

УДК 613.31:546.13

© Ю.М. Рець, Ю.М. Сорока

САНІТАРНО-ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ МОНІТОРИНГУ СКИДАННЯ ШАХТНИХ ВОД ПРИ ПЕРЕПРОФІЛЮВАННІ УРАНОВОЇ ШАХТИ В ЗАЛІЗОРУДНУ ШАХТУ

Розглянуто результати моніторингу скидання шахтних вод у р. Жовта протягом 2004-2014 г.г. Відзначено стійке зменшення концентрацій основних забруднювачів в шахтній воді в 2011-2014 р.р в порівнянні з вмістом їх у воді в 2005-2008р.р.

Рассмотрены результаты мониторинга сброса шахтных вод в р. Желтая в течение 2004-2014г.г. Отмечено стойкою уменьшение концентраций основных загрязнителей в шахтной воде в 2011-2014 г.г по сравнению с содержанием их в воде в 2005-2008р.р.

The results of the monitoring of mine water discharge in the river. Yellow during the 2004-2014. Persistent marked decrease in the concentrations of major pollutants in mine water in the 2011-2014 compared to their content in the water 2005-2008r.r

Вступ. Родовища залізних руд по річці Жовтій були відкриті в 1885 році. Їхня розробка почалася в 1898 році. У період з 1898 року по 1934 рік, крім Жовторіченського родовища розроблялися ще відкритим способом ділянки Урсаті, Нетесовський, Михайлівський, Колоті, Ольховський[1].

Після 1917 року на базі Жовторіченського залізорудного родовища було створено рудоуправління «Жовта ріка» тресту "Кривбасруда". З 1934 року, після запровадження в дію шахти "Капітальна", почалося відпрацювання запасів винятково підземним способом. Рудник функціонував до початку окупації Криворіжжя. Під час війни рудник був затоплений, а піднімальна установка була приведена в аварійний стан. Усі спроби німців по відновленню рудника успіхів не мали. Після війни на родовищі були відкриті поклади урану[2].

З 1950 по 1993 рік відпрацюванням запасів цих руд займалося державне підприємство «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» (у різні роки - підприємство №28, комбінат №9, а з 1966 року підприємство п/с 6449).

З 1993 року після відпрацювання родовища уранових руд на базі запасів скандій-ванадієвих і залізних руд Жовторіченського родовища було створене спільне українсько-бермудське підприємство з іноземними інвестиціями «ВостГОК-Ашурст».

Наприкінці 1995 року скандієва програма була зупинена через відсутність попиту на скандієву продукцію. З 1996 року до початку 2002 року допрацьовувалися раніше підготовлені запаси залізних руд основного покладу. У другому кварталі 2002 року почалося затоплення гірничих виробок та відпрацьованих блоків шахти. А з 2003 року почалося неконтрольоване затоплення горизонтальних, вертикальних, похилих виробок та порожнеч відпрацьованих блоків і камер шахти, і до липня 2004 року рівень підземних вод майже досяг горизонту 405м. У складі шахтної води з'явилися зважені частки та хімічні елементи, які не є характерними для води шахти «Новая».

Подальше затоплення загрожувало для міста Жовті Води, та всього регіону Інгулецького басейну екологічною катастрофою. До зазначених вище еле-

ментів, могли бути додані ще природні радіонукліди уранового ряду, тому що вище цього горизонту залишилися невідпрацьованими запаси уранових руд з великою кількістю піриту. В зв'язку із цим протокольними рішеннями Державної комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій від 11.06.2003 року та від 08.10.2003 року було доручено міністерству охорони навколишнього середовища провести державну екологічну експертизу екологічної ситуації навколо шахти «Новая». За завданням Мінприроди України, ВАТ «УкрНТЕК» було проведено «Наукову еколого-експертну оцінку екологічної ситуації навколо шахти «Новая». У цій роботі було оцінено екологічний вплив на навколишнє середовище та економічні наслідки при трьох варіантах стану підприємства, а саме:

1. Повне затоплення (не контрольоване затоплення гірничих виробок шахти «Новая»);
2. Часткове затоплення (контрольоване затоплення гірничих виробок шахти «Новая» та утримання рівня води в шахті на рівні нижче гор. 405 м.);
3. Повернення шахті «Новая» статусу діючого гірничо-видобувного підприємства (відкачка води з гірничих виробок шахти «Новая» які було затоплено та утримання рівня води в шахті на безпечному рівні 20 -30 м. нижче гор. 615 м.).

З приходом у січні 2004 року на підприємство нового інвестора, в особі ВАТ «Полтавський ГЗК» і його дочірнього підприємства «Ферротранс», затоплення шахтного поля було зупинено і почалося його осушення і відновлення гірничих виробок на осушених горизонтах. Основною вимогою до підприємства була вимога здійснення моніторингу шахтних вод та його контролю в р. Жовта і р.Інгулець.

Метою роботи є аналіз досвіду моніторингу скидання шахтних вод колишнього урановидобувного підприємства, що піддалося перепрофілюванню, в залізорудну шахту.

Основні результати.

Хвостосховище балка «Розбери»

Хвостосховище балка «Розбери» призначено для складування хвостів збагачення ЗФ ТОВ «Восток-Руда» у вигляді пульпи, які транспортуються до хвостосховища гідравлічним транспортом по трубах. Хвостосховище балка «Розбери» використовується як накопичувач для складування відходів шахти «Новая» з 1969 року.

Транспортуюча рідина – вода. Таким чином, водовідливні установки відкачують воду з підземних виробок шахти «Новая» на поверхню. Вода використовується для технологічних потреб цеху переробки руд і потім скидається у хвостосховище балка «Розбери». З пруда відстойника вода забирається з хвостосховища та повторно використовується для зворотного водопостачання ЦПР (рис.1). Після використання у технологічному процесі та після освітлення надлишок води скидається в річку Жовта.

Хвостосховище розташовано на лівому схилі долини р. Жовта в балці «Розбери» і складається з основної і резервної ємностей. Хвостосховище оконтурене земляною греблею з ущільнених суглинків і глин, природним екраном греблі

є глинисті і суглинні ґрунти. Максимальна висота основної дамби 26,5 м. Абсолютна відмітка гребеня дамби 124,5 м.

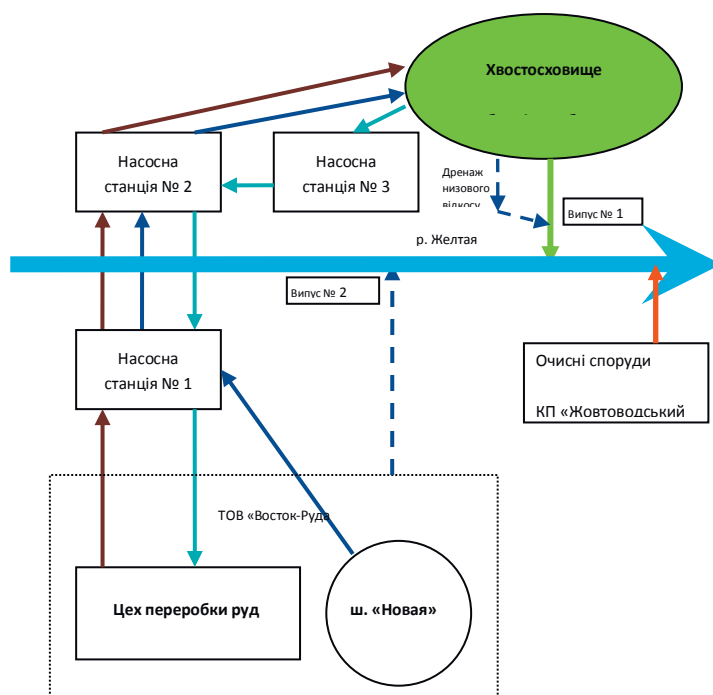


Рис. 1. Принципіальна схема повторного використання зворотних вод

Характеристика шахтних вод

В результаті дренажних робіт, які велися на родовищі з 1946 року по квітень 2002 року, породи західного крила були практично повністю осушені від поверхні до горизонту 615 м. При цьому вміст хімічних елементів у воді шахти «Нова» прийняв стабільний характер та був не змінний на протязі багаторічного періоду. Підземна вода, що відкачується та скидається, за інтегральним критерієм розділу питних і мінеральних вод відноситься до низькомінералізованих сульфатних вод (мінералізація за рахунок сульфат іону 1-2 г/л;), по усім іншим інгредієнтам хімічних речовин, підземна вода має концентрації, що не перевищують ГДК для питної води. Вміст основних хімічних елементів характерний для води шахти «Нова»:

- залізо загальне – менше 0,1 мг/дм³;
- сульфати – 890 мг/ дм³;
- завислі речовини – менше 10 мг/дм³;
- фосфати – 0,05 мг/дм³;
- сухий залишок – 1,7-1,8 мг/дм³.

Проте, у зв'язку з тим, що з квітня 2002 року на підприємстві ТОВ «Восток-Руда» роботи з підготовки запасів до відпрацювання та видобутку залізної руди були зупинені, припинилися і роботи з осушення родовища, а електроенергію вимкнено. Водовідлив з гірничих виробок шахти «Новая» підприємства був зупинений повністю. В результаті цього горизонтальні, вертикальні, похилі

виробки та порожнечі відпрацьованих блоків і камер шахти були затоплені, і до липня 2004 року рівень підземних вод досяг горизонту 405м.

Як наслідок, у складі природно-відносно чистої води з'явилися зважені частки та хімічні елементи, у кількості, яка не є характерною для води шахти «Новая», що змушувало проводити моніторинг та шукати заходи, спрямовані на зниження вмісту зазначених елементів у шахтній воді.

З січня 2004 року ТОВ «Восток-Руда» почало виконувати заходи по відновленню виробництва. Затоплення шахтного поля було зупинено і почалося осушення виробок шахти і порід, які вміщують поклад, а також відновлення, ремонт гірничих виробок на осушених горизонтах, монтаж та налагодження нового обладнання.

Поступово на протязі двох років, завдяки забезпечення виконання спеціальних заходів та унікальних технологій відкачки води «Ерліфтами», було знижено рівень води в шахті «Новая» до горизонту нижче 615 м. Водоприток в гірничі виробки шахти «Новая» стабілізувався у 2009 – 2010 роках на рівні 20 – 30 м. нижче гор. 615м, і у теперішній час відкачка води здійснюється за схемою ступеневого водовідливу. Сумарний водоприток з 2010 по 2015 роки коливався у межах 380-420 м³ / год. Хімічний склад води також стабілізувався та підземна вода має концентрації, що по більшості показників не перевищують та фонових показників річки Жовта(табл.1).

Основне завдання моніторингу шахтних, зворотних та поверхневих вод, полягає в організації спостережень, збирання, обробки, збереження та аналізу інформації про стан водних об'єктів за встановленими створами, прогнозування змін хімічного складу водних об'єктів з урахуванням впливу гідрологічної обстановки поверхневих водотоків та водойм, та розробки оперативних науково-обґрунтованих висновків і рекомендацій для прийняття відповідних рішень та дій з боку підприємства.

Таблиця 1

Показники складу шахтної води та порівняння їх з фоновими та гранично-допустимими концентраціями для комунально-побутових вод

Показники складу шахтної води	Фактичні концентрації хімічних речовин, мг/дм ³ . Натурні дані лабораторних досліджень (середні за 2014рік.)	ГДК [3] Комунально-побутові води	Фонові значення для води р. Жовта
Завислі речовини	3,049	Фон +0,75	4,5
Хлориди	212,47	350	202,13
Сульфати	905,8	500	916,56
Залізо загальне	0,0935	0,3	0,3
Фосфати	<0,050	3,5	0,27
Азот амонійний	0,1494	2,0	0,3
Нітрати	20,213	45,0	7,48

Моніторинг здійснюється згідно з «Планом-графіком контролю якості зворотніх вод, які скидаються з хвостосховища в балці «Р» в річку Жовта». Місця відбору проб води, періодичність відбору проб встановлені відповідно до нормативів ГДС і графіка контролю складу зворотніх вод ТОВ «Восток-Руда».

Під час виконання випробувань застосовуються наступні методи хімічного аналізу: титриметричний, гравіметричний, фотометричний, спектрометричний.

За результатами моніторингу хімічного складу шахтної води, за період з 2004 року по 2015 рік було встановлено, що у період з 2004 по 2008 рік спостерігалось постійне зниження вмісту у воді всіх контрольованих хімічних елементів, а за період з 2008 року по 2011 рік вміст хімічних елементів у шахтній воді прийняв стабільний характер. По усім хімічним речовинам та важким металам за період з 2012 р. по 2015 р. не зафіксовано жодного перевищення встановлених ГДК та фонових значень річки Жовта.

З високою ступінню ймовірності доведено, що у міру осушення гірничого масиву шахти «Новая» від поверхні до горизонту 615 м, сталося відновлення та стабілізація природного водопритоку в шахті «Новая», фактичні показники концентрацій по основним забруднювачам у шахтній воді стали значно нижче. За рахунок осушення масиву, зміни маршрутів міграції водних потоків, зникли і джерела контактів та забруднення підземних вод у гірничому масиві, що призпичило потрапляння забруднених вод у шахтну воду, і як наслідок зменшення кількісних показників у зворотній воді, яка скидається з хвостосховища балка «Розбери» у р. Жовта.

На теперішній час, за даними моніторингу хімічного складу шахтної води, за період з 2004 року по 2015 рік встановлено, що у міру осушення гірничого масиву шахти «Новая» від поверхні до горизонту 615 м спостерігалось постійне зниження вмісту у воді всіх контрольованих хімічних речовин, а за період з 2011 року по 2015 рік вміст хімічних елементів у шахтній воді, по яким на початку відкачки води із затоплених горизонтів (2004 – 2007 роки) були значні перевищення ГДК та природного складу шахтної води, прийняв стабільний характер

В результаті відновлення та стабілізації природного водопритоку в шахті «Новая», фактичні показники концентрацій по основним забруднювачам у шахтній воді стали нижче, ніж показники 2005-2008р.р

Відстояна шахтна вода, подається у верхів'я хвостосховища, самопливом проходить крізь зарості вищої водної рослинності (ВВР) по картах хвостосховища і, в результаті природно та штучно створеного біогеоценозу, очищена та освітлена вода потрапляє у прудок накопичувач. З прудка накопичувача надлишок води скидається в річку Жовта. За даними тривалого інструментально-лабораторного контролю вмісту хімічних речовин по затверджених контрольних створах, за період з 2012 року по 2015 рік, у воді яка скидається з хвостосховища в балці «Розбери» у р. Жовта не встановлено жодного перевищення встановлених нормативів ГДС і фонових значень для річки Жовта.

На рис. 2-4 приведені діаграми динаміки зміни концентрацій хімічних речовин у шахтній воді (2004 рік) та у зворотній воді, що скидалась з хвостосховища в балці «Р» в р. Жовта з випуску №1 (2005 – 2014 р.р.).

Залізо

Затверджена допустима концентрація - 0,267мг/дм³

Гранично допустима концентрація (норматив) – 0,3мг/дм³

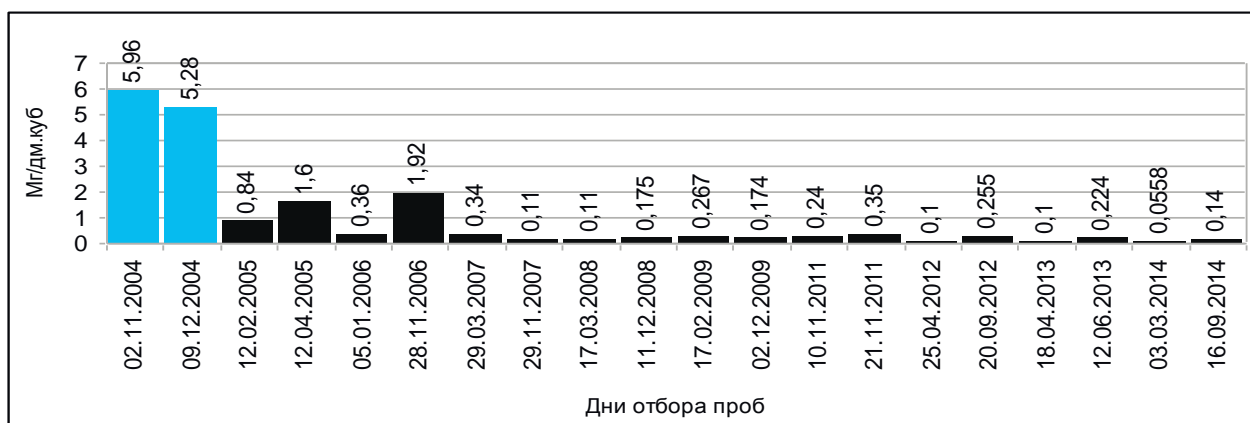


Рис. 2. Концентрація заліза у шахтній воді (2004 рік) та у зворотній воді з випуску №1 (2005 – 2014 р.р.).

Для складання діаграм використовувались максимальні та мінімальні щомісячні показники концентрацій хімічних речовин. (У 2004 році скид зворотної води з хвостосховища не здійснювався).

В річці Інгулець здійснюється змішування, де води річки Жовта розбавляються водами річки Інгулець з витратою по створу 8 (нижче греблі Іскрівського водосховища) – 5,23 м³/сек. Хімічний склад води, отриманий в результаті змішування на цій ступені, в основному визначає якість води в річці Інгулець, нижче впадіння в неї річки Жовта (створ 9).

Сульфати

Затверджена допустима концентрація - 915мг/дм³

Фон р.Жовта - 916,56мг/дм³

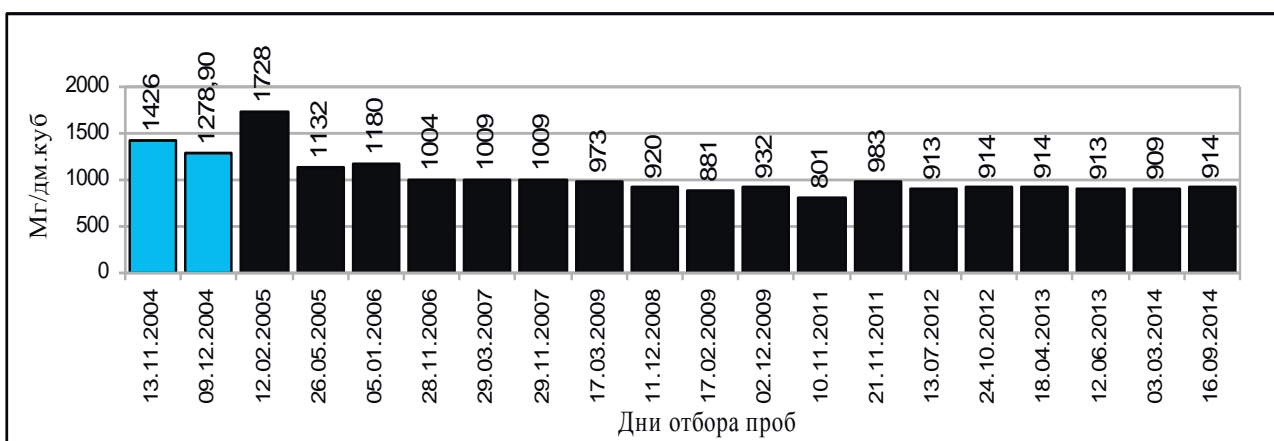


Рис. 3. Концентрація сульфатів у шахтній воді (2004 рік) та у зворотній воді з випуску №1 (2005 – 2014 р.р.).

Фосфати

Затверджена допустима концентрація - 0,5мг/дм³

Гранично допустима концентрація (норматив) – 3,5мг/дм³

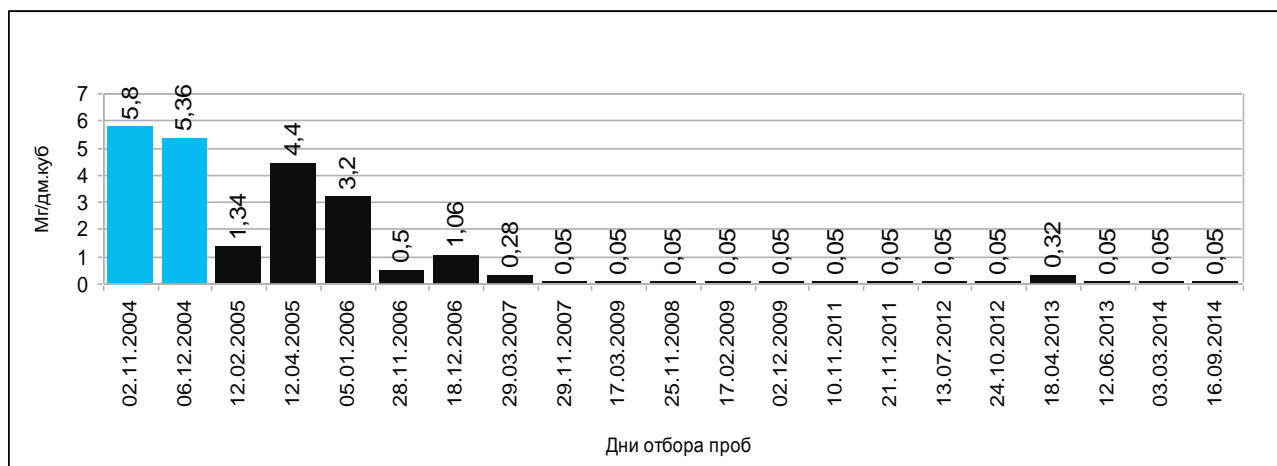


Рис. 4. Концентрація фосфатів у шахтній воді (2004 рік) та у зворотній воді з випуску №1 (2005 – 2014 р.р.).

Фон р. Жовта близький до хімічного складу зворотної води, що скидається з хвостосховища «Р».

В зворотних водах ТОВ «Восток – Руда», які скидаються з хвостосховища балка «Р» в р.Жовта з випуску №1 концентрація по усім інгредієнтам, встановленим нормативами ГДС, в відповідності до переліку списку А, постанови КМУ №1100 від 11.09.96р., не перевищує ГДК, згідно проекту ГДС та ГДК на питну воду. ГДК для сульфат іону та сухого залишку, згідно нормативів ГДС, встановлена по даним фонових значень р. Жовта, становить 916 мг/дм³, та 2221 мг/дм³ відповідно.

Фактичні дані, по результатам лабораторних досліджень, виконаних в період межени 09.07.2014 року при скиді зворотних вод з хвостосховища в балці «Р» в об'ємі 125 м³ за годину, приведені в табл. 2. Діаграми концентрацій хімічних речовин у воді р.р. Жовтої та Інгулець, відібраних по контрольним створам приведені на рис.5-6.

За даними лабораторних досліджень, виконаних 09.07.2014 року, в дуже маловодному періоді, концентрація усіх контрольованих хімічних речовин у р.Інгулець в контрольному створі 9 (500м нижче впадіння річки Жовтої у річку Інгулець) та у воді водосховища «Карачуни» не перевищує ГДК, згідно санітарних норм для питного та госпобутового водокористування.

В річці Інгулець відбувається вагоме розбавлення води річки Жовтої, тобто впадіння річки Жовтої в річку Інгулець навіть в дуже маловодний період чинить слабкий вплив на змінення її хімічного складу. Концентрація хімічних речовин р.Інгулець не перевищує ГДК, згідно санітарних норм. Процеси, що змінюють характер речовин, які надходять у водні об'єкти, це процеси самоочищення.

Таблиця 2

Результати лабораторних досліджень забруднюючих речовин у шахтній воді, та у воді р.Жовта, р.Інгулець та у водосховищі Карачуни (09.07.2014)

Речовини, що визначались	Місце відбору проби										ГДК, згідно СанПіН, питна вода, мг/дм ³
	р. Жовта. 1000 м вище випуску, створ 4	Випуск №1 створ 3	р. Жовта. 500 м нижче випуску, створ 5	Скид стічних вод очисних споруд водоканалу, лоток	р. Жовта, місце впадіння в річку Інгулець, створ 7	р.Інгулець, 500м вище впадіння р. Жовтої в річку Інгулець, створ 8	р.Інгулець, 500 м нижче впадіння р.Жовтої в р.Інгулець створ 9	Водосховище Карачуни створ 11.			
Нітрити	< 0,03	0,12	0,046	0,73	0,034	< 0,03	< 0,03	0,05	0,05	3,3	
Нітрати	< 0,50	19,2	13,6	2,38	21,0	< 0,05	< 0,05	2,46	2,46	45	
Амоній	0,47	0,11	0,15	2,31	0,54	0,42	0,43	0,38	0,38	2,0	
Фосфати	-	< 0,05	-	0,33	-	-	-	-	-	3,5	
АПАР	-	< 0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	
Хлориди	198	235	248	371	315	21	32	54	54	350	
Сульфати	608	912	997	83,1	753	83	81,6	162	162	500	
Сухий залишок	1562	2152	2331	1353	1940	377	386	572	572	1000	
pH	7,525	7,522	7,432	7,452	7,532	7,641	7,555	7,538	7,538		
XПК	39,2	12,7	14,7	28,7	21,7	13,2	20,2	21,2	21,2	30,0	
Нафтопродукти	-	< 0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,3	
Завислі речовини	-	5,7	-	-	-	-	-	-	-	13,8	
Жорсткість заг., мг-екв/л	6,4	6,5	7,0	5,4	8,5	2,2	2,2	2,8	2,8	7(10)	
Розчин. кисень	12,0	6,2	5,4	9,1	7,3	5,2	6,8	7,0	7,0	не<4	
БПК ₅	5,7	3,8	< 3	4,6	3,2	< 3	< 3	4,0	4,0	4,5	

Сукупність розбавлення і самоочищення створюють здатність водного об'єкта до очищення, що й спостерігається при дослідженнях забруднюючих речовин у шахтній воді, та у воді р.Жовта, р.Інгулець та у водосховищі Карачуни (табл 2.).

Хлориди

Затверджена допустима концентрація -238 мг/дм³

Гранично допустима концентрація (норматив) – 350мг/дм³

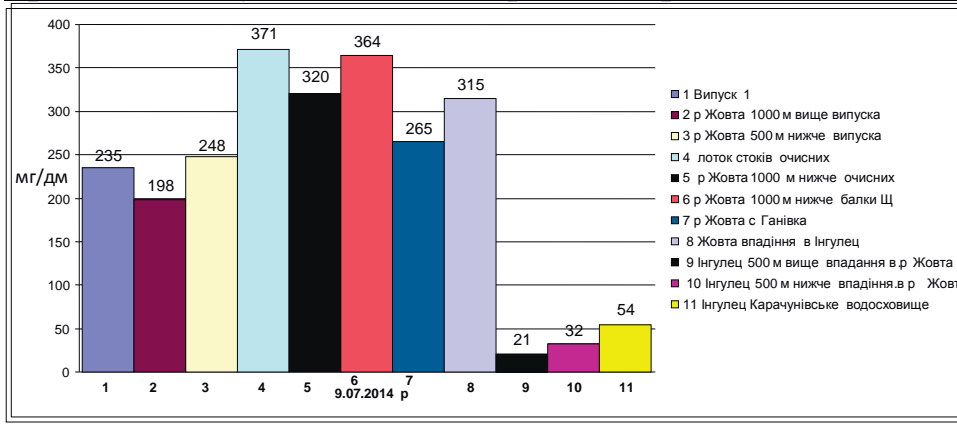


Рис. 5. Концентрація хлоридів у воді річок по створам контролю зворотніх вод ТОВ «Восток-Руда»

Сульфати

Затверджена допустима концентрація - 915мг/дм³

Гранично допустима концентрація (норматив) – 500мг/дм³

Фон р.Жовта - 916,56мг/дм³

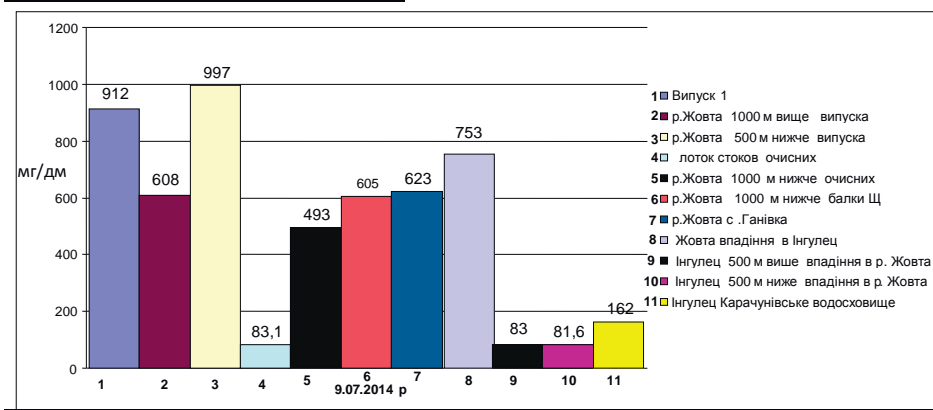


Рис. 6. Концентрація сульфатів у воді річок по створам контролю зворотніх вод ТОВ «Восток-Руда»

Висновки. На теперішній час, за даними розробленої системи моніторингу хімічного складу шахтної води, за період з 2004 року по 2014 рік встановлено, що у міру осушення гірничого масиву шахти «Новая» від поверхні до горизонту 615 м спостерігалось постійне зниження вмісту у воді всіх контрольованих хімічних речовин, а за період з 2011 року по 2015 рік вміст хімічних елеме-

нтів у шахтній воді, по яким на початку відкачки води із затоплених горизонтів (2004 – 2007 роки) були значні перевищення ГДК та природного складу шахтної води, прийняв стабільний характер

В результаті відновлення та стабілізації природного водопритоку в шахті «Новая», фактичні показники концентрацій по основним забруднювачам у шахтній воді стали нижче, ніж показники 2005-2008р.р

Концентрація будь яких інгредієнтів у зворотній воді навіть при максимально допустимому скиді ТОВ «Восток-Руда» не буде впливати на якість води водосховища «Карачуни», буде набагато нижче ГДК, згідно санітарних норм, і знаходиться в оптимально сприятливих значеннях для питного водопостачання.

Список літератури

1. Желтым Водам – 100, Пригожин Ю.И., Калюжный Н.И., Кривоносов Ю. М., Меркушев Н.А., Днепрпетровск “СІЧ”, 1995г.- 118с.
2. Добыча и переработка урановых руд в Украине : Монография. – К.: «АФЕД-Украина», 2001.-238с.
3. САНПин 4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М.: Изд. Минздрава СССР, 1988. – 67 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Зберовським О.В.
Надійшла до редакції 25.02.2015*

УДК 504.5.06+622.69:620.162

© О.В. Орлинская, Н.Н. Максимова, Ю.Н. Сорока, К.Т. Кобзар

ВЛИЯНИЕ ОТВАЛОВ ФОСФОГИПСА НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИЛЕГАЮЩИХ ЗЕМЕЛЬ

Показана миграция Co, Ni, Cr, Zn и других химических соединений, содержащихся в отвале фосфогипса, в почвы прилегающих территорий с последующим образованием ореолов загрязнения. Оценено техногенное влияние объекта на прилегающие земли по суммарному показателю загрязненности, а также методом В.М. Гуцуляка.

Показана міграція Co, Ni, Cr, Zn та інших хімічних сполук, які містяться у відвалі фосфогіпсу, в ґрунти прилеглих територій з подальшим утворенням ореолів забруднення. Оцінено техногенний вплив об'єкта на прилегли землі за сумарним показником забрудненості, а також методом В.М. Гуцуляка.

Migration chemical compounds Co, Ni, Cr, Zn etc. from phosphogypsum dump in soil are shown. The impact of technogenic object on the surrounding land estimated by V.M. Gutsulyak and total pollution index methods.

Введение. На сегодняшний день на территории Украины складировано около 60 млн. т. отходов фосфогипса, которые рассматриваются в законода-