УДК 622.793.5; 669.2

О. О. ДОЦЕНКО, М. В. БАБАЄВ

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ ШАХТНИХ ВОД ШАХТИ «ЛЮБЕЛЬСЬКА» № 1-2

Вивчені існуючі методи демінералізації шахтних вод. Висвітлені переваги технології опріснення води зворотним осмосом. Визначені технічні й економічні переваги метода зворотно осмотичного знесолення води. Наведена коротка характеристика комплексу демінералізації шахтної води, її технології, яка побудована за блоковим принципом та повинна забезпечувати безвідходне виробництво. Проведені аналіз і оцінка потенційного впливу комплекса демінералізації шахти «Любельська» № 1-2 на поверхневі та підземні води. Надано рекомендації щодо збереження екологічної рівноваги в районі функціонування шахти.

Ключові слова: шахтні води, комплекс демінералізації, метод зворотного осмосу, блоковий принцип, шлам реагентного пом'якшення, безвідходна технологія.

Изучены существующие методы деминерализации шахтных вод. Освещены преимущества технологии опреснения воды обратным осмосом. Определены технические и экономические преимущества метода обратно осмотического обессоливания воды. Приведена краткая характеристика комплекса деминерализации шахтной воды, ее технологии, которая построена по блочному принципу и должна обеспечивать безотходное производство. Проведены анализ и оценка потенциального воздействия комплекса деминерализации шахты «Любельская» № 1-2 на поверхностные и подземные воды. Даны рекомендации по сохранению экологического равновесия в районе функционирования шахты.

Ключевые слова: шахтные воды, комплекс деминерализации, метод обратного осмоса, блочный принцип, шлам реагентного умягчения, безотходная технология.

We studied the existing methods of demineralization of mine waters. It highlights the advantages of the technology of desalination by reverse osmosis. To determine the technical and economic advantages of the method back to osmotic desalination. A brief description of the complex mine water demineralization, its technology, which is built on a block basis and must ensure waste-free production. The analysis and assessment of the potential impact of complex demineralization of mine "Lubel'ska" N° 1-2 in the surface water and groundwater. The recommendations for the conservation of the ecological balance in the area of the mine operation.

Complex technology of demineralization of mine waters, based on the use of reverse osmosis in conjunction with the method of evaporation, provides waste-free, environmentally friendly cleaning system highly mineralized drainage water. Based on the composition and nature of the planned works, it is possible to distinguish the following main types of potential impacts of the negative nature of the environment: air – emissions technology vehicles during the construction period, and from the locomotive - in the period of operation; emissions of water vapor; boiler emissions from coal combustion; hydrosphere – possible negative impact on the underground water by filtration costs in places of accumulation of mine water.

Expected positive impact on the surface water on hydrochemical and hydrological regimes channel "Butynsky" and rivers Ratha, a row of ponds in the region of the central production site of mine "Lubel'ska" N° 1-2, a result of the receipt of fresh water in the operational period of the complex demineralisation. The functioning of the projected objects to the work of all utilities in the nominal mode will preserve the ecological balance in the area of accommodation and do not have a negative impact on soil, vegetation, air, water and other environmental components.

Keywords: mine water, the complex of demineralization, reverse osmosis method, block principle, slurry reagent softening, non-waste technology.

Вступ. Одним з джерел наповнення сировинного ринку України вугіллям високої якості є будівництво нових, сучасних шахт.

Однією з таких буде шахта «Любельська» № 1-2, будівництво якої почалося в 2008 на території Жовківського району Львівської області. Це перспективна і високоефективна шахта держави.

На цій шахті видобуватимуть в півтора рази більше вугілля, ніж всі нині діючі вуглевидобувні підприємства Західної України.

Після введення в дію шахти «Любельська» № 1-2, держава крім економічного ефекту отримає значний соціальний ефект, це більше 2,0 тисяч додаткових робочих місць з високим рівнем заробітної плати.

Разом з тим, процеси вуглевидобутку супроводжуються утворенням значних обсягів шахтних вод, які характеризуються високою мінералізацією в залежності від літологічного складу порід покрівлі і підошви робочих вугільних пластів (горизонтів).

Основним і характерним показником складу шахтних вод є мінералізація, обумовлена вмістом хлоридів, сульфатів, кальцію, магнію, натрію і бактеріальне забруднення. Традиційно шахтні води відводяться в річки. Основною технологією їх підготовки перед скиданням в даний час є хлорування, відстоювання і освітлення в ставках-відстійниках [1].

Загальний вплив гірничого виробництва на водні ресурси здійснюється через складні й різноманітні процеси порушення підземної гідросфери та зміни режиму підземних і поверхневих вод. Основний результат такого впливу на підземні води виражається: у порушенні природного водообміну, втраті запасів при формуванні водопритоку у гірські вироблення й у переводі підземного стоку вже в забрудненому виді в

© О. О. Доценко, М. В. Бабаєв, 2016

поверхневий, у процесі шахтного водовідливу. Частина підземних вод губиться на випар з технічних водойм і відкритих водних поверхонь, які штучно створюються при затопленні й підтопленні території в результаті їхнього підробітку й просідання [2].

Основними факторами впливу виробничої діяльності шахт, на режим природних вод є: власне ведення самих гірничих робіт і відходи виробництва: породний відвал та шахтні води.

Виділяються дві основні групи шахтних вод: хлоридно-натрієві, мають, як правило, вміст солі понад 7 г/дм^3 (3,3 %) і сульфатно-хлоридно-натрієві води з різними співвідношеннями сульфату і хлориду натрію, що мають солевміст до 7 г/дм^3 (96,5 %). Кожна з цих груп вимагає особливої технології обробки.

Результати попередніх багаторічних досліджень показали, що в залежності від етапів будівництва та експлуатації шахт, концентрації забруднюючих речовин в шахтних водах перевищують встановлені нормативи і створюють підвищену екологічну небезпеку в місцях їх скидання в річки-приймачі.

Екологічно й економічно обґрунтовані рішення щодо розвитку вугледобувної промисловості регіону повинні гарантувати екологічну безпеку населення, сприятливі умови проживання, мінімальну шкоду природному середовищу, впровадження сучасних технологій при стійкому соціально-економічному розвитку території.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. В даний час розпочато підготовчий період будівництва шахти «Любельська» № 1-2 Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну України.

За попередніми опрацюваннями максимальні водопритоки при розробці родовищ очікуються в обсязі до 300 м^3/год. Прогнозована мінералізація вод буде перебувати в межах 20, г/дм^3, досягаючи в окремі періоди експлуатації 32,0 г/дм^3.

Скидання шахтних вод у водні об'єкти (р. Рата – ліва притока 1-го порядку р. Західний Буг) з такими показниками не представляється можливим. Закачування мінералізованих вод в глибокі водоносні горизонти також неприйнятна, оскільки сприятливі геологічні структури в радіусі 100 км відсутні [3].

Таким чином, однією з серйозних проблем при відпрацюванні Любельського вугільного родовища є утилізація шахтних вод.

З метою вирішення зазначеної проблеми в Інституті Проблем машинобудування Національної Академії Наук України за ініціативи та безпосередньої участі Науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» для шахти «Любельська» № 1-2 розроблена безвідходна технологія демінералізації шахтних вод, яка дозволяє отримати товарні мінеральні продукти або напівфабрикати для інших виробництв.

Для усунення шкідливого впливу мінералізованих стічних вод на природні водойми на практиці застосовується ряд заходів, в тому числі будівництво ставків-накопичувачів і ставків-випарників, регульований скид в водотоки, максимальне використання на виробничі потреби підприємств вугільної та інших галузей промисловості, а також в сільському господарстві [4, 5]. Однак застосовувані методи недостатньо ефективні. Радикальне вирішення проблеми знешкодження мінералізованих вод, особливо з солевмістом понад 2 – 3 г/дм^3, полягає в будівництві демінералізаційних установок з комплексною переробкою розсолів, які утворюються, на товарні солепродукти.

Зниження солевмісту води до лімітів ДержСанПіН №383 «Вода питна» або до концентрації близької до вмісту солей у дистильованій воді називають відповідно опрісненням і знесоленням.

На підставі вивчення світового досвіду та виконання науково-дослідних робіт визначено основні способи демінералізації і область їх застосування:

– електродіаліз – солевміст 2 – 7 г/дм^3 (96,5 % обсягу мінералізованих вод);

– зворотний осмос – 7 – 20 г/дм^3 (2 %);

– дистиляція – більше 20 г/дм^3 (1,5 %).

Існуючі методи опріснення й знесолення води підрозділяють на дві основні групи: зі зміною й без зміни агрегатного стану води [6]. До першої групи методів відносять дистиляцію, нагрівання води понад критичну температуру (350 °С), заморожування, газогідратний метод; до другого – іонообмін, електродіаліз, зворотний осмос (гіперфільтрацію), ультрафільтрацію, екстракцію й ін.

Найпоширеніші в практиці – дистиляція, іонообмін, електродіаліз і зворотний осмос [7].

Переваги технології опріснення води зворотним осмосом. Зазвичай, вхідна шахтна вода має солевміст, що багаторазово перевищує вимоги до очищеної води. З вище перерахованих методів знесолення води, єдиним технічно й економічно доцільним є метод зворотно осмотичного знесолення води.

Застосування мембранної технології на основі методу зворотного осмосу має цілий ряд переваг, які полягають в наступному:

1. Вода не перетерплює фазових перетворень (випари або замерзання), що забезпечує низьку енергоємність способу, у порівнянні з відомими методами її демінералізації.

2. Висока селективність поліамідних мембран (96 – 99,8 %).

3. Низькі експлуатаційні витрати.

4. Простота технологічної схеми.

5. Технічно простий контроль якості очищеної води.

6. Екологічність способу досягається завдяки тому, що, по-перше, вторинний продукт не складується й не вимагає переробки, а зливається в накопичувальний бак і підлягає переробці – випарюванню; по-друге, потребується невелика кількість реагентів (типу NaCl, NaOH, HCl, H_2SO_4), що застосовуються для регенерації мембран, а отже, немає проблеми щодобової обробки великих об'ємів регенераційних розчинів (як після іонного обміну), які небезпечно забруднюють навколишнє середовище. Крім того, відсутні витрати на придбання реагентів [8].

7. Має місце повна бактерицидна обробка води завдяки сполученню схем демінералізації води і її знезаражування за рахунок малості діаметра пор мембран, що не пропускають бактерії. Однак при подачі води у водогінні мережі необхідно додатково проводити знезараження води.

Мета роботи. У зв'язку з цим перспективним і актуальним напрямком є розробка технічних рішень, спрямованих на удосконалення підготовки шахтних вод перед скиданням і тим самим – на поліпшення екологічного стану підземних і поверхневих вод в районах функціонування вуглевидобувних шахт. Важливо також виконувати оцінку потенційного впливу на стан навколишнього природного середовища в районі розміщення комплекса демінералізації шахтних вод, який проектується. Одним із найважливіших і актуальних завдань при цьому є контроль стану і захист компонентів природного середовища, а особливо – поверхневих вод та підземних вод.

Основний матеріал. Характеристика комплексу демінералізації шахтної води як споживача природних ресурсів. Проектований комплекс призначений для демінералізації шахтної води з одержанням прісної води з мінералізацією 0,1 г/дм^3, що відповідає за основними показниками ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая», а також попутних продуктів:

– десятиводного сульфату натрію (мірабіліту);

– технічного хлористого натрію;

– шламу коагуляції й реагентного пом'якшення сировини для цементної промисловості.

Комплекс розрахований на переробку 150 м^3/год вихідної шахтної води, прогнозні показники якої наведені в таблиці 1.

Технологія комплексу демінералізації шахтної води забезпечує безвідходне виробництво, побудована за блоковим принципом і включає:

1. блок попередньої підготовки;
2. блок коагуляції і першого освітлювання;
3. блок реагентного зм'якшування;
4. блок фільтрування;
3. блок реагентного зм'якшування;
4. блок фільтрування;
5. блок зворотно осмотичного знесолення;
6. блок випаровування і кристалізації солей.

Орієнтовні розрахункові показники якості води (при температурі 6 °С) наведені в таблиці 2, при більш високій температурі знесолення буде відбуватися ефективніше.

Таблиця 1 – Уточнений прогноз хімічного складу дренажної води шахти «Любельська» № 1-2

Період експлуатації шахти	Приток води, м^3/год			Підсумок прогнозу						
	Q	Q_1	Q_2	К, г/дм^3	HCO^{3-}, мг/дм^3	SO_4^{2-}, мг/дм^3	Cl^-, мг/дм^3	$Na^+ + K^+$, мг/дм^3	Ca^{2+}, мг/дм^3	Mg^{2+}, мг/дм^3
Початковий	145,5	90,9	54,6	18,7	238,2	1909,8	9123,5	5465,0	891,4	327,4
Стабільний приток води	132,8	49,8	83,0	11,7	346,2	1181,5	5569,8	3394,7	557,5	211,4
Початковий, мекв./дм^3	300,693А/309,462К			0,508	3,903	39,788	257,0	237,609	44,57	27,283
Стабільний, мекв./дм^3	187,186А/193,088К			0,315	5,675	24,615	156,896	147,596	27,88	20,958

З екологічної та економічної доцільності в якості найкращої передбачено використання безвідходної технології демінералізації шахтної води.

Попередня обробка води полягає в обробці її повітрям та наступній витримці у ставку-відстійнику шахтної води. На цій стадії утворюється твердий відхід у вигляді шламу накопичувального басейну.

Кількість й якісний склад цих відходів, що вивантажують із накопичувального басейну, можуть бути оцінені після проходки стовбура шахти й появи реальної води з механічними й нестабільними домішками. Місткість ставка-відстійника шахтної води обрано з розрахунку накопичення осаду за весь термін експлуатації шахти.

Кількість й якісний склад цих відходів, що вивантажують із накопичувального басейну, можуть бути оцінені після проходки стовбура шахти й появи реальної води з

механічними й нестабільними домішками. Місткість ставка-відстійника шахтної води обрано з розрахунку накопичення осаду за весь термін експлуатації шахти.

З метою вилучення з води органічних домішок та комплексних водорозчинних сполук заліза передбачена коагуляційна обробка води сполуками алюмінію.

Таблиця 2 – Розрахункові показники шахтної води до й після знесолення

Стадія тех.. процесу		pH	Жорст., мг-екв./дм^3	SO_4^{2-}, мг-екв./дм^3	Cl^- мг-екв./дм^3	$Na^+ + K^+$, мг-екв./дм^3	Ca^{2+}, мг/дм^3	Mg^{2+}, мг/дм^3
Після содо-вапняного пом'якшення	145,5	12	1,5	39,788	257,0	304,057	20,0	24,0
	132,8	12	1,5	24,615	156,896	185,913	20,0	24,0
Після нейтралізації	145,5	4,3	0,1	41,188	257,0	304,057	20,0	24,0
	132,8	4,3	0,1	26,015	156,896	185,913	20,0	24,0
Пермеат зворотного осмосу	48,5	4,8	–	0,1405	3,52	3,68	0,052	0,063
	44,3	4,8	–	0,1405	3,52	3,68	0,052	0,063
Концентрат зворотного осмосу	97	4,1	0,15	62,8	393,5	452,3	30,7	37,4
	88,5	4,1	0,15	36,92	235,34	221,4	30,7	37,4

На стадії коагуляційного вилучення органічних речовин утворюється твердий відхід – шлам коагуляції. Він є першим діловим відходом. Його кількість можна оцінити після проходки шахтного стовбура й появи реальної води.

Потім вода піддається реагентному пом'якшенню. На стадії реагентного пом'якшення води утворюється твердий відхід – шлам реагентного по-м'якшення. Кількість шламу становить 27,797 т/добу у початковий період роботи шахти й 16,343 т/добу у період стабільної роботи.

Таким чином, хімічне пом'якшення води супроводжується утворенням значної кількості другого виробничого відходу – шламу реагентного пом'якшення.

Очікуваний склад цього шламу:

– вологість – 35 %;

– гідроксид магнію – 10 %;

– карбонат кальцію – 55 %.

Шлам реагентного пом'якшення передбачається використовувати в якості сировини для цементного виробництва.

Стадія реагентного пом'якшення також супроводжується утворенням пилових викидів, що з'являються під час розвантаження кальцинованої соди та приготування вапняного молока. Розрахунок свідчить, що кількість вапняного пилу, що викидається з силосу, не перевищує 5 кг/рік, а максимальна концентрація у точці викиду складає 0,72 мг/м^3. Кількість пилу кальцинованої соди, що викидається з відділення мокрого зберігання, з урахуванням заходів запобігання пилоутворенню, не перевищить 2 кг/рік. Викиди такого масштабу істотно не вплинуть на стан довкілля.

Для вилучення дрібних часток крейди та гідроксиду магнію воду піддають фільтруванню на зернистих фільтрах. На стадії фільтрування утворюється стічна вода, яка містить завислі частки карбонату кальцію і гідроксиду магнію. Ця вода спрямовується на вхід освітлювача реагентного пом'якшення.

Підготовлена таким чином вода спрямовується на знесолення зворотним осмосом.

Цей процес супроводжується періодичним утворенням стічної води, яка представляє собою відпрацьовані розчини промивання зворотно осмотичних мембран. Цей стік містить хлориди натрію, кальцію, магнію й заліза, а також невеликі кількості триполіфосфату натрію й силікату натрію. Зазначений розчин скидають в промислову каналізацію, звідки повертають в ставок-відстійник вхідної шахтної води. Загальна кількість солей, що повертаються у ставок-відстійник шахтної води, не перевищить 100 кг/рік.

Не частіше одного разу за три роки проводиться заміна зворотно осмотичних мембран. Відпрацьовані мембрани разом з відпрацьованими картриджами фільтрів є твердими відходами. Вони здаються для утилізації на підприємство з переробки пластмасових відходів.

Концентрат зворотного осмосу спрямовується на стадію випарки-кристалізації. Результатом роботи блоку випарки-кристалізації є утворення ще двох виробничих твердих відходів – десятиводного сульфату натрію (мірабіліту) та хлориду натрію [9].

Ці відходи планується реалізувати на підприємства з виробництва скла (сульфат натрію) та у теплову мережу або на комунальні підприємства м. Львова (хлорид натрію).

Їх кількість складе: для десятиводного сульфату натрію 22 т/добу у початковий період роботи шахти та 16 т/добу у період стабільної роботи. Кількість хлориду натрію – 52,5 т/добу у початковий період роботи шахти й 29,253 т/добу у період стабільної роботи шахти.

Із ставка-накопичувача після змішування зворотні води шахти по напірному колектору відводяться в річку Рата, ліву притоку річки Західний Буг.

У технологічній схемі блоку випарки-кристалізації є холодильна машина.

Якщо вона зіпсується, для здійснення ремонту треба утилізувати аміак. Для цього існує установка поглинання аміаку.

Основним продуктом демінералізації є очищена знесолена вода в кількості до 150 м^3/год.

За своїми хімічними показниками вона перевершує СНИП 4630-88 «Охрана поверхностных вод от загрязнения». Вода також загалом відповідає вимогам ДержСанПіН № 383 «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» за виключенням нормативів фізіологічної повноцінності (практично повна відсутність лужності, жорсткості та фторидів). Зазначену воду планується використати для задоволення всіх санітарно-технічних потреб шахти, а надлишок скидати після охолодження до 25 °С у басейн річки Рата. При цьому якість води в річці не тільки не погіршиться, а трохи покращиться.

Установка є споживачем значної кількості тепла – до 18 Гкал/ч (20,95 МВт). В остаточному підсумку, це тепло викидається в атмосферу у вигляді водяної пари.

Джерелом тепла є спалювання вугілля у котельні шахти. При цьому з котельні через димар додатково буде скидатися вуглекислота в кількості 82000 т/рік. Крім того, спалювання в котельні бурого вугілля або відходів коксівного вугілля з'явиться джерелом викиду в атмосферу чадного газу СО, оксидів азоту, а також значної кількості пилоподібних часток.

Таким чином, комплекс демінералізації шахтної води буде джерелом утворення викидів в атмосферу, скидання стічної води й твердих відходів.

Висновки.

Основними відходами демінералізації являється очищена демінералізована вода з мінералізацією 0,1 г/дм^3, яка за хімічними показниками відповідає ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая», в кількості 150 м^3/год.

Після задоволення всіх санітарно-технічних потреб шахти, залишки води, охолоджені до + 25 °С планується скидати в басейн р. Рата. При цьому якість води в річках буде значно покращуватися за рахунок розпріснення.

Технологія комплексу демінералізації шахтних вод, що ґрунтується на застосуванні зворотного осмосу у поєднанні з методом випарювання, буде забезпечувати безвідходну, екологічно чисту систему очистки високомінералізованих шахтних вод.

Функціонування проектованого об'єкту – комплексу по демінералізації шахтних вод з утилізацією розсолу для шахти «Любельська» № 1-2 (в період експлуатації шахти) – з роботою всіх інженерних комунікацій у номінальному режимі дозволить зберегти екологічну рівновагу в районі розміщення комплексу демінералізації.

Проектований об'єкт не буде чинити негативного впливу на ґрунт, рослинність, атмосферне повітря, водні ресурси й інші компоненти природного середовища.

Список літератури:

1. *Матлак Е. С.* Снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях / *Е. С. Матлак, В. Б. Малеев*. – К.: Техника, – 1991. – 136 с.
2. *Майдуков Г. Л.* Шахтная вода как природный ресурс / *Г. Л. Майдуков, М. Е. Григорюк* // Уголь Украины. – 2006. – № 12 – С. 22 – 28.
3. *Удалов И. В.* Оценка возможности захоронения шахтных вод шахты «Любельская» в глубокие непродуктивные водоносные горизонты / [*И. В. Удалов, Н. К. Маркина, Я. С. Маркина, Я. В. Яроха*] // Вестник НТУ «ХПИ». – 2008. – № 39. – С. 77 – 85.
4. *Пилипенко А. Т.* Комплексная переработка шахтных вод / [*А. Т. Пилипенко, И.Т. Гороновский, В. Д. Гребенюк и др.*]; под ред. А.Т. Пилипенко. – К.: Техника, 1985. – 183 с.
5. *Резников Ю. Н.* Шахтные и карьерные воды: кондиционирование, использование, обессоливание и комплексная переработка / *Ю. Н. Резников, В. Г. Львов, В. В. Кульченко*. – Донецк: Изд-во «Каштан», – 2003. – 242 с.
6. *Матлак Е. С.* До питання про можливу зміну регіональних норм якості шахтних вод, що скидають, та особливості їх використання / *Е. С. Матлак, В. К. Костенко, О. В. Луньова* // Проблеми екології. – 2010. – № 1-2. – С. 46 – 50.
7. *Долина Л. Ф.* Сточные воды предприятий угольной промышленности и методы очистки / *Л. Ф. Долина*. – Донецк: 2000. – 190 с.
8. *Гребенкин С. С.* Физико-химические основы технологии деминерализации шахтных вод: монография / *С. С Гребенкин, В. К. Костенко, Е. С. Матлак*; под общ. ред. В. К. Костенко. – Донецк: «ВИК». – 2008. – 287 с.
9. *Синявский С. А.* О проблеме деминерализации шахтных вод / *С. А. Синявский* // Уголь Украины. – 2010. – № 2 – С. 22 – 24.

References (transliterated)

1. Matlak E. S., Maleev V. B. *Snizhenie zagryaznennosti shahtnyh vod v podzemnyh usloviyah* [Reduced pollution of mine water in underground conditions]. Kiev, Tekhnika Publ., 1991, 136 p.
2. Maydukov G. L., Grigoryuk M. E. *Shakhtnaya voda kak prirodnyy resurs* [Mine water as a natural resource]. Ugol' Ukrainy, 2006, No 12, pp. 22 – 28.
3. Udalov I. V., Markina N. K., Markina Ya. S., Yarokha Ya. V. *Otsenka vozmozhnosti zakhoroneniya shakhtnykh vod shakhty «Lyubel'skaya» v glubokie neproduktivnye vodonosnye gorizonty* [Evaluation mine "Lubelska" possible burial mine wa-ter in deep aquifers unproductive]. Visnyk NTU "KhPI", 2008, No 39, pp. 77 – 85.

4. Pilipenko A. T., Goronovskij I. T., Grebenyuk V. D., Zapol's-kij A. K., Kucheruk D. D., Maksin V. I., Rud' A. M., Zagorod-nyuk A. K. *Kompleksnaya pererabotka shahtnyh vod* [Complex processing of mine water]. Kiev.: Tekhnika Publ., 1985, 183 p.
5. Reznikov Yu. N., L'vov V. G., Kul'chenko V. V. *Shakhtnye i kar'ernye vody: konditsionirovanie, ispol'zovanie, obessolivanie i kompleksnaya pererabotka* [Mine and quarry water: air-conditioning, use, desalination and complex processing]. Donetsk, "Kashtan" Publ, 2003, 242 p.
6. Matlak E. S., Kostenko V. K., Lun'ova O. V. *Do pitannya pro mozhlivu zminu regional'nikh norm yakosti shakhtnikh vod, shcho skidayut', ta osoblivosti ïkh vikoristannya* [On the question of a possible change to the regulations governing the quality of mine water discharges, and especially their use] Problemi ekologiï. [Ecological problems], 2010, No 1 – 2, pp. 46 – 50.
7. Dolina L. F. *Stochnye vody predpriyatiy ugol'noy promyshlennosti i metody ochistki* [Waste water of the coal industry and purification methods]. Donetsk, 2000, 190 p.
8. Grebenkin S. S., Kostenko V. K., Matlak E. S. *Fiziko-khimicheskie osnovy tekhnologii demineralizatsii shakhtnykh vod: monografiya* [Physical and chemical bases of technology of demineralization of mine waters: monograph]. Donetsk, «VIK» Publ., 2008, 287 p.
9. Sinyavskiy S. A. *O probleme demineralizatsii shakhtnykh vod* [On the problem of mine water demineralization]. Ugol' Ukrainy, 2010, No 2, pp. 22 – 24.

Надійшла (*received*) *09.12.16*

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Екологічно безпечна технологія очистки шахтних вод шахти «Любельська» № 1-2 / О. О. Доценко, М. В. Бабаєв // Вісник НТУ «ХПІ». – Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 35 (1207). – С. 25 – 30. – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2079-0821.

Экологически безопасная технология очистки шахтных вод шахты «Любельская» № 1-2 / О. О. Доценко, М. В. Бабаев // Вісник НТУ «ХПІ». – Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 35 (1207). – С. 25 – 30. – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2079-0821.

Environmentally friendly cleaning technology of mine water mine "Lubel'ska» No 1-2 / O.O. Dotsenko, M.V. Babaev // Bulletin of NTU "KhPI". – Series: Chemistry, Chemical Engineering and Ecology. – Kharkov: NTU "KhPI", 2016. – 2016. – No 35 (1207). – P. 25 – 30. – Bibliogr.: 9 names. – ISSN 2079-0821.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Доценко Олена Олександрівна – аспірант, науковий співробітник, Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем", м. Харків; тел.: (067) 578-74-90; e-mail: lenochkadotsenko@mail.ru.

Доценко Елена Александровна – аспирант, научный сотрудник, Научно-исследовательское учреждение «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем», г. Харьков; тел.: (067) 578-74-90; e-mail: lenochkadotsenko@mail.ru.

Dotsenko Elena Oleksandrivna – Postgraduate Student, Researcher, Research Institution "Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems", Kharkov; tel.: (067) 578-74-90; e-mail: lenochkadotsenko@mail.ru.

Бабаєв Михайло Вікторович – кандидат геолого-мінералогічних наук, старший науковий співробітник, Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», м. Харків; тел.: +38 (057) 702-15-89; e-mail: ekohydro@ukr.net.

Бабаев Михаил Викторович – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Научно-исследовательское учреждение «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем», г. Харьков; тел.: +38 (057) 7021589; e-mail: ekohydro@ukr.net.

Babaev Mikhail Viktorovich – Candidate of Geological-mineralogical Sciences (Ph. D.), Senior Researcher, Research Institution "Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems", Kharkov; tel.: +38 (057) 702-15-89; e-mail: ekohydro@ukr.net.