

Оцінка рівнів та мінералізації води Куяльницького лиману при його поповненні водами Чорного моря

Гриб О.М.

В статті розглядається можливий водно-сольовий режим Куяльницького лиману при його поповненні водами Чорного моря.

Ключові слова: Куяльник, рівні, мінералізація, Чорне море

Оценка уровней и минерализации воды Куяльницкого лимана при его пополнении водами Чёрного моря

Гриб О.Н.

В статье рассматривается возможный водно-солевой режим Куяльницкого лимана при его пополнении водами Чёрного моря.

Ключевые слова: Куяльник, уровни, минерализация, Чёрное море

The evaluation of levels and water mineralization of the Kuyal'nickiy liman when its replenishment waters of Black Sea

Grib O.M.

The paper discusses the water-salt model of Kuyal'nickiy liman under conditions of it's replenishing by of Black Sea water.

Keywords: liman Kuyal'nik, levels, salinity, Black Sea.

Надійшла до редколегії 19.01.2015

УДК 556.01

Шерстюк Н.П., Сердюк С. М.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ВОДІ РІЧОК ІНГУЛЕЦЬ ТА САКСАГАНЬ

Ключові слова: важкі метали, клас якості води, шахтні води, міграційні властивості важких металів

Вступ. До початку ХХ ст. панувала думка про невичерпність та самовідновлюваність запасів прісної води, що урешті-решт призвело до значної деградації як світових, так і вітчизняних водних ресурсів, їх дефіциту, виснаженню і погіршенню якості [1]. Однією з гострих екологічних проблем, що стосуються гідросфери, стає забруднення басейнів малих річок, які через незначні площі водозборів є найбільш вразливими до впливу техногенезу [2]. Особливо небезпечними за впливом на екологічну систему водних об'єктів є важкі метали (ВМ), які належать до класу консервативних забруднюючих речовин, що не використовуються та не розкладаються при міграції по трофічних ланцюгах гідроекосистем, мають мутагенну та токсичну дію, їх надлишок знижує інтенсивність проходження біохімічних процесів у водних об'єктах. Вони є забруднювачами водойм зростаючого значення, що зумовлено стійкістю у навколишньому середовищі і високою біологічною активністю [3]. Регіональне забруднення малих річок ВМ обумовлює погіршення якості води в середніх і великих річках та створює серйозну небезпеку для здоров'я населення в багатьох регіонах України, збільшуючи ризик впливу на організм людини канцерогенних та мутагенних факторів [4].

Вихідні передумови. На даний час накопичена значна кількість інформації щодо знаходження у воді водних об'єктів ВМ (заліза, міді, цинку, хрому, мангану, свинцю, нікелю, кобальту, кадмію). Моніторингові дослідження проводяться як на державному (Гідрометеоцентр України) та і на локальному рівнях (екологічні

служби областей, міст, окремих підприємств). Більшість висновків, що робляться при аналізі даних гідрохімічних спостережень, дозволяють оцінити основні тенденції у зміні загальної кількості певних елементів або перевищення їх вмісту у порівнянні із ГДК (гранично-допустимі концентрації). Окремі публікації [3,5] висвітлюють можливість ВМ, як і будь-яких інших компонентів природних вод, брати участь у гідрохімічних процесах (сорбція, комплексоутворення, осадження та інші).

Складною та мало вивченою є проблема форм знаходження та особливості міграції ВМ у поверхневих водах, особливо у районах найбільш уражених техногенезом, а саме гірничо-видобувних. На природні особливості гідролого-гідрохімічного водного об'єкту у цьому випадку накладаються зміни геохімії усього ландшафту [6].

Формулювання цілей статті, постановка завдання. Метою дослідження є виявлення закономірностей у накопиченні заліза, міді, цинку, хрому, мангану, свинцю, нікелю, кобальту, кадмію у воді річок Інгулець та Саксагань. Для досягнення поставленої мети використовувалися методи хімічної термодинаміки та математичної статистики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасні гідрохімічні дослідження частіше за все присвячуються аналізу, оцінці та прогнозуванню процесів формування хімічного складу вод. Цьому сприяє формулювання методологічного підходу до характеру зв'язку фізичних, хімічних, гідробіологічних процесів при формуванні хімічного складу поверхневих вод. Воно сформульоване наступним чином: у гідрохімії всі процеси визначаються кількісними законами точних наук, а зовнішнє природне середовище (фізико-географічні, ґрунтово-кліматичні, геоморфологічні умови) визначає граничні умови перебігу цих процесів [3]. До цього формулювання доцільно зараз включити, як граничні умови перебігу гідрохімічних процесів, не тільки «природне середовище», а й потужний техногенний чинник.

Водні об'єкти, що досліджуються (рр. Інгулець та Саксагань), досить детально розглянуті у публікаціях [6, 7]. Найбільш важливим для даного дослідження є те, що ці річки протікають на території Криворіжжя в умовах активному видобутку та збагачення залізної руди, їх гідролого-гідрохімічний режим суттєво змінений будівництвом водосховищ (Макортівське та КРЕСівське – на Саксагані, Карачунівське – на Інгульці), скидом високомінералізованих шахтних вод.

Річка Саксагань протікає по території м. Кривий Ріг з півночі на південь, є водозбором усіх видів зливових і стічних вод. Необхідно відзначити, що в межі Криворіжжя річка приходить уже відчуваючи на собі значне техногенне навантаження від потужних промислових об'єктів таких як Вольногірський гірничо-збагачувальний комбінат. На території Криворіжжя у р. Саксагань скидаються розведені у хвостосховищі Північного гірничо-збагачувального комбінату (ГЗК) високомінералізовані шахтні стічні води від північної групи рудників (до 44 г/дм³).

Річка Інгулець, у верхній течії, протікає по території Кіровоградської області і відчуває на собі певне техногенне навантаження. Протягом 15 км течії р. Інгулець по Кривому Розі, в неї надходять води річки Саксагань, промислові стічні води металургійного, коксохімічного й гірничо-цементного комбінатів, а також двох ГЗК - Південного й Ново-Криворізького. Загалом в 2013 р. у рр. Саксагань та Інгулець скинуто 17,5 млн. м³ стічних вод без очищення [5]. Відповідно до розпорядження Кабміну України, також було дозволене скидання надлишку промислових шахтних вод зі ставка-накопичувача Криворізького басейну в річку Інгулець. Скидання відходів дозволене в період з 1 листопада 2014 р. по 1 березня 2015 р. В 2013 році було скинуто в річку із ставка-накопичувача у балці Свистунова 12,7 млн.

м³ води з мінералізацією до 38 г/дм³. Шахтні води, що скидаються в р. Саксагань та р. Інгулець не очищуються через відсутність економічно вигідних способів очищення. Це ще більш загострює гідроекологічні проблеми регіону. Останніми дослідженнями [8] у шахтних водах виявлені стронцій, манган, титан, мідь, срібло, нікель, хром, свинець, кобальт і цинк, що дає змогу передбачати їх присутність у річкових водах. Тому проведене наукове дослідження своєчасне та актуальне.

Оцінка поверхневих водних об'єктів за вмістом VM II класу небезпеки (свинцю, кобальту, кадмію) та III класу небезпеки (заліза, міді, цинку, хрому, мангану, нікелю) за період з 2006 по 2013 рр. проводилась за результатами гідрохімічних спостережень Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області по чотирьох пунктах спостережень на р. Саксагань та по п'яти – на р. Інгулець. (рис. 1).

Попередній аналіз гідрохімічної інформації за період від 2006 до 2013 рр. дозволив виявити загальні закономірності у знаходженні вище названих металів у воді рр. Саксагань та Інгулець за пунктами спостережень:

1) закономірно збільшується середній вміст більшості VM, що досліджуються, за течією річок;

2) перевищень вмісту жодного елементу над ГДК для питних цілей не спостерігається;

3) у переважній більшості усереднених значень хімічних аналізів проб води спостерігається перевищення норм ГДК для рибогосподарських цілей (окрім вмісту Fe³⁺ пп. 1-Ін ... 4-Ін та пп. 1-С, 2-С, 4-С у 2010, 2011 рр.).

Проведена комплексна оцінка якості вод рр. Саксагань та Інгулець, що дозволяє більш повно оцінити стан якості річкової води у просторі та часі при стандартному наборі моніторингових показників якості (середньостатистичних фактичних концентрацій заліза, міді, цинку, хрому, мангану, свинцю, нікелю, кобальту, кадмію, розчинного кисню та БСК₅) за індексом забруднення вод (ІЗВ). Результати розрахунків ІЗВ поверхневих вод рр. Саксагань та Інгулець по створах та клас якості річкової води зведені до таблиці 1.

Табличні дані свідчать про просторово-часову негативну динаміку змін якості досліджуваних річкових вод від класу «помірно забруднених» до «забруднених» та загальне погіршення гідроекологічного стану рр. Саксагань та Інгулець.

Попередня оцінка забруднення водотоків VM у просторі та часі є необхідною для подальшого ґрунтового аналізу специфіки їх впливу на біотичну складову гідроекосистем та можливості останніх до самоочищуючої здатності. Першочергове значення має вплив VM на різні сукупності фітопланктону, який представляє собою початкову ланку харчових ланцюгів, так як він є первинним продуцентом органічної речовини у водній екосистемі. Досліджувані метали негативно впливають на процес фотосинтезу у водоростей, а також відповідно на кількість виділеного ними кисню.

Як свідчать результати гідрохімічних спостережень Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області концентрація кисню у річкових водах Саксагані та Інгульця у більшості створах знизилася чи осталася незмінною. Це підтверджує факт збільшення забрудненості даних гідроекосистем та їх нестабільний стан, зниження можливості їх до самоочищення та самовідновлення.

З теоретико-аналітичних позицій розглянемо загальні риси можливого токсичного впливу деяких металів на гідробіоти рр. Саксагань та Інгулець.

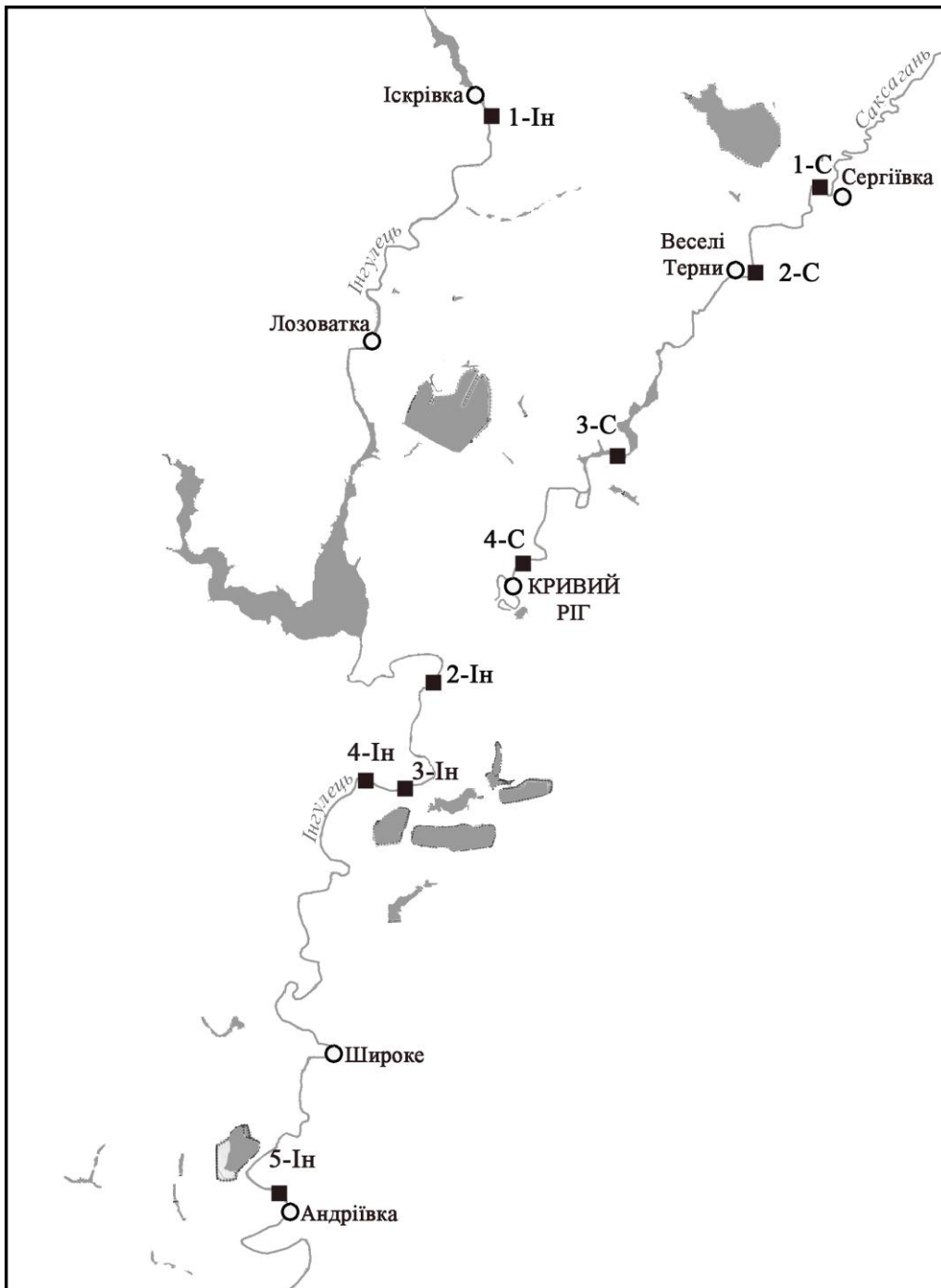


Рис. 1. Картохема розташування водних об'єктів і пунктів спостереження на них у районі Криворізького залізородного басейну

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

Мідь – високотоксичний метал для багатьох водоростей. Інгібування їх зросту спостерігається, як правило, при концентрації понад $0,1 \text{ мг/дм}^3$ не залежно від виду водяної рослинності. Тому можна очікувати ефект пристосованості до міді річкових водних рослин Саксагані та Інгульця. Це може призвести до збільшення накопичення міді у ланцюзі харчування у забруднених водних системах. Мідь для

Таблиця 1. Забрудненість річкових вод Саксагані та Інгульця за показником ІЗВ та їх клас якості

Місце відбору проб (№ створу)	Розраховане значення ІЗВ		Стандартизована величина ІЗВ	Клас якості		Текстовий опис
	2006 р.	2012 р.		2006 р.	2013 р.	
р. Саксагань						
1. с. Сергіївка, в межах н.п.	2,5	2,43	1-2,5;	IV	III	помірно забруднена
2. с. Веселі Терни, в межах н.п.	2,38	2,34	1-2,5	III	III	помірно забруднена
3. м. Кривий Ріг, в межах міста нижче греблі КРЕСІвського вдсх.	2,41	2,6	1-2,5; 2,5-4	III	IV	помірно забруднена
4. в межах міста, 5 км вище впадіння в р. Інгулець	2,47	2,39	1-2,5	III	III	помірно забруднена
р. Інгулець						
1. с. Іскрівка, в межах н.п., 200 м нижче греблі Іскрівського вдсх.	2,04	2,23	1-2,5	III	III	помірно забруднена
2. в межах м. Кривий Ріг, 500 м нижче впадіння р. Саксагань	2,14	2,55	1-2,5; 2,5-4	III	IV	помірно забруднена
3. в межах міста, вище скидів по б. Грушовата	2,36	2,45	1-2,5	III	III	помірно забруднена
4. в межах міста, нижче скидів по б. Грушовата	2,17	3,1	1-2,5; 2,5-4	III	IV	помірно забруднена
5. с. Андріївка, в межах н.п.	2,47	2,73	1-2,5; 2,5-4	III	IV	помірно забруднена

прісноводних риб зазвичай більш токсична, ніж інші токсичні метали, за виключенням ртуті. Значення LC₅₀ (смертельної концентрації, яка спричиняє загибель 50% піддослідних організмів) коливається від 0,017 до 1,0 мг/дм³. Зафіксовані концентрації міді у воді Саксагані та Інгульця відносяться до сублетальних доз (0,02-0,2 мг Cu/ дм³) та можуть обумовлювати зниження виживаності та темпів репродукції різних видів прісноводних риб.

Токсичність цинку для водних рослин різна. LC₅₀ розпочинається від 0,0075мг/дм³ до 50 мг/дм³. Тому можна очікувати, що більшість річкових водних рослин зможуть адаптуватися до наявного цинку у воді. Зафіксовані концентрації цинку у річкових водах Саксагані та Інгульця (менше ніж 0,09 мг/дм³) не є токсичними для риб. Також мідь та кадмій більш токсичні для риб, аніж цинк. При спільній дії цинку та кадмію, цинку та міді притаманний синергізм.

В різних умовах нікель менш токсичний для водних рослин аніж мідь, кадмій, але більш токсичний, ніж свинець та цинк. Як правило, суттєве зниження інтенсивності фотосинтезу та темпів росту водних рослин відмічається при його вмісті 0,1-0,5 мг/дм³. Наявні концентрації нікелю у воді рр. Саксагань та Інгулець значно менші за вище вказані, тому можна вважати за вмістом нікелю, що гідроекологічні умови цих річок не є токсичними для водної рослинності. Зафіксовані помірні концентрації нікелю у воді Саксагані та Інгульцю (від 0,03 мг/дм³ й вище) можуть знижувати плодючість та темпи репродукції прісноводних риб.

Гострий та токсичний вплив свинцю на водяну рослинність виявляється при концентраціях біля 0,1-5,0 мг/дм³. Тому можна очікувати адаптованість та толерантність до наявного у воді свинцю водної рослинності рр. Саксагань та Інгулець. У рибі свинець акумулюється мало, тому для людини в цій ланці трофічного ланцюгу він відносно безпечний.

Закономірно постало завдання вивчення джерел надходження ВМ у воду рр. Саксагань та Інгулець. Для цього проведений аналіз однорідності вибірок ВМ та оцінена їх приналежність до однієї генеральної сукупності (табл. 2,3). Розрахунки виконані з використанням програмного забезпечення ISW 4.4. Special Edition for School (Статистический анализ интервальных наблюдений одномерных непрерывных случайных величин), авторів Лемешко Б.Ю., Постовалов С.Н., яке знаходиться в мережі Internet у вільному доступі. Оцінка однорідності проводилась за критеріями Лемана-Розенблата та Смірнова за умови рівня значимості більше 0,54.

По р. Саксагань виявлено, що ВМ у пробах води з пп. 1-С та 2-С належать до однієї генеральної сукупності. У п. 3-С, нижче греблі КРЕСівського водосховища, вибірки є найбільш неоднорідними, що свідчить про те, що водосховище внаслідок особливостей гідрологічного режиму є механічним геохімічним бар'єром.

Таблиця 2. Результати перевірки однорідності вмісту у воді ВМ по пунктах спостережень на р. Саксагань

	Пункт 2-С									Пункт 3-С									Пункт 4-С								
	Fe	Cu	Zn	Cr	Mn	Pb	Ni	Co	Cd	Fe	Cu	Zn	Cr	Mn	Pb	Ni	Co	Cd	Fe	Cu	Zn	Cr	Mn	Pb	Ni	Co	Cd
1	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
2									-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-
3																			-	+	+	-	+	+	+	-	-

Примітка. * Прийнято: «+» - вибірки однорідні; «-» - вибірки неоднорідні.

Таблиця 3 Результати перевірки однорідності вмісту у воді ВМ по пунктах спостережень на р. Інгулець

	Пункт 2-Ін									Пункт 3-Ін									Пункт 4-Ін									Пункт 5-Ін																
	Fe	Cu	Zn	Cr	Mn	Pb	Ni	Co	Cd	Fe	Cu	Zn	Cr	Mn	Pb	Ni	Co	Cd	Fe	Cu	Zn	Cr	Mn	Pb	Ni	Co	Cd	Fe	Cu	Zn	Cr	Mn	Pb	Ni	Co	Cd								
1	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+									
2										+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
3																			-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
4																																				+	+	+	+	+	+	+	+	+

Досліджені особливості сумісного знаходження ВМ у воді р. Саксагань. Виявлено стійку однорідність по усіх пунктах спостережень для **міді та кобальту**, у трьох пунктах спостережень (пп.2-С, 3-С, 4-С) однорідними є **хром та кобальт**. У п. 2-С однорідними є **хром, кобальт та мідь**.

По р. Інгулець з п. 5-Ін (с. Андріївка) однорідними виявилися проби води відібрані у пп. 2-Ін, 3-Ін, 4-Ін. У пункті спостереження 1-Ін, що знаходиться нижче греблі Іскрівського водосховища, у пробах води фіксується специфічний вміст ВМ, що пов'язано з наявністю Іскрівського водосховища у яке надходить дніпровська вода. У свою чергу Карачунівське водосховище, як і для р.Саксагань КРЕСівське, є механічним геохімічним бар'єром. Крім того, однорідними є вибірки по пп.2-Ін та 3-Ін, що обумовлене надходженням води з р. Саксагань. У свою чергу скиди стічних вод по б. Грушовата обумовлюють неоднорідність за вмістом заліза у п.4-Ін з пп. 1-Ін, 2-Ін, 3-Ін. Що стосується виявлення однорідних вибірок між ВМ, то по р. Інгулець виявлені такі особливості: однорідними по усіх пунктах спостережень є **хром та кобальт**; **мідь та нікель** є однорідними по пп.2-Ін, 3-Ін, 4-Ін, 5-Ін.

Порівняні вибірки ВМ у пробах води з пунктів спостережень 4-С (р.Саксагань) та 2-Ін (р. Інгулець, 500м нижче впадіння р. Саксагань) дозволили виявити однорідність по більшості металів, окрім хрому та кадмію. Це свідчить, що канал, по якому р. Саксагань впадає у р. Інгулець, не є механічним геохімічним бар'єром. Також аналіз виявленої генеральної сукупності дозволяє зробити висновок про особливість надходження хрому та кадмію у р.Інгулець через вплив Центрального гірничо-збагачувального комбінату, який розташований у верхній течії річки, поблизу с. Лозоватка (див. рис. 1).

Отже, перевірка однорідності вибірок ВМ по рр. Саксагань та Інгулець дозволила виявити приналежність до однієї генеральної сукупності пар елементів, як по усіх пунктах спостережень, так і на окремих ділянках річок. Знайдені закономірності дозволяють стверджувати, що надходження міді та кобальту у р. Саксагань, хрому та кобальту у р. Інгулець пов'язане із скидом у них шахтних вод, які вміщують ці компоненти.

Наступне завдання, яке було вирішене в даному дослідженні – виявлення особливостей міграції ВМ, що обумовлюють певну синхронність у їх накопиченні у воді рр. Саксагань та Інгулець. Для цього використовувався кореляційний аналіз, а саме, коефіцієнт кореляції, який розрахований за допомогою Excel.

За результатами розрахунків всі ВМ, що досліджувались, можна поділити на дві групи: до першої відносяться ті ВМ, які дають позитивний значимий коефіцієнт кореляції: мідь, цинк, хром, манган, свинець; до другої групи віднесені елементи, які мають негативний значимий коефіцієнт кореляції з елементами першої групи, але мають позитивний кореляційний зв'язок між собою: свинець, нікель, кобальт, кадмій. Треба зауважити, що вміст свинцю у пробах води має позитивний і негативний кореляційний зв'язок з іншими елементами як першої, так і другої групи

в різних пунктах спостереження по річках. Тобто можна вважати, що він має проміжні властивості. Також залізо не може бути віднесене до жодної з груп, бо має частіше за все поодинокий позитивний зв'язок з елементами другої групи (пп. 1-Ін та 2-Ін) та негативний – з елементами першої групи (пп. 3-Ін, 4-Ін, 5-Ін). Стійкий позитивний значимий коефіцієнт кореляції по р. Саксагань мають **хром та мідь, кадмій та кобальт**. По р. Інгулець також позитивний коефіцієнт кореляції мають **хром та мідь, нікель та кобальт**.

Для аналізу особливостей міграції, що обумовлюють тісний кореляційний зв'язок між певними металами використані методи хімічної термодинаміки, а саме, діаграми Eh – рН (діаграми Пурбе) ([9,10] та інші джерела). За рекомендацією авторів Атласу для подальшого аналізу використані діаграми SUPCRT/FLASK-AQ та LLNL/GWB, як найбільш поширені у геохімії.

Розглянемо особливості знаходження ВМ у воді, які були віднесені до першої групи: мідь, цинк, хром, манган, свинець.

Мідь знаходить у іонному вигляді лише за низьких значеннях рН (до 7,0). За лужних умов, які притаманні воді рр. Саксагань (рН_{сер} = 8,0) та Інгулець (рН_{сер} = 7,7) [6], мідь може знаходитись лише у зв'язаному вигляді (CuO).

Хром за окисних умов та рН менше 4 знаходить у воді у вигляді Cr³⁺. Тобто досить сильний кореляційний зв'язок між міддю та хромом обумовлений саме обмеженнями їх міграції у іонному вигляді у водному середовищі річок високими значеннями рН.

Цинк за рН до 7,8 може бути у водному розчині у вигляді Zn²⁺. Хоча, у навчальному посібнику [11] автори наводять діаграму Eh – рН для цинку з якої випливає, що цинк в іонному вигляді знаходиться до рН=5.

Манган до межі рН=10,5 може знаходитись у вигляді іонів Mn²⁺. Однак, як показано у [12], манган за наявності у воді кремнезему є рівноважним у системі Mn – CO₂ – SiO₂ – H₂O у вигляді з'єднання MnSiO₃ (родоніт), яке є стійким у межах рН=6,7 – 10,2. Найбільш імовірним для поверхневих вод є саме утворення родоніту, що обмежує міграцію мангану у вигляді іонів до рН=6,7.

Свинець до рН=6,2 може перебувати у водному розчині у вигляді іону Pb²⁺. За наявності у воді вуглекислого газу (CO₂) [10] у іонному вигляді свинець може знаходитись до рН=7,8, вище цього значення свинець утворює PbCO₃ (церусит). Оскільки поверхневі води є відкритою системою, то надходження вуглекислого газу необмежене і найбільш імовірним буде утворення карбонату свинцю. Тобто міграційні властивості свинцю у поверхневих водах обмежені кислотно-лужним показником та наявністю вуглекислого газу у воді.

До другої групи були віднесені такі елементи: нікель, кобальт, кадмій. Нікель знаходиться у вигляді іонів Ni²⁺ до значень рН=9,5 ((10,5) за різними діаграмами). Кобальт до рН=9,2 знаходить у іонному вигляді Co²⁺ (в цьому подібний до нікелю). За умови наявності значної кількості карбонатних компонентів (більше 10^{-1,5}) може утворюватися CoCO₃ [10], або при досить високих значеннях рН (тут кобальт подібний до свинцю). Кадмій знаходиться у вигляді іону до досить високих значень рН (рН=10). За [5] при рН ≥ 8 концентрація кадмію (II) контролюється твердою фазою CdCO₃, що також робить його міграцію подібною до свинцю.

Отже, ВМ, які були віднесені до другої групи (нікель, кобальт, кадмій) можуть знаходитись у поверхневих водах в іонному вигляді за кислотно-лужних умов, які притаманні воді рр. Саксагань та Інгулець, що їх суттєво відрізняє від іонів першої групи.

Залізо не виявляє подібності у поведженні з елементами першої та другої груп. На зведеній діаграмі заліза [10] поле тривалентного заліза обмежене, воно знаходиться у дуже кислих та сильно окисних умовах, які практично не

зустрічаються у поверхневих водах, що суттєво вирізняє його від ВМ першої та другої груп. Також особливим є те, що форми знаходження заліза у воді залежать як від рН, так і від Eh умов. Для інших ВМ форми їх знаходження залежать лише від рН умов.

Висновки. Проведено комплексний аналіз накопичення ВМ (заліза, міді, цинку, хрому, мангану, нікелю, свинцю, кобальту, кадмію) у рр. Інгулець та Саксагань. Виявлено:

- закономірно збільшується вміст у воді майже усіх ВМ за течією річок;
- загальну просторово-часову негативну динаміку змін якості річкових вод та погіршення гідроекологічного стану Інгульця та Саксагані;
- специфіку впливу металів на біотичну складову досліджуваних гідроекосистем та можливості останніх до самоочищуючої здатності та самовідновлювальності;
- основне техногенне джерело надходження ВМ (хрому, кобальту, міді) у воду річок – шахтні води, що скидаються мало очищеними та неочищеними;
- особливості міграційних властивостей ВМ, що дозволило поділити їх на дві групи: мідь, цинк, хром, манган, свинець та нікель, кобальт, кадмій, окремо розглядається залізо.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на виявлення сформованих геохімічних аномалій у системі «поверхневі води – донні відклади» та оцінку особливостей міграції ВМ по сезонах у воді рр. Інгулець та Саксагань.

Запропонований методологічний підхід до вивчення міграції ВМ у поверхневих водах із застосуванням методів хімічної термодинаміки та математичної статистики дозволяє застосовувати його до інших річок.

Список літератури

1. Водне господарство в Україні / за ред. А.В. Яцика, В.М. Хорєва. - К. : Генеза, 2000. - 456 с.
2. Хільчевський В.К. Еколого-гідрохімічна оцінка поверхневих вод басейну Дніпра / В.К. Хільчевський, Р.В.Хільчевський, М.С. Гороховська // Меліорація і водне гос-во. - 1998. - Вип. 85. - С. 88-95.
3. Осадчий В.І. Методологічні основи дослідження чинників та процесів формування хімічного складу поверхневих вод України : Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 11.00.07 / Осадчий Володимир Іванович; КНУ ім. Тараса Шевченка. – Київ, 2008. – 21 с.
4. Мислива Т.М. Важкі метали у водах малих річок і боліт Житомирського полісся / Т.М. Мислива, І.С. Кот // Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. – Ж., 2011. – № 2 (29) том 1. – С. 58-67.
5. Линник П.Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П.Н. Линник, Б.И. Набиванец. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 273 с. .
6. 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.
7. Хільчевський В.К. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу / В.К. Хільчевський, Р.Л. Кравчинський, О.В. Чунарьов. – К.: Ніка-Центр, 2012. – 180 с.
8. Тяпкин О.К. Некоторые аспекты улучшения геозологической обстановки Криворожского региона (Центральная Украина) / О.К. Тяпкин, Н.С. Остапенко, И.Н. Подрезенко, Л.В. Бондаренко, В.А. Кириченко // 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.
9. Atlas of Eh-pH diagrams. – National Institute of Advanced Industrial Science and Technology. – Naoto, 2005. – 287 p.
10. Гаррелс Р.М. Растворы, минералы, равновесия / Р.М. Гаррелс, Ч.Л. Крайст. – М.: Мир, 1968. – 365 с.
11. Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии: учебное пособие / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. – Изд-во: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с.
12. Салихов Д.Н. Термодинаміка

равновесий рудних мінералів марганця / Д.Н. Салихов, Г.И. Беликова, Е.В. Сергеева // Геологический сборник № 2. Юбилейный выпуск / ИГ УНЦ РАН. Уфа, 2001. – С.163 – 167.

Результати дослідження вмісту важких металів у воді річок Інгулець та Саксагань
Шерстюк Н.П., Сердюк С. М.

Розглянуті особливості впливу на гідроекосистему, джерела надходження та міграційні форми заліза, міді, цинку, хрому, марганцю, свинцю, нікелю, кобальту, кадмію у воді рр. Інгулець та Саксагань.

Ключові слова: важкі метали, клас якості води, шахтні води, міграційні властивості важких металів.

Результаты исследования содержания тяжелых металлов в воде рек Ингулец и Саксагань

Шерстюк Н.П., Сердюк С. Н.

Рассмотрены особенности влияния на гидроекосистему, источники поступления и миграционные формы железа, меди, цинка, хрома, марганца, свинца, никеля, кобальта, кадмия в воде рр. Ингулец и Саксагань.

Ключевые слова: тяжелые металлы, класс качества воды, шахтные воды, миграционные свойства тяжелых металлов.

Results of the study of heavy metals in water rivers Ingulets and Saksagan

Sherstyuk N.P., Serduk S.N.

The features of influence on gidroekosistems, sources of income and migration forms of iron, copper, zinc, chromium, manganese, lead, nickel, cobalt, cadmium in water rivers Ingulets and Saksagan.

Keywords: heavy metals, a class of water quality, mine water, migratory properties of heavy metals.

Надійшла до редколегії 05.02.2014

УДК 911.2: 577.4: 502.72

Ганущак М. М., Тарасюк Н. А.

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ Р. СТИР

Ключові слова: басейнова система, гідрохімічні показники, сольовий склад річкових вод, якість поверхневих вод, джерела забруднення

Постановка наукової проблеми та її значення. Характерною ознакою розвитку людського суспільства в межах басейнів річок є зростання антропогенного впливу, який особливо посилюється в ХХ ст. Антропогенного впливу зазнають всі складові басейнових систем, особливо поверхневі води, що виступають індикатором їх стану. Покомпонентне дослідження хімічного складу вод р. Стир під впливом найбільшого промислового центру басейну, м. Луцьк, дало змогу встановити, що діяльність людини по-різному впливає на кожен з хімічних показників, подекуди збільшуючи їх концентрацію в рази, в інших випадках, практично не змінюючи її. Таке дослідження не дає можливості оцінити загальний стан якості поверхневих вод всієї досліджуваної території. В зв'язку з цим особливої актуальності набуває загальна оцінка якості поверхневих вод басейну р. Стир.

Аналіз останніх досліджень з цієї проблеми. Загальний аналіз та оцінка екологічного стану поверхневих вод річок Волині подані у дослідженнях А.В. Яцика (1991) та І.В. Гопчака (2009). Дослідженням поверхневого стоку та антропогенного впливу на гідрохімічні особливості річки Стир знаходимо в роботах Мольчака Я.О. (1989, 2003), Фесюка В.О. (1999) [1]. Гідрохімічна індикація ландшафтної

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.1(36)