

Екологічна безпека гідросфери регіону, очищення стічних вод та утилізація шламів водоочищення

Адаменко О.М.¹, Челядин Л.І.¹, Челядин В.Л.², Скробач М.Р.¹

¹ Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

² Прикарпатський національний університет, Івано-Франківськ

Приведены характеристика гидросферы Прикарпатья и результаты исследований очистки сточных вод предприятий коммунальной, горной и кожеперерабатывающей отраслей. Рассмотрена технология переработки шламов, которые образовались при водоочистке, методом одновременного смешивания с сухими добавками и грануляцией с последующей термообработкой этой смеси.

Ключевые слова: экологическая безопасность, технология водоочистки, переработка шламов, сухие добавки, экологические риски.

Приведено характеристику гідросфери Прикарпаття та результати досліджень з очищення стічних вод підприємств комунальної, гірничої та шкіропереробної галузей. Розглянуто технологію переробки шламів, які утворилися при водоочищенні, методом одночасного змішування з сухими добавками та грануляцією з наступною термообробкою цієї суміші.

Ключові слова: екологічна безпека, технологія водоочищення, переробка шламів, сухі добавки, екологічні ризики.

Важливою проблемою розвитку сучасного суспільства, що супроводжується промисловим розвитком та урбанізацією, відповідно збільшенням забруднення гідросфери, є очистка стічних вод, оскільки при недостатній очистці їх відбувається регіональне, загальнодержавне та глобальне забруднення усіх водних ресурсів нашої планети.

Основні принципи сучасної водно-екологічної політики встановлені Законом України «Про загальнодержавну програму розвитку водного господарства», прийнятому в 2002 р. Він визначає головні напрямки цієї політики: раціональне та екологічно безпечно використання водних ресурсів; підвищення технологічного рівня водокористування; впровадження маловодних та безводних технологій, особливо розробку нових технологій очищення забруднених вод та утилізації шламів від очищення стічних вод, які будуть менш ресурсо- та енергозатратними.

Якість водних ресурсів України не відповідає вимогам стандартів [1]. Щорічно в басейні рік України скидається близько 9,6 млрд м³ недостатньо очищених стічних вод, у тому числі 2,9 млрд м³ забруднених. Найбільші забруднювачі розташовані в Донецькій, Дніпропетровській, Луганській та Одеській обл. У Прикарпатті також значна частина стічних вод (близько 500 млн м³/рік) скидається у природні водні ресурси (річки, озера, ставки) без достатньої

очистки. На основі даних Дністровського басейнового управління водними ресурсами встановили, що основними шкідливими компонентами, які присутні у стічних водах підприємств Івано-Франківської обл. та скидаються у річки, є нафтопродукти, органічні сполуки та хром у незначній кількості [2] (табл.1).

На основі вищепроведених даних та запропонованого в [2] коефіцієнта комплексної дії на гідросферу встановлено, що найбільший негативний вплив на забруднення річок регіону мають нафтопродукти, які надходять зі стічними водами до водних об'єктів довкілля. Підприємства ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття», ДК «Еко-техпром», ТОВ СП «Інтерплит» є найбільшими забруднювачами водних ресурсів у Прикарпатті.

Для різних галузей промисловості використовуються певні технологічні схеми очистки стічних вод від нафтопродуктів, що описані в [3] та інших джерелах. На підприємствах машинобудівельної галузі технологічні схеми очисних споруд мають пісколовник, нафтовловлювач, засипні фільтри, які забезпечують 87–89 %-й ефект очистки стічних вод від нафтопродуктів, а в чорній металургії стічні води очищаються методом відділення механічних домішок у відстійниках та механічних фільтрах, ступінь очистки значно менша (65–68 %) [4]. Технологічні схеми очистки побутових (комунальних) стічних вод селищ та міст в основному складаються

Таблиця 1. Вміст забруднюючих компонентів у стічних водах підприємств Івано-Франківської обл. за 1993–2003 рр.

Підприємство	Нафтопродукти, мг/л	СПАР, мг/л	Феноли, мг/л	Формальдегід, мг/л
ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття»	1,6–2,410	0–0,24	–	–
ТОВ «Барва»	–	0–0,719	0,001–0,025	0,001–1,537
ДК «Екотехпром»	0–0,012	–	–	–
Вигодський ЛК	–	–	0,0002–0,001	0,001–0,028
ТОВ СП «Інтерплит»	0–0,003	0,001–0,009	–	–

Примітка. Загальний вміст Сг на ДК «Екотехпром» складає 1,086–2,432 мг/л.

з механічного (відстій, фільтрування), фізико-хімічного (коагуляція, нейтралізація) та біологічного (аеротенки) процесів; ступінь очистки від нафтопродуктів складає 78–81 %, а від хрому 66–68 % [5].

На території Івано-Франківської обл. розташовані в основному підприємства таких галузей: нафтогазовидобутку та переробки нафти та газу; машинобудівельної та електронної з підрозділами гальванічного покриття та травлення металів, на яких утворюються шлами при очищенні стічних вод цих процесів; підприємства з переробки шкіри-сирцю, де використовуються реагенти, що вміщують хром, який за токсичністю є екологічно небезпечним [6].

Для очистки стічних вод від хрому застосовують реагентний та біологічний методи, при яких ступінь очистки складає 65–80 %, але більш ефективні іонообмінний та електрохімічний методи не використовують. Найбільшого поширення набули реагентні методи, у яких застосовуються дорогі реагенти: сульфід натрія, гідразин, солі ферума (II) та інші [6].

При розробці нафтових та газових родовищ на бурових установках рекомендується такий спосіб очистки бурових вод, у якому нагромаджуються шлами водоочищення, які в основному не переробляються, а піддаються захороненню [7]. У нафтогазовидобувній галузі використовуються методи гравітаційної очистки (відстійники) стічних вод для закачки їх у нафтогазові пласти для підвищення пластового тиску, що призводить до витіснення нафти та газу на поверхню землі, а ступінь очистки складає 68–71 %.

При переробці нафти на ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» утворюється велика кількість технологічних стічних вод (близько 400 тис. м³/рік), забруднених різними вуглеводнями (до 200 мг/л), а також шкідливими компонентами (механічні домішки, завислі, сірковмісні, нітрити) з інших технологічних операцій. При очищенні нафтовмісних стічних вод використовуються фізико-хімічний та біологічний методи очистки, які ефективні при обмеженій кількості забруднюючих речовин. У [8] досліджено метод попередньої фільтрації таких вод через вуг-

лецево-мінеральні матеріали (ВММ), який дозволяє зменшувати вміст нафтопродуктів, завислих та перехідних металів. У результаті водоочищення на НПЗ утворюються в середньому 40 тис. м³/рік нафтошламу водоочистки з вмістом 51 % неорганічних та 49 % органічних складових.

Способи та технології очистки стічних вод [9, 10] здійснюються на відповідних установках [11, 12]. При цьому в певній установці використовується один основний процес очистки (механічний, біологічний, каталітичний, фізико-хімічний), а інші стадії є додатковими. Ефективність очистки стічних вод на установках різна; у середньому вона складає 75–90 %.

Аналіз технологій очистки стічних вод від нафтопродуктів, завислих та хрому показує, що вони не забезпечують достатнього ступеня очистки, а тому виникає необхідність розробляти нові процеси очистки та їх апаратурне оформлення, щоб забезпечити екологічну безпеку промислових об'єктів, регіону, держави. Для підвищення ефективності очистки стічних вод від нафтопродуктів та інших забруднювачів проведено дослідження, які описані далі.

У даній статті приведено результати досліджень з очистки стічних вод бурових установок, комунальних очисних споруд та заводу з обробки шкірсировини, а також технології сумісної утилізації золошлакових відходів та шламів водоочищення, які вміщують компоненти, що присутні в стічних водах. Для досліджень використовували стічні води, утворені на підприємствах різних галузей виробництва, середні показники яких наведені в табл.2.

Методика проведення досліджень з очистки стічних вод складалася з двох етапів: 1-й – пробна коагуляція та встановлення оптимальної дози коагулянта для очистки від завислих або відновника для хрому (VI), які проводили в однолітрових циліндрах; 2-й – очистка стічних вод у динамічних умовах на установці, описаній далі. Використовували такі коагулянти: хлориди алюмінію (ХА), хлориди заліза (ІІІ) (ХЗ), суміш хлоридів алюмінію та заліза (СХАЗ). Вони працюють при різних рН і тем-

Таблиця 2. Характеристики стічних вод різних галузей промисловості, мг/дм³

Стічні води галузей	pH	ХСК	Завислі	Хлориди	Хром	Сухий залишок	Органічні відходи	Інші
Гірнича (буріння свердловин)	10,2	26620	7514	158	–	27520	20,3	–
Комунальна	7,8	690	726	126	0,052	456	0,5	Fe(0,3)
Шкіряна (хромвмісна)	7,9	580	695	320	3,5	1221	–	–

пературах навколишнього середовища, а також найбільш доступні, оскільки можуть бути одержані з металевих відходів при їх обробці хлоридною кислотою.

Лабораторна установка складається з ємкості для стічної води, бюретки для коагулянта або відновника, змішувача у вигляді тригорлої колби з пропелерною мішалкою, горизонтального відстійника з можливістю встановлення похилих площин під різними кутами до напрямку руху потоку води та ємкостей збору шламу водоочищення, очищеної води та нафтоемульсії. Розміри горизонтального відстійника становили 75 × 270 × 180 мм.

Ступінь очистки визначали за формулою:

$$\alpha = [(XCK_n - XCK_k) / XCK_n] \cdot 100 \%,$$

де XCK_n – хімічне споживання кисню в пробі на початку досліджень; XCK_k – те саме, після очистки, зважаючи на те, що цей показник є відносно загальною характеристикою наявності забруднень (нафтопродукти, завислі, хром та ін.).

Встановлено, що оптимальним коагулянтом є СХАЗ для очистки комунальних стічних вод, оптимальна доза якого складає 0,6 мл на 1,0 л води, для ХА – 0,8 мл, ХЗ – 0,9 мл, та pH зменшується до 5. При цьому утворюється найменша кількість осаду-шламу та найбільший ступінь ущільнення (рис.1). При очистці бурових стічних вод оптимальна доза СХАЗ складає 12 мл 1 %-го розчину, ХЗ – 14 мл 1,5 %-го розчину, а освітлення розчином ХА не досягається при любых дозах.

Очистку хромвмісних вод з шкірзаводу проводили за допомогою 10 %-го розчину сульфату феруму (II), тому що реагенти, які використовуються (сульфіти натрію, гідразин, солі феруму (II)), є дорогими, а цей розчин є багатотоннажним відходом та проявляє коагуляційні та відновні властивості при широкому діапазоні pH, що дозволяє очищати стічні води від завислих

та хрому (VI), а також сульфат феруму (II) з відходів металічного заліза (стальна стружка, скрап та ін.). Оптимальна доза цього реагенту 30 мл/л; вона забезпечує освітлення стічної води на 65–85 %, а вміст хрому в пробі з верхньої частини циліндра зменшився на 77,1%.

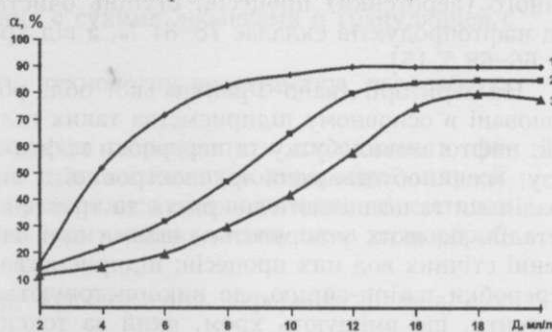


Рис.1. Залежність ступеня очистки (освітлення, ХСК) стічних вод бурової установки (1), комунальних очисних споруд (2), шкіряного заводу (3) від дози (Д) 2 %-го розчину коагулянта СХАЗ.

У результаті виконаних на лабораторній установці досліджень за запропонованими вище технологіями встановлено, що вони дозволяють очистити стічні води на 85–96 % від нафти та на 88–98 % від завислих (табл.3).

Усі технології, установки, обладнання, що наведені вище та описані в [13–16], не передбачають одночасної очистки стічних вод та переробки одержаних у процесі водоочищення шламів, а тільки їх відокремлення та нагромадження в певних апаратах з наступною утилізацією на мулових полях чи спалювання в спеціальних печах.

Встановлено [17], що шлами нафтоочистки стічних вод можна використовувати як зв'язуючу речовину в технології утилізації (переробки) зошламових відходів, а шлами водоочищення гальванічних стоків доцільно додавати як добавку для міцності одержаних гранул ВММ.

Для утилізації шламу водоочищення комунальних стоків нами проведено дослідження тех-

Таблиця 3. Показники очистки стічних вод різних галузей промисловості

Галузі	До очистки			Після очистки			Ступінь очистки, %	
	pH	ХСК	завислі	pH	ХСК	завислі	ХСК	завислі
Гірнича (буріння)	10,5	26520	7414	6,5	2600	118,1	90,2	98,4
Комунальна	7,7	721	805	7,6	108	84	85,0	89,6
Шкіряна (хромвмісна)	7,6	136,5	445,2	7,1	122	48,5	91,1	88,9

Таблиця 4. Компонентний хімічний склад шламів та сухих добавок, %

Компонент	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	№аО	СаО	MgO	K ₂ O	O/p*	Інші
Шлак	51,4	20,3	10,8	0,3	2,5	1,2	2,2	5,6	–
Карбонат кальцію	1,6	0,3	0,3	0,1	58,6	0,8	0,04	34,9	–
Шлам гальванічний	58,8	26,9	13,2	0,5	2,2	1,5	2,9	0,1	0,5 (Cr)
Шлам ОКС	27,5	5,7	19,2	1,4	12,6	1,3	1,9	11,0	–

* Органічні речовини.

Таблиця 5. Склад шихти ВММ у зразках №№ 1–7 (% (мас.))

Компоненти	1	2	3	4	5	6	7
Шлак ТЕЦ	400 (63,5)	375 (63,2)	375 (65,2)	400 (65,5)	425 (66,9)	450 (56,6)	35 (25,5)
Шлам очистки стоків	150 (236,8)	120 (20,9)	120 (20,9)	120 (19,7)	120 (18,9)	120 (15,1)	22 (16,1)
Цеоліт, клиноптилоліт	80 (12,7)	–	40 (6,95)	90 (14,8)	45 (7,4)	–	–
Шлам водоочистки ЦПК	–	80 (14,9)	40 (6,95)	–	45 (7,1)	–	70 (51,1)
Карбонатна порода СаСО ₃	–	–	–	–	–	225 (28,3)	–
Всього (100 %)	630	575	575	610	635	795	137

нології їх переробки, яка передбачає змішування шламу водоочищення з диспергованими золошлаком та формування гранул, які після термообробки перетворюються на гранульовані ВММ або інші матеріали.

На основі попередніх апробаційних досліджень для одержання пористих матеріалів пропонуються такі техногенні ресурси (відходи): золошлак як сировина та шлами водоочищення гальванічних виробництв як плавні в'язкості. Для зв'язування цих відходів при грануляції використовували шлами водоочищення комунальних стоків та природні мінеральні сухі добавки: карбонат кальцію, цеоліт, клиноптилоліт, глауконіт, бішофіт. Хімічний склад деяких компонентів шихти показано в табл.4.

Технологія одержання гранул складається з п'яти стадій: 1 – операція запропонованої технології по диспергуванню шлаку, цеоліту, підсушеного шламу гідроксидів; 2 – підготовка сировинної шихти в оптимальних співвідношеннях компонентів; 3 – змішування диспергованих компонентів із шламом; 4 – грануляція сировинної суміші, 5 – обробка в термоапараті. Найважливішою операцією проведення процесу утворення гранул є термообробка, а співвідношення компонентів в дослідних зразках приведено в табл.5.

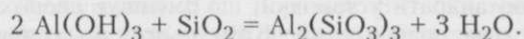
На основі проведених досліджень встановлено такі оптимальні співвідношення між компонентами в сировинній шихті, % (мас.): золошлак – 60–65; шлам ОКС – 5–8; цеоліт, клиноптилоліт – 15–20; шлам водоочищення гальванічного виробництва – 10–15.

При термообробці відбуваються такі хімічні реакції:

а) утворення феритів з гідроксидів металів із шламу гальванічного виробництва:



б) утворення керамічних форм алюмосилікатів:



Гранульовані матеріали в залежності від їх хімічного складу рекомендуємо використовувати як фільтрувальні матеріали чи добавки в певних технологічних процесах (металургія, будівництво та ін.) або як мінеральні добрива в залежності від хімічного складу шламу водоочищення. Така технологія дозволяє утилізувати вищевказані шлами, що покращує екологічність об'єкта та частково зменшує енергоємність (зменшуються витрати газу в обертову піч) у процесі термообробки (випалу) при одержанні, наприклад, цементу чи ВММ із шлаку ТЕС та шламів водоочистки, в тому числі нафтошламу. Це відбувається завдяки наявності в шламах вуглеводнів, що зменшує енергозатрати на процес, а також відсутності затрат на завантаження, транспортування, розвантаження та їх утилізацію.

Дослідження процесу утилізації шламу активного ілу підприємства «Екотехпром» проводили при низьких температурах з використанням як сухих добавок меленого карбонату кальцію, цеоліту, клиноптилоліту, відходів горілих порід та ін. Це дозволило встановити оптимальний склад шихти основи гранул, % (мас.): золошлак – 48,3–58,5; шлам водоочищення – 14–28; сухі неорганічні добавки – решта.

Для реалізації технології очистки стічних вод та утилізації шламів, які вміщують шкідливі компоненти III–IV класу небезпеки, з використанням вище приведених технологій очищення стічних вод та переробки шламів водоочищення пропонується схема установки, що показана на рис.2.

При лабораторній апробації процесу очистки стічних вод різних виробництв на запропоно-

Таблиця 6. Характеристики гранул, одержаних при переробці техногенної сировини

Шлам очищення стічних вод різних галузей	Термообробка, °С	Час, год	Питома поверхня, м ² /г	Міцність на стиск, МПа	Пористість, см ³ /г	Використання гранул шламу
Нафтодобувна і переробна	20–60	0,5	1,7–2,6	0,7–0,9	0,28–0,31	виробництво цементу
Комунальна	70–120	12	3,7–4,9	1,6–1,8	0,42–0,48	виробництво міндобриव сорбційні і фільтруючі матеріали
Машино-електронні виробництва	300–700	0,8	6,5–8,95	1,9–2,1	0,75–0,85	

ваній установці з технологічними параметрами вищеприведеної технології, одержували гранули, характеристики яких наведено в табл.6. Шлам, що утворився в процесі очистки, гранулювали з добавкою сипучих неорганічних матеріалів; рекомендується використовувати його в певних процесах деяких виробництв.

Встановлено, що запропонована установка може очищати стічні води різного типу незалежно від виробництв, на яких вони утворені, а враховуючи склад стічної води, можна відключати деякі апарати установки, що зменшує енергозатрати на водоочистку. Крім цього, враховуючи вологість шламу водоочистки та використовуючи різні сухі добавки на установці можна отримати гранули шламу, придатні до використання у різних галузях народного господарства.

Для забезпечення технологічної безпеки об'єкта та регіону у [18] пропонують науковий підхід до технічного нагляду за металічними конструкціями на промислових об'єктах. У [19] приведено опис екологічних ризиків, що виникають при експлуатації обладнання, яке зменшує забруднення поверхневих вод та атмосфери, а також основні фактори, які зменшують екологічну безпеку технологічної установки та об'єкта в цілому.

При проведенні запропонованих вище технологій водоочистки стічних вод від нафтопродуктів та переробки шламів, що утворюються, у зв'язку з їх вогнебезпечністю та корозійною активністю вони можуть спричинити екологічні катастрофи, що виникають внаслідок розгерметизації або корозії обладнання та викиду через це вуглеводнів в атмосферу, а також до пожежі чи вибуху та забруднення гідросфери. У цих технологіях екологічні ризики виникають при експлу-

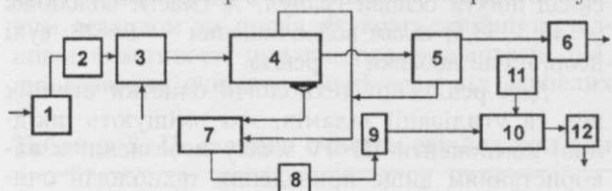


Рис.2. Принципова технологічна схема очистки стічних вод: 1 – насос; 2 – гідроциклон; 3 – електрокоагулятор; 4 – відстійник; 5 – фільтр; 6 – збірник шламу; 7 – ємкість очищеної води; 8 – насос подачі шламу; 9 – гідроциклон; 10 – шнековий змішувач-гранулятор; 11 – бункер(и) сушених добавок; 12 – термоапарат.

тації тонкошарового відстійника та фільтра. Для зменшення таких ризиків проведено розрахунки товщини стінок та болтів кріплення кришок апаратів за формулами, які наведені в [20]. Встановлено, що при товщині стінок 10 мм та болтів 12 мм забезпечується міцність та герметичність обладнання, а отже, екологічна безпека технологічних установок очистки стічних вод.

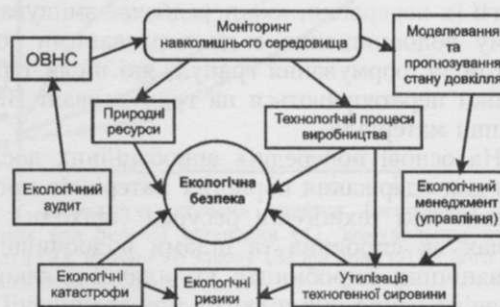


Рис.3. Схема забезпечення екологічної безпеки.

Екологічна безпека буде забезпечена, якщо проводити моніторинг, управлінські рішення та впроваджувати запропоновані нові технології очистки стічних вод та переробки шламів у відповідності до розроблених технологічних параметрів, а обладнання виготовити згідно нормативних вимог і розрахунків для зменшення екологічних ризиків. Таким чином, екологічна безпека об'єкта, регіону, держави забезпечується при врахуванні всіх факторів екологічної безпеки, наведених на рис.3.

Список літератури

1. Яцик А.В. Екологічна ситуація в Україні і шляхи її поліпшення // Вісті Акад. інж. наук України. – 2003. – № 2. – С. 3–6.
2. Консевич Л.М., Деденко М.М. Аналіз екологічного стану поверхневих вод басейну Дністра в Івано-Франківській області // Зб. доп. І Міжнар. наук. конф. мол. вчених і аспірантів. – Донецьк: ДонНТУ, 2005. – Т. 2. – С. 260–267.
3. Гляденов С.Н. Очистка сточних вод: традиции и новации // Экология и пром-сть России. – 2001. – № 2. – С. 15–17.
4. Черниш І.Г. Застосування волокнистих та порошкових сорбентів для очищення води від нафтових забруднень // Вісті Акад. інж. наук України. – 2003. – № 2. – С. 21–25.

5. Храмов Е.Ю., Бакланов А.В. Очистка нефтесодержащих сточных вод методом коагулирования с применением новых флокулянтов // *Материалы IV Междунар. конф. «Сотрудничество для решения проблемы отходов»*, Харьков, 31 янв. – 1 февр. 2007 г. – Харьков, НАЭИ «Экоинформ», 2007. – С. 260–262.
6. Голоушкина В.В. Исследование процесса восстановления шестивалентного хрома в присутствии добавок нитрата меди и железа // Там же. – С. 277–280.
7. Пат. 16529 Укр., М. кл.⁸ С 05 F 3/02. Спосіб очищення бурових вод / Ю.Є.Зінченко, В.М.Калинович, А.Ю.Овчаренко, М.М.Оринчак. – Опубл. 15.08.06.
8. Челядин Л.І., Дрогомирецький Я.М., Челядин В.Л. Дослідження попереднього очищення стічних нафтовмісних вод НПЗ // *Нафтова і газова пром-сть*. – 2003. – № 1. – С. 62–64.
9. Пат. 65066 Укр., М. кл.⁷ В 04 С 5/12. Спосіб відділення нафтопродуктів з водонафтових сумішей / Н.В.Кулаєва, В.О.Михайлюк. – Опубл. 15.03.04.
10. Пат. 11039 Укр., М. кл.⁷ С 02 F 1/46. Установа очищення стічних вод / А.М.Андреев, М.А.Дмитренко, Е.Ю.Зайцев, Р.Е.Левін. – Опубл. 15.12.05.
11. Пат. 7019 Укр., М. кл.⁷ С 02 F 1/00. Універсальна установка для очищення вод з різними видами та ступенями забруднення / С.І.Татарченко. – Опубл. 15.06.05.
12. Фордзюн Ю.І., Гомба В.Ю., Мигалина Ю.В. Перспективи використання природного мінералу цеоліту для сортування викидів нафти та нафтопродуктів // *Матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. «Екологічні проблеми нафтогазового комплексу»*, с. Квасова Поляна, Закарпат. обл., 26 лют. – 2 бер. 2007 р. – Київ : НПЦ «Екологія. Наука. Техніка», 2007. – С.123–124.
13. Pollard S.J.T., Fowler G.D., Sollars C.J., Perry R. Low-cost sorbents for sewage treatment : Review // *Sci. Total Environ.* – 1992. – Vol. 116, № 1–2. – P. 31–52.
14. Филатов Л.Г., Галушка С.А. Эффективная переработка твердых производственных отходов // *Материалы Междунар. наук.-практ. конф.-выставки, Авдеевка, 23–27 мая 2006 г.* – Донецк : ДонНТУ, 2006. – С. 209.
15. Пат. 4787 Укр., М. кл.⁷ С 02 F 1/46. Спосіб утилізації відходів електрокоагуляційної очистки води / І.В.Уряднікова, В.Г.Лебедев. – Опубл. 15.02.05.
16. Пат. 13742 Укр., М. кл.⁸ С 04 В 14/00. Спосіб одержання органо-мінеральних будівельних матеріалів / Л.І.Челядин, П.В.Новосад, В.Л.Челядин, Т.І.Кондур. – Опубл. 17.04.06.
17. Пат. 16950 Укр., М. кл.⁸ С 02 F 1/28. Спосіб переробки техногенних матеріалів / Л.І.Челядин, М.В.Задорожний, В.Л.Челядин, Т.І.Кондур. – Опубл. 15.09.06.
18. Похмурський В.І., Корольов В.П. Системний підхід до розв'язання проблеми забезпечення безпеки на регіональному і об'єктовому рівні // *Материалы Междунар. наук.-практ. конф.-выставки, Авдеевка, 23–27 мая 2006 г.* – Донецк : ДонНТУ, 2006. – С. 279.
19. Сердюцкая Л.Ф., Каменева И.П., Яцишин А.В. Комплексные оценки экологической безопасности объектов топливно-энергетического комплекса // *Матеріали III Міжнар наук.-практ. конф. «Екологічні проблеми нафтогазового комплексу»*, с. Квасова Поляна, Закарпат. обл., 26 лют. – 2 бер. 2007 р. – Київ : НПЦ «Екологія. Наука. Техніка», 2007. – С. 6–8.
20. Лутошкин Г.С., Дунюшкин И.И. Сборник задач по сбору и подготовке нефти, газа и воды на промыслах. – М. : Недра, 1985. – 240 с.

Надійшла до редакції 22.06.07