Видобуток залізної руди супроводжується постійним відкачуванням підземних вод з кар'єрів та шахт, щорічно відкачується близько 50 млн. м³ високомінералізованих вод (12,0 – 30,0 г/дм³), до складу яких входять важкі метали й інші забруднюючі речовини.

Відповідно до умов експлуатації шахт та кар'єрів високомінералізовані шахтні води накопичуються у хвостосховищах, ставках-накопичувачах і у холодну пору року скидаються у рр. Інгулець та Саксагань згідно з регламентом [2].

Зараз в Інгулець скидається приблизно 0,20 км³ шахтних вод Північного гірничо-збагачувального комбінату (ПівнГЗК), 0,15 км³ з Інгулецького ГЗК, ставка-накопичувача балки Свистунова та стічних вод з очисних споруд міста.

Однак, окрім регламентних скидів, які впливають на хімічний склад води у річках, іноді відбуваються аварійні скиди. Так, 9 червня 2015 р. відбувся аварійний скид шахтних вод шахти «Батьківщина» у р. Саксагань через переповнення відстійників.

Питання про геохімічну рухливість хімічних елементів в умовах зони гіпергенезу найбільш повно розробив О.І. Перельман [3], який дослідив основні фактори рухливості, оцінив інтенсивність водної міграції, запропонував методи її визначення, установив різноманітність міграції в різних геохімічних умовах, розробив гідрохімічну класифікацію елементів, визначив класи водної міграції, класифікував геохімічні бар'єри й т.д.

Однак виявлення закономірностей міграції елементів у воді водних об'єктів певних регіонів на теперішній час не розроблене, а саме, не дослідженні міграційні властивості мікроелементів у річках районів гірничодобувної промисловості (Інгульця та Саксагані).

Вихідні передумови. Вихідними даними для проведення даного дослідження є результати гідрохімічних спостережень, які виконуються як на державному (Гідрометцентр України), так і на локальному рівнях (екологічні служби областей, міст, окремих підприємств). Виявлення особливостей міграції мікроелементів у таких установах не проводяться, частіше за усе виконується аналіз перевищення вмісту певного елемента його граничнодопустимим концентраціям (ГДК).

Проблема міграції мікроелементів у поверхневих водах, особливо в районах найбільш техногенно забруднених, а саме гірничодобувних, складна й маловивчена. На природні гідролого-гідрохімічні особливості водного об'єкта в цьому випадку впливають зміни в геохімії усього ландшафту [1].

Попередніми дослідженнями вивчено особливості міграцій головних іонів у воді водних об'єктів на території Північного гірничо-збагачувального комбінату (Криворіжжя) та виявлено, що міграційні властивості хлорид- і сульфат-іонів, іонів натрію завищені, а іонів кальцію – занижені [4].

Коефіцієнт водної міграції – універсальний показник, який можна застосовувати для оцінки міграційних властивостей будь-яких елементів та виявлення не тільки певних закономірностей формування мікроелементного складу поверхневих вод, а й оцінки їх забруднення.

Формулювання цілей статті, постановка завдання. Мета дослідження – аналіз особливостей міграційних властивостей заліза, міді, цинку, хрому, мангану, свинцю, нікелю, кобальту, кадмію у воді річок Інгулець та Саксагань. Для цього було застосовано методи геохімії ландшафту [3].

Виклад основного матеріалу дослідження. Річка Інгулець та Саксагань на даний час є достатньо вивченими та описані у монографіях [1,5]. Ці річки протікають по Криворіжжю – території активного видобутку та збагачення залізної руди, їх гідролого-гідрохімічний режим суттєво змінений у результаті будівництва водосховищ (Макортівського та Кресівського – на Саксагані, Карачунівського – на Інгульці), скиданням високомінералізованих шахтних вод.

Інгулець у верхній течії протікає по Кіровоградській області й має певне техногенне навантаження. Протягом 15 км течії річки по Кривому Розі у неї потрапляють води Саксагані, промислові стічні води металургійного, коксохімічного й гірничо-цементного комбінатів, а також двох ГЗК – Південного й Новокриворізького.

Верхній досліджуваний відрізок річки зрегульований дамбами Карачунівського та Іскрівського водосховищ. Через забруднення річкових вод промисловими стоками для водозабезпечення Кривбасу побудовано канал Дніпро – Інгулець, який бере свій початок у районі Кременчука.

На теперішній час щорічний середній обсяг стоку Інгульця біля верхів'я (у передмісті Кривого Рогу до впадіння в нього Саксагані) становить приблизно 0,24 км³. Причому це в основному вода з Дніпра, яку подають каналом Дніпро – Інгулець із Кременчуцького водосховища.

Відповідно до розпорядження Кабміну було дозволено скидання надлишку промислових шахтних вод зі ставка-накопичувача Криворізького басейну в Інгулець із 1 листопада 2014 р. по 1 березня 2015 р. У 2014 р. було скинуто в річку із ставка-накопичувача в балці Свистунова 12,7 млн м³ води з

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.3(38)

мініралізацією до 38 г/дм³. Після скидання шахтних вод з березня починається промивка Інгульця водою з Карачунівського водосховища, яке поповнюється водою з каналу Дніпро – Інгулець через Іскрівське водосховище. Цей захід триває до середини серпня.

Саксагань – річка в південно-східній частині Придніпровської височини, ліва притока Інгульця, типова степова маловодна річка з широкою плоскою правобережною долиною і високим лівим схилом. Швидкість течії незначна. Природний режим річки сильно змінений регулювальним впливом дамб, скиданням шахтних і промислових вод, а також відбиранням води для технічних потреб. Найбільші витрати води Саксагані досягають 240 м³/с. Стік річки регулюють Макортівське і Кресівське водосховища, розташовані відповідно вище і нижче району ПівнГЗКа. Реалізовано проект щодо зміни русла Саксагані: побудовано відвідний тунель довжиною понад 5300 м від Дзержинського водосховища до Інгульця. У районі тунелю рух води в річці утруднений, має дуже низьку швидкість.

У 2013 р. у Саксагань та Інгулець скинуто 17,5 млн м³ стічних вод, у тому числі шахтних, без очищення [6].

Очищення шахтних вод – актуальна екологічна проблема, яку сьогодні не вирішують через відсутність економічно вигідних способів очищення. У шахтних водах виявлено стронцій, манган, титан, мідь, срібло, нікель, хром, свинець, кобальт [7].

Аналіз вмісту важких металів (заліза, міді, цинку, хрому, мангану, свинцю, нікелю, кобальту, кадмію) здійснено за результатами гідрохімічних спостережень Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за чотирма пунктами спостережень на Саксагані та п'ятьма – на Інгульці (рис. 1). Спостереження проводили з 2006 по 2014 р. один раз на рік.

Один із найвідоміших методів визначення рухливості хімічних елементів, запропонованих О.І.Перельманом, – коефіцієнт водної міграції K_x , який розраховують за формулою [3]

$$K_x = \frac{m_x \cdot 100}{a \cdot n_x},$$

де m_x – вміст елемента X у воді, мг/дм³; n_x – вміст X у породах, %; a – мініралізація (сухий залишок), мг/дм³.

Часто замість вмісту елемента в підстільних породах застосовують кларк елемента в літосфері. Така заміна дозволяє оцінити положення елемента в рядах міграції.

Коефіцієнт водної міграції за О.І. Перельманом характеризує умовну швидкість виносу хімічних елементів відносно їх кларкового вмісту в гірських породах.

Чим вище K_x , тим інтенсивніше елемент виводиться з порід, і тим вища його водна міграція в розчині. Даний коефіцієнт дозволяє порівнювати інтенсивність міграції хімічних елементів, що мають досить різні кларки. У разі виносу з породи певної кількості іона хлору одночасно виноситься еквівалентна кількість іона натрію (або іншого катіона – кальцію, магнію). Однак на міграційну здатність натрію це майже не впливає, тому що кларк натрію становить 2,5 %, хлору – $1,7 \cdot 10^{-2}$ %. Проте О.І. Перельман обмежує застосування даного коефіцієнта для підземних вод і пропонує послуговуватися ним для оцінки водної міграції елементів у ландшафті, а саме в поверхневих водах.

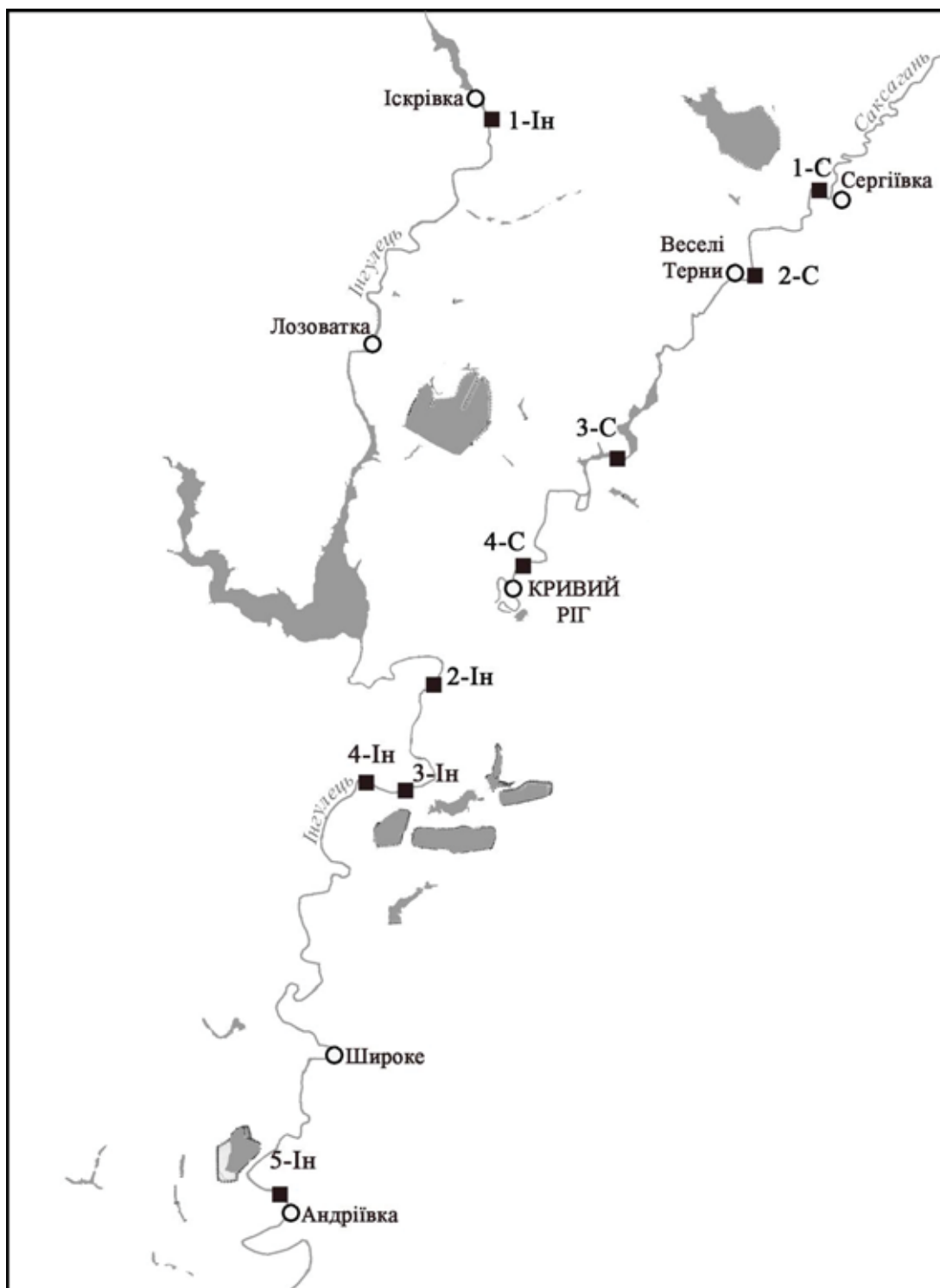


Рис. 1. Картосхема розташування водних об'єктів і пунктів спостереження в районі Криворізького залізорудного басейну.

Умовні позначення: 1-Ін – с. Іскрівка, у межах населеного пункту (н.п.), 200 м нижче греблі Іскрівського вдсх; 2-Ін – у межах Кривого Рогу, 500 м нижче впадіння Саксагані; 3-Ін – у межах міста, вище скидань по б. Грушовата; 4-Ін – у межах міста, нижче скидань по б. Грушовата; 5-Ін – с. Андріївка, у межах н.п.; 1-С – с. Сергіївка, в межах н.п.; 2-С – с. Веселі Терни, у межах н.п.; 3-С – Кривий Ріг, у межах міста нижче греблі Кресівського вдсх; 4-С – у межах міста, 5 км вище впадіння в Інгулець

Крім того, досліджувані елементи важливі для біоти. Відповідно до класифікації О.І. Перельмана цинк належить до групи елементів, які суттєво накопичує біота. Манган, мідь, нікель, кобальт, кадмій слабо накопичує та середньо захоплює; залізо слабо захоплює, а хром надзвичайно слабо захоплює біота.

При дослідженні міграційних властивостей мікроелементів необхідно звернути увагу на такі важливі геоекологічні закони [1]:

- Закон рівнозначності умов життя, тобто усі названі мікроелементи відіграють важливу роль в обміні речовин живих організмів, є необхідними для їх правильного розвитку та життєдіяльності;
- Закон толерантності, тобто фактором, що лімітує розвиток системи може бути як мінімум, так і максимум вмісту певного мікроелементу.

Міграційні властивості мікроелементів у воді річок Інгулець та Саксагань оцінені за коефіцієнтом водної міграції для заліза, міді, цинку, хрому, мангану, свинцю, нікелю, кобальту, кадмію (табл.1). Також для порівняння та оцінки впливу гірничо-видобувної промисловості на міграційні властивості мікроелементів у табл. 1 наводяться коефіцієнти водної міграції у Дніпрі за пунктом спостереження у м. Верхньодніпровськ, на 1 км нижче населеного пункту.

Для всіх елементів їх коефіцієнт більший у воді Інгульця, ніж у воді Саксагані (за середніми значеннями). При цьому по Інгульцю K_x суттєво зменшується за течією в результаті збільшення мінералізації води в річці, що, у свою чергу, безпосередньо пов'язано зі скиданням в Інгулець високомінералізованих шахтних вод [1]. При цьому слід зазначити, що така закономірність не зберігається для хрому, свинцю, нікелю, кобальту та кадмію. Отже, можна вважати, що дані елементи потрапляють в Інгулець з об'єктів гірничодобувної промисловості (надходження елементів у повітря, ґрунти та ґрунтові води).

Стосовно Саксагані спостерігається зворотна ситуація, коли K_x помітно збільшується за течією для міді, цинку, хрому, нікелю, кобальту, тобто із віддаленням від Північного ГЗК (пункт спостереження – 1-С).

У воді Саксагані зменшуються міграційні властивості цинку (0,11 – Інгулець; 0,04 – Саксагань) та свинцю (0,32 – Інгулець; 0,17 – Саксагань) відповідно у 2,5 і 2 рази.

У воді Дніпра міграційні властивості усіх мікроелементів значно вище, ніж Інгульця та Саксагані.

Ряди міграції за пунктами спостережень Інгульця, Саксагані та Дніпра наведені у табл. 2.

Порівняння середніх багаторічних значень коефіцієнтів міграції мікроелементів у воді річок Інгульця, Саксагані та Дніпра дозволяють виявити такі ознаки впливу гірничо-видобувної промисловості:

- збільшуються міграційні властивості хрому та нікелю у воді Саксагані та нижній течії Інгульця порівнянно з ділянкою Інгульця, яка знаходиться під впливом дніпровської води з каналу Дніпро – Інгулець (пп. 1-Ін, 2-Ін). Така ситуація повністю співпадає зі схемою скидів виробничих стічних вод наведених у [1];

- відносно високі коефіцієнти водної міграції кобальту у воді Інгульця та Саксагані порівняно з Дніпром вказують на регіональні геохімічні особливості, що може бути пов'язано з його надходженням в результаті впливу інших видів господарської діяльності або бути природним фоном, що потребує подальших досліджень.

Таблиця 1. Значення коефіцієнтів водної міграції мікроелементів у воді річок Інгулець та Саксагань (2006 – 2014)

| № на картосхемі | Коефіцієнт водної міграції | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|
| | Fe | Cu | Zn | Cr | Mn | Pb | Ni | Co | Cd | |
| р. Інгулець | | | | | | | | | | |
| 1-Ін | <u>0,0041...0,0005</u> 0,0024 | <u>1,29...1,06</u> 1,18 | <u>0,23...0,19</u> 0,21 | <u>0,2...0,013</u> 0,05 | <u>0,086...0,033</u> 0,046 | <u>0,63...0,42</u> 0,53 | <u>0,47...0,21</u> 0,43 | <u>0,86...0,25</u> 0,63 | <u>0,033...0,009</u> 0,0023 | |
| 2-Ін | <u>0,0036...0,0008</u> 0,023 | <u>1,81...0,79</u> 1,12 | <u>0,17...0,09</u> 0,12 | <u>0,2...0,019</u> 0,1 | <u>0,061...0,022</u> 0,038 | <u>1,3...0,31</u> 0,68 | <u>0,82...0,27</u> 0,47 | <u>1,39...0,27</u> 0,74 | <u>0,42...0,077</u> 0,19 | |
| 3-Ін | <u>0,0022...0,0004</u> 0,0014 | <u>1,09...0,34</u> 0,7 | <u>0,12...0,07</u> 0,08 | <u>0,16...0,07</u> 0,08 | <u>0,031...0,017</u> 0,022 | <u>0,31...0,16</u> 0,24 | <u>0,56...0,17</u> 0,39 | <u>0,81...0,19</u> 0,54 | <u>0,33...0,046</u> 0,15 | |
| 4-Ін | <u>0,0022...0,0004</u> 0,0013 | <u>1,0...0,36</u> 0,49 | <u>0,08...0,044</u> 0,055 | <u>0,11...0,06</u> 0,07 | <u>0,024...0,012</u> 0,016 | <u>0,21...0,13</u> 0,16 | <u>0,35...0,11</u> 0,25 | <u>0,54...0,11</u> 0,39 | <u>0,24...0,041</u> 0,11 | |
| 5-Ін | <u>0,0021...0,0004</u> 0,0014 | <u>1,16...0,23</u> 0,45 | <u>0,092...0,044</u> 0,061 | <u>0,076...0,052</u> 0,064 | <u>0,022...0,011</u> 0,014 | <u>0,23...0,1</u> 0,18 | <u>0,32...0,11</u> 0,26 | <u>0,48...0,13</u> 0,29 | <u>0,19...0,044</u> 0,096 | |
| р. Саксагань | | | | | | | | | | |
| 1-С | <u>0,0042...0,0006</u> 0,0013 | <u>0,54...0,16</u> 0,37 | <u>0,044...0,028</u> 0,039 | <u>0,096...0,052</u> 0,067 | <u>0,026...0,016</u> 0,019 | <u>0,25...0,08</u> 0,15 | <u>0,26...0,14</u> 0,18 | <u>0,39...0,07</u> 0,21 | <u>0,15...0,054</u> 0,11 | |
| 2-С | <u>0,0016...0,0005</u> 0,0009 | <u>0,59...0,18</u> 0,37 | <u>0,06...0,024</u> 0,041 | <u>0,11...0,04</u> 0,071 | <u>0,028...0,017</u> 0,022 | <u>0,27...0,1</u> 0,16 | <u>0,26...0,14</u> 0,17 | <u>0,39...0,07</u> 0,21 | <u>0,15...0,051</u> 0,11 | |
| 3-С | <u>0,0032...0,0009</u> 0,0013 | <u>0,52...0,25</u> 0,48 | <u>0,052...0,028</u> 0,043 | <u>0,076...0,04</u> 0,062 | <u>0,025...0,017</u> 0,019 | <u>0,25...0,1</u> 0,19 | <u>0,39...0,11</u> 0,25 | <u>0,48...0,13</u> 0,29 | <u>0,17...0,051</u> 0,12 | |
| 4-С | <u>0,0028...0,0003</u> 0,0012 | <u>0,82...0,16</u> 0,51 | <u>0,052...0,036</u> 0,044 | <u>0,088...0,056</u> 0,074 | <u>0,023...0,017</u> 0,020 | <u>0,29...0,13</u> 0,19 | <u>0,39...0,13</u> 0,24 | <u>0,48...0,13</u> 0,32 | <u>0,15...0,061</u> 0,12 | |
| р. Дніпро | | | | | | | | | | |
| м. Верхньо-Дніпровськ, 1 кмвишен.п. | <u>0,0123...0,0061</u> 0,0091 | <u>4,86...2,14</u> 3,97 | <u>0,482...0,26</u> 0,39 | <u>0,34...0,14</u> 0,27 | <u>0,11...0,07</u> 0,08 | <u>1,07...0,71</u> 0,87 | <u>1,38...0,64</u> 1,02 | <u>0,95...0,64</u> 0,68 | <u>0,92...0,24</u> 0,51 | |

* У чисельнику: максимальне та мінімальне значення; у знаменнику – середнє.

Таблиця 2. Ряди міграції мікроелементів у воді рр. Інгулець, Саксагань, Дніпро за середніми багаторічними значеннями

| Пункт спостереження | Ряди міграції |
|---|--|
| р. Інгулець | |
| 1-Ін | Fe<Mn<Cr<Zn<Cd<Ni<Pb<Co<Cu |
| 2-Ін | Fe<Mn<Cr<Zn<Cd<Ni<Pb<Co<Cu |
| 3-Ін | Fe<Mn< Zn<Cr<Cd<Pb<Ni<Co<Cu |
| 4-Ін | Fe<Mn< Zn<Cr<Cd<Pb<Ni<Co<Cu |
| 5-Ін | Fe<Mn< Zn<Cr<Cd<Pb<Ni<Co<Cu |
| р. Саксагань | |
| 1-С | Fe<Mn<Zn<Cr<Cd<Pb<Ni<Co<Cu |
| 2-С | Fe<Mn<Zn<Cr<Cd<Pb<Ni<Co<Cu |
| 3-С | Fe<Mn<Zn<Cr<Cd<Pb<Ni<Co<Cu |
| 4-С | Fe<Mn<Zn<Cr<Cd<Pb<Ni<Co<Cu |
| р. Дніпро | |
| м. Верхньодніпровськ, 1 км вище н.п. | Fe<Mn<Cr<Zn<Cd<Co<Pb<Ni<Cu |

Аналіз відповідності міграційних властивостей мікроелементів за рядами міграції проведений із застосуванням даних табл. 3 [8].

Таблиця 3 Ряди міграції елементів у кисневих водах біосфери за О.І. Перельманом та Н.С. Касимовим

| Ряд міграції | Інтенсивність міграції | Діапазон зміни коефіцієнта водної міграції (K_x) | Хімічні елементи |
|--------------|------------------------|--|--|
| I | Дуже сильна | $n \cdot 10 - n \cdot 100$ | S, Cl, B, Br, J |
| II | Сильна | $n - n \cdot 10$ | Ca, Mg, Na, F, Sr, Zn, U, Mo, Se, Au |
| III | Середня | $0,1 \cdot n - n$ | Si, K, Mn, P, Ba, Rb, Ni, Cu, Li, Co, Cs, As, Tl, Ra |
| IV | Слабка та дуже слабка | $0,01 \cdot n$ та менше | Al, Fe, Ti, Zr, Th та ін. |

Порівнявши одержані коефіцієнти водної міграції з рядами міграції (табл. 3), можна виявити невідповідності в міграційних властивостях цинку та мангану. Цинк належить до елементів, що мають сильну міграцію у водах біосфери. Його K_x знаходиться в межах від 1 до 99, максимальне значення у досліджуваних водних об'єктах зафіксовано у воді Інгульця – 0,23, Дніпра – 0,48. Манган відносять до елементів, які мають середні міграційні властивості. Коефіцієнт міграції змінюється від 0,1 до 9, максимальне значення K_x виявлено у воді Інгульця – 0,086, Дніпра – 0,1. Таким чином, у ландшафтах басейнів Інгульця та Саксагані спостерігається суттєвий дефіцит цинку й мангану, що може негативно вплинути на розвиток біоти.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.3(38)

Висновки. Оцінивши міграційні властивості заліза, міді, цинку, хрому, мангану, свинцю, нікелю, кобальту, кадмію у воді Інгульця та Саксагані, ми можемо зробити такі висновки:

- коефіцієнти водної міграції всіх компонентів мають більші значення у воді Інгульця, ніж у воді Саксагані;
- збільшення мінералізації води в річках в результаті скидання шахтних вод зменшує міграційні властивості компонентів;
- складено ряди міграції мікроелементів для досліджуваних річок, проаналізовані їх особливості;
- виявлено дефіцит цинку та мангану у воді даних водних об'єктів (цей факт слід враховувати під час складання медико-гігієнічних рекомендацій);
- коефіцієнт водної міграції – важливий інструмент дослідження водного об'єкта як елемента ландшафту.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на розрахунок коефіцієнтів водної міграції мікроелементів по інших річках України з метою виявлення регіональних гідрохімічних особливостей або забруднення води річок.

Список літератури

1. *Шерстюк Н.П.* Особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об'єктах : Монографія / Н.П. Шерстюк, В.К. Хільчевський. – Дніпропетровськ: ТОВ «Акцент ПП», 2012. – 263 с. 2. *Шерстюк Н.П.* Вплив промивки р.Інгулець на перебіг гідрохімічних процесів та встановлення рівноваг / Н.П. Шерстюк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Вип. 2(33). – С.28-36. 3. *Перельман А.И.* Геохимия ландшафта. / А.И. Перельман - М.: Высшая школа, 1966. - 387 с. 4. *Шерстюк Н.П.* Вплив гірничо-збагачувальної промисловості на міграційні властивості головних іонів у поверхневих водах / Н.П. Шерстюк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Вип. 4(21). – С.92 – 105. 5. *Хільчевський В. К.* Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу : Монографія / В.К. Хільчевський, Р.Л. Кравчинський, О.В. Чунарьов. – К.: Ніка-центр, 2012. – 180 с. 6. *Регіональна доповідь* про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2013, 2014 рр. / под ред. Р.О. Стрилець. – Дніпропетровськ: Монолит, 2014. – 352 с. 7. *Тяпкин О.К.* Некоторые аспекты улучшения геоэкологической обстановки Криворожского региона (Центральная Украина / О.К. Тяпкин, Н.С. Остапенко, И.Н. Подрезенко, Л.В. Бондаренко и др. // Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от Обручева В. А., Усова М. А., Урванцева Н. Н. до наших дней : Материалы Всероссийского форума с международным участием, посвященного 150-летию академика Обручева В. А., 130-летию академика Усова М. А. и 120-летию профессора Урванцева Н. Н., 24-27 сентября 2013 г., г. Томск / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . – Томск. : Изд-во ТПУ , 2013 . – С. 577-581. 8. *Перельман А.И.* Геохимия ландшафтов / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М.:МГУ, 1999. – 612 с.

Вплив гірничо-видобувної промисловості Криворіжжя на міграційні властивості мікроелементів у воді річок Інгулець та Саксагань

Шерстюк Н.П.

Оцінено міграційні властивості заліза, міді, цинку, хрому, мангану, свинцю, нікелю, кобальту, кадмію у воді річок Інгулець та Саксагань. На основі розрахованих коефіцієнтів водної міграції складено ряди міграції мікроелементів. Порівняння розрахованих коефіцієнтів міграції з рядями міграції О.І. Перельмана дозволило виявити дефіцит цинку та мангану у воді річок.

Ключові слова: гірничо-видобувна промисловість, коефіцієнт водної міграції, мікроелементи, ряди міграції.

Влияние горнодобывающей промышленности Криворожья на миграционные свойства микроэлементов в воде рек Ингулец и Саксагань

Шерстюк Н.П.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.3(38)

Оценены миграционные свойства железа, меди, цинка, хрома, марганца, свинца, никеля, кобальта, кадмия в воде рек Ингулец и Саксагань. На основе рассчитанных коэффициентов водной миграции составлены ряды миграции микроэлементов. Сравнение рассчитанных коэффициентов миграции с рядами миграции А.И. Перельмана позволило выявить дефицит цинка и марганца в воде рек.

Ключевые слова: горно-добывающая промышленность, коэффициент водной миграции, микроэлементы, ряды миграции.

The impact of mining industry Kryvorizhzhya migratory properties of microelements in the water of the rivers Ingulets and Saksagan

Sherstyuk N.P.

Reviewed migration properties of iron, copper, zinc, chromium, manganese, lead, nickel, cobalt, cadmium in the water of the rivers Ingulets and Saksagan. Based on the calculated ratios water migration numbers drawn migration microelements. Comparison of the calculated ratios migration migration series A.. Perelman revealed deficiency of zinc and manganese in the water of the rivers.

Keywords: mining and mining, water migration factor, trace elements, rows migration.

Надійшла до редколегії 02.09.2015