

628.3 (043)
Г 60

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Голець Наталія Юліанівна



УДК 628.31:628.472.3

628.3+628.4(043)

Г 60

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВІД
ЗАБРУДНЕННЯ ГІДРОСФЕРИ АМОНІЙНИМ АЗОТОМ
ДРЕНАЖНИХ ВОД ЗВАЛИЩ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ
ВІДХОДІВ**

21.06.01 – екологічна безпека

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ – 2014

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті «Львівська політехніка»
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Мальований Мирослав Степанович,
Національний університет «Львівська політехніка»
Міністерства освіти і науки України, завідувач
кафедри екології та збалансованого
природокористування.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Челядин Любомир Іванович,
Івано-Франківський національний університет
нафти і газу Міністерства освіти і науки України,
професор кафедри хімії;

кандидат технічних наук, доцент
Бахарєв Володимир Сергійович,
Кременчуцький національний університет імені
Михайла Остроградського Міністерства освіти і
науки України, доцент кафедри екологічної
безпеки та організації природокористування.

Захист відбудеться 22 травня 2014 р. о 13 годині на засіданні спеціалізованої
вченої ради Д 20.052.05 в Івано-Франківському національному технічному
університеті нафти і газу за адресою:

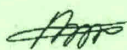
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Івано-Франківського
національного технічного університету нафти і газу за адресою:

76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розісланий «19» квітня 2014 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради Д 20.052.05. д. геол. н.



В.Р. Хомин

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На сучасному етапі розвитку науково-технічного прогресу найбільшим джерелом забруднення довкілля стають місця збору твердих побутових відходів (ТПВ). На існуючих в Україні місцях збору ТПВ в переважній більшості протифільтраційний екран відсутній взагалі, або облаштований з порушенням норм і не виконує своїх функцій; відсутня система збору та очищення інфільтратів; не встановлена система збору та утилізації біогазу; складування невідсортованого сміття здійснюється із порушенням норм законодавства. Тому такі місця збору ТПВ не можуть називатися полігонами ТПВ (полігони ТПВ - природоохоронні інженерні споруди), за фактом - це звалища ТПВ - небезпечні джерела забруднення всіх компонентів довкілля. Величезна кількість звалищ ТПВ в Україні (серед яких значна кількість несанкціонованих) не відповідають існуючим нормативним документам, створюють загрозу довкіллю як під час їх функціонування, так і після їх закриття. Адже навіть після закриття, враховуючи досить тривалий термін їхнього переходу в розряд безпечних для довкілля, звалища ТПВ будуть відігравати суттєву негативну роль в забрудненні довкілля, особливо через забруднення водної сфери. У зв'язку з відсутністю ефективних протифільтраційних екранів та системи збору і очищення дренажних вод, ці небезпечні джерела забруднення гідросфери як з функціонуючих так і з законсервованих звалищ ТПВ потрапляючи у ґрунт та в водоносні горизонти, створюють постійну неконтрольовану загрозу для оточуючого середовища. Проникаючи в ґрунт, а також ґрунтові, поверхневі та підземні води, фільтрат забруднює їх продуктами біологічного розкладу сміття, важкими металами, фенолами, хвороботворними бактеріями, спричиняє також забруднення водоносних горизонтів, колодязів, ставків та річок. Тому зусилля, направлені на попередження забруднення гідросфери дренажними водами звалищ ТПВ через облаштування протифільтраційних екранів, які попереджують їх фільтрацію в водоносні горизонти, із використанням недорогих та ефективних компонентів (природних глинистих сорбентів та фосфогіпсу), впровадження ефективних технологій збору та очищення дренажних вод звалищ ТПВ, будуть сприяти підвищенню рівня екологічної безпеки місць збору ТПВ та забезпечить охорону навколишнього середовища в зоні їх впливу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри «Прикладна екологія та збалансоване природокористування» Національного університету "Львівська політехніка" і виконувалась згідно з тематикою науково-дослідницької роботи кафедри з проблеми "Природоохоронні технології очищення рідинних середовищ адсорбційними (селективними) методами", № державної реєстрації 0111U003993-2012-ЕК-3:



an2439

ол 2439 /

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є забезпечення екологічної безпеки звалищ ТПВ шляхом попередження забруднення гідросфери дренажними водами цих об'єктів.

Для досягнення зазначеної мети було необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз літературних джерел з проблем забруднення навколишнього середовища дренажними водами звалищ ТПВ, можливостей застосування відомих методів очищення стічних вод для очищення дренажних вод звалищ ТПВ, особливостей процесу сорбції на глинистих природних сорбентах, закономірностей процесу біологічного очищення;
- дослідити вплив природних умов та особливостей розміщення Грибовицького звалища ТПВ на характер забруднень гідросфери в зоні його впливу;
- провести моніторинг забруднення гідросфери у зоні впливу Грибовицького звалища ТПВ;
- дослідити фільтраційні властивості композицій для облаштування ефективного протифільтраційного екрану полігонів ТПВ;
- дослідити адсорбційні властивості глинистих природних сорбентів щодо йонів амонію;
- дослідити перспективність застосування біомембранного методу для очищення дренажних вод звалищ ТПВ.

Об'єкт досліджень – забруднення гідросфери дренажними водами звалищ ТПВ.

Предмет дослідження – процеси попередження забруднення гідросфери дренажними водами звалищ ТПВ та їх очищення.

Методи досліджень включають розроблену методіку експериментальних досліджень із використанням сучасної контрольної-вимірювальної апаратури та апробованих методик аналітичної хімії для дослідження забруднених стічних вод, визначення комплексних показників забруднення та математичне моделювання хіміко-технологічних процесів, зокрема процесів фільтрування та адсорбції. Для теоретичних досліджень використовувався системний науково-обґрунтований аналіз, оброблення та візуалізацію експериментальних даних виконували за допомогою стандартного програмного забезпечення (експериментальні дослідження) та спеціально розробленої програма «Система моніторингу джерел забруднення» спрямованої на збереження та відображення результатів проведених вимірювань на карті за допомогою використання GIS компоненти «Sharpmap» і SQL Express 2008 (моніторингові дослідження).

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Вперше показана можливість використання для комплексної оцінки небезпеки забруднених поверхневих стічних вод індексу токсичності та сумарного індексу небезпеки.

2. Вперше науково обґрунтовано застосування для облаштування ефективного протифільтраційного екрану полігонів ТПВ композиції природних глинистих сорбентів із фосфогіпсом, що дозволяє суттєво підвищити рівень екологічної безпеки гідросфери.

3. Отримали подальший розвиток дослідження із застосування біомембранного методу для очищення дренажних вод полігонів ТПВ.

4. Отримав подальший розвиток науковий підхід, оснований на встановленні взаємозв'язку між природними умовами, особливостями розміщення звалищ ТПВ та характером забруднень гідросфери в зоні їх впливу (на прикладі Грибовицького звалища ТПВ).

Практичне значення отриманих результатів:

1. Встановлений склад композиції протифільтраційного шару полігонів ТПВ, захищений патентом України, який забезпечує необхідні протифільтраційні властивості екрану.

2. Визначені кінетичні коефіцієнти процесу фільтрування дренажних вод через протифільтраційний екран, які можуть бути використані для розрахунку товщини протифільтраційного шару полігонів ТПВ.

3. Результати дисертаційної роботи передано в ТзОВ «Інститут ГРХІМПРОМ» для використання при проектуванні та впровадженні технологій запобігання забруднення гідросфери дренажними водами звалищ ТПВ. Очікуваний економічний ефект від впровадження цих дисертаційних досліджень, розрахований відділом кошторисів ТзОВ «Інститут ГРХІМПРОМ», дорівнює 846 тис. грн.

4. Наукові та практичні результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес у лекційних курсах та практичних роботах з дисциплін «Технології та устаткування для очищення промислових стічних вод» та «Переробка та утилізація муніципальних відходів. Частина 2» на кафедрі прикладної екології та збалансованого природокористування Національного університету «Львівська політехніка» для студентів спеціальності 7.04010601 «Екологія та охорона навколишнього середовища».

Особистий внесок здобувача:

- опрацьовано літературні джерела за темою дисертації, розроблено методологію дослідження, проведено лабораторні дослідження, систематизовано й узагальнено експериментальний матеріал, сформульовано науково обґрунтовані висновки, отримано патент України на корисну модель. Постановка задач та їх обговорення проводились під керівництвом д.т.н., проф. Мальованого М.С. Велику допомогу в плануванні стратегії проведення експериментів з дослідження біологічних процесів очищення стоків надав проф. Корнеліуш Мікш (Сілезька політехніка, Польща);

- оцінено ступінь екологічної небезпеки від забруднення навколишнього середовища полігонами твердих побутових відходів [2, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 24, 25];
- оцінено клас небезпеки фільтрату [10, 11, 16];
- досліджено аспекти облаштування протифільтраційних екранів [3, 4, 8, 9];
- досліджено очищення дренажних вод полігонів побутових відходів шляхом нітрифікації стічних вод в мембранному біореакторі [1, 17, 18, 23];
- отримано патент на корисну модель [15].

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися і були схвалені на 8-ми міжнародних конференціях: Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми екологічної безпеки та якості середовища», (Львів, 2010); 1-ий міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування», (Львів, 2009); Miedzynarodowa konferencja studentow i mlodych pracownikow nauki «Nauka i Technika w Ochronie srodowiska», (Jelenia Gora, 2007); Міжнародна науково-практична конференція «I-ший Всеукраїнський з'їзд екологів», (Вінниця, 2006); XIV-та міжнародна науково – практична конференція «Екологічні проблеми водного та повітряного басейнів. Утилізація відходів», (Алушта, 2006); 2-ий міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування», (Львів, 2012); I-ша Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства», (Львів, 2012) та Всеукраїнська науково-практична конференція: «Екологічна безпека: моніторинг, оцінка ризику, перспективні природоохоронні технології», (Львів, 2007).

Робота виконувалася на кафедрі прикладної екології та збалансованого природокористування Національного університету «Львівська політехніка».

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 25 друкованих наукових праць, в тому числі 1 стаття у науковому періодичному виданні інших держав з напрямку, з якого підготовлено дисертацію 11 статей у фахових виданнях з технічних наук, 2 статті у інших виданнях, 10 доповідей на міжнародних та національних наукових конференціях та отримано 1 патент України.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з чотирьох розділів, списку використаних літературних джерел та додатків. Робота викладена на 154 сторінках машинописного тексту, включаючи 10 таблиць, 51 рисунок та 10 додатків. Список використаної літератури містить 146 посилань на вітчизняні та зарубіжні джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, висвітлено наукове та практичне значення отриманих результатів, поставлено мету та визначено напрямки її досягнення, дано загальну характеристику роботи.

Перший розділ присвячений аналізу патентної та науково-технічної літератури за темою дисертації. Проведено моніторинг забруднення доквілля дренажними водами полігонів побутових відходів, розроблено стратегію уникнення забруднення, визначено загальні вимоги та стан облаштування полігонів. Розглянуто існуючі методи очищення стічних вод та проведений аналіз можливості їх застосування для очищення дренажних вод полігонів. Проаналізовано рівень екологічної небезпеки, спричиненої забрудненням водних об'єктів біогенними елементами. Обумовлені основні напрямки досліджень, визначені мета та завдання дослідження.

У **другому розділі** приведені характеристики матеріалів та об'єктів досліджень, методи та методики проведення експериментальних досліджень, опис експериментальних установок. Приведена характеристика Грибовицького сміттєзвалища та методика моніторингових досліджень стану гідросфери в зоні його впливу.

Третій розділ присвячений оцінці впливу природних умов та особливостей розміщення Грибовицького звалища ТПВ на характер забруднень гідросфери в зоні його впливу та визначенню класу небезпеки (токсичності) його інфільтрації.

Природні умови району розміщення полігону ТПВ відіграють важливу роль у накопиченні та поширенні забруднень. Грибовицький полігон ТПВ розташований у складних геоморфологічних, геологічних та гідрогеологічних умовах. Рельєф місцевості відіграє значну роль у напрямку та інтенсивності поширення забруднень. Він істотно впливає на напрямок руху повітряних мас, може створювати вітрову тінь, покращувати або погіршувати провітрюваність території, визначати умови живлення та розвантаження підземних вод.

Результати моніторингового дослідження забруднень гідросфери у зоні впливу Грибовицького звалища ТПВ, візуалізовані створеною програмою із використанням GIS компоненти «Sharpmap» і SQL Express 2008, підтвердили значний вплив Грибовицького сміттєзвалища на гідросферу (параметри гідросфери у всіх населених пунктах не відповідають санітарно-гігієнічним нормам).

Одним із шляхів оцінки впливу звалища ТПВ на доквілля є аналіз показника класу небезпеки інфільтратів. Нами отримано рівняння для визначення сумарного індексу токсичності інфільтратів:

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i, \quad n \leq 3, \quad (1)$$

де n – кількість обраних інгредієнтів (2 або 3).

Проведений розрахунок індексів токсичності (небезпеки) окремих хімічних речовин – складників інфільтратів Грибовицького звалища ТПВ. Відповідно до використаної методики для розрахунку вибрані інгредієнти з найменшими K_i : хлориди та амонійний азот, розраховане значення індексу токсичності склало 0,082, що відповідає першому класу токсичності та надзвичайно небезпечному ступеню небезпеки.

Четвертий розділ присвячений дослідженню методів запобігання забруднення гідросфери дренажними водами полігонів ТПВ; фільтрувальних та сорбційних властивостей мінеральних глин. Проаналізовано результати експериментів та виконано вибір типу мінеральної глини з оптимальними характеристиками. Досліджено суміш глини та фосфогіпсу як компонентів протифільтраційного екрану, яка дасть можливість покращити його властивості.

Експериментальні дослідження фільтраційних властивостей бентоніту та палигорськіту проводилися як в нестабілізованому, так і в стабілізованому станах. Ці експерименти проводилися зі свіжонамоченою глиною тобто, з первинним неуцільненим її шаром, який з часом поступово ущільнювався. Результати, представлені на рис. 1 та рис. 2, пояснюються ефектом бубнявіння глини на початку проведення експериментів.

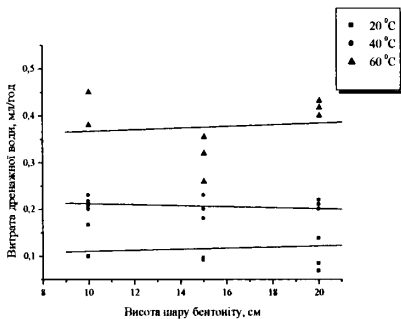


Рисунок 1 - Залежність витрати фільтрату (q) через шар бентоніту від його висоти в колонці (h) за різних температур процесу (t).

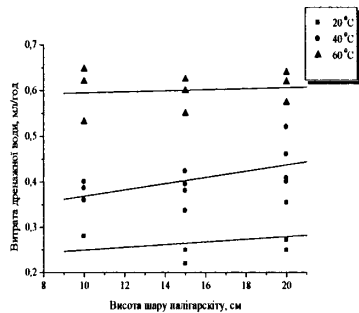


Рисунок 2 - Залежність витрати фільтрату (q) через шар палигорськіту від його висоти в колонці (h) за різних температур процесу (t).

Результати досліджень показали, що на початкових стадіях проведення експериментів, коли шар глини не стабілізований, коефіцієнт фільтрації для бентоніту є меншим ніж для палигорськиту. Отже, бентонітові глини можуть бути рекомендовані як матеріал для влаштування протифільтраційного екрану полігону.

Щоб дослідити поведінку протифільтраційного глинистого шару в процесі тривалої експлуатації полігону, наступну серію експериментів проводили зі стабілізованим шаром глини.

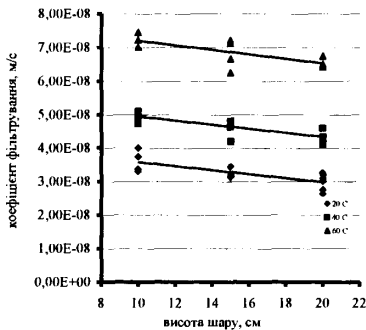


Рисунок 3 - Залежність коефіцієнта фільтрації через шар бентоніту від його висоти (h) в колонці за різних температур процесу (t).

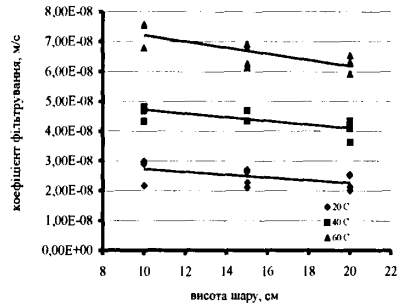


Рисунок 4 - Залежність коефіцієнта фільтрації через шар палигорськиту від його висоти (h) в колонці за різних температур процесу (t).

Аналіз отриманих експериментальних залежностей дозволяє зробити висновок про те, що висота стабілізованого фільтраційного шару глини має незначний вплив на величину її коефіцієнта фільтрації (K), оскільки із збільшенням товщини фільтраційного шару зростає його гідравлічний опір, то величина коефіцієнту фільтрації зменшується. За ідентичних умов (висота шару глини 20 см і температура процесу 40°C) в нестабілізованому шарі палигорськиту $K=15,1 \cdot 10^{-8}$ м/с, а в стабілізованому $K=4,08 \cdot 10^{-8}$ м/с, що в 3,7 разів менше; в нестабілізованому шарі бентоніту $K=7 \cdot 10^{-8}$ м/с, а в стабілізованому $K=4,33 \cdot 10^{-8}$ м/с, що тільки в 1,61 разів менше від коефіцієнта фільтрації в нестабілізованому шарі. Враховуючи основну характеристику досліджуваних мінеральних глин для застосування у складі протифільтраційного екрана – їх фільтрувальні властивості, доцільніше використовувати палигорськіт.

За результатами експериментів, описаних вище, навіть стабілізований протифільтраційний екран з мінеральної глини (як бентоніту, так і

палигорськіту) не забезпечує нормативної величини коефіцієнта фільтрації ($K = 10^{-9}$ м/с).

В зв'язку з цим, нами проведені дослідження з метою підвищення ефективності протифільтраційного екрану шляхом додавання до мінеральної глини як наповнювача дрібнодисперсного твердого відходу виробництва екстракційної фосфорної кислоти – фосфогіпсу, який у великих об'ємах знаходиться в звалищах на території Львівської області. Коефіцієнт фільтрації, рекомендований ДБН, був отриманий за співвідношення фосфогіпс :

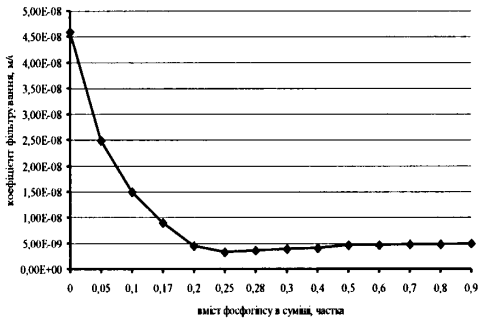


Рисунок 3 - Залежність коефіцієнта фільтрації від вмісту дрібнодисперсного фосфогіпсу у композиції протифільтраційного екрану.

глини як наповнювача дрібнодисперсного твердого відходу виробництва екстракційної фосфорної кислоти – фосфогіпсу, який у великих об'ємах знаходиться в звалищах на території Львівської області. Коефіцієнт фільтрації, рекомендований ДБН, був отриманий за співвідношення фосфогіпс : палигорськіт як 25 до 75 % (рис. 5).

Дослідження ізотерм адсорбції йонів амонію палигорськітом та бентонітом в інтервалі прогнозованої концентрації цих йонів в інфільтратах сміттєзвалищ проводились за температур 20, 40 та 60 °С як найбільш імовірних за різних умов експлуатації полігонів ТПВ в різні пори року.

Дослідження ізотерм адсорбції йонів амонію палигорськітом та бентонітом в інтервалі прогнозованої концентрації цих йонів в інфільтратах сміттєзвалищ проводились за температур 20, 40 та 60 °С як найбільш імовірних за різних умов експлуатації полігонів ТПВ в різні пори року.

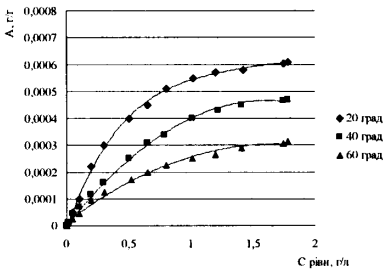


Рисунок 6 - Ізотерми адсорбції йонів амонію бентонітом.

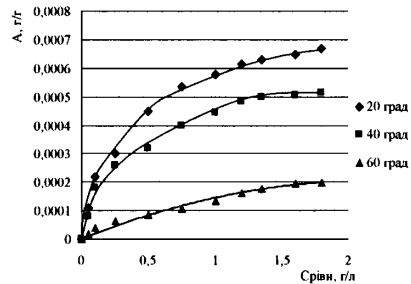


Рисунок 7 - Ізотерми адсорбції йонів амонію палигорськітом.

Враховуючи сорбційну здатність досліджуваних глин за йонами амонію, можна зробити висновок про адсорбційні переваги палигорськіту та

можливість використання саме його як підложки полігону, що підтверджує правильність нашого вибору, зробленого на основі аналізу його фільтраційних властивостей.

В цих дослідженнях не ставилось за мету детальна розробка технологічної схеми очищення інфільтратів від амонійних сполук, які завжди присутні в дренажних водах сміттєзвалищ, а вивчалися аспекти зниження екологічної небезпеки від забруднення довкілля нітратами та нітритами шляхом сорбції йонів амонію природними сорбентами, які рекомендується використовувати в складі композиції протифільтраційного шару, та встановлювалися основні напрямки можливості реалізації адсорбційної технології для цієї мети.

Для очищення вловлених інфільтратів нами досліджувалась тільки стадія біологічного очищення, яка необхідна для очищення зібраних стоків всіх звалищ ТПВ, які характеризуються подібним складом органічних забруднень та забруднень амонійним азотом внаслідок однотипності біологічних процесів, що проходять в тілі звалища. Вона проходила в два етапи у біомембранних реакторах А і Б, які відрізнялися складом імітату, що до них подавався.

Протягом першого етапу досліджень вік активного мулу в реакторі А становив 35 діб. Другий етап досліджень проходив за віку активного мулу, що становив 25 діб. Концентрація амонійного азоту в дренажних водах на вході в процес знаходилася в межах 470 – 740 мг $N-NH_4^+$ /л, а кінцева концентрація практично не перевищувала 2 мг $N-NH_4^+$ /л, за винятком кількох днів, коли спостерігалось найбільше відхилення значення концентрації амонійного азоту. Відхилення значень концентрації амонійного азоту в очищеній воді в обох випадках (перший та другий етап досліджень) було пов'язане з впливом кількох чинників: раптовою зміною температури навколишнього середовища, зміною рН середовища, зменшення продуктивності компресорів, які подавали повітря.

В реакторі Б дослідження проходили також в два етапи (35 та 25 діб).

Концентрація забруднюючої речовини (амонійного азоту) дорівнювала 500 – 800 мг $N-NH_4^+$ /л, а кінцева концентрація протягом двох етапів досліджень практично не перевищувала 2 мг $N-NH_4^+$ /л.

На рис. 8 зображені результати експериментів біологічного доочищення дренажних вод за увесь період перебігу дослідів, а також відсоткове співвідношення початкової кількості амонійного азоту до кількості амонійного азоту в очищеній воді.

Таким чином можна стверджувати, що використання біологічного доочищення дренажних вод полігону є ефективним методом, оскільки ступінь окиснення амонійного азоту у випадку його застосування становить близько 99 %.

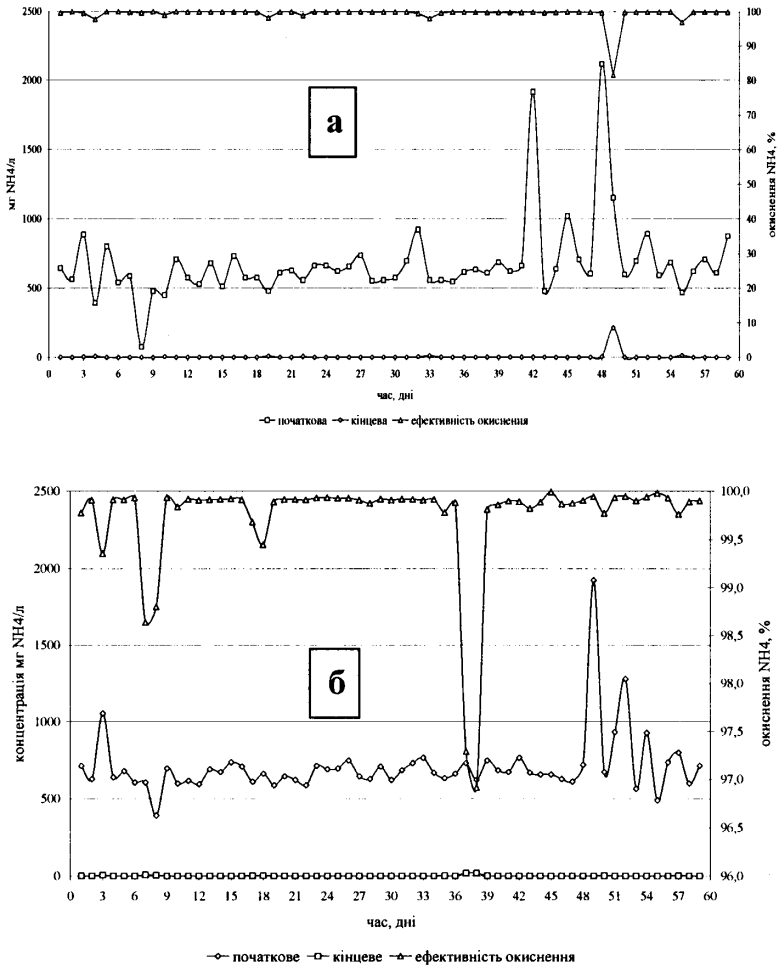


Рисунок 8 - Перебіг процесу окиснення амонійного азоту протягом всього періоду проведення дослідів в біомембранних реакторах: а – реактор А; б – реактор Б.

Результати досліджень щодо розроблення стадії біомембранного очищення дренажних вод звалищ ТПВ від амонійного азоту та органічних забруднень можуть бути використані у проектуванні установки комплексного очищення дренажних вод, принципова схема якої зображена на рис. 9.

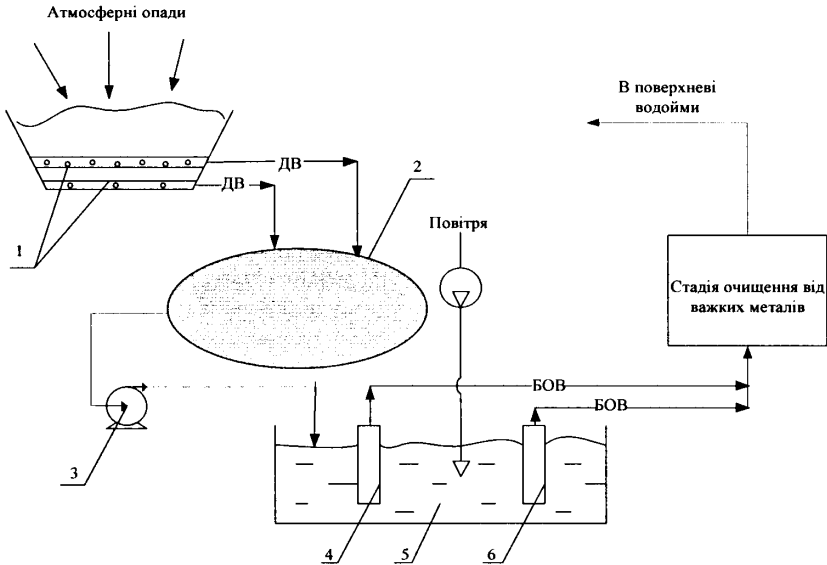


Рисунок 9 - Принципова схема очищення дренажних вод. 1 – система збору дренажних вод; 2 – ставок-накопичувач дренажних вод; 3 – насос; 4, 6 – ультрафільтраційні мембрани; 5 – біомембранний реактор; ДВ – дренажні води; БОВ – біологічно очищена вода.

Відповідно до рис. 9, дренажні води (ДВ) із системи збирання дренажних вод звалища (чи полігону) ТПВ 1 направляються у ставки-накопичувачі 2, де під дією гравітаційних сил проходить осадження механічних забрудників. Очищені від механічних забруднень дренажні води подаються насосом 3 на стадію біологічного очищення - в біомембранний реактор 5, де вони очищаються за допомогою активного мулу. Очищена від амонійного азоту та органічних забруднень вода проходячи через мембрани 4 та 6 і потрапляє на стадію очищення від важких металів. Після очищення від важких металів біологічно очищена вода повинна відповідати санітарно-гігієнічним нормам води, що може використовуватись для рибогосподарських цілей, і тільки в такому випадку може відводитись у поверхневі водойми.

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі розв'язано актуальну науково-практичну задачу: забезпечення екологічної безпеки звалищ ТПВ шляхом попередження забруднення гідросфери дренажними водами цих об'єктів.

1. Встановлено залежність природних умов та особливостей розміщення Грибовицького звалища ТПВ на характер забруднень гідросфери в зоні його впливу. Встановлено, що масштабні коливання глибини залягання мергелів істотно впливають на гідрогеологічні умови території, зокрема, на умови формування вод і напрямок їхнього руху. Підземні води у районі сміттєзвалища захищені недостатньо, а ґрунти, що знаходяться під тілом звалища, характеризуються високими значеннями коефіцієнтів фільтрації, що сприяє як вертикальному, так і горизонтальному поширенню забруднень.

2. Результати моніторингового дослідження забруднень гідросфери у зоні впливу Грибовицького звалища ТПВ, які візуалізовані створеною програмою із використанням GIS компоненти «Sharpmap» і SQL Express 2008, підтвердили значний вплив Грибовицького сміттєзвалища на гідросферу (параметри гідросфери у всіх населених пунктах не відповідають санітарно-гігієнічним нормам).

3. Досліджені фільтраційні властивості композицій для облаштування ефективного протифільтраційного екрану полігонів ТПВ, встановлений оптимальний склад композиції для цього екрану: палигорськіт – (73 - 75) %, фосфогіпс (25 - 27) %, який захищений патентом України на корисну модель.

4. Досліджені адсорбційні властивості глинистих природних сорбентів щодо йонів амонію, встановлено, що адсорбційна ємність палигорськіту майже в 1,5 рази перевищує адсорбційну ємність бентоніту за ідентичних умов реалізації процесу (температура фільтрату 60 °С, як наслідок проходження біорозкладу сміття).

5. Результати досліджень з очищення імітату дренажних звалищ ТПВ від амонійного азоту із використанням біомембранного методу показали, що цей метод є ефективною стадією очищення стоків, оскільки ступінь окиснення амонійного азоту у випадку використання біомембранного методу становить близько 99 %.

6. Результати дисертаційної роботи передано в ТзОВ «Інститут ГРХІМПРОМ» для використання у проектуванні та впровадженні технологій запобігання забруднення гідросфери дренажними водами звалищ ТПВ. Очікуваний економічний ефект від впровадження даних дисертаційних досліджень, розрахований відділом кошторисів ТзОВ «Інститут ГРХІМПРОМ», дорівнює 846 тис. грн.

7. Результати дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес Національного університету «Львівська політехніка» та застосовуються у навчальному процесі викладання ряду дисциплін.

Список опублікованих праць за темою дисертації:

Стаття у науковому періодичному виданні інших держав з напрямку,
з якого підготовлено дисертацію

1. Żabczyński S. Removal of the high ammonia nitrogen concentration at the different sludge ages in the membrane / S. Żabczyński, N. Malyk, A. Raszka, J. Surmacz-Górska // Research and application of new technologies in wastewater treatment and municipal solid waste disposal in Ukraine, Sweden and Poland. – Lviv, Ukraine, Report № 14, ISSN 1650-8610 2006. – P. 65 – 72. *Особистий внесок – дослідження процесу нітрифікації.*

Статті у фахових виданнях з технічних наук

2. Малик Ю.О. Проблема утилізації твердих побутових відходів в системах заходів з охорони довкілля / Ю.О. Малик, І.М. Петрушка, **Н.Ю. Малик** // Хімія, технологія речовин та їх застосування: [зб. наук. пр.] / відп. ред. Й.Й. Ятчишин. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2005. – С. 184 - 187. – (Вісник / Нац. ун-т «Львів. політехніка»; № 529). *Особистий внесок - визначення першочергових завдань в галузі охорони довкілля.*

3. Голець Н.Ю. Дослідження матеріалів протифільтраційного екрана на сорбційні властивості / **Н.Ю. Голець**, Ю.О. Малик, З.С. Одноріг // Хімія, технологія речовин та їх застосування: [зб. наук. пр.] / відп. ред. Й.Й. Ятчишин. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2007. – С. 221 - 225. – (Вісник / Нац. ун-т «Львів. політехніка»; № 590). *Особистий внесок - дослідження природних мінералів на сорбційні властивості.*

4. Голець Н.Ю. Дослідження властивостей протифільтраційного екрану полігонів твердих відходів / **Н.Ю. Голець**, М.С. Мальований, Ю.О. Малик // Хімія, технологія речовин та їх застосування: [зб. наук. пр.] / відп. ред. Й.Й. Ятчишин. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2009. – С. 195 - 198. – (Вісник / Нац. ун-т «Львів. політехніка»; № 644). *Особистий внесок - дослідження фільтрувальних властивостей мінеральних глин.*

5. Голець Н.Ю. Енергозбереження як метод вирішення екологічних проблем / **Н.Ю. Голець**, Ю.О. Малик, О.Г. Чайка // Хімія, технологія речовин та їх застосування: [зб. наук. пр.] / відп. ред. Й.Й. Ятчишин. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2010. – С. 264 – 267. – (Вісник / Нац. ун-т «Львів. політехніка»; № 667). *Особистий внесок - виконання літературних досліджень стану існуючих енерго- та ресурсозберігаючих технологій перероблення відходів.*

6. Малик Ю.О. Сучасні екологічні проблеми та шляхи їх вирішення / Ю.О. Малик, **Н.Ю. Голець**, Я.М. Захарко, І.М. Петрушка // Хімія, технологія речовин та їх застосування: [зб. наук. пр.] / відп. ред. Й.Й. Ятчишин. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2011. – С. 244 - 247.

– (Вісник / Нац. ун-т «Львів. політехніка»; № 700). *Особистий внесок - моніторинг довкілля та аналіз методів уникнення екологічних небезпек.*

7. Голець Н.Ю. Чинники, що викликають екологічну кризу планети / **Н.Ю. Голець**, Ю.О. Малик, Я.М. Захарко, І.М. Петрушка // Хімія, технологія речовин та їх застосування: [зб. наук. пр.] / відп. ред. Й.Й. Ятчишин. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2011. – С. 247 - 250. – (Вісник / Нац. ун-т «Львів. політехніка»; № 700). *Особистий внесок - аналіз чинників, що викликають зміни довкілля, які загрожують здоров'ю людини.*

8. Голець Н.Ю. Дослідження впливу основних чинників на фільтрувальні властивості глинистих матеріалів протифільтраційного екрану полігона ТПВ / **Н.Ю. Голець**, М.С. Мальований, Ю.О. Малик // Хімія, технологія речовин та їх застосування: [зб. наук. пр.] / відп. ред. Й.Й. Ятчишин. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2012. – С. 243 - 248. – (Вісник / Нац. ун-т «Львів. політехніка»; № 726). *Особистий внесок - вивчення способу зменшення забруднення води за допомогою влаштування протифільтраційних екранів.*

9. Мальований М.С. Перспективність використання природних сорбентів для забезпечення екологічної безпеки водно – ресурсного потенціалу держави / М.С. Мальований, І.М. Петрушка, **Н.Ю. Малик**, К.І. Петрушка // Науковий вісник НЛТУ України: [зб. наук. тех. пр.] / гол. ред. Ю.Ю. Туниця. – Л., Вид-во НЛТУУ, 2013. - С. 68 - 75. – (Вісник / Нац. лісотехн. ун-т України; Вип. 23.4). *Особистий внесок - визначення можливості використання природних дисперсних сорбентів для очищення стічних вод.*

10. Скиба Е.Е. Вибір показника якості для оцінки рівня забруднення стічних промислових та дренажних вод / Е.Е. Скиба, М.П. Кулик, **Н.Ю. Голець**, В.Й. Чабан, О.В. Богданенко // Технічні науки: [зб. наук. пр.] / головн. ред. В. А. Гурин. - Рівне, Вид-во Національного університету водного господарства та природокористування, 2013. - С. 503 - 512. - (Вісник / Нац. ун-т водного господарства та природокористування. - № IV(64)). *Особистий внесок – методика розрахунку класу небезпеки.*

11. Голець Н.Ю. Розрахунок класу небезпеки фільтрату Грибовницького полігону твердих побутових відходів / **Н.Ю. Голець**, М.С. Мальований, Ю.О. Малик // Вісник ЛДУ БЖД: [зб. наук. пр.] / гол. ред. М.М. Козяр. – Львів: Вид-во Львів. держ. ун-ту безпеки життєдіяльності, 2013. – С. 219 - 224. - (Вісник / Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльності, № 7). *Особистий внесок - розрахунок класу небезпеки фільтрату ТПВ за величинами розрахованих індексів токсичності (небезпеки) окремих хімічних інгредієнтів стічних вод полігонів, використовуючи значення їх ГДК у ґрунті.*

12. Голець Н.Ю. Грибовицький полігон твердих відходів як основне джерело забруднення довкілля / **Н.Ю. Голець**, М.С. Мальований, Ю.О. Малик // Хімія, технологія речовин та їх застосування: [зб. наук. пр.] / відп. ред. Й.Й. Ятчишин. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2013. – С. 243 - 248. – (Вісник / Нац. ун-т «Львів. політехніка»; № 761). *Особистий внесок – аналіз негативного впливу та виявлення інгредієнтів, які знаходяться в інфільтратах та перевищують ГДК.*

Інші видання

13. Голець Наталя. Організація еколого безпечних полігонів твердих побутових відходів / **Н. Голець**, М. Мальований, Ю. Малик // Бібл. всеукраїн. еколог. ліги. Серія «Стан навколишнього середовища»: «Забруднення: екологічні аспекти», груден, 2007 р. – 2007. – № 12. — С. 20 – 21. *Особистий внесок – вивчено вплив методу складування на довкілля.*

14. Голець Наталя. Моніторинг твердих побутових відходів / **Н. Голець**, М. Мальований, Ю. Малик // Бібл. всеукраїн. еколог. ліги. Серія «Стан навколишнього середовища»: «Екологічний моніторинг», січень 2008 р. – 2008. - № 1. - С. 14 - 15. *Особистий внесок - аналіз проблеми утворення сміття та його впливу на довкілля.*

Патенти

15. Патент на корисну модель 84305 Україна, МПК В 09В 1/00. Суміш для протифільтраційного екрану чаші полігону твердих побутових відходів / **Н.Ю. Голець**, М.С. Мальований, Ю.О. Малик, І.М. Петрушка; заявник та патентовласник – Національний університет «Львівська політехніка». - № u2013 06598; заявл. 27.05.2013; опубл. 10.10.2013 р, Бюл. № 19. *Особистий внесок - розроблення суміші для протифільтраційного екрану чаші полігону твердих побутових відходів*

Матеріали конференцій

16. Malyk N.Y. Ecological safety of water resources of Ukraine / **Nataliya Yulianivna Malyk** // Nauka i Technika w Ochronie srodowiska: miedzynarodowa konferencja studentow i mlodych pracownikow nauki; 22 – 23 stycznia 2004 r., Jelenia Gora, Polska. - Jelenia Gora, 2004. – P. 112 – 118. *Особистий внесок - моніторинг проблеми забруднення поверхневих та підземних вод.*

17. Мальований М.С. Доочищення дренажних вод полігонів побутових відходів / М.С. Мальований, **Н.Ю. Малик**, Korneliusz Miksch // Екологічні проблеми водного та повітряного басейнів. Утилізація відходів: матеріали XIV міжнар. наук. – практ. конф., 12 – 16 червня 2006 р., Алушта, Україна / Міністерство будівництва, архітектури та ЖКГ України [та ін.]. – Алушта, 2006. – С. 61 - 65. *Особистий внесок – дослідження методу очищення дренажних вод полігонів.*

18. Мальований М.С. Утилізація дренажних вод полігонів твердих побутових відходів / М.С. Мальований, **Н.Ю. Малик**, В.В. Рошко // І-ший

Всеукраїн. з'їзд екологів (ECOLOGY - 2006): матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 4 - 7 жовтня 2006 р., Вінниця, Україна / Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, НАН України, Вінницький нац. тех. ун-т [та ін.]. - Вінниця, 2006. - С. 32. *Особистий внесок – вивчення можливості заміни в протифільтраційному екрані полігону шару глини шаром природного сорбенту.*

19. Голець Наталя. Моніторинг твердих побутових відходів / **Наталя Голець**, Мирослав Мальований, Юліан Малик // Екологічна безпека: моніторинг, оцінка ризику, перспективні природоохоронні технології: матеріали наук.-практ. конф., 2007 р., Львів, Україна / Державне управління охорони навколишнього природного середовища у Львівській області. - Л., 2007. - С. 36 - 37. *Особистий внесок – аналіз темпів нагромадження ТПВ.*

20. Голець Наталя. Організація еколого безпечних полігонів твердих побутових відходів / **Наталя Голець**, Мирослав Мальований, Юліан Малик // Екологічна безпека: моніторинг, оцінка ризику, перспективні природоохоронні технології: матеріали наук.-практ. конф., 2007 р. - Львів, Україна / Державне управління охорони навколишнього природного середовища у Львівській області. - Л., 2007. - С. 37 - 38. *Особистий внесок – аналіз методів складування побутових відходів та їх впливу на навколишнє середовище.*

21. Голець Н.Ю. Проблеми твердих побутових відходів міста Львова та шляхи їх вирішення / **Н.Ю. Голець**, М.С. Мальований // Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: тези допов. I-го міжнар. конгресу, 28 – 29 травня 2009 р., Львів, Україна. - Львів, 2009. - С. 29 - 30. *Особистий внесок - запропоновано один з можливих методів захисту ґрунту та ґрунтових вод шляхом влаштування спеціального протифільтраційного екрану.*

22. Голець Н.Ю. Проблема побутових відходів / **Н.Ю. Голець**, Ю.О. Малик // Проблеми екологічної безпеки та якості середовища: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 17-18 грудня 2010 р., Львів, Україна / Львівський держ. ун-т безпеки життєдіяльності. - Львів, 2010. - С. 102 – 103. *Особистий внесок - аналіз складу ТПВ, причин зростання їх кількості та методи вирішення проблеми відходів.*

23. Голець Н.Ю. Біологічне доочищення дренажних вод полігонів / **Н.Ю. Голець**, М.С. Мальований, Ю.О. Малик // Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: 2-ий міжнар. конгрес, 19-22 вересня 2012 р.: збірн. тез доп., Львів, Україна. - Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2012. - С. 150. *Особистий внесок - отримання результатів дослідів біологічного доочищення дренажних вод.*

24. Голець Н.Ю. Оцінка екологічної небезпеки полігонів ТПВ / **Н.Ю. Голець**, М.С. Мальований, Ю.О. Малик // Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства: матеріали І міжнар. наук.-практ. конф., 29-30 листопада 2012 р., Львів, Україна / МНС України, ЛДУ БЖД – Л., 2012. – С. 100 – 103. *Особистий внесок - оцінка екологічної небезпеки Грибовицького сміттєзвалища для всіх компонентів довкілля.*

25. Голець Н.Ю. Захист довкілля від забруднень полігонами ТПВ / **Н.Ю. Голець**, М.С. Мальований, Ю.О. Малик // Екологія/Ecology – 2013: IV-й всеукраїн. з'їзд екологів з міжнародною участю, 25 – 27 вересня 2013 р.: Збірник наукових статей., Вінниця, Україна. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – С. 104 - 105. *Особистий внесок – аналіз складу та розроблення рекомендацій щодо зменшення екологічної небезпеки в зоні впливу полігону ТПВ.*

АНОТАЦІЯ

Голець Наталія Юліанівна. Попередження забруднення гідросфери дренажними водами звалищ твердих побутових відходів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки України, Івано-Франківськ, 2014.

Дисертаційна робота присвячена розробленню та впровадженню ефективних методів уникнення (зменшення) екологічної небезпеки від полігонів ТПВ.

Проведена оцінка ступеня екологічної небезпеки від забруднення навколишнього середовища фільтратами сміттєзвалищ. Це дало можливість розробити стратегію заходів для уникнення екологічної загрози від забруднення навколишнього середовища, а саме ґрунтових вод, амонійними сполуками.

Проведені експериментальні дослідження мінеральних глин, за результатами яких обрано оптимальний тип глини та оптимальний склад суміші для протифільтраційного екрану.

Експерименти з очищення дренажних вод звалищ ТПВ від амонійного азоту із використанням біомембранного методу показали, що він є ефективною стадією очищення стоків.

Розроблена установка комплексного очищення дренажних вод.

Ключові слова: екологічна безпека, забруднення довкілля, дренажні води, амонійний азот, бентоніт, палигорськіт, протифільтраційні екрани, фільтрування, сорбція, біомембранний метод.

АННОТАЦИЯ

Голец Наталья Юлиановна. Предупреждение загрязнения гидросферы дренажными водами свалок твердых бытовых отходов. - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 - экологическая безопасность. - Ивано - Франковский национальный технический университет нефти и газа Министерства образования и науки Украины, Ивано – Франковск, 2014.

Диссертационная работа посвящена разработке и внедрению эффективных методов предотвращения (уменьшения) опасности от полигонов ТБО. Существующие свалки ТБО являются источником значительного загрязнения всех компонентов окружающей среды. Особую опасность представляют дренажные воды, которые могут попадать в естественные водоемы, а также попадать в водоносные горизонты. Проведена оценка степени опасности от загрязнения окружающей среды фильтраатами свалок. Это дало возможность разработать стратегию мер для избежания экологической угрозы загрязнения окружающей среды, а именно грунтовых вод, аммонийными соединениями.

Одним из путей оценки влияния свалки ТБО на окружающую среду является анализ значений класса опасности инфильтратов. Класс опасности фильтраата Грибовицкой ТБО - 1, а степень опасности - чрезвычайно опасный.

Защита от загрязнения почв и грунтовых вод осуществляется путем устройства специального противофильтрационного экрана на протяжении всей донной части полигона.

Сравнивая фильтровальные свойства стабилизированного слоя исследуемых минеральных глин можно сделать вывод о том, что коэффициент фильтрации бентонитовой глины является несколько выше ($K = 4.33 \cdot 10^{-8}$ м/с), чем для палыгорскита ($K = 4.08 \cdot 10^{-8}$ м/с). Проведены экспериментальные исследования минеральных глин, по результатам которых избрана оптимальный тип глины (палыгорскит) и оптимальный состав смеси для противофильтрационного экрана (фосфогипс: палыгорскит).

Сорбционные свойства палыгорскита является несколько выше чем сорбционные свойства бентонита при одинаковых условиях проведения екперимента. Из этого следует, что учитывая протиофильтрационную способность и сорбционные свойства исследуемых глин, целесообразнее использовать в составе композиции для противофильтрационного экрана палыгорскит.

Исследования очистки инфильтрата свалок ТБО от аммонийного азота с использованием биомембранных методов показали, что этот метод является эффективной стадией очистки стоков, поскольку степень окисления

аммонийного азота составляет около 99%. Разработанная установка комплексной очистки дренажных вод.

Ключевые слова: экологическая безопасность, загрязнение окружающей среды, дренажные воды, аммонийный азот, бентонит, палыгорскит, противофильтрационные экраны, фильтрация, сорбция биомембранный метод.

ABSTRACT

Holets Natalia Yulianivna. Ensuring environmental safety of pollution hydrosphere drainage water landfill municipal solid waste. - On the manuscript.

Thesis for a candidate's degree in technical sciences by the speciality 21.06.01 – Environmental Safety. – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Ivano-Frankivsk, 2014.

The thesis is devoted to the development and implementation of effective methods to prevent (reduce) the environmental hazard of landfills.

The estimation of the degree of environmental hazards from pollution landfill leachate. This enabled us to develop a strategy for action to avoid environmental threats from pollution, namely groundwater ammonium compounds.

Experimental study of clay mineral, which resulted selected optimum clay and the optimum mix for the cutoff screen.

Investigated treatment of landfill drainage water relative ammonia nitrogen using biomembrane method. Result revealed that this method is effective stage of wastewater treatment.

Developed a comprehensive treatment plant drainage water.

Keywords: environmental safety, pollution, drainage water, ammonia nitrogen, bentonite, palygorskite, phosphogypsum, cutoff screens, filtration, sorption, biomembrane method.