УДК 661.46.47

А. П. МЕЛЬНИК, Н. Н.НЕМЕЦ, М. О.ПОДУСТОВ

ПРО ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОВЕРНЕННЯ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВИХ ВОД НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ

Досліджено зменшення концентрації іонів заліза (II) при одержанні йоду з супутньо-пластових вод нафтогазоконденсатних родовищ України озонуванням, оцінено ступінь перетворення заліза (II) в залізо (III), встановлено, що при озонуванні суміші іонів Fe^{2+} з іонами J^- на залежності ступеня утворення йоду від співвідношенні Fe^{2+}/J^- спостерігається максимум, до досягнення якого переважно в реакцію вступають іони йоду, що вказує на можливість вилучення йоду з СПВ, озонування прискорює процес перетворення іонів заліза (II) в іони заліза (III), які коагулюючи випадають у осад разом з завислими речовинами, що покращує процес підготовки супутньо-пластових вод до повернення та впливає на екологічну безпеку.

Ключові слова: пласт, вода, йодид-іон, йод, озонування, залізо, відношення.

Исследовано уменьшение концентрации ионов железа (II) при получении йода из попутно-пластовых вод нефтегазоконденсатных месторождений Украины озонированием, оценено степень превращения железа (II) в железо (III), установлено, что при озонировании смеси ионов Fe^{2+} с ионами J^- на зависимость степени образования йода Fe^{2+}/J^- наблюдается максимум, по достижению которого преимущественно в реакцию вступают ионы J^-, что указывает на возможность извлечения йода из ППВ, озонирование ускоряет процесс превращения ионов железа (II) в ионы железа (III), которые коагулируя выпадают в осадок вместе со взвешенными веществами, что улучшает процесс подготовки попутно-пластовых вод до возврата и влияет на экологическую безопасность.

Ключевые слова: пласт, вода, йодид-ион, йод, озонирование, время, соотношение.

The decrease in the concentration of iron ions (II) in the preparation of iodine from the fossil groundwater of oil/gas-condensate fields of Ukraine by ozonation has been studied, the degree of conversion of iron (II) to iron (III) has been estimated and it has been established that at ozonizing a mixture of Fe^{2+} ions with J^- ions on the dependence of the degree of Fe^{2+}/J^- iodine formation the maximum is observed upon reaching of which J^- ions mainly enter into a reaction, which indicates the possibility of extraction of iodine from the fossil groundwater, the ozonation accelerates the process of conversion of iron ions (II) into iron ions (III), which after coagulation are precipitating with suspended substances, which improves the process of preparing the associated fossil groundwater before the return and has an impact on the environmental safety.

Key words: fossil, water, iodide ion, iodine, ozonation, time, iron, ratio.

Вступ.

Згідно екологічних законів Д. Конара всі процеси взаємопов'язані і все те, що появилось повинно кудись подітися, а згідно В.І. Вернадському міграція хімічних елементів на земній поверхні і в біосфері в цілому здійснюється або за безпосередньої участі живого середовища, або ж відбувається в середовищі, геохімічні властивості якого зумовлені живим середовищем [1].

Супутні пластові води (СПВ) є побічним не цільовим продуктом видобутку газу, конденсату та нафти [2] повністю відповідають цим законам і потребують їх використання чи утилізації після вилучення вуглеводневої сировини процесами нафтогазовидобування.

Речовини, що входять до складу СПВ, належать до шкідливих для навколишнього середовища, а тому не можуть бути направлені на поверхню ґрунту чи у водоймища [3].

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями – аналіз стану повернення.

Сьогодні на вітчизняних родовищах, згідно Водного кодексу України, СПВ підлягають поверненню до підземних горизонтів згідно технологічних проектів. При безперервному поверненні у виснажені пласти вони повинні суміщатися з водами пласта, не визиваючи утворення осадів і закупорювання порових просторів [3].

За хімічним складом в СПВ згідно з представленими даними [4] знаходяться, в основному, аніони (Cl^-, SO_4^{2-}, HCO^{3-}), катіони (K^+, Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}), мікро компоненти (амоній-іон, нітрат-іон, нітрит-іон; іони йоду та брому, залізо Fe^{2+} і Fe^{3+}, двоокис вуглецю, нафтопродукти, які зумовлюють відповідну кислотність і мінералізацію.

Основними завданнями при підготовці до повернення СПВ у надра є підтримка, крім інших показників, вмісту іонів заліза в окисній формі до 10 мг/дм^3 [5], оскільки, утворюючи осади, вони закупорюють пласт і при безперервному видобувному процесі можуть спричиняти розповсюдження СПВ у навколишнє середовище, що – не допустимо.

Іони заліза появляються у СПВ в результаті корозії видобувного обладнання і змінюються як по родовищах, так і з часом його експлуатації, що видно на прикладі аналізу СПВ ряду свердловин Кобзівського ГКР (таблиця), де концентрації іонів заліза визначено як методом титрування (МТ), так і візуальним тестовим методом (ТМ) згідно представленим даним [6] для оперативного реагування щодо поводження з СПВ.

© А. П. Мельник, Н. Н. Немец, М. О. Подустов, 2017

Таблиця – Концентрації іонів заліза (II) у СПВ деяких свердловин (Св.) Кобзівського ГКР

Св. №	Концентрація іонів заліза Fe^{2+}, мг/л					
	мінімальна		максимальна		середня	
	ТМ	МТ	ТМ	МТ	МТ	ТМ
29	>10	78	> 10	269	168	> 10
31	> 10	106	> 10	283	167	> 10
32	> 10	64	> 10	154	112	> 10
44	> 10	31	> 10	207	115	> 10
85	> 10	20	> 10	322	140	> 10
86	> 10	81	> 10	347	178	> 10
88	> 10	36	> 10	227	165	> 10
102	< 10	0	> 10	358	165	> 10

Задача дослідження.

Зменшити час відстоювання і таким чином зменшити ризик попадання СПВ у навколишнє середовище можна шляхом збільшення швидкості реакції утворення іонів Fe^{3+}. Одним з доступних реагентів для окиснення іонів Fe^{2+} в Fe^{3+} є озон, який широко використовується для знезараження вод [7]. Перетворення іонів заліза, які знаходяться у СПВ вітчизняних родовищ, де присутні ряд інших іонів, зокрема іони йоду, не відомо.

Мета роботи полягає у дослідженні впливу часу реакції, мольно-іонного відношення Fe^{2+}/озон та Fe^{2+}/J^- на перетворення іонів Fe^{2+} в іони Fe^{3+} та іонів J^- в йод озонованим повітрям.

Методи і об'єкт дослідження.

Як об'єкт дослідження використано мінералізовану воду з концентрацією заліза (Fe^{2+}) сульфату 0,1194 г/дм^3 і натрію хлориду 200 мг/дм^3 та модель пластової води свердловини одного з Полтавських родовищ, до складу якої входить, мг/дм^3: йодид-іонів 50, бромід-іонів 800, хлорид-іонів 148086, сульфат-іонів 215, іонів двовалентного заліза 0 – 66. Загальна мінералізація води 253 г/дм^3. СПВ Кобзівського ГКР з концентрацією іонів Fe^{2+} 126 мг/дм^3.

Озон одержували на установці *GL* 3189. Продуктивність установки $6{,}63\cdot10^{-2}$ м^3/год повітря. Концентрація озону $6{,}28\cdot10^{-2}$ г-моля/м^3. Концентрації йодид, -бромід, -хлорид, -сульфат-, бікарбонат-іонів, іонів кальцію, магнію, заліза, калію, натрію визначено згідно [8].

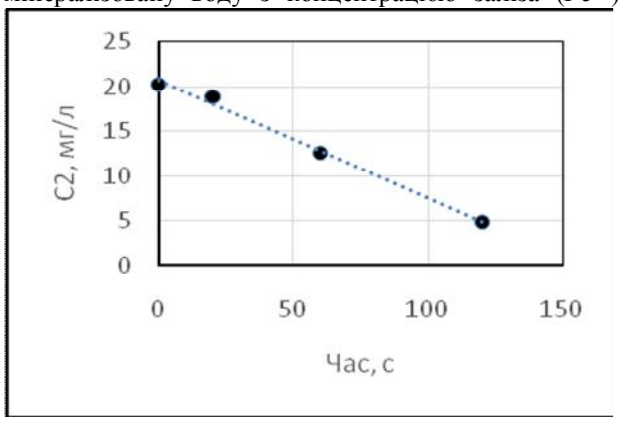
Концентрації іонів натрію, калію, кальцію, магнію, заліза підтверджено атомноспектральним аналізом.

Концентрацію озону визначено йодометричним методом [9, 10–14]. Озонування здійснено в реакторі трубчатого типу, який обладнано інтенсивним диспергатором.

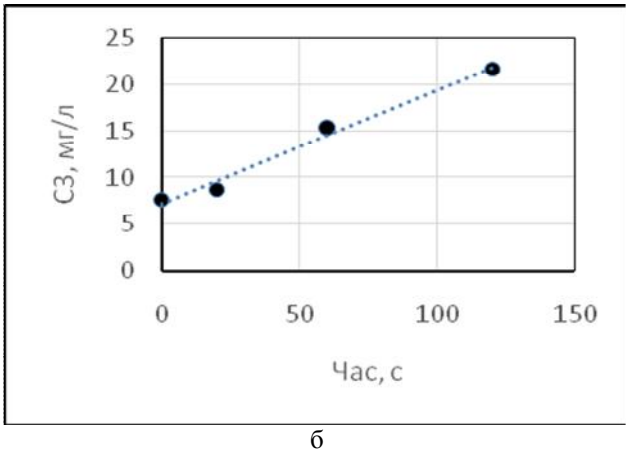
Результати.

Зміни концентрацій іонів заліза від часу озонування (рис.1 (а)) свідчать про те, що з збільшенням часу озонування зменшується концентрація іонів заліза (II).

За спрощеними функціональними схемами були обрані напрямки та критерії впливу на якість комплексних інноваційних проектів (рис. 1):



а



б

Рис. 1 Зміни концентрації іонів Fe^{2+} (а) Fe^{3+} (б) від часу озонування

При цьому спостерігається чітка лінійна залежність, яка описується лінійним рівнянням:

$$C_2 = at + b$$

де C_2 – концентрація іонів Fe^{2+}, мг/дм^3;

t – час озонування, с;

a = - 0,1321; b = 20,747.

Коефіцієнт рівняння регресії 0,9941 вказує на високу достовірність співпадіння експериментальних і розрахункових величин.

З рис.1 (б) витікає, що з збільшенням часу озонування спостерігається антибатна залежність, а саме: при зменшенні концентрації іонів двовалентного заліза відбувається збільшення концентрації іонів тривалентного заліза також за лінійною закономірністю, яка описується рівнянням

$$C_3 = a_1 t + b_1,$$

де C_3 – концентрація іонів Fe^{3+}, мг/дм^3;

a_1 = 0,1217; b_1 = 7,2662.

На основі змін концентрацій іонів заліза [15] розраховано зменшення іонів двовалентного ($\Delta C_2 = Fe_0^{+2} - Fe_n^{+2}$) і збільшення тривалентного ($\Delta C_3 = Fe_n^{+3} - F_0^{+3}$) заліза та одержано залежність (рис. 2), де індекси 0 і п відносяться до початкових і поточних концентрацій. З залежності витікає те, що зменшенню іонів двовалентного заліза відповідає практично таке ж збільшення іонів тривалентного заліза, оскільки у рівнянні регресії (рис. 2) $y = \Delta C_2$ майже не відрізняється з коефіцієнтом кореляції 0,9964 від $x = \Delta C_3$.

Таким чином одержані результати свідчать про те, що іони Fe^{2+} практично повністю перетворюються в іони Fe^{3+} згідно реакції

$$4Fe^{2+} + O_3 + 2H_2O \rightarrow 4Fe^{3+}$$

Оцінка витрат озону за змінами ступеня перетворення (СП) іонів заліза Fe^{2+} в Fe^{3+} від змін мольно-іонного відношення озон:Fe^{2+} (*MIB*) свідчить про те (рис. 3), що для повного перетворення необхідний надлишок озону.

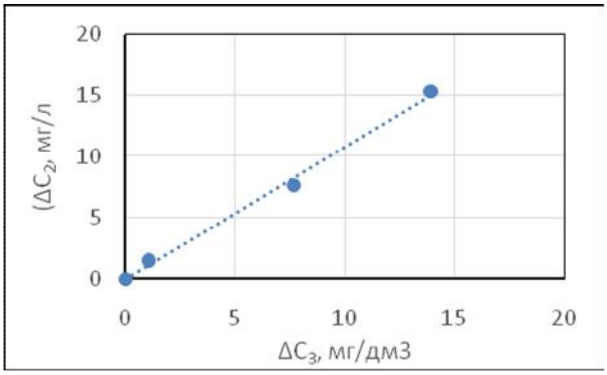


Рис. 2. Залежність змін концентрацій іонів Fe^{2+} ΔC_2 від іонів Fe^{3+} ΔC_3

При цьому (рис. 3) спостерігається чітка лінійна залежність, яка підпорядковується рівнянню

$$СП = a_2 MIB + b_2,$$

в якому a_2 = 86,094, b_2 = 0,1165, коефіцієнт регресії 0,9999.

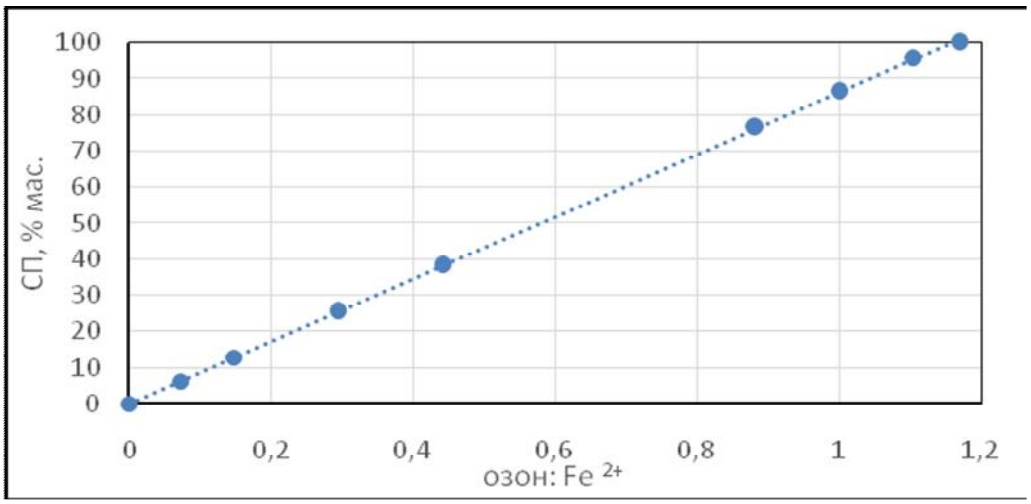


Рис. 3. Залежність ступеня перетворення (СП) іонів Fe^{2+}в іони Fe^{3+}від мольно-іонного відношення озон:Fe^{2+}

Одержані результати вказують на те, що іони заліза (II) можна швидко перетворювати в іони тривалентного заліза. Це дозволяє зменшити час відстоювання СПВ з ≈ 3 діб до ≈ 3 год., оскільки через такий час спостерігається їх коагуляція і випадіння в осад. Це підтверджується озонуванням СПВ Кобзівського ГКР з початковою концентрацією іонів Fe^{2+} 126 мг/дм^3. При цьому видаляються не тільки іони заліза, концентрація яких за тестовим методом зменшилась до величини < 10 мг/дм^3, але і концентрація завислих речовин (ЗР)з 3258 мг/дм^3 до 570 мг/дм^3, що відповідає ступеню очищення від ЗР ≈ 82,5 %.

При традиційному відстоюванні 82 % ступінь очищення досягається через 2,8 доби. Це зумовлює підвищення екологічної безпеки повернення СПВ в пласт за рахунок зменшення ризику виникнення аварійних ситуацій в результаті можливого переповнення ними ємностей відстоювання.

Разом з тим хімічним аналізом СПВ встановлено, що до їх компонентного складу входять іони йоду і брому, які також можуть вступати в реакцію з озоном.

Відомо [16], що коли присутня суміш іонів йоду і брому, то в першу чергу в реакцію вступають іони йоду згідно реакції:

$2J^- + O_3 + 2H^+ \rightarrow J_2 + 2H_2O$

Для вияснення закономірностей озонування сумішей іонів заліза з іонами йоду досліджено вплив часу та іонного відношення цих іонів (рис. 4, 5). При озонуванні йодид-іонів залежності ступеня утворення йоду на відміну від утворення іонів Fe^{3+} – не лінійні [17] як у відсутності іонів заліза, так і у їх присутності (рис. 4). Разом з тим присутність іонів заліза сприяє збільшенню ступеня утворення йоду, яке досягає певної максимальної величини, а потім зменшується. Зменшення може бути зумовлено взаємодією озону з іншими компонентами, наприклад іонами заліза. У присутності іонів заліза максимум утворення йоду зміщується в сторону збільшення часу реакції.

Необхідно підкреслити те, що збільшення концентрації іонів заліза суттєво не впливає на ступінь утворення йоду, але при цьому спостерігається збільшення часу і величини ступеня. Це підтверджує те, що іони заліза сприяють взаємодії озону з іонами йоду, а не з іншими присутніми компонентами.

Можна допустити, що зменшення ступеня утворення йоду після досягнення максимуму може бути зумовлено взаємодією озону з іонами Fe^{2+}, тобто, що взаємодія озону з тим чи іншим іоном залежить від їх співвідношення. Таке припущення підтверджується змінами ступеня утворення йоду від змін іонного співвідношення - Fe^{2+}/J^-(рис. 5) за один і той час озонування.

При збільшенні відношення іонів заліза до іонів йоду спочатку спостерігається збільшення ступеня утворення, яке є незначним при малому часі озонування. Збільшення часу зумовлює те, що на залежностях спостерігаються максимуми, які відповідають співвідношенню $Fe^{2+}/J^- \approx 3$. Це означає те, що коли вміст іонів заліза перебільшує вміст іонів йоду у 3 і більше разів в реакцію озонування переважно вступатимуть іони заліза.

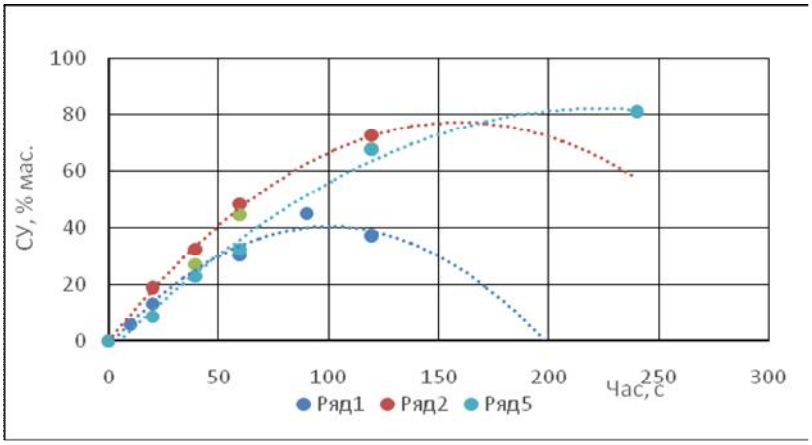


Рис. 4 Зміни ступеня утворення йоду (СУ) від часу озонування під впливом іонів Fe^{2+}, мг/дм^3, де 1 – Fe^{2+} = 0; 2 – 22; 3– 66.

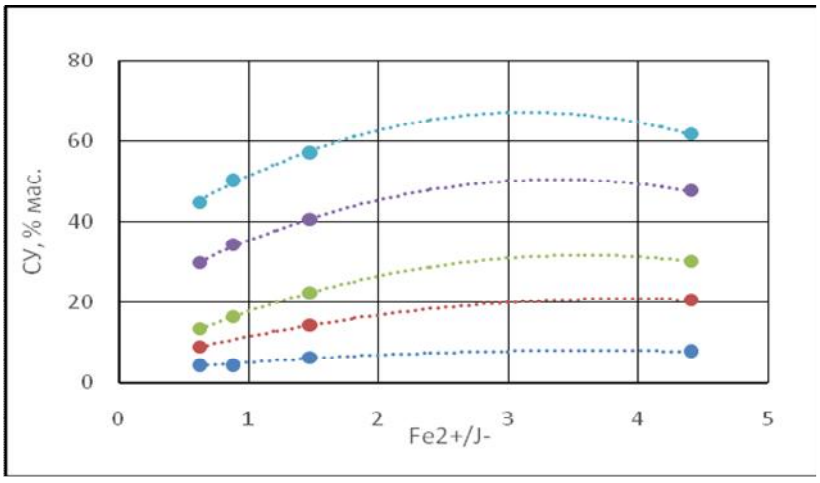


Рис. 5. Зміни ступеня утворення йоду (*СУ*) від відношення Fe^{2+}/J^- і часу озонування (*б)*, де знизу-вверх 10 с, 20 с, 30 с, 40 с, 60 с, 120 с

Отже при підвищенні екологічної безпеки за рахунок пришвидшення видалення іонів заліза озонуванням, особливо при підвищених концентраціях іонів заліза, попутно можна отримувати йод. Відомо [18], що потреба України в йоді для харчових продуктів і медицини знаходиться на рівні 15 т/рік і 20 т/рік, відповідно, а промисловість потребує до 30 т/рік.

У попередніх роботах показано [19], що йодид-іони СПВ можуть бути перетворені у йод за екологічнобезпечною технологією у порівнянні з існуючим на цей час.

Висновки.

Встановлено, що при озонуванні зменшення концентрації іонів заліза (II) і збільшення концентрації іонів тривалентного заліза підпорядковуються лінійним закономірностям, а кількість перетворених іонів Fe^{2+} з високим ступенем достовірності відповідає кількості утворених іонів Fe^{3+}.

Повне перетворення іонів заліза (II) в залізо (III) відбувається при мольно-іонному відношенні озон:Fe^{2+} більше 1.

При озонуванні суміші іонів Fe^{2+} з іонами J^- на залежності ступеня утворення йоду від співвідношенні Fe^{2+}/J^- спостерігається максимум, до досягнення якого переважно в реакцію вступають іони йоду, що вказує на можливість вилучення йоду з СПВ.

Після озонування осади сполук заліза разом з завислими речовинами утворюються значно швидше порівняно з традиційним відстоюванням, що підвищує екологічну безпеку повернення СПВ у пласт.

Список літератури

1. *Бровадій В.М., Гаца О.О.* Закони екології: навчальний. посібник [Текст] / М. Бровадій, О. Гаца – К.: Освіта України, 2007. – 380 с.
2. Основи технології видобування нафти і природного газу [Електронний ресурс] /. Режим доступу: megapredmet.ru 1-87650.html.
3. *Клименко Л.Н.* Техноекологія – 2000 [Електронний ресурс] / Л.Н Клименко. Режим доступу: www.ecolive.com.ua/book/ technoekologiya/ 112-vidobuvannya-nafti-gazu.
4. *Бойко В.С.* Розробка та експлуатація нафтових родовищ [Текст] / В.С. Бойко. – Київ: Реал-Принт, 2004. – 695 с.
5. СОУ 09.1-30019775-004:2013 Методика визначення привнесених компонентів та вимоги до їх вмісту при поверненні супутньо-пластових вод у надра. – УкрНДІгаз, 2013.
6. *Решетняк Е.А., Немец Н.Н, Пантелеймонов А.В., Шугай Е.А., Холин Ю.В.* Создание образца сравнения для визуального тестирования железа (II) в подземных водах [Текст] / [Е.А. Решетняк, Н.Н Немец, А.В. Пантелеймонов, Е.А. Шугай, Ю.В. Холин] // Вісник ХНУ ім. Каразіна. Серія: хімія. – Харків: 2008. – вип. 16 (39), №820. – С. 146 – 154.
7. *Rip G. Rice.* Chemistries of ozone for municipal pool and spa water treatment / G. Rice Rip // J. environmental sci. and techn. 2013. – V.47. – PP.10971-10979.
8. *Резников А.А.* Методы анализа природных вод/ А.А. Резников, Е.П. Муликовская, И.Ю. Соколов. М.: Недра. 1970. – 488 с.
9. *Лурье Ю.Ю.* Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. М.: Химия, 1984. – 448 с.
10. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи). Підручник з грифом МОН / Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Ольховська О.І. та ін. – К.: «Центр учбової літератури», 2016. – 468 с.
11. *Товажнянский Л.Л., Кошелева М.К., Бухкало С.И.* Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах (уч. пособие) / Москва ИНФРА-М, 2015. С. 447.
12. *Бухкало С.І.* Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. Київ «Центр учбової літератури»: 2014, 456 с.
13. *Бухкало С.І.* Структура потоків комплексного підприємства / Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXV міжн. н/практ. конф. MicroCAD-2017, 17-19 травня 2017. // За ред. проф. Сокола Є.І. Ч.ІІІ, – Х.: НТУ «ХПІ», с. 14.
14. *Бухкало С.І.* Комплексна екологічно-інформаційна безпека проектів підприємства / Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXV міжн. н/практ. конф. MicroCAD-2017, 17-19 травня 2017. // За ред. проф. Сокола Є.І. Ч.ІІІ, – Х.: НТУ «ХПІ», с. 15.
15. Підвищення екологічної безпеки при поверненні супутніх пластових вод нафтогазоконденсатних родовищ //НАСТОЯЩИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И РАЗВИТИЕ, Том 6 Медицина, Биологични науки, Екология, Ветеринарен, Селско стопанство, София, «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2017. – с. 50 – 55.
16. *Ксензенко В.И., Стасиневич Д.С.* Химия и технология брома, йода и их соединений[Текст] /В.И. Ксензенко, Д.С. Стасиневич. – М.: Химия, 1995. – 300 с.
17. *Німець Н.М., Мельник А.П.. Казаріна О.М.* Про одержання йоду озонуванням супутньо-пластових вод газоконденсатних родовищ./ Н. М. Німець, А.П. Мельник, О. М. Казаріна XII Materialy miedzynarodowej naukowi – praktyczney konferencji «Dynamika naukowich badan – 2016». Przmysl: Nauka i studia, 2016. – V.6. – P. 55 – 61.

18. *Кучманич Н.* Перспективи видобутку йоду з пластових вод нафтогазових родовищ Бориславського промислового району [Електронний ресурс] / Н. Кучманич. Режим доступу: / old.geography.lnu. ua. public.

19. *Немец Н.Н.* О превращении йодид-йонов попутно-пластовых вод газоконденсатных месторождений в йод под воздействием озона / Вісник НТУ «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ». 2016. – № 29 (1201). – С. 14–18.

Bibliography (transliterated)

1. *Brovadiy V.M.,* Gatsa O.O. [Zakony ekolohiyi: navchalniy posibnik] Laws of ecology /M.Brovadiy, O.Gatsa, K/ Osvita Ukraini. , 2007. – 380 p.

2. Osnovi tehnologii vidobuvaniya nafti I prirodnogo gazu [Electronic resource]/ Access mode: megapredmet.ru 1-87650.html.

3. *Klimenko L.N.* Tehnoekologiya – 2000 [Electronic resource]/ Access mode: www.ecolive.com.ua/book/technoekologiya/ 112-vidobuvannya-nafti-gazu.

4. *Boiko V.S.* [Rozrobka ta ekspluatatsiya naftovykh rodovyshch] Development and exploitation of oil fields/ V. Boiko. – Kiiv: Real-Print, 2004. – 6255 p.

5. SOU 09.1-30019775-004:2013 [Metodyka vyznachennya pryvnesenykh komponentiv ta vymohy do yikh vmistu pry povernenni suputn′o-plastovykh vod u nadra] Method of determination of the introduced components and the requirements for their content when returning the adjoining-reservoir water to the subsoi . – UkrNDIhaz, 2013.

6. *Reshetnyak E.A., Nemets N.N, Panteleymonov A.V., Shugay Ye.A., Kholin YU.V.[*Sozdaniye obraztsa sravneniya dlya vizual'nogo testirovaniya zheleza (II) v podzemnykh vodakh [Tekst] / Creation of a reference sample for visual testing of iron (II) in groundwater / E.A. Reshetnyak, N.N Nemets, A.V. Panteleymonov, Ye.A. Shugay, YU.V. Kholin/ Vísnik KHNU ím. Karazína. Seríya: khímíya. – Kharkív: 2008. – vip. 16 (39), №820. – S. 146 – 154.

7. *Rip G. Rice.* Chemistries of ozone for municipal pool and spa water treatment. Facts and Fallacies // The Jornal of the Swimming Pool and Spc Indastry. 1995. – V1. - №1. – PP. 25–44.

8. *Reznikow A.A, Mulikowskaja E.P., Sokolow I. JU.,* [Analiticheskaay chimia promishltnnih stochnih vod] Methods of analysis of natural waters / A.A. Reznikow, M.: Nadra. 1970. - 488 p.

9. *Lurye YU. YU.* [Analiticheskaja chimia promichlenich stochnich wod] Analytical chemistry of industrial waste water. M.: Chimia, 1984. – P.194-196.

10. Zagal'na tehnologija harchovoї promislovosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi). Pidruchnik z grifom MON / Tovazhnjans'kij L.L., Buhkalo S.I., Ol'hovs'ka O.I. ta in. – K.: «Centr uchbovoї literaturi», 2016. – 468 p.

11. Tovazhnjanskij L.L., Kosheleva M.K., Buhkalo S.I. Obshhaja himicheskaja tehnologija v primerah, zadachah, laboratornyh rabotah i testah (uch. posobie) / Moskva INFRA-M, 2015. – 447 p.

12. *Buhkalo S.I.* Zagal'na tehnologija harchovoї promislovosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi) [tekst] pidruchnik. Kiïv «Centr uchbovoї literaturi»: 2014, 456 p.

13. *Buhkalo S.I.* Struktura potokiv kompleksnogo pidpriємstva / Informacijni tehnologiї: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej HHV mizhn. n/prakt. konf. MicroCAD-2017, 17-19 travnja 2017. // Za red. prof. Sokola Є.I. Ch.III, – H.: NTU «HPI», p. 14.

14. *Buhkalo S.I.* Kompleksna ekologichno-informacijna bezpeka proektiv pidpriємstva / Informacijni tehnologiї: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej HHV mizhn. n/prakt. konf. MicroCAD-2017, 17-19 travnja 2017. // Za red. prof. Sokola Є.I. Ch.III, – H.: NTU «HPI», p. 15.

15. Melnyk A.P, Nemets N.M., Podustov M. [Pidvyshchennya ekolohichnoyi bezpeky pry povernenni suputnikh plastovykh vod nafto hazokondensatnykh rodovyshch] Increase of ecological safety at return of the associated reservoir waters of oil and gas condensate fields – NASTOYASHTI IZSLEDVANIYA I RAZVITIE, Tom 6 Meditsina, Biologichni nauki, Ekologiya, Veterinaren, Selsko stopanstvo, Sofiya, «Byal GRAD-BG» OOD, 2017. p. 50 – 55.

16. *Ksenzenko W.* I. Stasinewich D.S [Chimija I technologia broma, joda i ich soedineniy.] Chemistry and Technology of bromine, iodine and compounds thereof. M.: Chemystry, 1995. – 299 p.

17. *Nimets' N.M., Mel'nyk A.P.. Kazarina O. M.* [Pro oderzhannya yodu ozonuvannyam suputn′o-plastovykh vod hazokondensatnykh rodovyshch] About obtaining iodine by ozonation of contiguous reservoir waters of gas-condensate deposits. XII Materials of the international scientific - practical conference "Dynamics of research – 2016». Industry: Science and studies, 2016. – V.6. – P. 55– 61.

18. *Kuchmanych N.* [Perspektyvy vydobutku yodu z plastovykh vod naftohazovykh rodovyshch Boryslavs′koho promyslovoho rayonu] [Electronic resource] / N. Kuchmanych .Access mode: /old.geography.lnu. Ua Public.

19. *Nemec N.N.* O prevrashhenii jodid-jonov poputno-plastovyh vod gazokondensatnyh mestorozhdenij v jod pod vozdejstviem ozona / Visnik NTU «HPI». – Harkiv: NTU «HPI». 2016. – № 29 (1201). – P. 14–18.

Поступила (received) 23.06.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Про підвищення екологічної безпеки повернення супутньо-пластових вод нафтогазоконденсатних родовищ / А. П. Мельник, Н. М. Німець, М. О. Подустов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 18(1240). – С. 73–79. – Бібліогр.: 19 назв. – ISSN 2220-4784.

О повышении экологической безопасности возвращения попутно-пластовых вод нефтегазоконденсатных месторождений / А. П. Мельник, Н. Н. Немець, М. А. Подустов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 18(1240). – С. 73–79. – Библиогр.: 19 назв. – ISSN 2220-4784.

On improving environmental protection of associated formation water return in the interior of the Earth / A. P. Melnik, N. N. Nemets, M.A. Podustov // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2017. – № 18(1240). – p. 73–79. Bibliog.: 19 titles. – ISSN 2220-4784.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Немец Наталья Николаевна – зав. отделом экологии Украинский научно-исследовательский институт природных газов, тел.: 730-45-09; e-mail: ecolog.2601@gmail.com

Німець Наталя Миколаївна – завідувач відділу екології Украинського науково-дослідного інституту природних газів, зав.відділу, тел.: 730-45-09; e-mail: ecolog.2601@gmail.com

Nemets Natalya Nicolaevna – The department head of ecology of Ukraine Research Institute of Nature Gas «UkrNDIgaz»,; tel.: (057) 730-45-09; e-mail: ecolog.2601@gmail.com

Мельник Анатолій Павлович – доктор технічних наук, Український науково-дослідний інститут природних газів (УкрНДІгаз), 61010, м. Харків, Гимназійна наб., 20, Україна. e-mail: ecolog.2601@gmail.com

Мельник Анатолий Павлович – доктор технических наук, Украинский научно-исследовательский институт природных газов (УкрНИИгаз),61010, Красношкольная наб. 20, г. Харьков, Украина e-mail: ecolog.2601@gmail.com

Melnyk Anatoly Pavlovich – Doctor of Technical Sciences, department head, Ukraine Research Institute of Nature Gas «UkrNDIgaz». 61010, Krasnoshkolnaya nab. 20, Kharkov, Ukraine, e-mail: ecolog.2601@gmail.com

Подустов Михайло Олексійович – зав. кафедрою, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002, вул..Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, e-mail:podustov@kpi.kharkov.ua

Подустов Михаил Алексеевич – зав. Кафедрою, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», 61002, вул. Кирпичова, 2, г. Харьков, Украина, e-mail: podustov@kpi.kharkov.ua

Podustov Mikhail Alekseevich – Head of Department, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" 61002, st. Frunze, 21, Kharkov, Ukraine, e-mail: podustov@kpi.kharkov.ua