

ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА РИЗИКУ ГІДРОВИДОБУТКУ РІЧНОГО ПІСКУ р. ДНІПРО

Е.Я. Жовинський¹, В.Р. Клос², Н.О. Крюченко¹

*1 – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03680, просп. акад. Палладіна, 34, м. Київ, Україна*

*2 – Український науково-виробничий центр геохімічних досліджень
(ДП “Українська геологічна компанія”), м. Київ, Україна*

За результатами еколого-геохімічних досліджень встановлено рівень забруднення донних відкладів і поверхневих вод р. Дніпро в районі підводного кар’єру гідровидобутку річного піску Заводу залізобетонних конструкцій (ЗБК) ім. С. Ковальської (м. Київ, Південний міст). У поверхневих водах (р. Дніпро) встановлено незначне перевищення вмісту нафтопродуктів і азоту нітратного. Вміст хімічних елементів (Pb, Mn, Cr, Zn, Cu, Ba, Sn, Ni, Li та ін.) у поверхневих водах не перевищує гранично допустимих концентрацій (ГДК). У донних відкладах у центральній частині кар’єру встановлено підвищення вмісту Zn, Li, Pb і зменшення Mn відносно вмісту цих елементів у донних відкладах територій, не зайнятих гідровидобутком. Зроблено висновок, що гідровидобуток піску із підводного кар’єру заводу ЗБК ім. С. Ковальської не створює еколого-геохімічної небезпеки для поверхневих вод і донних відкладів р. Дніпро.

Ключові слова: гідровидобуток піску, еколого-геохімічна оцінка, поверхневі води, донні відклади.

Вступ. Завод залізобетонних конструкцій імені С. Ковальської видобував річний пісок у акваторії Дніпра на території загальною площею 36 га між правим берегом Дніпра із заходу, островом Великий зі сходу, залізничним мостом з півночі і Південним мостом з півдня. Гідровидобуток піску завод здійснював із підводного кар’єру в правобережній русловій частині р. Дніпро, складували видобутий пісок на території заводу, а водовідвід дренажних вод був влаштований у р. Дніпро навпроти заводу.

Активісти екологічних організацій заявляли, що видобуток піску в цьому районі може призвести до руйнування опор Південного мосту і до зникнення заповідного острова Великий. Еколого-геохімічний стан донних і поверхневих відкладів у процесі видобутку піску становить особливий інтерес, бо у випадку забруднення хімічними компонентами велика площа акваторії може бути зоною небезпеки, тому наші зусилля було направлено на вирішення саме цієї проблеми.

В Україні не існує затверджених методик виконання робіт з оцінки геохімічного впливу гідровидобутку річкового піску на довкілля. Результати геохімічних досліджень об’єктів геологічного середовища дали змогу не тільки оцінити ступінь еколого-геохімічного впливу підводного гідровидобутку піску на поверхневі води і донні відклади р. Дніпро, а й запропонувати технологію таких геохімічних досліджень.

Метою нашої роботи була еколого-геохімічна оцінка ризику видобутку річкового піску та його вплив на об’єкти довкілля (поверхневі води і донні відклади), без дослідження можливих процесів механічного руйнування острова та моста внаслідок видобутку піску.

Методика досліджень. Відбір проб поверхневих вод та донних відкладів, їх аналізування й інтерпретацію виконали фахівці Українського науково-виробничого центру геохімічних досліджень ДП “Українська геологічна компанія” та Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України. Випробування донних відкладів виконано спеціальним пробовідбірником у 3–4 точках методом “пунктирної борозни” під час вільного дрейфу плавзасобу на відстані 20–30 м. Відібрані точкові проби об’єднувались в одну загальною вагою 0,4–0,5 кг. Мережа точок спостереження була закладена таким чином, щоб проби донних відкладів відбирались вище місця гідровидобутку піску (на 150–250 м вище за течією р. Дніпро від контуру підводного кар’єру), в межах гідровидобутку і скиду дренажних вод (у кар’єрі) і нижче місця гідровидобутку піску (на 150–250 м нижче за течією р. Дніпро від контуру кар’єру). Всього відібрано дев’ять проб донних відкладів. Відібрані проби донних відкладів висушували, розминали та просіювали на ситі 0,1 мм. Відсіяна дрібна фракція після лабораторного стирання була передана на аналітичні дослідження – спектральний, атомно-абсорбційний та гамма-спектрометричний методи аналізу.

© Е.Я. Жовинський, В.Р. Клос, Н.О. Крюченко, 2016

Відбір проб поверхневих вод р. Дніпро і дренажних вод поблизу місця складування піску здійснювали в підготовлені пластикові пляшки $1,5 \text{ мг/дм}^3$ спеціальним пробовідбірником, який дозволяв взяти пробу із середнього шару води річки (з глибини 5–10 м). Мережу точок спостережень закладено таким чином, щоб проби води було відібрано вище і нижче місця гідровидобутку піску, аналогічно мережі випробування донних відкладів. Всього відібрано і передано у лабораторію на аналітичні дослідження 10 проб води. Для дослідження застосовано повний хімічний і флуоресцентний методи аналізу). Для визначення забруднення використано відомості про фоновий

вміст та ГДК хімічних елементів у об'єктах довкілля [1, 2]. В якості фонових значень вмісту хімічних елементів для донних відкладів і вод р. Дніпро взято результати досліджень донних відкладів і вод р. Дніпро у межах міських пляжів м. Київ.

Результати та обговорення. Проаналізовано проби донних відкладів і поверхневих вод р. Дніпро, відібрано в районі підводного кар'єра гідровидобутку річкового піску Заводу залізобетонних конструкцій (ЗБК) ім. С. Ковальської. Загальний вигляд ділянки робіт та ЗБК ім. С. Ковальської представлений на рис. 1.

Поверхневі води. Основою оцінки впливу гідровидобутку піску на еколого-геохімічний стан



Рис. 1. Місце гідровидобутку піску заводом ЗБК ім. С. Ковальської (а), загальний вигляд заводу (б)

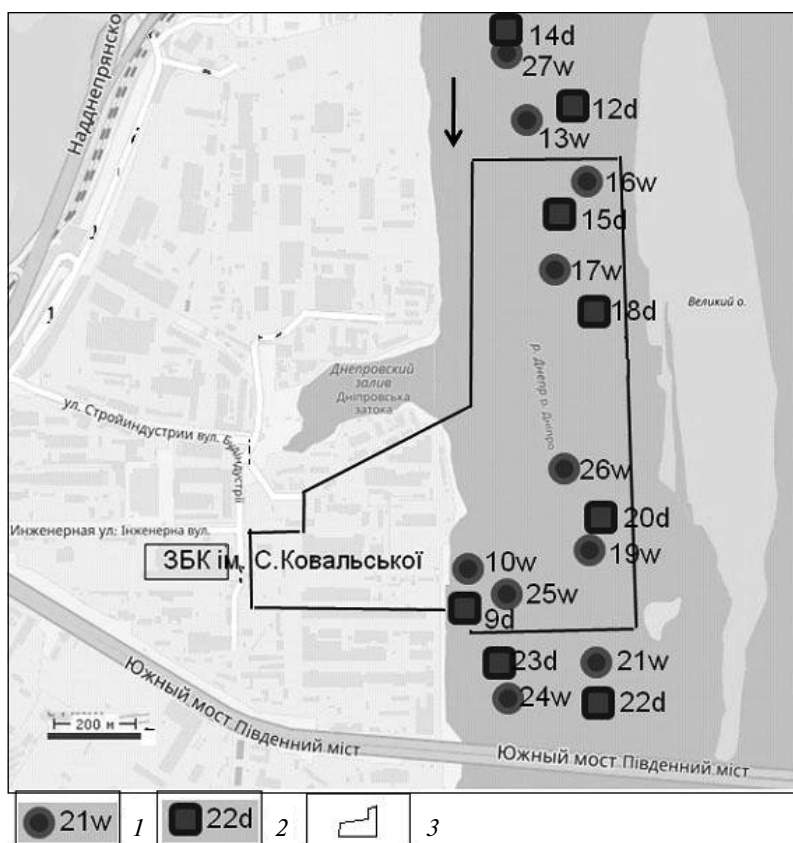


Рис. 2. Схема відбору проб поверхневих вод і донних відкладів: 1 – проби поверхневих вод, 2 – проби донних відкладів, 3 – ділянка гідровидобутку піску Заводом залізобетонних конструкцій ім. С.Ковальської

Таблиця 1. Гідрохімічна характеристика вод р. Дніпро в районі підводного кар'єру з гідровидобутку піску заводу ЗБК ім. С. Ковальської, мг/кг

Компоненти, мг/дм ³	ГДК	Фон	Номера проб (як на рис. 2)											
			27w	13w	16w	17w	26w	19w	25w	10w	21w	24w		
<i>Фізико-хімічні параметри</i>														
pH	6,5–8,5	7,20	7,20	7,40	6,80	7,15	7,05	7,15	7,05	7,05	7,15	7,05	7,40	7,30
SiO ₂	н. в.	9,11	8,95	8,08	8,16	8,29	8,95	8,95	8,95	7,92	8,91	10,63	8,12	8,25
Мінералізація	1000,00	252,00	242,00	236,00	248,00	240,00	246,00	246,00	242,00	242,00	240,00	232,00	242,00	240,00
Жорсткість (мг-екв/дм ³)	7,00	3,90	3,60	3,50	3,80	3,60	3,60	3,60	3,50	3,50	3,60	4,00	3,60	3,60
Завислі речовини (мг/л)	н. в.	н. в.	100,00	80,00	220,00	120,00	190,00	190,00	180,00	180,00	190,00	340,00	60,00	80,00
<i>Аніони</i>														
Азот нітратний NO ₃	45,00	1,30	0,72	0,67	0,76	0,92	0,88	0,88	0,89	0,89	0,92	1,98	0,78	0,81
Азот нітритний NO ₂ ⁻	3,30	0,04	0,1 (2,5)**	0,2 (5)	0,03	0,1 (2,5)	0,1 (2,5)	0,1 (2,5)	0,1 (2,5)	0,1 (2,5)	0,1 (2,5)	0,01	0,2 (5)	0,1 (2,5)
Хлориди Cl ⁻	350,00	19,60	19,50	18,86	28,29	21,55	22,68	22,68	22,90	22,90	21,55	20,20	18,86	19,35
Сульфати SO ₄ ²⁻	500,00	28,66	29,27	26,75	31,28	29,63	28,81	28,81	28,81	28,81	29,63	32,92	28,81	29,24
Фосфати PO ₄ ³⁻	0,50	0,10	0,27 (2,7)	0,25 (2,5)	0,3 (3)	0,34 (3,4)	0,28 (2,8)	0,28 (2,8)	0,27 (2,7)	0,27 (2,7)	0,25 (2,5)	0,2 (2)	0,13	0,19
Гідрокарбонати HCO ₃ ⁻	н. в.	197,50	191,20	189,10	189,10	189,10	189,10	189,10	183,00	183,00	189,10	189,10	195,20	189,10
<i>Катіони</i>														
Азот амонійний NH ₄ ⁺	2,00	0,22	0,6 (2,7)	0,7 (3,2)	0,40	0,7 (3,2)	0,7 (3,2)	0,7 (3,2)	0,7 (3,2)	0,7 (3,2)	0,5 (2,3)	0,20	0,40	0,40
Кальцій Ca ²⁺	180*	55,00	54,11	54,11	54,11	52,10	53,12	53,12	54,11	54,11	56,11	60,12	56,11	56,11
Магній Mg ²⁺	50*	14,40	10,94	9,73	13,38	12,16	11,25	11,25	9,73	9,73	11,55	12,16	9,73	9,68
Натрій Na ⁺	200*	9,70	8,12	7,88	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21
Калій K ⁺	50*	3,60	2,15	2,19	2,36	2,63	2,52	2,52	2,36	2,36	2,65	3,05	2,36	2,52
<i>Органічні сполуки</i>														
Нафтопродукти НАФ	0,30	0,08	0,01	0,01	0,15 (1,9)	0,12	н. в.	н. в.	0,08	н. в.	н. в.	0,01	0,01	0,01
Поверхнево активні речовини ПАВ	0,50	0,03	0,14 (4,7)	0,12 (4)	н. в.	0,15 (5)	н. в.	н. в.	н. в.	н. в.	н. в.	0,09 (3)	0,15 (5)	0,13 (4,3)
Феноли ФЕН	0,00	0,00	<0,0005	<0,0005	н. в.	<0,0005	н. в.	н. в.	н. в.	н. в.	н. в.	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Примітка. ГДК для вод культурно-побутового призначення, *ГДК для рибогосподарських вод (карпових), в дужках жирним шрифтом – аномальний коефіцієнт концентрації хімічних компонентів відносно їх фонового вмісту в р. Дніпро, н. в. – не визначено.

акваторії р. Дніпро в районі підводного кар'єру є результати аналітичних досліджень проб поверхневих вод, відібраних вище та нижче за течією від контуру кар'єру і місця гідровидобутку. Вище за течію від контуру кар'єру (номер проби – відстань): 27w – 350 м; 13w – 250 м; нижче від земснаряду: 16w – 50 м; 17w – 350 м, 26w – 600 м, 19w – 850 м; 25w – 50 м нижче від місця скиду дренажних вод 10w – дренажні води від видобутку піску; нижче від контуру кар'єру: 21w – 150 м, 24w – 200 м. Схема відбору проб представлена на рис. 2.

Такий підхід дозволив вичленити складову техногенного навантаження на води і донні відклади р. Дніпро, спричинені іншими підприємствами, розташованими вище за течією. Результати аналітичних досліджень проб поверхневих вод (із середнього шару стоку води) наведені в табл. 1.

З табл. 1 видно, що жоден із досліджуваних компонентів у поверхневих водах р. Дніпро (до, в межах і після підводного кар'єру, як і в дренажних водах), не характеризується вмістом вищим, ніж значення ГДК для вод культурно-масового і рибогосподарського використання. У межах контуру підводного кар'єру відмічено підвищений вміст нафтопродуктів і азоту нітратного, але він не перевищує значень ГДК. Незначущість впливу гідровидобутку на хімічний склад вод р. Дніпро підтверджується також тим, що за межами кар'єру нижче за течію вміст досліджуваних компонентів (імовірних забруднювачів) у воді знову стає таким, як і вище від контуру кар'єру.

На рис. 3 представлено зміну вмісту у поверхневих водах завислих речовин, нафтопродуктів і азоту нітратного по профілю вздовж русла р. Дніпро. Установлено, що вміст завислих речовин у поверхневих водах після земснаряду зростає від 80–100 до 220 мг/дм³, далі від земснаряду він становить 120–190 мг/дм³ і за межами кар'єру зменшується до 60 мг/дм³, тобто стає меншим, ніж вище від кар'єру з гідровидобутку.

Такий розподіл завислих речовин пов'язаний із гідродинамічними особливостями потоку поверхневих вод у районі підводного кар'єру. Рельєф дна в межах кар'єру поглиблений на відстані 1 км, що сприяє уповільненню течії й осіданню завислих речовин. Вміст нафтопродуктів, підвищений безпосередньо після земснаряду, уже до нижнього за течією контуру кар'єру зменшується до початкового рівня і навіть стає менше. Незначне підвищення вмісту азоту нітратного у воді після гідровидобутку піску можливо пов'язано з надходженням у воду перегнилих органічних рещ-

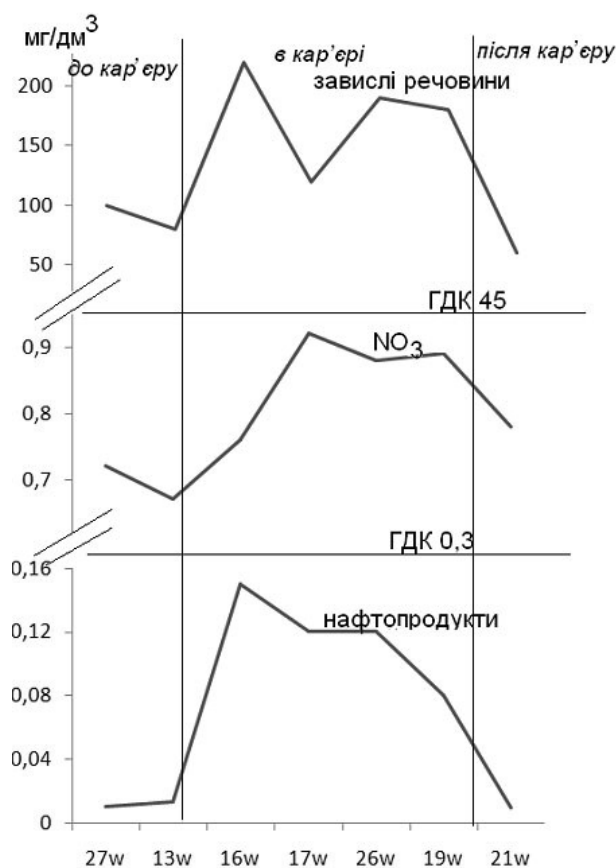


Рис. 3. Графік розподілу завислих речовин, нітратів та нафтопродуктів у поверхневих водах р. Дніпро в результаті гідровидобутку піску. Вісь абсцис – номери проб як на рис. 2

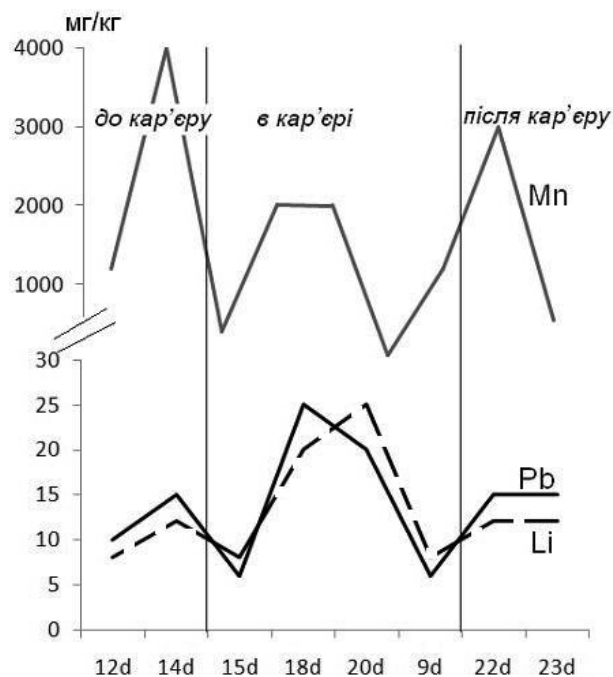


Рис. 4. Графік перерозподілу вмісту марганцю, свинцю, літію в донних відкладах р. Дніпро в районі підводного кар'єру. Вісь абсцис – номери проб як на рис. 2

Таблиця 2. Вміст хімічних елементів у донних відкладах р. Дніпро в районі підводного кар'єру гідровидобутку піску заводу ЗБК ім. С. Ковальської, мг/кг

Хімічний елемент	Фон	Номер проб (як на рис. 2)							
		12d	14d	15d	18d	20d	9d	22d	23d
Ba	300,0	400,0	1000,0	300,0	400,0	400,0	3000,0	400,0	500,0
Pb	11,0	10,0	15,0	6,0	25,0	20,0	6,0	15,0	15,0
Sn	3,1	2,5	2,0	1,0	2,5	2,0	1,2	2,0	2,0
Mn	540,0	1200,0	4000,0	400,0	2000,0	2000,0	100,0	1200,0	3000,0
Ga	5,0	10,0	12,0	4,0	10,0	12,0	1,5	10,0	12,0
Cr	59,0	30,0	40,0	15,0	40,0	50,0	15,0	40,0	40,0
Ni	39,0	12,0	20,0	6,0	20,0	25,0	8,0	15,0	20,0
Co	4,1	5,0	10,0	6,0	8,0	10,0	5,0	10,0	10,0
Mo	2,0	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
V	14,0	30,0	50,0	20,0	40,0	60,0	15,0	40,0	30,0
Cu	21,0	12,0	12,0	12,0	15,0	20,0	15,0	15,0	12,0
Zn	41,0	30,0	20,0	30,0	50,0	40,0	250,0	50,0	20,0
Zr	133,0	400,0	250,0	500,0	250,0	250,0	120,0	250,0	250,0
Ag	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
P	514,0	800,0	1500,0	600,0	1000,0	1000,0	400,0	1000,0	1500,0
Li	8,0	8,0	12,0	8,0	20,0	25,0	8,0	12,0	12,0

ток рослин, збагачених азотом, і вилучених внаслідок видобутку піску з донних відкладів.

У дренажних водах з місця складування видобутого піску відмічається високий вміст завислих речовин – 340 мг/дм³ за фонового вмісту в р. Дніпро 60–100 мг/дм³. У них також підвищується вміст азоту нітратного – 1,98 мг/дм³, калію і оксиду кремнію, які, можливо, надходили із донних відкладів у процесі гідровидобутку. В цілому, дренажні води не змінюють гідрохімічного складу дніпровських вод в місці їх скидання, про що свідчать результати аналізу проби 25w (див. табл. 1).

Донні відклади. На даний час не існує методики визначення еколого-геохімічного стану донних відкладів. Зазвичай, їхній хімічний склад порівнюють зі складом ґрунту, а значення ГДК у ґрунті і є умовним критерієм визначення небезпеки. Але для встановлення ступеня еколого-геохімічної небезпеки як базові застосовують фонові значення. Тому ми оцінювали стан донних відкладів саме шляхом порівняння з фоновими концентраціями.

Проби донних відкладів розташовані вище контуру кар'єру: 12d – 150 м, 14d – 300 м; в межах контуру кар'єру: 15d, 18d, 20d; у місці зливання дренажних вод – 9d. Результати визначення хімічного складу донних відкладів представлено в табл. 2.

Геохімічні дослідження проб донних відкладів у районі підводного кар'єру свідчать про їх збагачення Mn, V, Zr, Ag, P, Co, Ga (2–7 разів) по відношенню до фонового вмісту. Найбільш високі концентрації створюють Mn і V. Вміст Mn в донних відкладах вище від контуру кар'єру змінюється

від 1200 до 4000 мг/кг, в межах кар'єру – від 100 до 2000 мг/кг і нижче від контуру становить 1200–3000 мг/кг за фонового значення 540 мг/кг. Вміст V в донних відкладах до контуру кар'єру змінюється від 30 до 50 мг/кг, у межах контуру – 15–60 мг/кг, нижче – 30–40 мг/кг за фонового значення 14 мг/кг.

У межах контуру підводного кар'єру в результаті гідровидобутку піску відбувається незначний перерозподіл хімічних елементів. У найглибшій частині підводного кар'єру, де відбувається осадження найбільш тонкої (мулової) фракції донних відкладів (проби 18d, 20d), зафіксовано нагромадження Zn, Li, Pb і збіднення на Mn у порівнянні з ділянками, непорушеними внаслідок гідровидобутку. Ці зміни проілюстровані графіками по профілю вздовж русла р. Дніпро (рис. 4).

Такий перерозподіл хімічних елементів, імовірно, пов'язаний із гідромеханічним фракціонуванням змулених і завислих речовин, що надходять від донних відкладів. Найтонша їхня фракція (у глибокій частині кар'єру) характеризується підвищеним вмістом хімічних елементів, таке накопичення відбувається завдяки процесам хемосорбції. Окрім того, в місці скидання дренажних вод (пр. 9d) донні відклади мають чітку геохімічну спеціалізацію (Кк вищий відносно фонового вмісту) – Ba (Кк – 10) і Zn (Кк – 6,1), що пов'язано із осіданням завислих речовин.

За сумарним показником забруднення донних відкладів (СПЗ) встановлено допустимий рівень забруднення підводного кар'єру і нижче за те-

чією за контуром кар'єру (СПЗ до 10), а також помірно небезпечний рівень забруднення вищій від контуру кар'єру (СПЗ – 18). Значення СПЗ свідчать про відсутність суттєвого впливу гідровидобутку піску на забруднення донних відкладів р. Дніпро.

Висновки. В результаті аналізу ступеня забруднення поверхневих вод р. Дніпро у межах ділянки гідровидобутку піску із підводного кар'єру заводу ЗБК ім. С. Ковальської встановлено, що вміст хімічних елементів не перевищує ГДК для вод культурно-масового і рибогосподарського використання. Зафіксовано незначне підвищення вмісту нафтопродуктів, завислих речовин і азоту нітратного, однак їх вміст за межами кар'єру знову швидко виходить на рівень значень, встановлених у воді вище від контуру кар'єру. Визначено, що за

сумарним показником забруднення донних відкладів оцінюється як допустиме. В межах контуру підводного кар'єру відбувається незначний перерозподіл хімічних елементів. У найглибшій частині підводного кар'єру, де відбувається осадження найбільш тонкої (мулової) фракції донних відкладів, відмічено нагромадження Ag, Zn, Li, Pb і збіднення на Mn і Ga (у порівнянні з ділянками, не порушеними внаслідок гідровидобутку); в місці скидання дренажних вод донні відклади мають чітку геохімічну спеціалізацію на Ba і Zn.

Зважаючи на вищевикладене, зроблено висновки, що гідровидобуток піску із підводного кар'єру заводу ЗБК ім. С. Ковальської не створює еколого-геохімічної небезпеки для поверхневих вод і донних відкладів р. Дніпро.

Список літератури

1. Использование геохимических методов при изучении загрязнения окружающей среды: сб. науч. статей / ред. Л.Н. Овчинников. Москва : ИМГРЭ, 1984. 78 с.
2. Методичні рекомендації. Еколого-геохімічна оцінка забруднення ґрунтів, донних відкладів, ґрунтових вод / [Є.О. Яковлев, І.В. Мельнік, А.І. Дубицький]. – Киев: ДГП Геоінформ, 1998. 34 с.

References

1. Ispolzovanie geohimicheskikh metodov pri izuchenii zagryazneniya okrujayushey sredy: sb. nauch. statey / red. L.N. Ovchinnikov. M.: IMGRE, 1984. 78 s.
2. Metodichni rekomendatsiyi. Ekoloho-geokhimichna otsinka zabrudnennya gruntiv, donnykh vidkladiv, gruntovykh vod / [Ye.O. Yakovlyev, I.V. Mel'nik, A.I. Dubyts'kyi]. K. : DHP Heoinform, 1998. 34 s.

Zhovinsky E.Ya., Klos V.R., Kryuchenko N.O.

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine

Ecology-geochemistry assessment of hydraulic mining of river sand river Dnepr

Factory of reinforced concrete structures named. S. Kovalska annual sand extracted in the waters of the Dnieper in an area of 36 hectares. The aim is ecological and geochemical risk assessment of river sand mining and its effects on the environment (surface water and bottom sediments), not including possible processes of mechanical destruction of the island and a bridge as a result of sand mining. The criterion background contamination were content and the maximum permissible concentration (MPC) of chemical elements in environmental objects. In surface waters (Dnipro) found a slight excess oil and nitrate nitrogen. A slight increase in nitrate nitrogen in the water after sand hydraulic mining possibly connected with hitting the water from sediments overrotten organic remains of plants enriched with nitrogen. The content of chemical elements (Pb, Mn, Cr, Zn, Cu, Ba, Sn, Ni, Li and others.) In surface waters do not exceed the maximum permissible concentration (MPC). In the bottom sediments in the central quarry found increased content – Zn, Li, Pb and reduce – Mn (regarding the contents of these elements in sediments untouched hydraulic mining areas). This redistribution of chemical elements, possibly associated with hydromechanical silty fractionation and suspended solids coming from the bottom sediments. The most subtle of fraction (depth of quarry) are characterized by a high content of chemical elements through the process of chemisorption. It is concluded that hydraulic mining sand from underwater plant quarry factory of reinforced concrete structures named. S. Kovalska creates ecological and geochemical safety for surface water and sediments p. Dnipro.

Keywords: hydraulic mining, sand, ecological and geochemical assessment, surface water, bottom sediments

Жовинський Э.Я., Клоос В.Р., Крюченко Н.О.

Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеновко НАН Украины

Эколого-геохимическая оценка риска гидродобычи речного песка р. Днепр

По результатам эколого-геохимических исследований донных отложений и поверхностных вод р. Днепр в районе подводного карьера гидродобычи речного песка завода железобетонных конструкций (ЖБК) им. С. Ковальской (Киев, Южный мост) установлен их уровень загрязнения. В поверхностных водах (р. Днепр) установлено незначительное превышение нефтепродуктов и азота нитратного. Содержание химических элементов (Pb, Mn, Cr, Zn, Cu, Ba, Sn, Ni, Li и др.) в поверхностных водах не превышают предельно допустимых концентраций (ПДК). В донных отложениях в центральной части карьера зафиксировано концентрирование – Zn, Li, Pb и вынос – Mn (относительно содержания этих элементов в донных отложениях не тронутых гидродобычей участков). Сделан вывод, что гидродобыча песка с подводного карьера завода ЖБК им. С. Ковальской не создает эколого-геохимической опасности для поверхностных вод и донных отложений р. Днепр.

Ключевые слова: гидродобыча песка, эколого-геохимическая оценка, поверхностные воды, донные отложения.

Надійшла 01.09.2016