З наведених розрахунків видно, що існуюча фактична рекреаційна місткість лісопарків значно перевищує оптимальну, проте менша за граничну місткість. Результати розрахунків свідчать про високий природно-рекреаційний потенціал лісопаркових ландшафтів Києва.

Висновки. Відповідно до результатів визначених фактичних рекреаційних навантажень у лісопаркових господарствах, потрібно застосовувати заходи, спрямовані на зниження рекреаційних навантажень в зонах масового відпочинку, особливо у ділянках із 3 стадією дигресії і вище, а також підвищити якість благоустрою територій, де є високий рівень рекреаційних навантажень. Отримані показники рекреаційних навантажень та рекреаційних місткостей дають змогу забезпечити та спланувати максимально раціональне та невиснажливе використання рекреаційного потенціалу рекреаційних лісів м. Києва.

Література

1. Генсирук С.А. Рекреационное использование лесов / С.А. Генсирук, М.С. Нижник, Р.Р. Возняк. – К. : Вид-во "Урожай", 1987. – 248 с.
2. Курамшин В.Я. Ведение хозяйства в рекреационных лесах / В.Я. Курамшин. – М. : Агропромиздат, 1988. – 208 с.
3. Кутя М.М. Науково-методичні аспекти вибіркової інвентаризації рекреаційно-оздоровчих лісів / М.М. Кутя // Науковий вісник НУБіП України : зб. наук. праць. – К. : Вид-во НУБіП України. – 2011. – Вип. 164, ч. 3. – С. 38-43.
4. Ландшафты пригородной зоны Киева и их рациональное использование / В.И. Галицький, В.С. Давидчук, Л.Н. Шевченко и др. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1983. – 244 с.
5. Репшас Э.А. Определение рекреационных нагрузок и стадии дигрессии леса / Э.А. Репшас // Лесное хозяйство : журнал. – 1978. – Вип. 12. – С. 22-23.
6. Тарасов А.И. Рекреационное лесопользование / Тарасов А. И. – М. : Агропромиздат, 1986. – 176 с.
7. Токарева О.В. Основні напрями поліпшення санітарного та естетичного стану лісопарків м. Києва / О.В. Токарева // Науковий вісник НУБіП України : зб. наук. праць. – К. : Вид-во НУБіП України. – 2011. – Вип. 164, Ч. 3. – С. 139-143.
8. Тюльпанов Н.М. Лесопарковое хазяйство / Н.М. Тюльпанов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 112 с.
9. Чисельність населення м. Києва на 1 липня 2012 року. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.gorstat.kiev.ua/p.php3? c=1123&lang=1

Кутя М.М., Гирс О.А. **Характеристика рекреационных нагрузок и рекреационной емкости лесопаркових ландшафтов Киева**

По данным полевых исследований и материалам лесоустройства определены фактические, оптимальные, предельные рекреационные нагрузки и рекреационные емкости лесопарков Киева, характеризующие их природный рекреационный потенциал.

Ключевые слова: рекреационная нагрузка, рекреационная емкость, природный рекреационный потенциал, лесопарковый ландшафт.

Kutya M.M., Girs A.A. **Description of recreational loading and recreational capacity of Kyiv forest park landscapes**

According to field studies and forest management materials the real, optimal, extreme recreational loadings and recreational capacity of Kyiv forest parks were identified which characterize their natural recreational potential.

Keywords: recreational loading, recreational capacity, natural recreational potential, forest park landscape.

УДК 630.456 ***Проф. Л.І. Челядин, д-р техн. наук; доц. В.Р. Хомин, канд. геол.-мін. наук; аспір. М.Р. Скробач; аспір. М.М. Богуславець; студ. П.П. Неміш – Івано-Франківський НТУ нафти і газу***

ФІЗИКО-ХІМІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД, ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ, З ВМІСТОМ ВУГЛЕЦЕВОМІНЕРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Наведено кількісну характеристику водних ресурсів та утворення стічних вод, а також основні методи їх очищення. Основними забрудненнями стічних вод Прикарпаття є нафтопродукти. Наведено результати очищення забруднювачами стоків методом відстоювання, фільтрації з вмістом вуглецевомінеральних матеріалів (ВММ). Показано, що ВММ проявляють фільтраційні та сорбційні властивості у процесах водоочищення стічних вод від нафтопродуктів, які спричиняють зменшення скиду забруднень у довкілля і підвищення рівня екологічної безпеки об'єктів регіону.

Ключові слова: водні ресурси, стічні води, методи очищення, вуглецевомінеральні матеріали, технології, відстійник, нові сорбенти, фільтр, екологічна безпека.

Вступ. Охорона природних ресурсів передбачає передусім раціональне їх використання і особливо водних ресурсів – гідросфери, а також зменшення забруднення довкілля, є однією з найбільших проблем сучасності. Довкілля найчастіше забруднюється стічними водами, що утворюються внаслідок добування та перероблення природних ресурсів.

В Україні скидання зворотних забруднених вод у водні ресурси триває [1] і за 2011 р. у поверхневі водні об'єкти скинуто 8697 млн. $м^3$ стічних вод. За категоріями було скинуто 3326 млн $м^3$ забруднених стоків, що на 378 млн $м^3$ більше ніж у 2010 р., а нормативно-очищених та нормативно-чистих – на 454 та 325 млн $м^3$, більше. Частка забруднених стічних вод у загальному водовідведенні за 2011 р. становить 36,7 %, порівняно з 2010 р. зросла майже на 6 %. У нафтогазодобувній та переробній галузі стічні води забруднюються нафтою та нафтопродуктами (н/п), які потрапляють у природне водне середовище різними шляхами, наприклад внаслідок фонтанування свердловини після процесу буріння, аварій на водному транспорті під час перевезення танкерами чи течі з нафтопроводу.

Значний вплив на довкілля Івано-Франківської обл. [2] мають стічні води ВАТ "Нафтохімік Прикарпаття", які утворюються у процесі перероблення нафти та забруднюються нафтопродуктами, завислими та сульфідами, а також спричиняють утворення нафтових емульсій, пін та інших мікрогетерогенних систем.

Постановка проблеми. Для зменшення шкідливих компонентів (бензин, дизпаливо, ПАВ тощо) у стічних водах об'єктів використовують різні методи очищення, в основі яких є процеси відстоювання важких і фільтрація легких н/п. Окрім цього, значне забруднення гідросфери краю спричиняють також пластові води ВАТ " Прикарпатське управління бурових робіт (УБР)", які є складними гетерогенними системами, оскільки містять декілька забруднень, що відносять до різних класів небезпеки завдяки своїм властивостям (гідрофільність, розчинення, тощо). У практиці буріння та її експлуатації нафтових і газових свердловин широко використовують різні промивні та цементні розчини, нафтові емульсії, піни, інші мікрогетерогенні системи.

Для очищення таких складних водних систем (стічних вод) від шкідливих компонентів відомо багато технологій [3], які відрізняються залежно від необхідності відділення певних забруднень, наприклад завислих використовують відстоювання, а підвищення ефективності цього процесу спричиняє коагуляція завислих електролітом-коагулянтом.

Удосконалення відомих технологій, устаткування чи нових матеріалів для підвищення ефективності очищення стічних вод є актуальною проблемою сьогодення, оскільки ступінь очищення стічних вод зазначених вище вказаних підприємств є недостатньо високою і становить 55-65 %. Тому провели дослідження з очищення стічних вод, які забруднюють природні водні ресурси, чим підвищено екологічну небезпеку краю.

Теоретичні і експериментальні дослідження. Очищення стічних вод базується на процесах седиментаціїї та коагуляції, які опираються на закони фізики, хімії та гідродинаміки. Седиментація завислих частинок дисперсної фази під дією гравітаційної сили (*f*), визначається за законом Архімеда, а осіданню протидіє сила тертя f_1, сферичної частинки у рідинному середовищі, яка розраховується за законом Стокса. [4]. Процес осідання дисперсних частинок можна прискорити у тонкошаровому відстійнику внаслідок їх контакту з похилою площиною такого відстійника, що теоретично показано у [5]. Для підвищення швидкості седиментації використовують також процес коагуляції завислих частинок завдяки додаванню у стічну воду електролітів-коагулянтів. Коагуляція гідрофобних золів спричиняється різними факторами [6, 7], які здатні порушити агрегатну стійкість систем, а саме: деякі реагенти, різка зміна температури, інтенсивна механічна дія, різного роду випромінювання, наприклад світла та дія електричних розрядів. Електроліти-коагулянти використовують найчастіше, оскільки такі реагенти дуже швидко і різко впливають на товщину подвійного електричного шару і на величину ζ-потенціалу, який є одним з головних факторів стійкості гідрофобних колоїдних систем. Однак введення нових речовин-коагулянтів спричиняє утворення додаткової кількості завислих, що призводить до збільшення шламу водоочищення, який необхідно переробляти.

Для підвищення ефективності очищення стічних вод НПЗ та ВАТ "Прикарпатського УБР" від н/п провели дослідження з очищення стічних вод цих об'єктів методом фільтрації і адсорбції через вуглецевомінеральні матеріали (ВММ), які отримали з техногенної сировини, що описано в [8]. Дослідження з вивчення сорбційних властивостей ВММ проводили з використанням зразків (табл. 1).

Табл. 1. Показники ВММ для очищення стічних вод від нафтопродуктів

№ партії ВММ	Насипна густина, кг/м^3	Фракційний склад, мм	Питома поверхня, м^2/г	Загальний об'єм пор, %
6	620	3-5	12,4	73
14	656	5-10	12,0	78
35	635	10-15	12,1	82

Склад стічних вод УБР приведено нижче у табл. 2.

Табл. 2. Середній вміст компонентів у забруднених стічних водах, (мг / дм^3)

Назва	Ca^{2+}	Mg^{2+} –	K^++Na^+	Cl^-	SO_4^{2-}	завислі	Н/п
Пластова вода УБР	112548,3	4245,6	38560,2	81320,4	80,5	40,5	5,4

Важливою характеристикою матеріалів для очищення від шкідливих компонентів є їх сорбційна місткість [9], яка залежить від пористості матеріалу та розміру пор, а також гідрофільність поверхні матеріалу до емульсій типу "нафтопродукт/вода", яка впливає на фільтраційно-ємнісний цикл процесу водоочищення.

Адсорбційні властивості ВММ вивчали методом експериментальних досліджень з сорбції н/п у статичних умовах. Методика проведення досліджень з очищення стічних вод така: в 5 – 250 мл колб заливали 150 мл забрудненої н/п стічної води з вмістом ТС – 1 (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 мг/дм^3). У колби додавали ВММ фракції 3мм масою 50 грам і протягом 0,5 год періодично перемішували, а потім відфільтрували та визначали в фільтраті н/п за методикою [10]. Результати досліджень та розрахунків представлено на рис.

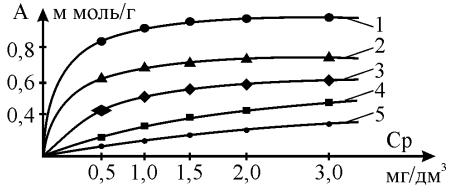

Рис. Ізотерми адсорбції н/п на різних ВММ за величиною питомої поверхні:
1 – ВММ-3 (17,8 м^2/г); 2 – ВММ-8 (14,8); 3 – ВММ-12 (12,6); 4 – ВММ-10 (9,5); 5 – ВММ-19 (8,3 м^2/г)

На основі результатів наведених вище досліджень сорбційна місткість досліджуваного ВММ становить від 12,5 до 17,8 мг нафтопродуктів на 1 г матеріалу, а це означає, що ВММ ефективно сорбують нафтопродукти,

Дослідження адсорбційних властивостей ВММ у динамічних умовах здійснювали згідно з [11]. ВММ вагою 200 г поміщали в сорбційні колонки кількістю 3 шт., через які пропускали стічну воду знизу угору із вмістом вуглеводнів 1,0-7,0 мг/дм^3. Згідно з методикою ОСТ 38.01378-85, визначали вміст нафтопродуктів на виході з колонки через певний час (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 год.). Дослідження проведено на лабораторній установці з використанням реальних і модельних вод типу 1-3, 4-6, 7-9 (табл. 3) та ВММ, що утворені при 700 °С, 900 °С, 1100 °С.

Для очищення стічних вод розроблено фільтр-адсорбер [12], який конструктивно відрізняється від відомих тим, що в центрі ємності фільтра вертикально розміщено шламову трубу з конусним розширенням внизу труби, яка закріплена на верхній перегородці і має Г-подібну форму з опущеною донизу частиною, на якій встановлено ежектори; у верхній перегородці встановлено мінімум три зворотні клапани. Шламова труба працює за принципом "сифона", що автоматизує роботу фільтра методом автоматичного відмивання фільтрувальної наважки від механічних та інших забруднень. Цей фільтр впроваджено і випробувано на НПЗ для очищення оборотних вод установки риформінг. Фільтрувальне завантаження складається з двох шарів різних ма-

теріалів, а саме: ВММ фракцією 3-5 мм і цеоліт – клиноптіоліт – 1-3мм. Результати впровадження розробленого нами фільтра наведено у табл. 4

Табл. 3. Характеристика стічних вод до та після очищення

№ проби стічної води	Показники						
	Характеристика ВММ		Забруднення у воді до очищення, мг/дм^3		Забруднення у воді після очищення, мг/дм^3		Ступінь очищення
	фр-ція, мм	термообробки, °С	мех. домішки	н/п	мех. домішки	н/п	н/п, %
1	3-5	700	50,2	2,2	12,3	0,20	90,9
2	6-10	700	50,2	2,2	14,1	0,15	93,2
3	11-15	700	50,2	2,2	18,3	0,25	89,0
4	3-5	900	93,6	3,6	24,5	0,15	95,8
5	6-10	900	98,6	3,6	21,8	0,10	94,4
6	11-15	900	98,6	3,6	28,2	0,25	93,0
7	3-5	1100	132,5	6,4	45,3	0,45	92,9
8	6-10	1100	132,5	6,4	50,1	0,50	92,2
9	11-15	1100	132,5	6,4	55,2	0,55	91,4

Табл. 4. Показники і результати очищення стічних вод у фільтрі-адсорбері

Місяць, рік	Показники				
	Забруднення середньомісячні до очищення, мг/дм^3		Забруднення у воді після очищення, мг/дм^3		Ступінь очищення, %
	мех. домішки	н/п	мех. домішки	н/п	н/п
Липень, 2010	80,3	5,17	28,4	0,82	84,2
Серпень, 2010	90,5	9,40	42,1	0,65	93,5
Листопад, 2010	55,2	6,37	38,6	0,69	89,3
Грудень, 2010	100,1	9,10	10,3	1,32	85,5
Травень, 2011	144,3	13,76	12,5	1,73	87,4
Червень, 2011	121,2	20,29	17,3	2,24	88,9

Результати реального очищення оборотних вод ННПЗ показують, що досягається 84,2-93,5 % ступінь очищення від н/п.

Висновки:

1. За результатами проведених досліджень попереднього очищення стічних вод НПЗ встановлено, що вуглецевомінеральні матеріали можна використовувати як фільтрувальні наважки фільтрів для очищення стічних вод і досягається 60÷66 % очищення від завислих, 40,6-58,4 % від н/п і 58÷65 % – від сульфідів, що є важливим у процесі підготовки води до процесу очищення на установках БХО.
2. Зменшення забруднення водних ресурсів стічними водами підприємства завдяки підвищенню ефективності роботи установок водоочищення впливає на гідросферний фактор екологічної безпеки об'єкта.
3. Таким чином, внаслідок здійснених досліджень встановлено, що новий тип сорбентів – ВММ є змогу підвищити ступінь очищення стічних вод і, відповідно, показник екологічної безпеки об'єкта.

Література

1. Довкілля Івано-Франківщини у 2010 році : стат. зб. – Івано-Франківськ. – 2011. – 152 с.

2. Челядин Л.І. Наукові засади ресурсозберігаючих технологій та устаткування підвищення екологічної безпеки промислових об'єктів Прикарпаття : дис.... д-ра техн. наук: спец. 21.06.01. – "Екологічна безпека" / Л.І. Челядин. – Івано-Франківськ, 2011. – 336 с.

3. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А.К. Запольский, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін та ін. – К. : Вид-во "Лібра", 2000. – 552 с.

4. Родионов А.И. Техника защиты окружающей среды / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. – М. : Изд-во "Химия". – 1989. – 510 с.

5. Edwards J.D. Industrial Wastewater Treatment a guidebook / J.D. Edwards // CRC Press Boca Raton Fla. – 1995. – Pp. 1-192.

6. Ковальова А.Г. Фізична та колоїдна хімія / А.Г. Ковальова. – Львів : Вид-во "Світ", 1994.

7. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами / Е.Д. Бабенков. – М. : Изд-во "Наука" – 1977. – 355 с.

8. Черниш І.Г. Застосування волокнистих та порошкових сорбентів для очищення води від нафтових забруднень / І.Г. Черниш // Вісті академії інженерних наук України. – 2003. – № 2. – С. 21-25.

9. Храмцов Е.Ю. Очистка нефтесодержащих сточных вод методом коагулирования с применением новых флокулянтов / Е.Ю. Храмцов, А.В. Бакланов // Сотрудничество для решения проблемы отходов : матер. Междунар. конф. – Харьков. – 2007. – С. 260-262.

10. Лурье Ю.Ю. Химический анализ производственных сточных вод / Ю.Ю. Лурье, А.И. Рыбникова. – М. : Изд-во "Химия", 1974. – 336 с.

11. Кульский Л.А. Определение оптимальной дозы коагулянта с учетом фазово-дисперсного состояния примесей / Л.А. Кульский, О.П. Смирнов, К.А. Якубов // Химия и технология воды. – 1983. – № 3. – Т. 5. – С. 258-261.

12. Когановский А.М. Адсорбционная технология очистки сточных вод / А.М. Когановский, Т.М. Левченко, И.Г. Рода, Р.М. Марутовский. – К. : Изд-во "Техника". – 1981. – 175 с.

13. Вітенько Т.М. Спрощений метод визначення концентрації нафтопродуктів у стічних водах / Т.М. Вітенько, О.М. Лясота // Вісник Тернопільського державного технічного університету : зб. наук.-техн. праць. – Тернопіль : Вид-во ТДТУ. – 2002. – Т. 7, № 3. – С. 134.

14. Челядин Л.І. Патент 27668 Україна, МПК B 01 D 35/02. Фільтр-адсорбер / Л.І. Челядин, Я.М. Дрогомирецький, В.Л. Челядин, М.Р. Скробач, М.М. Богуславець; Заявник і патентовласник № 200707240; заявл. 27.06.2007; опубл. 12.11.07, Бюл. № 12. – 3 с.

Челядын Л.И., Хомын В.Р., Скробач М.Р., Богуславец М.М., Немиш П.П.

Физико-химическая очистка стоковых вод, загрязненных нефтепродуктами, с содержимым углеродоминеральных материалов

Приведена количественная характеристика водных ресурсов и образования сточных вод, а также основные методы их очистки. Основными загрязнителями сточных вод Прикарпатья являются нефтепродукты. Приведены результаты очистки загрязненных стоков методом отстаивания, фильтрации с участием углеродоминеральных материалов (ВММ). Показано, что ВММ проявляют фильтрационные и сорбционные свойства в процессах водоочистки сточных вод от нефтепродуктов, которые приводят к уменьшению сброса загрязнений в окружающую среду и повышению уровня экологической безопасности объектов региона.

Ключевые слова: водные ресурсы, сточные воды, методы очистки, углеродоминеральные материалы, технологии, отстойник, новые сорбенты, фильтр, экологическая безопасность.

Chelyadyn L.I., Khomyn V.R., Skrobach M.R., Bohuslavets M.M., Nemish P.P.

Physic-chemical treatment of wastewater contaminated with oil products featuring carbon-minerals materials

In the article the quantitative characterization of water and wastewater education and basic methods of cleaning them. The main impure waters of the region is oil. The results of contaminated wastewater by sedimentation, filtration involving carbon-minerals materials (AMM). Shown that AMM showing filtration and sorption properties during purification of wastewater from oil, which cause reduction of discharge of contaminants in the environment and improve environmental safety of the region.

Keywords: water, wastewater, cleaning methods, carbon-minerals materials, technologies, sump, new sorbents, filter, ecological safety.