

Гидрохимия водоемов хвостохранилищ Криворожского железорудного бассейна Шерстюк Н.П.

Рассмотрены гидрохимические и гидрогеохимические процессы, которые происходят в водоемах хвостохранилищ Криворожского железорудного бассейна: окисление, гидролиз силикатов и алюмосиликатов, осаждение и растворение в карбонатно-кальциевой системе.

Ключевые слова: железорудные месторождения, хвостохранилище, водоем, химический состав воды, однородность, равновесные гидрохимические системы, окисление, гидролиз, карбонатно-кальциевая система.

Hydrochemistry of reservoirs of repository of waste water of the Kryvoj Rog iron-ore pool

Sherstyuk N.P.

Hydro- and hydrogeochemical processes which take place in the reservoirs of repository of waste water of the Kryvoj Rog iron-ore pool are considered: oxidization, hydrolysis of silicates and silicates of aluminium, besieging and dissolution in the carbonate-calcium system.

Keywords: iron-ore deposits, repository of waste water, reservoir, chemical composition of water, homogeneity, equilibrium of hydrochemical systems, oxidization, hydrolysis, carbonate-calcium system

Надійшла до редколегії 19.04.11

УДК 556.531.4:546.62(001.891)

Жежеря В.А., Линник П.М.

Институт гідробіології НАН України, м. Київ

ФОРМИ ЗНАХОДЖЕННЯ АЛЮМІНІЮ У ДОННИХ ВІДКЛАДАХ КИЇВСЬКОГО І КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩ ТА Р.ІНГУЛЕЦЬ

Ключові слова: алюміній; форми знаходження; донні відклади; седиментаційний склад

Постановка та актуальність проблеми. Донні відклади водойм та водотоків здатні до акумуляції важких металів, радіонуклідів і інших забруднювальних речовин, що надходять до поверхневих вод. Тому вони відіграють важливу роль у самоочищенні водного середовища. З іншого боку, донні відклади можуть бути джерелом вторинного його забруднення за дії низки чинників, а саме кисневого дефіциту, зниження величини рН, підвищення вмісту органічних речовин та мінералізації води тощо. Вивченню вмісту таких металів, як Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Mn, Zn, Ni, Pb у складі донних відкладів приділялось достатньо уваги, тоді як такий поширений у земній корі метал, як алюміній майже не досліджувався [1, 2, 4, 6, 8, 9].

Результати дослідження форм знаходження алюмінію у складі донних відкладів є важливим підґрунтям для оцінки його міграційної рухливості у системі “донні відклади – вода” та можливого надходження з донних відкпалів.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.2(23)

Матеріали і методи досліджень. Об'єктами дослідження були донні відклади з Київського і Канівського водосховищ та р. Інгулець. Під час дослідження визначали вологість донних відкладів та вміст у їхньому складі органічних речовин за величинами втрати при прожарюванні (ВПП). Гранулометричний склад донних відкладів встановлювали за допомогою вагового седиментометра [5]. Шляхом постадійного екстрагування [14] вилучали різні фракції з донних відкладів, в яких після фотохімічного окиснення екстрактів визначали концентрацію Al(III) фотометричним методом [10]. Для цього їх підкислювали до рН 1,0–1,5, додавали 3–5 крапель 35%-ного розчину H_2O_2 і опромінювали УФ-світлом протягом 2,0–2,5 годин. Вміст алюмінію у складі залишкової фракції донних відкладів знаходили після її гідротермальної обробки у розчині КОН (8,0 моль/дм³) при 150 °С протягом 5 годин та доведенням рН аліквоти одержаного розчину до 1,0 концентрованою HCl (х. ч.).

Седиментаційний аналіз здійснювали після розділення 1,0 г висушених при 105 °С донних відкладів на седиментаційній колонці (рис. 1), а вміст Al(III) у складі різних за розміром фракцій визначали зазначеним фотометричним методом після їхнього “мокрого” спалювання у суміші концентрованих кислот (H_2SO_4 і HNO_3 “х.ч.”).

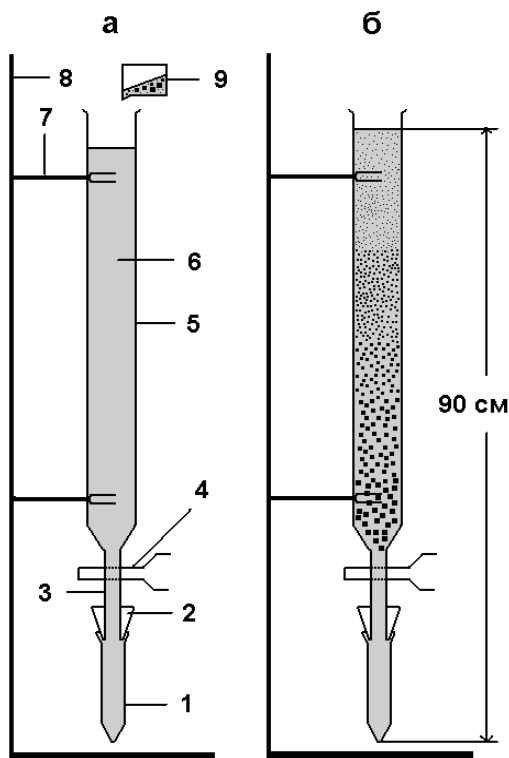


Рис. 1. Схема седиментаційної колонки для розділення донних відкладів на фракції за розміром мінеральних частинок: а і б – седиментаційна колонка відповідно до та під час розділення. 1 – конічна пробірка, 2 – гумовий корок, 3 – гумова трубка, 4 – затискач, 5 – скляна колонка, 6 – дистильована вода, 7 – тримач, 8 – штатив, 9 – суспензія донних відкладів на дистильованій воді.

Принцип розділення базується на законі Стокса. Суспензію донних відкладів (зазвичай 1,0 г) готували додаванням до них 5–10 см³ дистильованої води та перемішуванням суміші пестиком. Потім одержану суспензію вносили у седиментаційну колонку, не допускаючи залишку донних відкладів на стінках ступки, і вмикали секундомір. Залишок донних відкладів на стінках ступки

швидко і обережно змивали дистильованою водою. Після досягнення певного проміжку часу проводять заміну конічної пробірки на іншу при затиснутій гумовій трубці. Цей час для седиментаційної колонки розраховували за формулою [5]

$$t_t = 0,0112 \cdot K_\theta \cdot \frac{H_g}{d_i^2},$$

де t_t – час, протягом якого частинка з певним розміром долає певну відстань (в секундах), K_θ для дистильованої води за температури 20°C дорівнює 1,03, H_g – висота водяного стовпа (см), d_i – діаметр частинок (мм).

Результати дослідження і їх обговорення. Метод постадійного екстрагування донних відкладів передбачає вилучення з їхнього складу обмінної, карбонатної, оксидної, органічної і залишкової фракцій. Рухливість Al(III) у них, як і більшості інших металів, істотно відрізняється. Рухливими формами металів вважаються ті, що знаходяться у складі обмінної, карбонатної і оксидної фракцій, тоді як малорухливі форми металів зосереджені переважно у складі органічної і залишкової фракцій донних відкладів [7, 11–13]. Вірогідно, це стосується також і алюмінію.

За седиментаційним складом більшість досліджуваних проб донних відкладів характеризувалася домінуванням фракції з розміром частинок 0,15–0,05 мм (мул крупний), частка якої становила 46,3–81,1% (рис. 2).

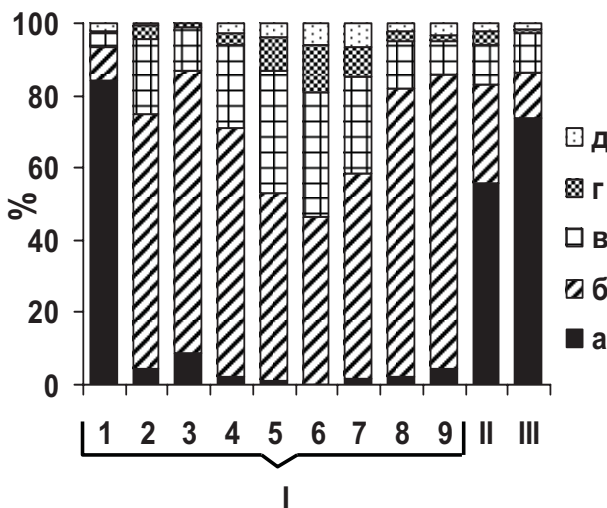


Рис. 2. Седиментаційний склад донних відкладів.

Тут і на рис. 3 станції відбору: I – Київське водосховище: 1 – траверз с. Теремці – с. Сорокошичі, 2 – гирло Прип'яті, 3 – с. Страхолисса (фарватер), 4 – с. Ровжи, 5 – с. Глібовка (ближче до правого берега), 6 – траверз с. Козаровичі – с. Лебедівка, 7 – с. Лютіж, 8 – м. Вишгород, 9 – с. Глібовка (~ 3 км від лівого берега); II – Канівське водосховище, Оболонська затока; III – р. Інгулець, м. Олександрія. Розмір частинок донних відкладів (мм): а – >0,15 (пісок), б – 0,15–0,05 (мул крупний), в – 0,05–0,015 (мул середній), г – 0,015–0,005 (мул дрібний), д – 0,005–0,0015 (глина).

У донних відкладах Київського водосховища, що відібрані на траверзі с. Теремці – с. Сорокошичі, в Оболонській затоці Канівського водосховища та в р. Інгулець переважала фракція з розміром частинок >0,15 мм (пісок), частка якої становила відповідно 83,9, 55,6 і 73,8% (див. рис. 2). Відносний вміст частинок з розміром 0,05–0,015 мм (мул середній) становив 3,8–34,7%, а 0,015–0,005 мм (мул дрібний) і 0,005–0,0015 мм (глина) – відповідно 0,4–13,2 і 0,0–6,5% (див. рис. 2).

Частка води у донних відкладах з Київського водосховища знаходилася в межах 41,0–75,0%. Мінімальне значення цього показника характерне для першої станції, де превалує фракція донних відкладів з розміром частинок >0,15 мм (пісок). Відносний вміст води у складі донних відкладів з Канівського водосховища і р. Інгулець становив відповідно 71,0 і 57,9%. Вміст органічних речовин у донних відкладах з Київського водосховища змінювався у досить широкому інтервалі величин (5,3–15,2%) і досягав максимальних значень на ст. 5 і 6 (відповідно 14,8 і 15,2%). Лише в піщаних донних відкладах він не перевищував 1,3% (ст. № 1). Для Канівського водосховища і р. Інгулець цей показник становив відповідно 11,7 і 10,0%. Враховуючи показник ВПП і частку фракцій донних відкладів з розміром частинок <0,01 мм, можна вважати, що деякі донні відклади були представлені піском та піщаним мулом (Київське водосховище, відповідно ст. 1 та 5–7), тоді як всі інші проби досліджуваних донних відкладів – замуленим піском.

У складі досліджуваних донних відкладів Al(III) на 2,88–15,04 і 83,51–96,51% входить до складу органічної і залишкової фракцій, і це є підставою вважати його малорухливим. Частка Al(III) у складі обмінної, карбонатної і оксидної фракцій становить відповідно 0,001–0,030, 0,03–0,74 і 0,40–1,18% (рис. 3, а, б). Сумарний відносний вміст Al(III) у складі цих трьох фракцій знаходився в межах 0,43–1,66%.

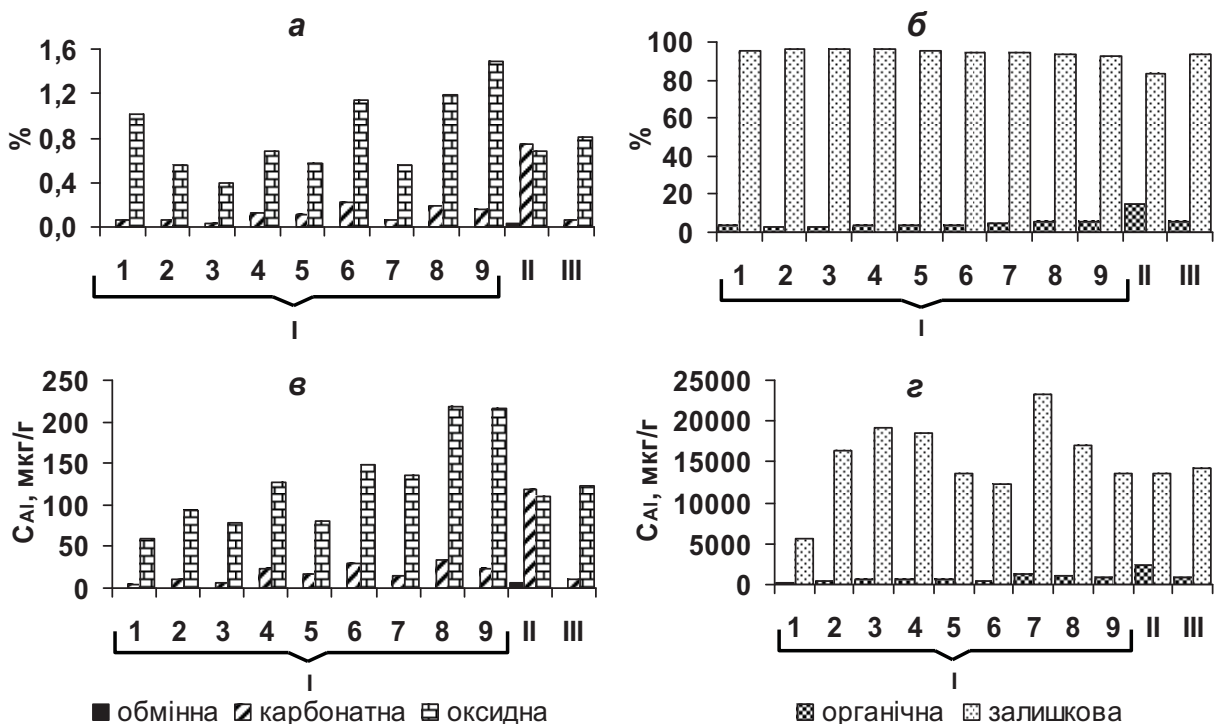


Рис. 3. Вміст алюмінію у складі обмінної, карбонатної, оксидної, органічної і залишкової фракцій донних відкладів:

а, б – відносні значення, в, г – абсолютні величини

За абсолютними величинами концентрація Al(III) у зазначених фракціях становила 62,7–252,8 мкг/г сухої маси донних відкладів. Серед рухливих форм Al(III) у донних відкладах найбільший його вміст припадає на оксидну фракцію, де концентрація алюмінію досягає 59,0–218,0 мкг/г, тоді як на обмінну і карбонатну – відповідно 0,12–5,38 і 3,5–118,9 мкг/г. Концентрація алюмінію у складі органічної фракції донних відкладів знаходилася в межах 191,0–2428,0 мкг/г, а в залишковій досягала максимальних величин – 5520,0–23240,0 мкг/г (див. рис. 3, в, г). Переважне знаходження Al(III) у складі залишкової фракції встановлено й іншими авторами [12, 13], а тому можна припустити, що це загальна тенденція його розподілу поміж різних фракцій донних відкладів.

Отже, можна стверджувати про можливість надходження алюмінію з донних відкладів до водної товщі при закисленні водного середовища лише за рахунок його рухливих форм, тобто тієї частини Al(III), що міститься в обмінній, карбонатній і оксидній фракціях. Про це свідчать і отримані експериментальні дані щодо міграції алюмінію в системі “донні відклади – вода” [3].

Для з'ясування розподілу алюмінію між окремими за розміром частинок фракціями донних відкладів загалом, а також між різними за рухливістю фракціями в окремій розмірній групі використовували седиментаційну колонку і метод постадійного екстрагування. Спочатку таким чином отримували п'ять фракцій донних відкладів, що відрізнялись за розміром частинок, кожену з яких надалі досліджували методом постадійного екстрагування. Вище згадані методи дослідження дозволяють з'ясувати, яка саме за розміром частинок фракція відіграє найважливішу роль у надходженні алюмінію до водної товщі, а також встановити, як змінюється внесок різних за рухливістю фракцій алюмінію у це надходження із зміною розміру частинок донних відкладів.

Для цих цілей було використано два типи донних відкладів, відібраних у Київському водосховищі (станція 1, траверз с. Теремці – с. Сорокошичі і станція 7, с. Лютіж). У донних відкладах першого типу, за даними седиментаційного аналізу, домінували частинки з розміром >0,15 мм (пісок), а другого – з розміром 0,15–0,05 мм (мул крупний) (див. рис. 2). Оскільки алюміній у донних відкладах знаходиться переважно у залишковій і органічній фракціях, то слід очікувати збільшення його частки саме в тій фракції за розміром частинок, відносний вміст якої переважає серед інших фракцій (табл. 1). Встановлено, що донні відклади першого типу на 83,9% містять у своєму складі частинки з розміром >0,15 мм, тому і частка алюмінію у цій фракції максимальна і становить 34,4% від загального його вмісту у донних відкладах. Навпаки, у донних відкладах другого типу переважали частинки з розміром 0,15–0,05 мм, частка яких у загальному балансі становила 56,7%. Слід зазначити, що частка алюмінію у складі цієї фракції також переважала і становила 39,5% від загального його вмісту у донних відкладах (табл. 1).

Таблиця 1. Вміст і розподіл алюмінію між різними за розміром частинок фракціями донних відкладів та фракціями, вилученими з кожної з них шляхом поетапного екстрагування, з урахуванням маси донних відкладів (Київське водосховище, вересень 2010 р.)

Фракція	Пісок >0,15 мм		Мул крупний 0,15–0,05 мм		Мул середній 0,05–0,015 мм		Мул дрібний 0,015–0,005 мм		Глина 0,005–0,0015 мм	
	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%
Вміст АІ(III) у фракціях										
Станція 1 (траверз с. Теремці – с. Сорокошичі)										
обмінна	1,6	0,05	1,2	0,03	1,1	0,03	1,5	0,04	0,9	0,02
карбонатна	2,1	0,06	2,3	0,07	1,5	0,04	3,2	0,09	2,7	0,08
оксидна	25,7	0,74	34,4	0,99	15,6	0,45	17,8	0,51	14,4	0,40
органічна	43,5	1,25	45,0	1,29	24,0	0,69	30,0	0,86	34,5	1,00
залишкова	1128,0	32,30	656,0	18,82	576,0	16,49	448,0	12,90	376,0	10,80
Всього:	1200,9	34,4	738,9	21,2	618,2	17,7	500,5	14,4	428,5	12,3
Станція 7 (с. Люгіж)										
обмінна	0,05	0,00	2,1	0,01	1,8	0,01	1,6	0,01	2,0	0,01
карбонатна	0,1	0,00	11,5	0,05	9,9	0,04	8,8	0,04	8,4	0,04
оксидна	1,3	0,00	135,0	0,62	114,0	0,52	99,0	0,45	93,8	0,42
органічна	3,0	0,01	537,0	2,42	447,0	2,01	234,0	1,05	195,0	0,88
залишкова	27,6	0,09	8080,0	36,40	7000,0	31,52	3120,0	14,05	2080,0	9,35
Всього:	32,1	0,1	8765,6	39,5	7572,7	34,1	3463,4	15,6	2379,2	10,7

Примітка: концентрацію алюмінію розраховано на масу 1 г сухих донних відкладів, а його частку в кожній з отриманих фракцій віднесено до загальної концентрації алюмінію в 1 г сухих донних відкладів.

Істотних відмінностей як за абсолютними величинами, так і за відносним вмістом Al(III) у складі обмінної і карбонатної фракцій у різних за розміром частинок фракціях донних відкладів не спостерігалось. Виняток складає фракція з розміром частинок $>0,15$ мм у другому типі донних відкладів (ст. 7), частка якої становить 1,6%. Тут характерні низькі показники як абсолютних, так і відносних величин вмісту алюмінію не лише у обмінній і карбонатній фракціях, а і у всіх інших фракціях донних відкладів, отриманих шляхом їхнього постадійного екстрагування, що пов'язано з незначною часткою самої фракції.

Незважаючи на те, що частка фракції з розміром частинок 0,15–0,05 мм у першому типі донних відкладів (ст. 1) становить 9,8%, абсолютні і відносні величини вмісту алюмінію у оксидній і органічній фракціях, вилучених з неї, виявилися дещо вищими, ніж у фракції донних відкладів з розміром частинок $>0,15$ мм. Це також характерно і для другого типу донних відкладів. У залишковій фракції донних відкладів максимальні відносні та абсолютні значення вмісту алюмінію спостерігаються у тих розмірних фракціях донних відкладів, що домінують у їхньому складі. Це характерно для фракцій донних відкладів з розміром частинок $>0,15$ мм (пісок) і 0,15–0,05 мм (мул крупний) відповідно першого та другого типу донних відкладів. Створюється враження, що відносний вміст Al(III) більший у тій фракції, відсоток якої найбільший у донних відкладах незалежно від розміру частинок. Хоча відомо, що дрібнозернисті частинки чи то зависі, чи то донних відкладів завжди містять у своєму складі більше металів, ніж крупнозернисті. Це підтверджується розрахунками відношення частки Al(III) у кожній фракції до її частки у складі донних відкладів, які показали, що воно істотно зростає у фракціях із зменшенням розміру частинок, що свідчить про переважне концентрування Al(III) саме у складі дрібнозернистих фракцій (рис. 4). Найменші величини відношення характерні для фракцій піску і крупного мулу.

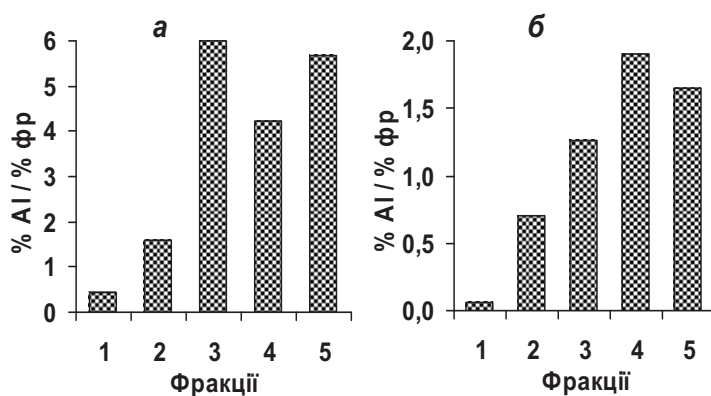


Рис. 4. Зміна величини відношення частки Al(III) у кожній фракції до її частки у складі донних відкладів (%Al/%фр) першого (а) та другого (б) типу залежно від розміру частинок донних відкладів (мм): 1 – $>0,15$ (пісок), 2 – 0,15–0,05 (мул крупний), 3 – 0,05–0,015 (мул середній), 4 – 0,015–0,005 (мул дрібний), 5 – 0,005–0,0015 (глина).

Проведено також розрахунок вмісту алюмінію у складі фракцій донних відкладів з різним розміром частинок та у фракціях після постадійного екстрагування останніх на 1 г сухої маси кожної фракції. На підставі одержаних даних було встановлено збільшення концентрації алюмінію у обмінній, карбонатній, оксидній і органічній фракціях із зменшенням розміру частинок донних відкладів від $>0,15$ мм до 0,005–0,0015 мм (табл. 2).

Таблиця 2. Вміст та розподіл алюмінію між різними за розміром частинок фракціями донних відкладів та фракціями з різним ступенем рухливості алюмінію з урахуванням маси фракції з певним розміром частинок (Київське водосховище, вересень 2010 р.)

Фракція	Пісок >0,15 мм		Мул крупний 0,15–0,05 мм		Мул середній 0,05–0,015 мм		Мул дрібний 0,015–0,005 мм		Глина 0,005–0,0015 мм	
	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%
Вміст Al(III) у фракціях										
Станція 1 (траверз с. Теремці – с. Сорокошичі)										
обмінна	2,0	0,12	10,0	0,16	40,0	0,16	50,0	0,30	40,0	0,18
карбонатна	3,0	0,17	20,0	0,33	60,0	0,25	110,0	0,67	140,0	0,62
оксидна	37,0	2,16	290,0	4,70	610,0	2,54	590,0	3,57	760,0	3,37
органічна	62,0	3,61	375,0	6,08	930,0	3,87	990,0	5,99	1820,0	8,07
залишкова	1613,0	93,94	5470,0	88,73	22400,0	93,18	14790,0	89,47	19790,0	87,76
Всього:	1717,0	100,0	6165,0	100,0	24040,0	100,0	16530,0	100,0	22550,0	100,0
Станція 7 (с. Люгіж)										
обмінна	3,0	0,10	4,0	0,02	8,0	0,03	22,0	0,05	34,0	0,08
карбонатна	7,0	0,30	23,0	0,13	41,0	0,13	121,0	0,25	145,0	0,35
оксидна	88,0	4,00	268,0	1,53	475,0	1,50	1369,0	2,85	1617,0	3,94
органічна	207,0	9,40	1067,0	6,12	1863,0	5,90	3237,0	6,75	3362,0	8,20
залишкова	1903,0	86,20	16050,0	92,20	29180,0	92,44	43150,0	90,10	35860,0	87,43
Всього:	2208,0	100,0	17412,0	100,0	31567,0	100,0	47899,0	100,0	41018,0	100,0

Примітка: концентрацію алюмінію розраховано на 1 г маси фракції сухих донних відкладів з певним розміром частинок, а частку Al(III) у кожній розмірній фракції віднесено до його загальної концентрації в ній.

Це узгоджується значною мірою з даними рис. 4. Вміст алюмінію у складі залишкової фракції також збільшується із зменшенням розміру частинок від $>0,15$ до $0,05-0,015$ мм (перший тип донних відкладів) та від $>0,15$ до $0,015-0,005$ мм (другий тип донних відкладів). Така ж тенденція характерна і для загального вмісту алюмінію у всіх розмірних фракціях донних відкладів (див. табл. 2).

Концентрація алюмінію в обмінній, карбонатній, оксидній і органічній фракціях у різних за розміром частинок донних відкладах першого типу становила відповідно $2,0-50,0$, $3,0-140,0$, $37,0-760,0$ і $62,0-1820,0$ мкг/г, тоді як в таких же субстратах донних відкладів другого типу вона змінювалася в межах відповідно $3,0-34,0$, $7,0-145,0$, $88,0-1617,0$ і $207,0-3362,0$ мкг/г. Вміст алюмінію у складі залишкової фракції у різних за розміром частинок донних відкладах першого та другого типу становив відповідно $1613,0-22400$ і $1903,0-43150,0$ мкг/г.

Отже, у донних відкладах, в яких домінують дрібнозернисті фракції, слід очікувати збільшення концентрації алюмінію у складі як рухливих, так і малорухливих фракцій.

Висновки. Встановлено, що значна частка алюмінію у донних відкладах знаходиться у складі малорухливих фракцій (органічна і залишкова) – відповідно $2,88-15,04$ і $83,51-96,51\%$, тоді як у складі рухливих фракцій (обмінна, карбонатна, оксидна) вона не перевищує $0,43-1,66\%$ (це не більше $63-253$ мкг/г сухої маси донних відкладів). Концентрація алюмінію у складі органічної фракції донних відкладів знаходилася в межах $191,0-2428,0$ мкг/г, а в залишковій досягала максимальних величин – $5520,0-23240,0$ мкг/г. Із зменшенням розміру частинок донних відкладів збільшується концентрація алюмінію у складі обмінної, карбонатної, оксидної і органічної фракцій, де його вміст знаходився в межах відповідно $3,0-50,0$, $3-145,0$, $37,0-1617,0$ і $62,0-3362,0$ мкг/г сухої маси фракцій донних відкладів з певним розміром частинок. Вміст алюмінію у складі залишкової фракції, а також загальний вміст алюмінію у кожній фракції з певним розміром частинок донних відкладів збільшується із зменшенням розміру частинок від $>0,15$ до $0,015-0,005$ мм. Концентрація алюмінію у складі різних за розміром частинок залишкової фракції донних відкладів першого та другого типу становила відповідно $1613,0-22400$ і $1903,0-43150,0$ мкг/г.

Отже, збільшення частки дрібнозернистих частинок у складі донних відкладів призводить до істотного зростання концентрації $Al(III)$ у всіх фракціях, включаючи рухливі, а це може бути причиною інтенсифікації обміну алюмінієм між донними відкладами і водою, що з ними контактує, зокрема за умови підкислення водойм.

Список літератури

1. *Белоконь В.Н.* Содержание тяжелых металлов, органических веществ и соединений биогенных элементов в донных отложениях Дуная / В.Н. Белоконь, Я.И. Басс // Водные ресурсы. – 1993. – Т. 20, № 4. – С. 469–478.
2. *Белоконь В.Н.* Формы нахождения тяжелых металлов в донных отложениях Сасыкского водохранилища / В.Н. Белоконь // Гидробиол. журн. – 1989. – Т. 25, № 3. – С. 83–88.
3. *Жежеря В.А.*

Експериментальне дослідження міграції алюмінію з донних відкладів залежно від концентрації розчиненого кисню і величини рН води / В.А. Жежеря, П.М. Линник // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т. 2(19). – С. 129–137. **4.** *Линник П.Н.* Донные отложения водоемов как потенциальный источник вторичного загрязнения водной среды соединениями тяжелых металлов / П.Н. Линник // Гидробиол. журн. – 1999. – Т. 35, № 2. – С. 97–109. **5.** *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; [за ред. В.Д. Романеска]; НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с. **6.** *Нахшина Е.П.* Распределение тяжелых металлов в донных отложениях водохранилищ Днепра / Е.П. Нахшина, В.Н. Белоконов // Водные ресурсы. – 1991. – Т. 18, № 5. – С. 86–93. **7.** *Нахшина Е.П.* Формы нахождения тяжелых металлов в донных отложениях водохранилищ Днепра. I. Марганец / Е.П. Нахшина, В.Н. Белоконов // Гидробиол. журн. – 1990. – Т. 26, № 1. – С. 76–81. **8.** *Осадчий В.І.* Закономірності розподілу важких металів у донних відкладах водойми-охолоджувача Запорізької АЕС / В.І. Осадчий, Н.М. Мостова, Л.О. Чернишова // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2008. – Вип. 257. – С. 126–145. **9.** Распределение тяжелых металлов в воде, взвешенных веществах и донных отложениях Дуная / [В.И. Осадчий, В.И. Пелешенко, В.Н. Савицкий и др.] // Водные ресурсы. – 1993. – Т. 20, № 4. – С. 455–461. **10.** *Савранский Л.И.* Спектрофотометрическое исследование комплексообразования Cu, Fe и Al с хромазуролом S в присутствии смеси катионного и неионогенного ПАВ / Л.И. Савранский, О.Ю. Наджафова // Журн. аналит. химии. – 1992. – Т. 47, № 9. – С. 1613–1617. **11.** *Linnik P.M.* Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavy-metal compounds / P.M. Linnik, I.B. Zubenko // Lakes and Reservoirs: Research and Management. – 2000. – Vol. 5, N 1. – P. 11–21. **12.** *Polyák K.* Environmental mobility of trace metals in sediments collected in the Lake Balaton / K. Polyák, J. Hlavay // Fresenius' J. Anal. Chem. – 1999. – Vol. 363. – P.587–593. **13.** *Salomons W.* Metals in the Hydrocycle / W. Salomons, U. Förstner. – Berlin: Springer-Verlag, 1984. – 352 p. **14.** *Tessier A.* Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals / A. Tessier, P.G.C. Campbell, M. Bisson // Analyt. Chem. – 1979. – Vol. 51. – P. 844–851.

Форми знаходження алюмінію у донних відкладах Київського і Канівського водосховищ та р. Інгулець

Жежеря В.А., Линник П.М.

Досліджено розподіл алюмінію між фракціями донних відкладів після їхнього поетапного екстрагування. Встановлено, що частка алюмінію у складі рухливих фракцій донних відкладів не перевищує 0,43–1,66% (63–253 мкг/г сухої маси донних відкладів). З'ясовано, що зі зменшенням розміру частинок донних відкладів збільшується концентрація алюмінію у складі обмінної, карбонатної, оксидної і органічної фракцій. Збільшення вмісту алюмінію у складі залишкової фракції, а також загального вмісту алюмінію у кожній фракції з певним розміром частинок донних відкладів відбувається зі зменшенням розміру частинок від >0,15 до 0,015–0,005 мм.

Ключові слова: алюміній; форми знаходження; донні відклади; седиментаційний склад.

Формы нахождения алюминия в донных отложениях Киевского и Каневского водохранилищ и р. Ингулец

Жежеря В.А., Линник П.Н.

Изучено распределение алюминия между фракциями донных отложений после их поэтапного экстрагирования. Установлено, что относительное содержание алюминия в составе подвижных фракций донных отложений не превышает 0,43–1,66% (63–253 мкг/г сухой массы донных отложений). Выяснено, что с уменьшением размера частиц донных отложений увеличивается концентрация алюминия в составе обменной, карбонатной, оксидной и органической фракций. Увеличение содержания алюминия в

составе остаточной фракции, а также общего содержания алюминия в каждой с определенным размером частичек донных отложений происходит при уменьшении размера частиц от $>0,15$ до $0,015-0,005$ мм.

Ключевые слова: алюминий; формы нахождения; донные отложения; седиментационный состав.

The existing forms of aluminium in the bottom sediments of the Kyiv and Kaniv reservoirs and river Ingulets

Zhezherya V.A., Linnik P.M.

Distribution of aluminium among the fractions of bottom sediments after their sequential extraction procedure is studied. It is established that aluminium relative content in composition of mobile fractions of bottom sediments does not exceed 0,43–1,66 % (63-253 $\mu\text{g/g}$ of dry weight of bottom sediments). It is found out that concentration of aluminium increases in composition of exchange, carbonate, oxide and organic fractions with decrease of the size particles of bottom sediments. The content of aluminium in composition of residual fraction and also the total aluminium concentration increases in the everyone fraction with the certain size particles of bottom sediments at decrease of the size particles from $>0,15$ to $0,015-0,005$ mm.

Keywords: aluminium; existing forms; bottom sediments; sediment composition.

Надійшла до редколегії 01.06.11

УДК 556.53

Винарчук О.О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ХАРАКТЕРИСТИКА ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ РІЧОК СУЛА, ПСЕЛ І ВОРСКЛА

Ключові слова: гідрохімічний режим; весняна повінь; літньо-осіння і зимова межень; головні іони; мінералізація води

Стан проблеми. Гідрохімічний режим характеризується закономірними змінами хімічного складу води річок або окремих його компонентів у часі, які обумовлені фізико-географічними умовами басейну та антропогенним впливом, а також проявляється у вигляді багаторічних, сезонних і навіть добових коливань концентрації компонентів хімічного складу і показників фізичних властивостей води, рівня забрудненості води, стоку розчинених хімічних речовин тощо.

Сезонна динаміка гідрохімічного режиму особливо головних іонів у річкових водах обумовлена перш за все сезонною динамікою природних факторів формуванню стоку та гідрологічним режимом річок.

Для гідрологічного режиму річок Сула, Псел та Ворскла є характерним чітко виражений характер, який визначається зміною типу водного живлення річок протягом року. У середньорічному стоці частка стоку весняного періоду досягає 65 – 70 %, зимового – 10 – 15 % [8].

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.2(23)