

9. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. — М. : Химия, 1989. — 512 с.
10. Дмитриев А.В., Николаев Н.А., Латыпов Д.Н. Очистка газовых выбросов ТЭС, работающих на серосодержащем топливе // Пром. энергетика. — 2005. — № 5. — С. 42–45.
11. Пат. на винахід 88845 С2 Укр., МПК⁸ В 01 D 53/14. Спосіб мокрої очистки димових газів вугільних котлів від оксидів сірки / І.Я.Сігал, А.В.Сміхула, В.О.Колчев та ін. — Опубл. 25.11.09, Бюл. № 22.
12. Сігал І.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. — Л. : Недра, 1988. — 312 с.

Поступила в ю 03.03.09

The Sulphur Catching Equipment Installation on Coal Power Plants

**Sigal I.J.¹, Smikhula A.V.¹, Dombrowska E.P.¹,
Duboshyi O.M.¹, Bereshchuk P.I.², Kuts V.P.¹**

¹ The Gas Institute of NASU, Kiev

² Closed JSC «Energy Generating Company «DARteplocentral»» (TES-4), Kiev

The problem of Ukraine air pollution by sulfur oxides is considered. The analysis of SO₂ emission by boilers of coal power plants is conducted. The power units are equipped by wet ash collector with Venturi tubes. The method of fuel gases wet cleaning from SO₂ for coal power plant is proposed. It is based on existing equipment application.

Key words: sulphur oxides, sulphur cleaning, power plants units, emission, boilers, scrubbers.

Received March 3, 2010

УДК 628.16

Вплив ксеропротекторів на біодеструктивну активність вуглецевого біосорбенту щодо стійких сполук вуглеводнів нафти

**Хохлова Л.Й.¹, Корнілович Б.Ю.¹, Хохлов А.В.¹,
Лапко В.В.¹, Ван Цзянин²**

¹ Інститут сорбції та проблем ендоекології НАН України, Київ

² Академія наук провінції Шаньдун КНР, Інститут біології

Исследована возможность использования углеродного биосорбента для обезвреживания загрязнения экосистем устойчивыми соединениями углеводородов нефти. Установлено, что при обезвреживании необходимо учитывать уровень и застарелость нефтезагрязнения, химический состав нефтепродуктов, специфику объектов и климатические условия. При внесении в биосорбционный материал стимулирующих веществ, содержащих аммиачный азот и фосфор, увеличивается деструктивная активность биосорбента, но снижается сорбционная емкость относительно нефтепродукта. Исследованы влияние ксеропротекторов на жизнедеятельность нефтеокисляющих микроорганизмов, иммобилизованных на углеродном носителе, и биоокислительная активность биосорбентов.

Ключевые слова: углеродный биосорбент, ксеропротекторы, углеводороды нефти, нефтеокисляющие микроорганизмы.

Досліджено можливість застосування вуглецевого біосорбенту для знешкодження забруднених екосистем стійкими сполуками вуглеводнів нафти. Встановлено, що при знешкодженні необхідно враховувати рівень та застарілість нафтозабруднення, хімічний склад нафтопродуктів, специфіку об'єктів та кліматичні умови. При внесенні у біосорбційний матеріал стимулюючих речовин, що містять амонійний азот та фосфор, збільшується деструктивна активність біосорбенту, але зменшується сорбційна ємність щодо нафтопродукту. Досліджено вплив ксеропротекторів на життєдіяльність нафтоокислюючих мікроорганізмів, іммобілізованих на вуглецевому носії, та біоокислювальну активність біосорбентів.

Ключові слова: вуглецевий біосорбент, ксеропротектори, вуглеводні нафти, нафтоокислюючі мікроорганізми.

При розробці технології очищення нафтозабруднених об'єктів застосування різних методів біостимуляції процесів деструкції вуглеводнів нафти має певні технологічні та економічні переваги. При знешкодженні застарілих нафтових забруднень, що містять стійкі до біоокислення сполуки вуглеводнів, ці прийоми доцільні та необхідні.

Для стимуляції розвитку процесів біодеструкції вуглеводнів нафти та підвищення деструктивної активності нафтоокислюючого комплексу мікроорганізмів потрібні різноманітні підходи у залежності від типу нафтозабруднення, тривалості забруднення (застарілість), концентрації, кліматичних умов та ін.

Іммобілізація клітин нафтоокислюючих мікроорганізмів на поверхні функціональних сорбентів створює умови підвищення ефективності деструктивної дії мікробного комплексу. Іммобілізовані клітини більш стійкі до несприятливої дії факторів навколишнього середовища: низької температури, підвищеного вмісту солей, високої концентрації нафтозабруднювача. Якщо змінювати умови мікрооточення клітин, що знаходяться в сорбованому стані, як у випадку нафтопоглинального вуглецевого біосорбенту, можливо підвищити ферментативну активність мікроорганізмів та суттєво прискорити процеси біоокислення вуглеводнів нафти.

Для одержання біосорбенту було використано біомасу бактеріальних культур, що виділялися з природних нафтозабруднених об'єктів та культивувалися під контролем, та підтриманням основних параметрів культивування (рН 6–8; температура 25 та 30 °С). Для культивування використано мінеральне поживне середовище з рН 7,2 такого складу, г/л: $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ – 1,5; KH_2PO_4 – 0,7; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,8; NaCl – 0,5.

Як джерело вуглецю використовували нафту сиру, мазут, масло відпрацьоване, витяжку нафтопродуктів з поверхні бетону та ґрунту (застаріле забруднення).

Були проведені дослідження впливу стану нафтопродукту у водному середовищі на де-

структивну здатність комплексу нафтоокислюючих мікроорганізмів (НОМ). НОМ вводили у систему вода – нафтозабруднювач у вигляді концентрату (культуральна рідина) та в іммобілізованому на сорбенті у кількості $(100\text{--}140) \cdot 10^4$ кл./г з постійним вмістом органічних (нафта або нафтопродукт) та мінеральних поживних речовин. Нафта у системі знаходилася у гомогенному стані (суцільний шар на поверхні води) та у локалізованому на біосорбенті.

Спостереження за розмноженням бактеріальних клітин у випадку локалізації нафти на сорбенті в рідкому середовищі у стаціонарних умовах показали, що біоокислення нафти та розмноження НОМ клітин відбувається більш інтенсивно. Результати досліджень підтверджують необхідність диспергації органічної речовини (нафтопродукту) для розвитку мікробіоценозу та деструкції нафтозабруднювача. Сорбція нафтопродукту біосорбентом незалежно від типу та хімічного складу нафтопродукту створює ефект диспергації та сприятливі умови розмноження НОМ та деструктивної активності біосорбенту. Біоокислення нафтопродуктів досягає 95–96 % за 3 міс.

Нафтопродукти у гомогенному стані на поверхні води піддаються біодеструкції менш ніж на 5 %, а важкоокислювальні вуглеводні, що входять до складу застарілих забруднень, не змінюють свого хімічного складу та концентрації навіть протягом 90 діб (табл.1).

Одержані данні свідчать, що нафтоокислюючі культури у середовищі з сорбентом накопичують більше біомаси. Тобто адсорбція стимулює розмноження мікроорганізмів.

Встановлено позитивний вплив на деструктивну активність природної мікробіоти при внесенні додатково у систему азоту та фосфору [1–4]. Для стимуляції розвитку НОМ використовують найбільш доступні та рентабельні для застосування мінеральні добрива – азофос, що є джерелом азоту та фосфору. На окислення 1 г нафти потрібно 80 мг азоту та 8 мг фосфору.

Таблиця 1. Вплив сорбції нафтопродукту на окислювальну (деструктивну) здатність НОМ відносно нафтопродуктів різного типу у водному середовищі

Об'єкт дослідження	Кількість біомаси у середовищі, мг/мл				Залишковий вміст нафтопродукту, г			
	10 діб	30 діб	60 діб	90 діб	10 діб	30 діб	60 діб	90 діб
Нафта у гомогенному стані (4 г)	–	0,01	0,06	0,12	4	4	3,85	3,78
Нафта, сорбована на біосорбенті (4 г/г)	0,2	0,80	1,70	2,40	2,40	1,96	0,80	0,12
Мазут у гомогенному стані (4 г)	–	–	0,01	0,03	4	4	4	4
Мазут, сорбований на біосорбенті (4 г/г)	0,1	0,60	1,20	2,10	3,12	2,98	1,12	0,24
Масло у гомогенному стані (4 г)	–	0,01	0,03	0,12	4	4	3,76	3,72
Масло, сорбоване на біосорбенті (4 г/г)	0,3	0,09	1,60	2,30	2,30	1,85	0,92	0,11
Витяжка НП із забрудненого бетону у гомогенному стані (4 г)	–	–	–	0,02	4	4	4	4
Витяжка НП на біосорбенті (4 г/г)	0,1	0,30	1,20	2,10	3,24	2,96	1,46	0,92

Примітка. Кількість НОМ у концентраті – (100–140) 10⁴ кл./г.

Вивчено залежність швидкості деградації вуглеводнів (ВВ) від концентрацій мінеральних компонентів у системі нафтопродукт – біосорбент – вода. Результати досліджень визначили, що оптимальна концентрація мінеральних поживних речовин певна при біоокисненні нафтопродуктів різного складу. Для кожного типу нафтозабруднення необхідний підбір оптимальних кількостей введення мінеральних речовин для стимуляції збільшення чисельності та деструктивної активності мікробної компоненти біосорбенту (табл.2).

Хроматографічні дослідження вихідних зразків нафтопродуктів, сорбованих біосорбентом, через 30, 60 та 90 діб підтверджують протікання процесу деструкції НП та зміни у груповому складі залишкової частини. Визначено, що вве-

дення мінеральної компоненти стимулює деструктивну активність біосорбенту для нафти на 10–20 % (концентрація мінеральних речовин – 0,2 %) та для мазуту та витяжки важкоокислювальних фракцій нафтопродукту з бетону на 20–40 % (концентрація мінеральних речовин – 0,5 %). Для прискорення деструкції нафтового забруднення, локалізованого біосорбентом, у кожному конкретному випадку треба застосовувати прийоми стимуляції мікробної компоненти біосорбенту, що дасть можливість досягнути її максимальної деструктивної активності на початкових стадіях біоокислення та визначити кінцеву концентрацію залишкових нафтопродуктів.

Недоліком лабораторних поживних середовищ є те, що в них швидко зменшується запас поживних речовин та накопичується багато шкідливих продуктів обміну, які гальмують розмноження мікроорганізмів. У зв'язку з цим розвиток нафтоокислюючих культур, що іммобілізовані на біосорбенті, в лабораторних умовах має періодичний характер. У природних умовах мікроорганізми постійно розмножуються. Їх розвиток та інтенсивність життєдіяльності визначають екологічні умови навколишнього середовища. Визначними факторами є склад вуглеводнів, температура та інтенсивність водообміну.

Один з прийомів формування структури мікробних угруповань полягає в регулюванні їх складу за допомогою змін співвідношень компонентів мінерального поживного середовища або внесення добавок органічного походження.

Для стимуляції та підвищення деструктивної активності вуглецевого біосорбенту при знешкодженні нафтозабруднень різного типу та трива-

Таблиця 2. Деструкція нафтопродуктів при введенні стимулюючих мінеральних речовин (0/0,2/0,5 %) в систему НП – біосорбент – вода

Склад НП, %	Залишковий вміст НП та їх фракційний склад, %		
	30 діб	60 діб	90 діб
Нафта	45/56/34	56/64/48	91/97/52
Метано-нафтенів ВВ (71,8 %)	37,2	22,1	3,5
Нафтенно-ароматичні ВВ (16 %)	15	11,8	8,1
Смоли (9,2 %)	27,8	34,2	44,1
Асфальтени (3 %)	20	31,9	44,3
Мазут	34/51/29	36/62/32	87/91/98
Метано-нафтенів ВВ (37,7 %)	18,6	14,1	2,4
Нафтенно-ароматичні ВВ (17,8 %)	11,2	8,7	0,8
Смоли (20,7 %)	22,6	24,7	28,9
Асфальтени (23,8 %)	47,6	52,5	67,9
Витяжка НП з бетону	20/36/72	24/42/82	46/48/94
Метано-нафтенів ВВ (26,8 %)	18,1	9,2	0,8
Нафтенно-ароматичні ВВ (24,2 %)	13,2	10,1	3,2
Смоли (25,5 %)	27,8	29	32,6
Асфальтени (23 %)	40,9	51,7	63,4

лості забруднення, крім внесення мінеральних поживних речовин (джерело амонійного азоту та фосфору), застосовано меласу (відходи цукрової промисловості) та біогенні поверхнево-активні речовини. Встановлено збільшення чисельності та деструктивної активності нафтоокислюючого природного комплексу мікроорганізмів, що іммобілізовані на поверхні вуглецевого носія, при знешкодженні забруднення нафтою (концентрації від 10 до 30 %) при внесенні меласи самотійно та разом з іншими стимуляторами. За кількістю нафтозабруднювача вносили біосорбент у співвідношенні нафта : біосорбент = 4 : 1. Значне зменшення (до 65 %) нафти, локалізованої на поверхні біосорбенту, виявлено за 2 міс після обробки. У випадку забруднення мазутом (до 20 %) потрібні були додаткові прийоми, що дали можливість розділити мазут та здійснити сорбцію на поверхні біосорбенту. Це було досягнуто підвищенням температури середовища або введенням розріджувача (дизпаливо, бензин). Тривалість деструкції нафтозабруднювача до 95 % мала той же час (рисунок).

Незалежно від типу забруднення найбільша кількість нафтопродуктів розкладається у термін 2 міс. Деструктивна активність іммобілізованого мікробного комплексу при стимуляції меласою збільшується на 10–20 % тільки на перших етапах біоокислення. Рівень залишкових нафтопродуктів майже не змінюється.

Ефективність біоочищення нафтозабруднених об'єктів за допомогою біосорбенту, активованого адаптованою природною нафтоокислюючою мікробіотою, визначається також засобами його застосування, які мають бути спрямовані на створення ефективних умов для життєдіяльності мікроорганізмів. Внесення стимулюючих речовин збільшує зростання біомаси НОМ та прискорює біодеградацію нафтового забруднення.

Ксеропротектори сприяють збереженню життєздатності клітин мікроорганізмів, підвищенню їх нафтоокислювальної активності, створенню

оптимальних умов існування [5–8]. Досліджено вплив ксеропротекторів (сахароза, лактоза, суміш амінокислот) на ферментативну активність нафтоокислюючих бактеріальних клітин, іммобілізованих на вуглецевому носії.

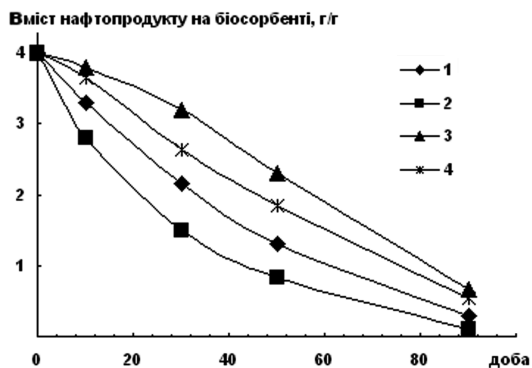
Сорбційна зв'язана поживна речовина, тобто нафтозабруднення, на поверхні сорбенту-носія НОМ стимулює розмноження мікроорганізмів-деструкторів та прискорює метаболізм забруднення. Клітини, що знаходяться на поверхні розподілу твердої та рідкої фаз, мають необхідне джерело живлення та кращі енергетичні умови розвитку, коли поживні речовини дозовані. Сорбція нафти на поверхні сорбенту створює такі умови.

Досліджено вплив кількості сорбованого нафтопродукту на деструктивну активність мікробного комплексу, іммобілізованого на поверхні біосорбенту. Оптимальну активність біосорбенту виявлено при концентрації сорбованої нафти 4 г на 1 г біосорбенту. Якщо на поверхні сорбенту локалізовано 8 г нафти на 1 г, швидкість біоокислення знижується майже на 50 %.

Іммобілізовані клітини більш стійкі до різних від'ємних факторів (знижені температури, рН середовища та ін.). Змінюючи умови мікросередовища іммобілізованих на сорбенті клітин, можливо прискорити процеси біоокислення вуглеводнів нафти. Крім того, іммобілізація клітин на носії імітує консервацію їх у порах сорбенту та підтримання деструктивної активності НОМ протягом певного часу зберігання біосорбенту.

Раніше одержані дані свідчили про високу ефективність комплексу сорбент – природна адаптована мікробіота при застосуванні біосорбенту зі строком зберігання до 6 міс. Після більш тривалих строків зберігання біосорбенту ферментативна активність іммобілізованих НОМ знижується. Ксеропротектори підвищують здатність до виживання нафтоокислюючих культур при зберіганні біосорбенту.

Вплив різних ксеропротекторів на біодеструктивну та ферментативну активність біосорбенту до нафтопродуктів вивчали за стандартною методикою [9]. Життєздатність клітин визначали за методом багаторазових розведень [10] з наступним висівом на живильне агаризоване середовище. Вивчення нафтоокислюючої здатності мікробної компоненти вуглецевого біосорбенту проводили у системах нафта – біосорбент – вода; мазут – біосорбент – вода; витяжка НП з бетону – біосорбент – вода. Нафтопродукт у систему вводили з розрахунку 4 г нафти на 1 г біосорбенту. Ксеропротектори вносили у мікробну біомасу при біоактивації сорбенту в кількості 0,5–2 % (мас.).



Деструкція нафти та мазуту, локалізованих на біосорбенті, при внесенні в систему меласи: 1, 3 – контроль (мазут, нафта); 2, 4 – при внесенні меласи (мазут, нафта).

Таблиця 3. Показники сорбційної та біодеструктивної активності біосорбенту довготривалого зберігання при введенні у систему ксеропротекторів

Вологість, %	Термін зберігання, міс.	Поглинання на 1 г сорбенту			Загальна чисельність НОМ на 1 г сорбенту		Нафтоокислююча активність (А), % нафта/мазут/вигтяжка
		нафта	мазут	вигтяжка НП з бетону	аеробні	анаеробні	
Біосорбент (контроль)							
10	–	8	6	6	640·10 ¹³	520·10 ¹³	92/86/88
10	1	8	6	6	610·10 ¹³	414·10 ¹³	90/80/78
8	3	8	6,5	6,5	45·10 ¹¹	110·10 ¹¹	88/72/73
6	6	8	6,5	6,5	102·10 ¹¹	98·10 ¹¹	85/64/60
5	9	8	7	7	80·10 ⁸	104·10 ⁸	65/42/40
Біосорбент + сахароза (0,5 %)							
11	–	6	5	5	640·10 ¹³	520·10 ¹³	93/86/82
10	1	6	5	5	610·10 ¹³	414·10 ¹³	93/80/81
8	3	6	5	5	45·10 ¹¹	110·10 ¹¹	89/74/70
8	6	6	5,5	5,5	102·10 ¹¹	98·10 ¹¹	82/70/72
7	9	7	6	6	80·10 ⁸	104·10 ⁸	80/69/70
Біосорбент + лактоза (0,5 %)							
11	–	6	5	5	480·10 ¹⁴	460·10 ¹⁴	92/86/88
10	1	6	5	5	264·10 ¹³	240·10 ¹³	90/80/80
9	3	6	5	5	210·10 ¹³	220·10 ¹³	87/78/70
8	6	6	5	5	460·10 ¹¹	240·10 ¹¹	89/74/72
7	9	7	6	6	220·10 ¹¹	250·10 ¹¹	88/79/80
Біосорбент + амінокислоти з дріжджового екстракту (0,5 %)							
11	–	6	5	5	840·10 ¹⁴	500·10 ¹⁴	98/90/92
10	1	6	5	5	620·10 ¹⁴	410·10 ¹⁴	97/89/90
9	3	6	5	5	570·10 ¹⁴	260·10 ¹⁴	97/87/90
8	6	6	6	6	480·10 ¹³	240·10 ¹³	97/88/91
8	9	7	6	6	260·10 ¹³	110·10 ¹³	97/89/90

Співвідношення розкладеної нафти та залишкової на біосорбенті визначали за ваговим методом після екстракції хлороформом у дослідній та контрольній пробах.

Проведені дослідження показали, що введення у мікробну біомасу різних ксеропротекторів перед обробкою вуглецевого носія впливає на життєдіяльність іммобілізованих НОМ та їх нафтоокислюючу активність для біосорбенту довготривалого зберігання. Одержані дані наведені у табл.3.

Зразки біосорбенту вихідного та з введенням ксеропротекторів (0,2–0,5 % (мас.)) зберігалися в ідентичних умовах протягом 9 міс. Через 1, 3, 6 та 9 міс у зразках визначали вміст життєздатних клітин на поверхні носія та нафтоокислюючу активність по відношенню до нафтопродуктів різного типу в водному середовищі. У результаті експериментальних досліджень виявлено деякі закономірності динаміки зростання загальної чисельності НОМ на поверхні сорбенту при наявності ксеропротекторів у мікробній біомасі при біоактивації вуглецевого носія.

Для біосорбенту довготривалого зберігання (більш 6 міс) встановлено зниження показників життєздатності іммобілізованих НОМ та біодеструктивної активності. Введення сахарози та лактози у мікробну біомасу підвищує життєдіяльність НОМ, але майже не впливає на величини деструктивної активності. Якщо у мікробну біомасу при одержанні біосорбенту вводили суміш амінокислот з дріжджового екстракту (у межах 0,5 %), суттєво підвищувалася життєдіяльність НОМ та зберігалася на протязі більш як 9 міс, при цьому значно збільшується деструктивна активність біосорбенту (понад 30 %) щодо застарілих нафтозабруднень та мазуту. Підвищення концентрацій розчину амінокислот знижує сорбційну ємність біосорбенту щодо нафтопродуктів до 2–3 г на 1 г сорбенту.

Висновки

При застосуванні біосорбенту для знешкодження забруднення екосистем нафтою та нафтопродуктами необхідно враховувати рівень

та застарілість нафтозабруднення, хімічний склад нафтопродуктів, специфіку об'єктів, регіональні та кліматичні умови. Кожен конкретний випадок потребує поєднання заходів для забезпечення найкращих результатів.

Встановлено позитивний ефект при внесенні у біосорбційний матеріал стимулюючих речовин, що містять амонійний азот та фосфор. При цьому збільшується деструктивна активність біосорбенту, але зменшується сорбційна ємність.

Досліджено вплив лактози, сахарози та амінокислот як ксеропротекторів на життєдіяльність НОМ, іммобілізованих на вуглецевому носії, та біоокислювальну активність біосорбенту. Оптимальну дію виявлено при використанні суміші амінокислот у концентрації 0,5 % щодо біосорбенту.

Список літератури

1. Киреева Н.А. Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах. — Уфа : Изд-во Башкир. ун-та, 1994. — 171 с.
2. Андрасон Р.К., Багаутдинов Т.Я., Бойко Т.Ф. и др. Интродукция микроорганизмов в окружающую среду. — Пушкино : ОНТИ НЦБИ РАН, 1994.
3. Юдаков А.А., Зубов В.Н., Ксеник Т.В. Получение и применение сорбентов для очистки воды, загрязненной нефтепродуктами // Химия в интересах устойчивого развития. — 1998. — Т. 6, № 4. — С. 175–179.
4. Гвоздяк П.И., Дмитренко Г.Н., Куликов Н.И. Очистка промышленных сточных вод прикрепленными микроорганизмами // Химия и технология воды. — 1985. — Т. 7, № 1. — С. 64–68.
5. Чурикова В.В., Викторов Д.П. Основы микробиологии и вирусологии. — Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1994.
6. Звягинцев Н.Г. Взаимодействие микроорганизмов с твердыми поверхностями. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1979. — С. 114–142.
7. Скрыбин Г.К., Кошечко К.А. Иммобилизованные клетки микроорганизмов // Биотехнология. — М. : Наука, 1984. — С. 70–77.
8. Милько Е.С., Егоров Н.С. Гетерогенность популяции бактерий и процесс диссоциации. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1991. — 142 с.
9. Современные методы исследования нефти / Под ред. А.И.Богомолова. — Л. : Недра, 1994. — 431 с.
10. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г.Звягинцева. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1991. — 231 с.

Надійшла до редакції 15.01.10

The Influence of Xeroprotectors on Carbon Biosorbent Biodestructive Activity Relative to Oil Hydrocarbons Steady Compounds

*Khokhlova L.Y.¹, Kornilovych B.Yu.¹,
Khokhlova A.V.¹, Lapko V.V.¹, Wang Jianing²*

¹ Institute for Sorption and Problems of Endoecology of NASU, Kiev

² Biology Institute of Shandong Academy of Science of Chinese People's Republic

The possibility of carbon biosorbent application for ecosystems pollution decontamination from stable hydrocarbon oil compounds is investigated. It is established that it is essential to take into consideration the level and Inveteracy of petropollution, chemical composition of oil products, objects specificity and climatic conditions. The biosorbent destruction activity is increased by stimulating substances containing ammoniac nitrogen and phosphorus injection. However the sorbent sorption capacity towards petroleum is decreased. The influence of xeroprotectors oiloxidizing microorganisms immobilized on the carbon carrier activity and biooxidizing biosorbents activity are investigated.

Key words: carbon biosorbent, xeroprotectors, oil hydrocarbons, oiloxidizing microorganisms.

Received January 15, 2010