

ШИФР «НАФТА ГРУНТІВ»

**СТУДЕНТСЬКА НАУКОВА РОБОТА**

на тему:

**«КОМПЛЕКСНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ  
ГРУНТІВ ВІД НАФТОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ»**

2020 рік

## АНОТАЦІЯ

**Актуальність роботи.** Господарська діяльність людини практично неможлива без використання нафти і нафтопродуктів, які займають одне з перших місць за ступенем впливу на навколишнє середовище. Основними джерелами таких забруднень є нафтопереробні підприємства, нафтосховища, нафтопроводи і транспорт, а основними шляхами забруднення – аварійні виливи нафтопродуктів під час їх транспортування до місця призначення та аварії на підприємствах. Тому для сучасної цивілізації стали закономірними екологічні катастрофи, пов'язані з наземними виливами нафтопродуктів. Такі забруднення негативно впливають на ґрунтовий покрив, поверхневі та підземні води.

Нафта – екологічно небезпечна речовина, яка, потрапивши в компоненти навколишнього середовища (ґрунт, воду), істотно впливає на всі життєві процеси, що проходять у них.

Так, потрапивши в ґрунтове середовище, нафта і нафтопродукти знижують дихальну активність і процеси мікробного самоочищення, змінюють співвідношення між окремими групами природних мікроорганізмів та напрямки метаболізму, пригнічують процеси азотфіксації, нітрифікації, руйнування целюлози, зумовлюють нагромадження важко окислювальних продуктів.

**Мета і завдання дослідження.** Метою наукової роботи є мінімізація рівня екологічної небезпеки в зоні забруднення довкілля нафтопродуктами шляхом застосування сорбційних методів очищення на базі глауконіту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз можливих небезпек потрапляння нафтопродуктів в навколишнє середовище;
- дослідити експериментально сорбцію нафтопродуктів глауконітами;
- розробити принципові технологічні схеми очищення забруднених нафтопродуктами вод та ґрунтів.

**Об'єкт дослідження** – забруднення ґрунтових, підземних та поверхневих

вод нафтопродуктами.

**Предмет дослідження** – процеси очищення ґрунтів водних об'єктів використанням природних сорбентів.

**Наукова частина роботи** полягає у наступному:

- обґрунтовано та охарактеризовано джерела локалізації та можливих викидів нафтопродуктів.

- встановлено вплив природи модифікатора на властивості одержаних глинистих сорбентів.

- підтверджено експериментами метод очищення поверхонь природних водойм від нафтових плівок із застосуванням сорбентів глауконіту.

**Загальна характеристика наукової роботи.** Наукова робота складається з вступу, 3 розділів, висновків, списку використаної літератури.

**Ключові слова:** екологічна безпека, сорбція, забруднення нафтопродуктами, глауконіт.

## ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	5
1. Негативний вплив на навколишнє природне середовище вод і ґрунтів, забруднених нафтопродуктами.	7
2. Перспективні методи очищення вод і ґрунтів, забруднених нафтопродуктами.	9
3. Використання сорбційних методів очищення від нафтопродуктів.	13
3.1. Дослідження адсорбційної ємкості глауконіту	16
3.2. Методологія застосування мінерального сорбенту глауконіт при забрудненні території нафтопродуктами	17
4. Застосування мінерального сорбенту глауконіт при ліквідації аварійних розливів нафтопродуктів на підприємствах нафтогазового комплексу України.	23
4.1. Застосування сорбенту «Глауконіт» при рекультивації земель на промислових площадках підприємств нафтогазового комплексу	26
4.2. Застосування сорбенту глауконіт для запобігання забруднення водних об'єктів при аварійних ситуаціях на продуктопроводах (створення геохімічних бар'єрів)	25
4.3. Застосування мінерального сорбенту «Глауконіт» в з комплексі заходів по забезпеченню екологічної безпеки	26
ВИСНОВКИ	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	29

## ВСТУП

Основними джерелами антропогенного забруднення середовища є виробники енергії (ТЕС, АЕС, ГРЕС, сотні тисяч котельних). Усі промислові об'єкти (в першу чергу металургійні, хімічні, нафтопереробні, цементні, целюлозо-паперові), екстенсивне, перехімізоване сільськогосподарське виробництво, військова промисловість і військові об'єкти, автотранспорт та інші види транспорту (морський, річковий, залізничний, повітряний), гірниче виробництво. Вони забруднюють довкілля сотнями токсичних речовин, шкідливими фізичними полями, шумами, вібраціями, теплом.

З ростом виробничих сил і розширенням господарської діяльності негативні наслідки впливу людини на навколишнє середовище стають все більш відчутними. В даний час негативні впливи людини на природу нерідко приводять до непередбачуваних змін в екологічних системах, в процесах біосфери.

Відчутної шкоди природному середовищу наносять нафтопереробні, нафтохімічні і хімічні виробництва, викиди яких (деколи без очищення) є джерелами забруднення навколишнього середовища. Причини викидів – розміщення технологічного обладнання на відкритих майданчиках, неповна його герметизація, незадовільна робота очисних споруд.

Лише в результаті спалювання паливних ресурсів в атмосферу планети щорічно викидається понад 22 млрд. тон двоокису вуглецю та понад 150 млн. тон сірчаного газу. Щорічно світова промисловість скидає в річки понад 160 км<sup>3</sup> шкідливих стоків. Щорічно в ґрунти людством вноситься 500 млн. тон мінеральних добрив і близько 4 млн. тон пестицидів, більша частина яких осідає в ґрунтах та виноситься поверхневими водами в річки, озера, моря та океани, в дуже значних кількостях накопичується в штучних водосховищах, які живлять водою промислові центри.

Вважають, що за ступенем забруднення природного середовища нині перше місце посідають металургійна промисловість і автотранспорт, які загалом спричиняють до 70 - 85% всього обсягу забруднень.

Забруднення довкілля постійно підвищується через зростаючу токсичність промислових і побутових відходів. Збитки від відходів – це не лише величезні площі землі, зайняті звалищами, териконами, шламосховищами, відвалами “пустої” породи біля кар’єрів, а й смертельні дози різних токсикантів, що роками разносяться дощовими водами, та дими й пилюка від них.

Нині в Україні виявлено багато сотень районів, ділянок і об’єктів, де у воді, повітрі і ґрунтах внаслідок аварій, випробувань, витікання значно перевищені ГДК різних нафтопродуктів. Це райони аеродромів і їх нафтобаз (цивільних і військових), території всіх інших нафтобаз, нафтосховищ, нафтопереробних заводів, нафтових свердловин, автостоянок, автозаправок, окремі ділянки нафтопроводів.

## **1. Негативний вплив на навколишнє природне середовище вод і ґрунтів, забруднених нафтопродуктами.**

Нафта і нафтопродукти відносяться до числа найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин природних вод. Крім вуглеводнів, в них знаходяться кисне-, сірко- і азотвмісні сполуки. Малосірчисті нафти містять до 0,5% сірки, високосірчисті – понад 2%. Вміст азоту і кисню коливається від десятих долей до 1,2-1,8%. В нафтах виявлено понад 20 різноманітних елементів (V, Ni, Ca, Mg, Fe, Al, Si, Na та ін.) [1].

Нафта, що надійшла у воду, утворює шар спочатку на поверхні, при цьому леткі вуглеводні починають випаровуватись. У водний розчин переходять жирні, карбонові і нафтеніві кислоти, а також феноли, крезолі. Через декілька діб після надходження нафтопродуктів у воду в результаті хімічного і біохімічного розкладу утворюються інші нерозчинні сполуки – окислені вуглеводні, токсичність яких значно вища, ніж неокислених вуглеводнів. Частина нафти і продуктів її розкладу, що містяться у воді, сорбують донні відкладення, причому найбільшою сорбційною здатністю володіють глинисті мули. Відмерлі водорості, що осідають на дно, сорбують розчинені у воді метали, перш за все цинк. При розкладі рослинних залишків в придонних шарах води утворюється сірководень, що вступає в сполуки з металами. В результаті в донних відкладеннях з'являються поганорозчинні сульфідні металів [2].

При наявності у воді нафтопродуктів скидати їх у загальну каналізаційну мережу є небезпечним, так як це створює можливість вибуху в каналізаційних колекторах та на перекачувальних станціях.

При сильному забрудненні води стічними водами хімічних і нафтопереробних підприємств відчувається нестача кисню для розмноження і розвитку бактерій, що розкладають хімічні забрудники. Небезпечними є сполуки свинцю, ртуті, радіоактивні речовини, а також органічні забрудники і поверхнево-активні речовини, в тому числі миючі речовини, гербіциди, білково-вітамінні концентрати та ін [3].

В результаті аварій танкерів і викиду нафти із свердловин, що знаходяться у відкритому морі, моря і океани забруднюються нафтою, мазутом. У Світовий океан щорічно потрапляє понад 5 млн. т нафти, в основному при транспортних операціях (завантаженні баласту, очищенні, вантаженні і розвантаженні танкерів).

В морській воді під впливом вітру, відливів і приливів нафта емульгується, випаровується, частково розчиняється і піддається хімічному і фотохімічному окисленню. Для повного окислення нафти в морській воді кисню не вистачає (для окислення 4 л нафти необхідна кількість кисню, що міститься в  $1,5 \cdot 10^6$  л морської води, насиченої повітрям). Вода забруднюється смолистими неосаджуваними кульками, що забруднюють також і пляжі. Небезпечними є і ароматичні вуглеводні, що уражають майже всі морські організми, а також погіршують смак морепродуктів, що підвищують їх канцерогенність [4].

Для оцінки екологічної небезпеки скидів в локальній екологічній системі і біологічній сфері необхідно знати склад і концентрації забруднень.

В даний час гостро відчувається дефіцит води, оскільки після використання вона не завжди піддається ефективному очищенню.

Забруднена хімічними речовинами вода не придатна для використання в харчовій промисловості і в побуті, наносить шкоду здоров'ю людини.

Забруднення ґрунту впливає на його родючість. Родючість ґрунту визначається вмістом мінеральних речовин: кремнію, алюмінію, заліза, кальцію, магнію, фосфору, сірки, молібдену, бору, фтору та ін.

Внаслідок дії на ґрунт вітрів, ураганів, хімічних речовин, будівництва міст, доріг, аеродромів та інших споруд втрачається значна частина площ. Велику шкоду ґрунту наносить нерозумне застосування мінеральних добрив, пестицидів та ін.

Негативний вплив хімічних токсичних речовин на екологічну ситуацію в регіонах з розвинутою індустрією може бути послаблений хімічними методами: ефективно очищення викидів, розробка ПАР і хімічних продуктів, що



біологічно розкладаються, палив для двигунів внутрішнього згоряння з пониженим вмістом ароматичних вуглеводнів і тетраетилсвинцю [5].

При розробці нових технологій слід виходити зі скорочення водоспоживання, що дозволить виключити скид стічних вод, перейти на замкнуті водооборотні системи. Найрадикальніше рішення попередження забруднення повітряного середовища, водойм і ґрунтів – створення маловідходних і безвідходних технологічних процесів.

## **2. Перспективні методи очищення вод і ґрунтів, забруднених нафтопродуктами.**

На підприємствах хімічної, нафтохімічної та нафтопереробної промисловості утворюється велика кількість твердих та рідких відходів. Значну їх частину не використовують, збирають в накопичувачах, виводять у відвали, що приводить до забруднення навколишнього середовища. В той же час ці відходи є великим резервом матеріальних ресурсів, утилізація їх може суттєво покращити техніко-економічні показники процесів.

Тверді та рідкі відходи хімічних, нафтохімічних та нафтопереробних виробництв складаються з різноманітних органічних та неорганічних речовин. Для вибору найбільш оптимального методу знешкодження та утилізації цих відходів необхідно знати їх склад, кількість, властивості і фактори, що впливають на їх зміни. Крім того, необхідно знати ступінь токсичності цих відходів, щоби правильно нормувати їх вміст в ґрунті і здійснювати санітарний контроль[6].

Нафтові відходи утворюються практично у всіх галузях виробництва (відходи палива, легкозаймистих рідин, промивних рідин). Відходи нафтопродуктів – як правило, рідкі відходи. Часто вони є в суміші з водою та мінеральними домішками.

Нафтопродукти є цінною речовиною і є доцільним її вилучення і максимальне використання за призначенням.

Грубі мінеральні домішки і 90-95% плаваючих нафтопродуктів затримуються в піскопастках, які являють собою горизонтальні (прямокутні та

круглі в плані) резервуари, виконані із збірного або монолітного залізобетону [7].

Для очищення стічних вод, що містять більше 100 мг/л неемульгованих вуглеводнів (нафта, нафтопродукти), а також дрібні мінеральні домішки, застосовують нафтопастки різноманітних конструкцій. Найпростіші з них являють собою прямокутні резервуари, в яких відбувається розділення нафти і води за рахунок різниці їх густин. В даний час поширені нафтопастки з паралельними перегородками і особливо з рифленими пластинами. При проходженні стічних вод між пластинами краплі нафти спливають до верхньої пластини, де коагулюють в більші краплі, які переміщуються вгору і зливаються, утворюючи шар, що безперервно знімається з поверхні рідини нафтовідвідною трубою. Такі нафтопастки можна перекривати, виключивши забруднення повітря і втрати в результаті випаровування [8].

Створені пластинчаті сепаратори тонкошарового відстоювання з глибиною води 40-140 мм, тоді як в звичайних нафтопастках вона досягає 2 м. Сепаратори тонкошарового відстоювання мають в 4-5 разів менші будівельні об'єми, дозволяють зменшити залишковий вміст нафтопродуктів до 50-120 мг/л. Застосування їх обмежується високою в'язкістю продуктів, що вловлюються.

Додаткове гравітаційне очищення стічних вод та усереднення їх складу проводять в усереднювачах (залізобетонних прямокутних в плані резервуарах) або радіальних відстійниках, які обладнують пристроями для збору нафтопродуктів та згрібання осаду. Після очищення у ставках додаткового відстоювання залишковий вміст нафтопродуктів складає 70-100 мг/л, тобто знижується ще на 30-50% [9].

Для очищення стічних вод від нафтопродуктів розроблені фільтри "Полімер" з пінополіуретановим завантаженням. Матеріал володіє великою поглинальною здатністю (130-170 кг/м<sup>3</sup>). Концентрація масел і нафтопродуктів, зважених речовин у стічній воді 150 мг/л, очищеній – до 10 мг/л. Регенерація фільтруючого матеріалу досягається механічним відтисканням.

Для видалення із стічних вод нафтопродуктів використовують також флотаційні установки. Очищення стічних вод флотацією заключається у вилученні нерозчинених домішок за допомогою тонкодиспергованого в стічній воді повітря [10].

Адсорбційний метод дозволяє регенерувати корисні компоненти, що містяться у стічних водах, і зменшити їх втрати. Це дозволяє застосовувати даний метод при очищенні від специфічних органічних забруднень і при роздільній переробці нафтовмісних стічних вод. При адсорбційному очищенні не утворюється шлам або осад, що утворюється при очищенні коагулянтами або іншими методами. При очищенні стічних вод нафтопереробних і нафтохімічних виробництв можна застосовувати, крім активного вугілля, в якості адсорбента пінополіуретан [11].

При  $pH=5,8$  та тривалості обробки нафтовмісних стічних вод озоном на протязі 10 хв вміст нафтопродуктів знижується від 19-33 до 2 мг/л. Витрата озону складає в середньому 0,52 г на 1 г нафти. Очищена вода прозора, безбарвна і практично не має запаху. Збільшення вмісту нафтопродуктів у стічній воді приводить до підвищення витрати озону на 1 л води [12].

Молекулярний кисень має порівняно високий окислювальний потенціал, тому він широко використовується для очищення нафтовмісних стічних вод (в окислювальних баштах на кобальтових, нікелевих, хромових, залізних каталізаторах) [13].

Нафтові шлами – основні відходи нафтопереробних і нафтохімічних підприємств. Вони утворюються в процесі очищення нафтовмісних стічних вод на очисних спорудах нафтопереробних заводів, а також в системі зворотнього водопостачання і при чищенні резервуарів. Основна кількість шламів приходить на флотатори (35-45%) і нафтопастки (25-30%). Шлами являють собою важкі нафтові залишки, що містять в середньому (по масі) 10-56% нафтопродуктів, 30-85% води, 1,3-46% твердих домішок [14-16].

Шламонакопичувачі, що являють собою відкриті земельні ємності, займають великі території, пожежонебезпечні і є джерелом забруднення

навколишнього середовища внаслідок випаровування нафтопродуктів і небезпеки проникнення їх у ґрунтові води, тому знешкодження та утилізація нафтових шламів є гострою проблемою [17].

В даний час застосовують наступні способи знешкодження і переробки нафтових шламів у зв'язку з надлишковим активним мулом, який попередньо коагулюють і зневоднюють на барабанних вакуум-фільтрах [18-20]:

- спалювання нафтових шламів у вигляді водних емульсій та утилізація тепла, що виділяється;

- зневоднення і сушіння нафтових шламів з поверненням нафтопродуктів у виробництво;

- переробка нафтових шламів у газ і парогаз.

Спалювання нафтових шламів – найпоширеніший, найбільш простий, надійний і маловідхідний метод їх утилізації і знешкодження. Шлами спалюють в печах різної конструкції: з киплячим або пінним шаром, барабанних обертових, камерних, циклонних топках, багатоподових та ін.[21].

Зневоднення та сушіння нафтових шламів з поверненням нафтопродуктів у виробництво в порівнянні зі спалюванням є більш прогресивним, дозволяє використовувати додаткову кількість нафтопродуктів для переробки за існуючими схемами в цільові продукти або в якості паливних ресурсів.

Переробка нафтового шламу на газ і парогаз дозволяє підвищити коефіцієнт використання нафти. При газифікації нафтових шламів вода, рівномірно розподілена в нафтопродуктах, служить активним хімічним середовищем: при термічній переробці шламів вона взаємодіє з паливом більш ефективно, ніж пара, що застосовується в таких процесах. Крім того, в процесі газифікації рідкого палива значно знижується сажоутворення. Однак для промислової реалізації процесу газифікації нафтового шламу потрібні великі капітальні затрати, що стримує його широке застосування [22].

Одним з перспективних методів переробки нафтовмісних відходів є їх хімічна обробка. Цей метод дозволяє повністю знешкодити нафтовмісні

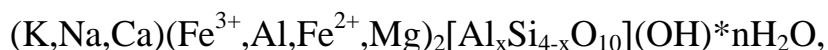
відходи, а отримані продукти в ряді випадків використовувати в основному в будівельних цілях [23].

Хімічна обробка полягає в додаванні до нафтовмісних відходів оксидів лужно-земельних металів, оброблених поверхнево-активними речовинами. В якості оксидів лужно-земельних металів найбільш широко використовується негашене вапно CaO, в якості поверхнево-активних речовин – стеаринова та пальмітинова кислоти. В результаті хімічної обробки нафтовмісних відходів утворюється сухий гідрофобний порошок, який може використовуватись для облицювальних робіт.

Даним методом проводиться рекультивація забруднених нафтовими відходами земельних ділянок.

### **3. Використання сорбційних методів очищення від нафтопродуктів**

**Характеристика глауконіту.** Глауконіт (від грец. Glaukos - блакитно-зелений) - мінерал класу силікатів (групи гідрослюд),



де  $x \leq 1$ ,  $n = 1-2$ . Вміст компонентів коливається в широких межах:

SiO<sub>2</sub> 44 - 56%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3 - 22%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0 - 27%; FeO 0 - 8%; MgO 0 - 10%;

K<sub>2</sub>O до 10%; H<sub>2</sub>O 4 - 10%.

Відомі також домішки Li і В. Високомагnezійний глауконіт називається селадонітом, високоглиноземистий - сколітом. Кристалізується в моноклінній сингонії. Структура шарова. Поширений у вигляді тонкокристалічних, інколи ґрунтовидних агрегатів. Забарвлення зелене різноманітних відтінків. Твердість 2 - 3. Густина 2200 – 2900 кг/м<sup>3</sup>. Володіє високими катіонообмінними властивостями (до 50 мг-екв. на 100 г). Утворюється при діагенезі осадів, а також в ґрунтах і корах вивітрювання. Характерний для всіх геологічних систем, починаючи з докембрію. Є одним з основних мінералів, що використовуються для визначення віку осадових порід. Глауконіт застосовується для виготовлення мінеральних масел і фарб, відбілюючих

речовин, як сорбент, для виробництва декоративного бетону і цементу, в скляній промисловості.

Мінеральний сорбент глауконіт Адомівської групи родовищ Хмельницької області являє собою природні піски, що містять 50-70% мінералу глауконіту. Глауконітові мікроконкреції мають ефективну питому поверхню, високу ємкість катіонного обміну та ємкість моношару.

Глауконіт може застосовуватись для рекультивації ґрунтів, є комплексним добривом та меліоратом одночасно.

За фізико-хімічними показниками мінеральний сорбент глауконіт повинен відповідати вимогам, зазначеним Додатку 1.

Сорбент глауконіт використовують для очищення довкілля від нафтопродуктів та пов'язаних з ним токсикантів в процесі експлуатації нафтогазових родовищ для очищення стічних вод (Додаток 1).

Мінеральний сорбент глауконіт за ступенем впливу на організм людини відноситься до 4-го класу небезпеки. Він не виявляє місцевої дії на неушкоджену шкіру. Глауконіт не утворює токсичних сполук у повітряному середовищі, не горить, вибухобезпечний.

Дослідженнями Інституту геологічних наук, Інституту колоїдної хімії та хімії води, Інституту мінеральних ресурсів Львівського національного університету імені Івана Франка, Всесоюзного науково-дослідного інституту неметалевих корисних копалин, Центральної лабораторії ДРГП "Північгеологія" на протязі 1970-1999р.р. встановлені високі сорбційні властивості мінералу глауконіт у природному стані, після збагачення та після модифікації.

### **3.1. Дослідження адсорбційної ємкості глауконіту.**

В результаті досліджень адсорбційної ємкості глауконіту щодо дизпалива одержано експериментальну залежність, представлену у додатку 2.

Як видно із рисунка 1, 90% ступінь адсорбції дизпалива на глауконіті настає вже за відношення кількості глауконіту до дизпалива 15 кг/л, що і

дозволяє рекомендувати це відношення для застосування в технологіях очищення ґрунтів від нафтових виливів.

Проводились, також, додаткові дослідження по визначенню стабільності зв'язування адсорбованих нафтопродуктів на глауконіті. Для цього проводились дослідження двох - трьох стадій десорбції дизпалива із глауконіту, який перед тим підлягав циклу адсорбції. В результаті досліджень встановлено, що в воді, якою проводилась десорбція, знайдено тільки сліди дизпалива, що дозволяє стверджувати про задовільну зв'язуваність дизпалива глауконітом в процесі десорбції.

### **3.2. Методологія застосування мінерального сорбенту глауконіт при забрудненні території нафтопродуктами**

Основними напрямки використання мінерального сорбенту «Глауконіт» є:

- запобігання забрудненню довкілля способом сорбентної екранізації;
- нейтралізація забруднення методом поверхневого внесення на уражену ділянку;
- локалізація ореолів забруднення спорудами типу «інженерно-геохімічний бар'єр»

**Сорбентна екранізація**, як запобігаючий природний захід, проводиться на ділянках з високим ступенем потенційної небезпеки забруднення земної поверхні. По своїй суті такий екран виконує роль своєрідного фізичного та геохімічного бар'єру між можливим джерелом аварійного викиду токсичних речовин та зоною аерації

Параметри( площа, товщина шару сорбенту) природоохоронної споруди (сорбентного екрану) на аварійно-небезпечних ділянках визначаються висновками ОВНС та геоморфологічними особливостями конкретної місцевості.

Механізм спорудження сорбентного екрану базується на прогноз-схемі потенційно небезпечної ділянки, на якій синтезована інформація про:

- прогнозовані об'єми аварійного викиду забруднюючого фактору;
- прогнозовану інтенсивність забруднення місцевості;

- елементи макро – і мікрорельєфу;
- поверхневі води;
- глибини залягання ґрунтових вод;
- розраховані параметри сорбентного екрану.

Геоморфологічна характеристика аварійно-небезпечної ділянки подається на основі візуальної оцінки. Розрахунок товщини сорбентного екрану для прогнозованого розливу 1 м<sup>3</sup> нафтопродуктів проводиться по формулі:

$$H=0.53 * (h/d), \quad (1)$$

Де Н – товщина шару сорбенту;

h – товщина плівки розтікання нафтопродукту;

d – сорбційна ємність сорбенту по типу нафтопродукту;

0.53 – коефіцієнт співвідношення питомих ваг нафтопродукту і сорбенту

Спорудження сорбентного екрану на горизонтальній поверхні проводиться шляхом внесення шару сорбенту відповідної товщини та його ущільнення.

Спорудження сорбентного екрану на похилих і ерозійно розчленованих поверхнях проводиться в комбінації з обваловками, міні дамбами, насипами. Обваловки, міні дамби, насипи при сорбентній екранізації схилів застосовуються для відгородження зон підтоплення, локальних понижень рельєфу, штучних приямків і траншей.

**Поверхнєве внесення сорбенту «Глауконіт»** застосовується для нейтралізації забруднення верхніх шарів ( до глибини 0.4-0.6 метрів) зони аерації. Фізично цей метод означає перемішування сорбенту і забруднюючої речовини в межах ураженого ґрунту.

Перед роботами по внесенню сорбенту проводиться візуальне обстеження ділянки, з ціллю попередньої оцінки її характеру і форми. Візуальна оцінка включає збір інформації про характер мікрорельєфу, напрямків поверхневого змиву, напрямку руху ґрунтових вод.



Визначення параметрів ореолу забруднення та його інтенсивності здійснюються на основі проведення комплексу інженерних, літологічних та геохімічних досліджень.

Шурфування ураженої ділянки проводиться при допомозі ручного шламобуру з ціллю її глибинного вивчення. Рекомендована глибина шурфів – 0.6-0.8 метрів, а густина сітки вибирається в залежності від площі забруднення по наступній схемі:

Площа ореолу забруднення	Густина сітки
0.01 га -	через 5 метрів
0.1 га	через 10 метрів
1.0 га	через 25 метрів

Шурфування супроводжується літологічним описом ґрунтів і порід зони аерації, який ведеться зверху вниз по мірі поступання вибуреного шламу.

Геохімічне випробування ділянки включає три основних операції:

- відбір початкових проб, якій виконується з таким розрахунком, щоб забезпечити якість оцінки інтенсивності забруднюючого фактору;
- обробка проб, що передбачає в доведенні їх до ваги, необхідної для відповідних досліджень;
- лабораторний аналіз, що проводиться за відповідними держстандартами.

Кількість компонентів, які визначаються, залежить від типу забруднення.

По результатам проведених досліджень будується схема розподілу інтенсивності забруднюючого фактору.

На схемі, в вибраному масштабі, виносяться дані шурфування і результати поверхневого геохімічного випробування. Методом інтерполяції на схемі проводяться лінії ізоконцентрацій забруднюючого фактору, які і будуть показувати характер розподілу його інтенсивності по площі ореолу.

На основі результатів буріння і геохімічних досліджень будуються схеми глибини проникнення забруднюючого фактору. Така схема ґрунтується на величині фонових концентрацій компоненту забруднення для конкретної місцевості, або по значенню ГДК цього компоненту. Геолого-геохімічні профілі

являються основним способом відображення форми і внутрішньої будови ореолів забруднення. Вони будуються через найбільш характерні ділянки. Горизонтальний масштаб профілів повинен відповідати масштабу схеми інтенсивності, а вертикальний – як правило, приймається 1:100.

Розрахунок норм внесення сорбенту проводиться на основі аналізу геолого-геохімічної інформації і базується на його сорбційній ємності.

Норма внесення сорбенту – необхідна його кількість для зниження концентрації забруднюючого фактору до його фонового значення або величини ГДК в одиниці об'єму ураженої ділянки. При поверхневому внесенні ця норма виражається в кілограмах на 1 м<sup>2</sup>.

При рівномірному розподілі забруднювача по площі, норма внесення сорбенту розраховується по формулі:

$$M_{н.в.} = C - (C_{ф}/d), \quad (2)$$

де  $M_{н.в.}$  – норма внесення сорбенту

$C$  – концентрація забруднюючого фактору в ураженій ділянці;

$C_{ф}$  – фонові концентрація, або величина ГДК;

$D$  – сорбційна ємність сорбенту по типу забруднювача.

Техніка внесення сорбенту заключається в його рівномірному розподілі по площі ураженої ділянки згідно розрахованим нормам внесення по розробленій схемі.

**Інженерно-геохімічний бар'єр** є одним із основних засобів локалізації ореолів забруднення ґрунтових вод і практично невід'ємною частиною організації системи їх очистки.

При будівництві подібної природоохоронної споруди враховуються речовинний склад та будова зони аерації та водоносного горизонту, форма ореолу забруднення, інтенсивність забруднення ґрунтових вод та її розподіл, напрям ґрунтових вод, амплітуда сезонних коливань статичного рівня ґрунтових вод.

Гідрогеологічні та гідрохімічні дослідження проводяться при допомозі шурфування або неглибокого ( до 10 м) шнекового буріння з метою встановлення параметрів і умов залягання підземних ореолів забруднення.

Геологічна документація шурфів (свердловин) проводиться з ціллю встановлення речовинного складу зони аерації, водоносного горизонту та водотриву.

Проектування інженерно - геохімічного бар'єру здійснюється на основі гідрогеологічної і гідрохімічної інформації про характер, інтенсивність та особливості залягання ореолу забруднення.

Спорудження інженерно - геохімічного бар'єру здійснюється наступним чином:

По визначеному контуру риється траншея шириною 0.5-0.6 метрів, на глибину рівня покрівлі місцевого водотриву, або на 0.3-0.5 метрів глибше найнижчого опускання рівня ґрунтових вод в конкретному регіоні.

Підготовлена траншея заповнюється мінеральним сорбентом глауконіт, який буде виконувати двояку роль : як сорбуюче тіло і як штучний вертикальний водотрив, завдяки своєму низькому коефіцієнту водопроникненості. Сам процес заповнення ведеться способом щільної укладки сорбенту в мішках, із забивкою вільного простору глауконітовим піском. При необхідності ( великі швидкості руху ґрунтових вод) інженерно-геохімічний бар'єр облаштовується гідро затворами.

Незаповнена сорбентом частина траншеї засипається ґрунтом, глиною або іншим матеріалом. Між інженерно-геохімічним бар'єром і ореолом забруднення споруджується сітка спостережних шурфів (свердловин).

#### **4. Застосування мінерального сорбенту глауконіт при ліквідації аварійних розливів нафтопродуктів на підприємствах нафтогазового комплексу України**

**Аварійний виток дизпалива внаслідок навмисного пошкодження на 8 км №6 трубопроводу ПУ «Прикарпаттранснафтопродукт». Географічно-**

адміністративна прив'язка: лівобережжя р. Вишенька( басейн р. Сян), в 1 км західніше с. Михайлевичі (Самбірський район Львівської обл.);

Причина аварії: зловмисне пошкодження продуктопроводу;

Прогнозовані наслідки: надзвичайне забруднення прикордонних вод України та Республіки Польща;

Тип ореолу забруднення: складний, наземно-підземний, в комбінації з забрудненням ґрунтових вод;

Способи ліквідації наслідків: спорудження інженерно-геохімічного бар'єру, поверхневе внесення сорбенту, бонові загородження, сорбентна рекультивация.

Аварійна ситуація , що виникла на 8-му км траси №6 продуктопроводу ПУ «Прикарпаттранснафтопродукт», створила загрозу надзвичайного забруднення прикордонних вод України та Республіки Польща.

Внаслідок зловмисного пошкодження трубопроводу , за різними оцінками, на місцевість вилилося від 40 до 90 м<sup>3</sup> дизпалива.

Швидка міграція вуглеводнів на денній поверхні стала причиною забруднення поверхневих вод рік Вишенька і Вишня. Признаки такого забруднення були зафіксовані в 5 км нижче по течії основного водотоку.

При ліквідації загрози прикордонного забруднення силами ПУ «Прикарпаттранснафтопродукт» були влаштовані чисельні пункти по збору і спалюванню дизпалива, а також задіяні спеціалізовані підрозділи Управління з питань НС та СЗН від НЧК Львівської ОДА, з метою спорудження бонових загороджень. Таким чином, була досягнута часткова локалізація та знижена швидкість розповсюдження забруднюючого фактору.

Для підвищення ефективності проведення ліквідаційних робіт було рекомендовано застосувати інженерні рішення та заходи, що базуються на використанні мінерального сорбенту «Глауконіт».

При допомозі шурфування та обстеження території були визначені параметри ореолів забруднення.

На ураженій території встановлено три типи ореолів забруднення : наземний, підземний та ореол забруднення поверхневих вод:

1. Наземний ореол, на момент дослідження, зафіксований у вигляді смуги змінної ширини ( від 1.5 до 22-25 метрів), яка співпадає з русловою частиною пересихаючого струмка. Максимальна концентрація дизпалива, в межах смуги, локалізовані на трьох ділянках інтенсивного підтоплення з площами відповідно 2000, 1200 і 600 м<sup>2</sup>. Глибина проникнення забруднюючого фактору на цих ділянках коливається в межах 4-12 см;

2. Підземний ореол забруднення, встановлений за результатами, встановлений за результатами пошуково-дослідного шурфування (наявність плівки дизпалива на дзеркалі ґрунтових вод) і являє собою плаву лінзу вуглеводневої речовини розміром 15-20\*70-150 метрів. Товщина лінзи за наближеними оцінками складала 2-3 см. Фронтальна частина підземного ореолу обмежується руслом р. Вишенька, куди і відбувається розгрузка;

3. Ореол забруднення поверхневих вод основного водотоку виявлений на основі візуальних спостережень, а також лабораторних досліджень, проведених службами Управління з питань НС та СЗН від НЧК.

Результати обстеження ураженої дизпаливом території та типізація ореолів забруднення стали основою вибору оптимального комплексу заходів ліквідації наслідків аварійної ситуації. Такі заходи направлені на вирішення основних задач охорони навколишнього середовища і охоплюють всі проблеми його відновлення. Як ефективний засіб природоохоронного характеру застосований мінеральний сорбент «Глауконіт»:

- локалізація наземного ореолу забруднення була досягнута створенням сорбентних обваловок і невеликих насипів по периметру максимально забруднених ділянок;
- локалізація підземного ореолу забруднення здійснена методом спорудження інженерно-геохімічного бар'єру, при допомозі сорбенту «глауконіт». Бар'єр – підземна конструкція шириною 0.4-0.6 метрів та висотою 1-1.5 метрів, яка встановлена у фронтальній частині ореолу в

інтервалі глибин 1.9-3.4 метрів і простягається вздовж русла р. Вишенька на 55 метрів. Він оснащений системою гідро затворів для розгрузки ґрунтових вод та відводів для механічного відбору надлишкового дизпалива;

- нейтралізація дизпалива на місцевості проводилася методом поверхневого внесення сорбенту «Глауконіт», якій за відповідними нормами перемішувався із забрудненим ґрунтом ураженої території;
- очищення берегів р. Вишенька від дизпалива здійснена способом профілактичного внесення сорбенту разом з видаленням кущової рослинності, що потрапила в зону забруднення;
- Загальна рекультивація території і приведення її до нормального екологічного стану полягала у знищенні залишкових факторів забруднення або їх утилізації.

#### **4.1. Застосування сорбенту «Глауконіт» при рекультивації земель на промислових площадках підприємств нафтогазового комплексу.**

Застосування мінерального сорбенту «Глауконіт» при реабілітації земель, порушених внаслідок вилиття нафтопродуктів було проведено на чисельних площах підприємств, зв'язаних з видобутком і переробкою нафтопродуктів, в тому числі і на території робіт ГПУ «Львівгазвидобування».

Прикладом виконаних робіт є обробка сорбентом ґрунтів, уражених періодичними виливами нафтопродуктів в районі розміщення продувної свічі на Комарнівському газопромислі.

Внаслідок довготривалих виливів нафтопродуктів рослинний покрив був знищений на площі біля 0.5 га, а родючі здатності ґрунтів – втрачені.

При проведенні лабораторних досліджень проб, відібраних з різних глибин, було встановлено, що на денній поверхні площі концентрації вуглеводнів складали 75-106 г/кг, на глибині 0.4 м – 10-45 г/кг; 0.6 м від поверхні - від 0.5 до 1 г/кг: (додаток 3)

Для очистки ділянок з такою концентрацією вуглеводнів був застосований метод ефективного відновлення рослинного покриву. При цьому внесення мінерального сорбенту, здійснене без перемішування з ураженим субстратом, сприяє детоксикації верхніх шарів ґрунту і відновленню в них процесів іонообміну.

З появою перших ознак відновлення рослинності, внесення сорбенту було повторено після переорювання ділянки. При цьому сорбент був внесений шляхом рівномірного переміщування із забрудненим субстратом.

Результати робіт на цій ділянці наведені на знімках, які були зроблені з інтервалом в два місяця.

#### **4.2. Застосування сорбенту глауконіт для запобігання забруднення водних об'єктів при аварійних ситуаціях на продуктопроводах ( створення геохімічних бар'єрів)**

Застосування мінерального сорбенту «Глауконіт» в якості матеріалу для створення геохімічних бар'єрів наведено на прикладі робіт в районі Солохівської ГС (Полтавська обл.), де внаслідок довготривалої експлуатації ставка-випаровувача сталося забруднення підземних і поверхневих вод вуглеводнями.

Ставок-випаровувач, де знаходилися відходи виробництва, знаходиться в межах локального підняття, нижче якого, в південному напрямі, розташовані ставок-відстійник, виток з якого є джерелом місцевих водотоків.

В процесі тривалої експлуатації ставка, вуглеводнями, які були накопичені в споруді, були насичені верхні геологічні шари, що призвело до забруднення першого водного горизонту, а далі – поверхневих водотоків.



Рис. 8. Дослідження і ліквідації вуглеводневого забруднення на території Солохівської ГС



Рис. 9. Забруднення поверхневих та ґрунтових вод нафтопродуктами в районі розташування Солохівської ГС (Полтавська обл.)



Локалізація розповсюдження лінзи нафтопродуктів та перекриття шляхів її міграції, була здійснена шляхом встановлення геолого-геохімічного бар'єру, наповненому мінеральним сорбентом «Глауконіт».

Глибина встановлення бар'єру була розрахована на 1 метр нижче підшови першого водоносного горизонту. З метою зниження навантаження на споруду, вище її по рельєфу, була облаштована система інтенсивної відкачки пласта, де, з допомогою глибинних насосів, вилучалися вуглеводні, накопичені вздовж геохімічного бар'єру.

В результаті цього була створена зона депресії, що спровокувало інтенсивне надходження в систему відкачки забруднюючого фактору.

На протязі трьох календарних місяців системою було вилучено більше 1000 м<sup>3</sup> вуглеводневої емульсії і досягнуті водні притоки, що відповідають стандартам технічної води, що вказує на повне знищення лінзи вуглеводнів, накопиченої на території Солохівської ГС.



Рис. 10. Встановлення глибинного геохімічного бар'єру із мінерального сорбенту «Глауконіт» в районі розташування Солохівської ГС (Полтавська обл.)

### **4.3. Застосування мінерального сорбенту «Глауконіт» в з комплексі заходів по забезпеченню екологічної безпеки**

Розташування об'єкту робіт: 231-289 кілометри траси №1 ( ділянка 43) продуктопроводу ПУ «Прикарпаттранснафтопродукт»

Географо-адміністративна прив'язка: верхів'я рік Дністер і Стрий, між с. Стрижевичі та Ужоцьким перевалом (Старо- Самбірський і Турківський райони Львівської обл.)

Довжина траси : 58 км

Діаметр трубопроводу: 530 мм

Повний об'єм заповнення продуктом : 12760 м<sup>3</sup>

Аварійно небезпечні вузи: засувки, переходи ( повітряні, підводні), пошкоджені ділянки трубопроводу

Способи забезпечення екологічної безпеки: запас сорбентів-деструкторів (мінерального сорбенту «Глауконіт», спорудження запобігаючих природоохоронних споруд, гідро затвори, бонові загородження.

Введення в робочий режим трубопроводів супроводжується певним ризиком в плані виникнення аварійних ситуацій, пов'язаних з впливом нафтопродуктів на місцевість через пункти розгерметизації технологічних вузлів.

Масштаби і наслідки можливих аварій на трубопроводі будуть залежати від об'єму вилитого нафтопродукту, геоморфологічних особливостей будови району його розташування і оперативності виявлення пошкоджень.

Траса продуктопроводу №1 простягається практично в меридіональному напрямку, впоперек північно-східного схилу Карпат, який у геоморфологічному відношенні представляє собою систему хребтів-вододілів, орієнтованих на північний захід, прорізаних субмередіональними річковими долинами. Абсолютні відмітки території змінюються в межах 200-980 метрів, відносні перепади висот становлять 100-300 метрів. Траса трубопроводу прокладена

вздовж бортів річкових долин, загальний її нахил становить 2 градуси, а на окремих інтервалах досягає 5 градусів.

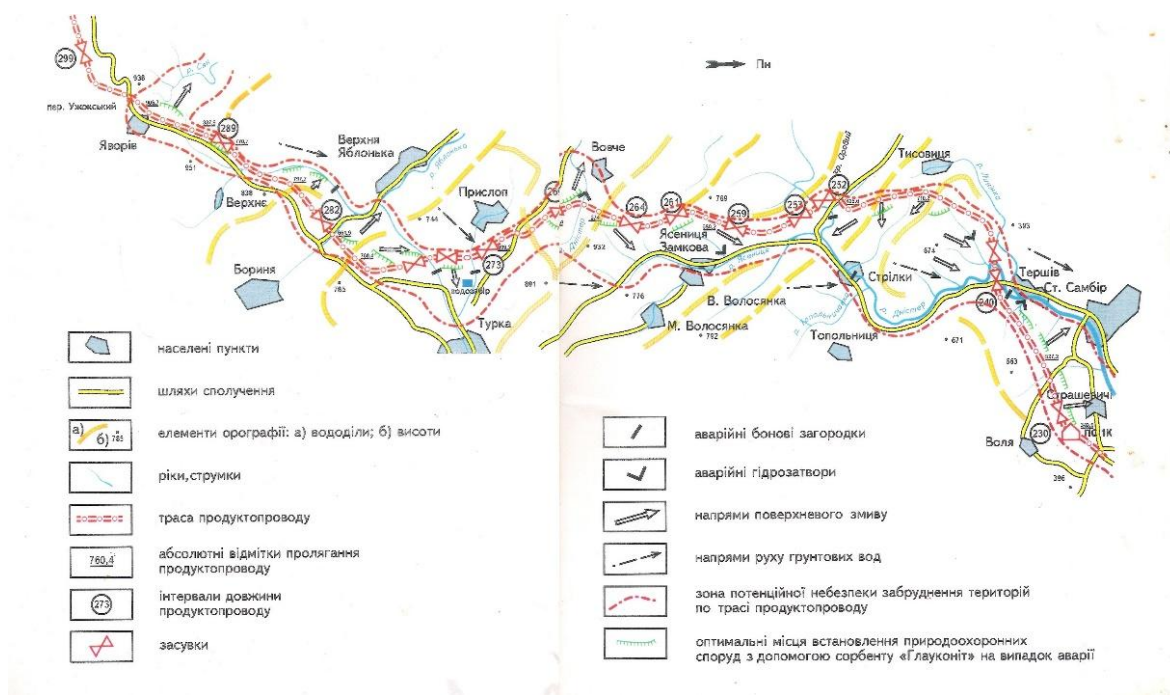


Рис. 11. Схема розташування систем захисту довкілля при повторному вводі в експлуатацію продуктопроводу №1 (ділянка №43) ПУ «Прикарпаттранснафтопродукт»

Поверхневий змив в межах території визначається розташуванням розгалуженої сітки малих водотоків, що складають системи водозбору рік Дністер і Стрий, а тому характеризуються різнонаправвленим планом. Враховуючі величини енергії рельєфу, швидкість руху поверхневих вод може змінюватися від 5 до 20 км/год і більше.

Геолого-тектонічні особливості будови регіону визначають його підвищену сейсмічність та тенденцію до виникнення оползневих процесів схилу.

Об'єм вилитої нафтопродукту внаслідок можливої аварійної ситуації при запуску трубопроводу залежатимуть від розташування місця розриву та терміну його встановлення.

Перед запуском можливо прорахувати максимальні об'єми вилиту на окремих інтервалах траси.

Інтервали по трасі трубопроводу вибиралися із врахуванням пунктів розташування засувок, повітряних переходів, а також місць апікальних перегинів.

На основі аналізу аварійної небезпечності перед операцією запуску продуктопроводу проводиться планування природоохоронних заходів і методів, направлених на досягнення максимальної локалізації можливих розливів та ліквідації їх наслідків.

Таким чином, створення превентивних запасів доступних сорбентів, яким є мінеральний сорбент «Глауконіт», є складовою заходів по охороні навколишнього середовища при функціонуванні продуктопроводів.

## **ВИСНОВКИ**

В результаті виконання наукової роботи розв'язано актуальну науково-практичну задачу підвищення рівня екологічної безпеки шляхом очищення інфільтратів ґрунтів і водних об'єктів від нафтопродуктів. Основні наукові та практичні результати роботи полягають у:

1. Проведена ідентифікація джерел екологічної небезпеки та можливих шляхів потрапляння нафтопродуктів в навколишнє природне середовище.

2. Визначено основні методи ліквідації забруднення нафтопродуктами, запропоновано найоптимальніші з них для використання.

3. Досліджено адсорбційну ємність глауконіту щодо дизпалива одержано експериментальну залежність, 90% ступінь адсорбції дизпалива на глауконіті настає вже за відношення кількості глауконіту до дизпалива 15 кг/л, що і дозволяє рекомендувати це відношення для застосування в технологіях очищення ґрунтів від нафтових виливів. Проводились, також, додаткові дослідження по визначенню стабільності зв'язування адсорбованих нафтопродуктів на глауконіті. Для цього проводились дослідження двох - трьох стадій десорбції дизпалива із глауконіту, який перед тим підлягав циклу адсорбції. В результаті досліджень встановлено, що в воді, якою проводилась

десорбція, знайдено тільки сліди дизпалива, що дозволяє стверджувати про задовільну зв'язуваність дизпалива глауконітом в процесі десорбції.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Под ред. Ю.И.Дытнерского.- М.: Химия,1983.- 272с.
2. Гороновский И.Т., Назаренко Ю.Г., Некряч Е.Ф. Краткий справочник по химии.- Киев. Наукова думка,1974.- 991с.
3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.Л. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л., Химия,1981.- 560с.
4. Касаткин Л.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М., Химия,1973.- 754с.
5. Лебедев П.Д. Расчет и проектирование сушильных установок. М., Госэнергоиздат,1963.- 319с.
6. Лысков М.В. Сушка в химической промышленности. М.: Химия,1970.- 429с.
7. Плановский Л.Н., Муштаев В.И., Ульянов В.В. Сушка дисперсных материалов в химической промышленности. М., Химия,1979.- 287с.
8. Дисперсные минералы в огнетушащих композициях / Овчаренко Ф.Д., Суюнова З.Э., Теодорович Ю.Н. – Киев: Наук. Думка, 1984. – 160с.
9. ”Дослідження і розрахунок штучного освітлення.” Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу “Охорона праці”. Львів, ДУ “ЛП”.1997. – 7с.
10. Макаров Г.В. и др. Охрана труда в химической промышленности. – М.: Химия, 1989. – 350с.
11. Орлов Г.Г. и др. Инженерные решения по охране труда в строительстве (справочник строителя). – М., Стройиздат, 1985. – 278с.
12. Захаров Л.Н. Техника безопасности в химических лабораториях. – Л., Химия, 1985. – 300с.
13. Денисенко В.В. Пожарная безопасность в строительстве. Справочник. – Киев, Будивельник, 1987. – 95с.

14. СН 245 – 71. Санітарні норми проектування промислових підприємств.
15. ДЕСТ 12.1005 – 88. Повітря робочої зони.
16. СНіП 2.04.05 – 86. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Норми проектування.
17. СНіП 2.04.01 – 84. Водозабезпечення. Зовнішні мережі і споруди.
18. СНіП 2.04.01 – 85. Внутрішній водопровід і каналізація будівель. Норми проектування.
19. СНіП 2.04.03 – 85. Каналізація. Зовнішні мережі і споруди.
20. СНіП 11 – 4 – 79. Природне і штучне освітлення. Норми проектування.
21. ДЕСТ 12.1.029 – 80. Засоби і методи захисту від шуму.
22. СНіП 2.09.02 – 85. Виробничі будівлі. Норми проектування.
23. Гогіташвілі Г.Г. Охорона праці на підприємствах промисловості будівельних матеріалів: Навч. Посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 252с.

## Додаток 1

Таблиця 1

## Вимоги до мінерального сорбенту "Глауконіт"

№	Найменування показника	Нормативи
1	Ефективна питома поверхня, м <sup>2</sup> /г	112-183
2	Ємкість катіонного обміну, мг-екв/100г	106
3	Ємкість моношару, ммоль/г	1,73-2,84
4	Масова частка калію (загального) в перерахунку на К <sub>2</sub> О,%	4,0-6,4
5	Масова частка магнію в перерахунку на MgO,%	1,77-6,22
6	Масова частка Р (загального) в перерахунку на Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> ,%	1,3-2,4
7	Масова доля води,% не більше	10
8	Масова частка кальцію в перерахунку на СаО,%	0,25-5,43
9	Масова частка кремнію SiO <sub>2</sub> ,%	45,0-58,65
10	Гранулометричний склад: Більше 1мм,% 1,0-0,5мм,% 0,5-0,25мм,% 0,25-0,10мм,% 0,10-0,01мм,% менше 0,01мм,%	2,0 1,5 9,0 16,0 17,6 54,1
11.	Розсипчастість,%	100,0

Таблиця 2

## Мікрокомпоненти (%):

Zr	$7.9 \cdot 10^{-3}$	V	$7.9 \cdot 10^{-3}$	Sr	$2.7 \cdot 10^{-2}$
Co	$1.3 \cdot 10^{-3}$	La	$1.8 \cdot 10^{-3}$	B	$2.1 \cdot 10^{-3}$
Mn	$7.2 \cdot 10^{-3}$	Cu	$4.3 \cdot 10^{-3}$	Cd	$9.2 \cdot 10^{-5}$
Pb	$1.8 \cdot 10^{-4}$	Ag	$6.7 \cdot 10^{-5}$	Sb	-----
Cr	$4.3 \cdot 10^{-3}$	Y	$3.9 \cdot 10^{-3}$	Bi	-----

Ga	$6.5 \cdot 10^{-4}$	Sn	$3.5 \cdot 10^{-4}$	Sc	$2.6 \cdot 10^{-3}$
Be	$2.7 \cdot 10^{-4}$	Yb	$4.2 \cdot 10^{-4}$	Ge	$4.9 \cdot 10^{-4}$
As	$4.3 \cdot 10^{-4}$	Zn	$3.6 \cdot 10^{-3}$	Ba	$2.9 \cdot 10^{-2}$
Ni	$3.1 \cdot 10^{-3}$	Ti	$6.4 \cdot 10^{-2}$	Mo	$6.2 \cdot 10^{-4}$

Таблиця 3

Макрокомпоненти (%):

SiO <sub>2</sub>	59.97	FeO	0.50	K <sub>2</sub> O	4.63
TiO <sub>2</sub>	0.15	MnO	>0.01	Na <sub>2</sub> O	1.66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.15	CaO	2.71	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.62	MgO	2.00	H <sub>2</sub> O	4.73

Додаток 2

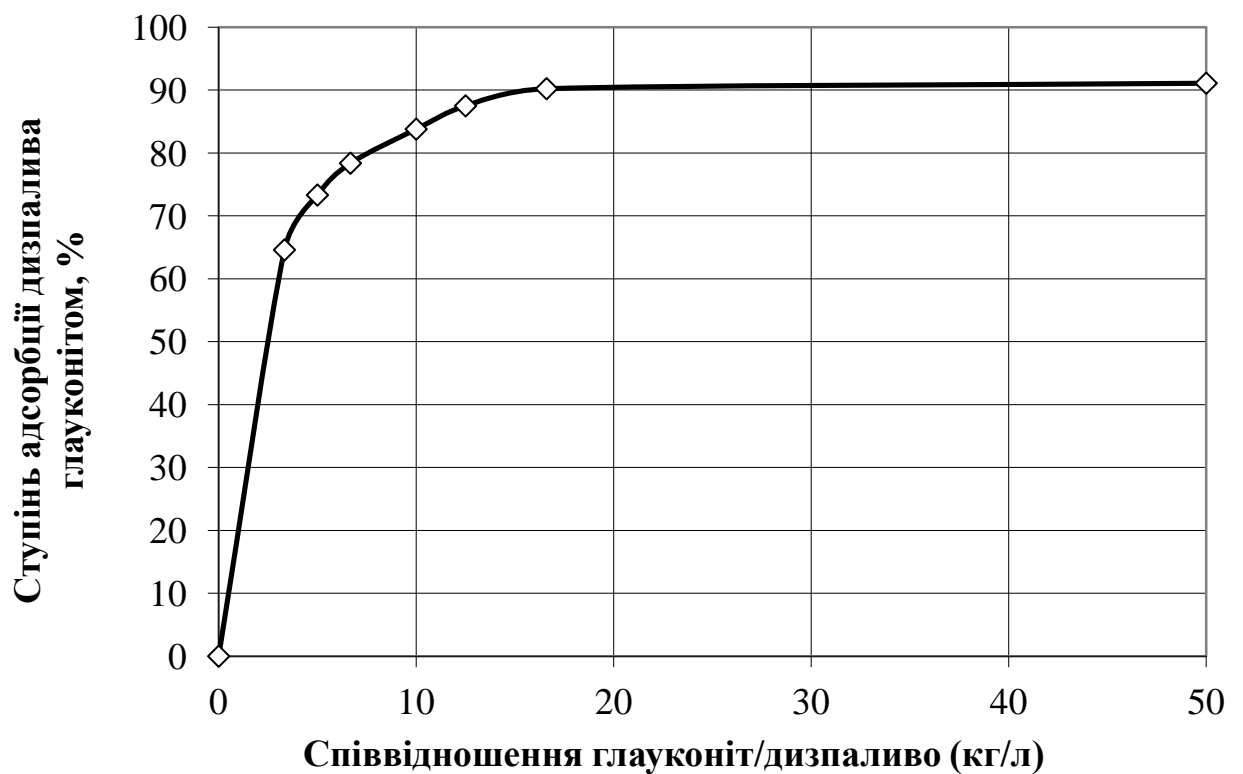


Рис.1. Залежність ступеня адсорбції дизпалива глауконітом від співвідношення глауконіт /дизпаливо.





Рис. 2. Нанесення сорбентного екрану з глауконіту з допомогою компресора АС 400

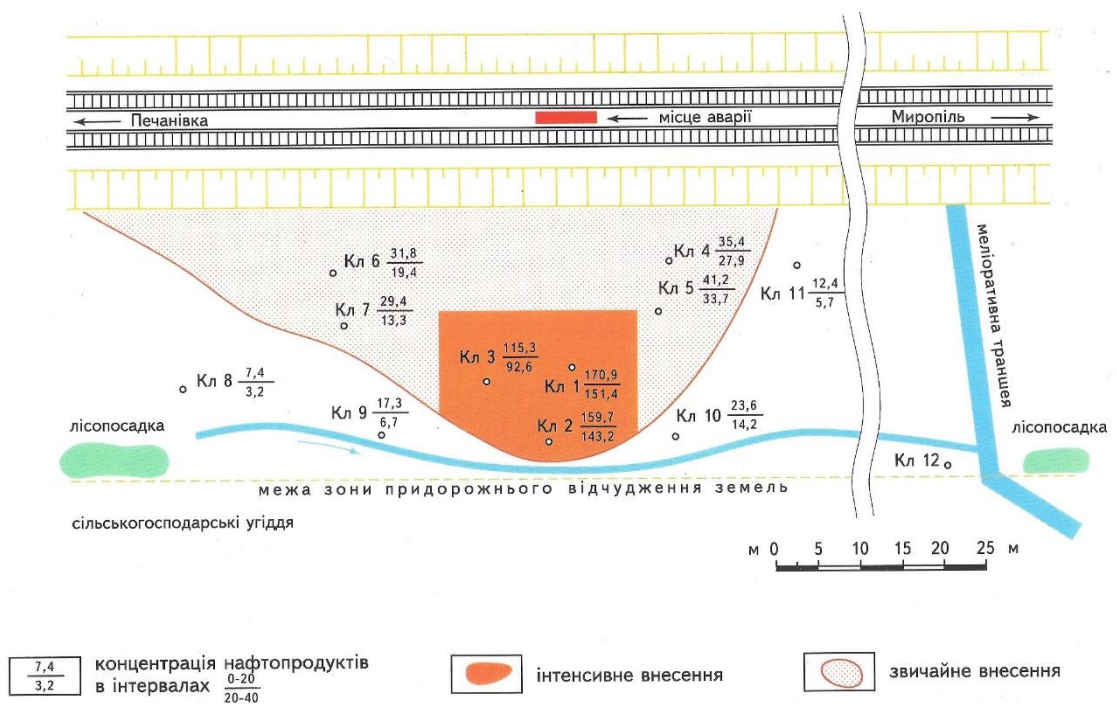


Рис. 3. Розподіл концентрацій нафтопродуктів та схема внесення мінерального сорбенту «Глауконіт» в межах ділянки аварійного розливу нафтопродуктів на залізничному перегоні Печанівка-Миропіль ( Житомирська обл.)

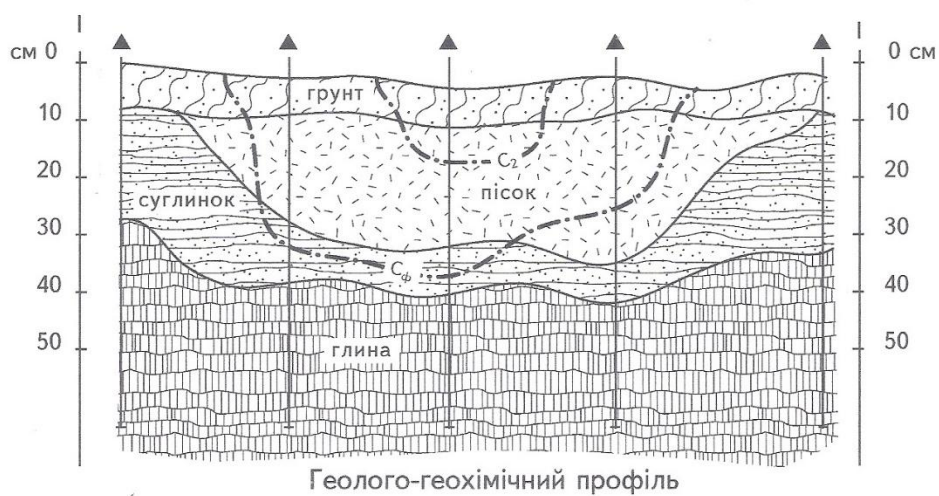
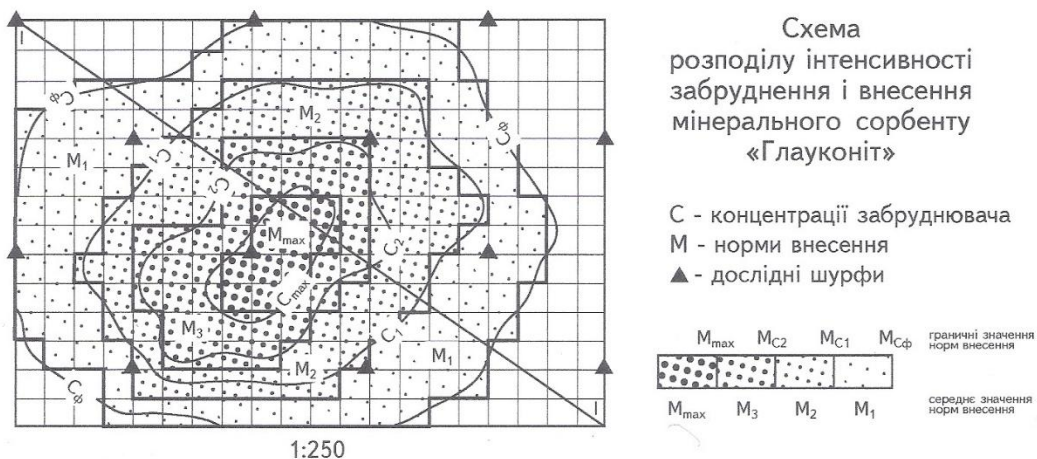


Рис. 4. .Схема розподілу інтенсивності забруднення та геолого-геохімічний профіль зони забруднення

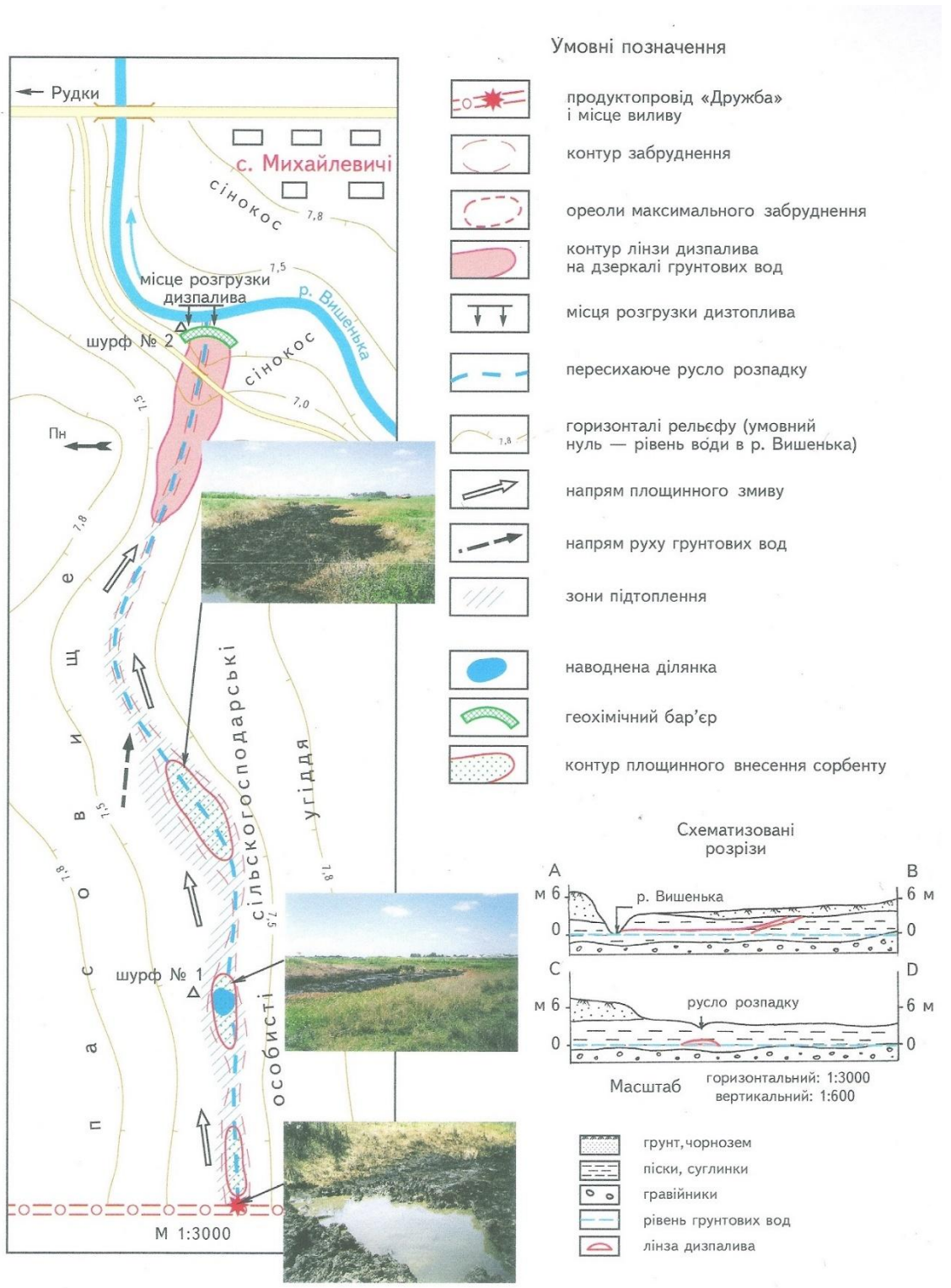


Рис. 5. Схема аварійного розливу нафтопродуктів в результаті навмисного пошкодження продуктопроводу в районі с. Михайлівці (Львівська обл.)

### Додаток 3

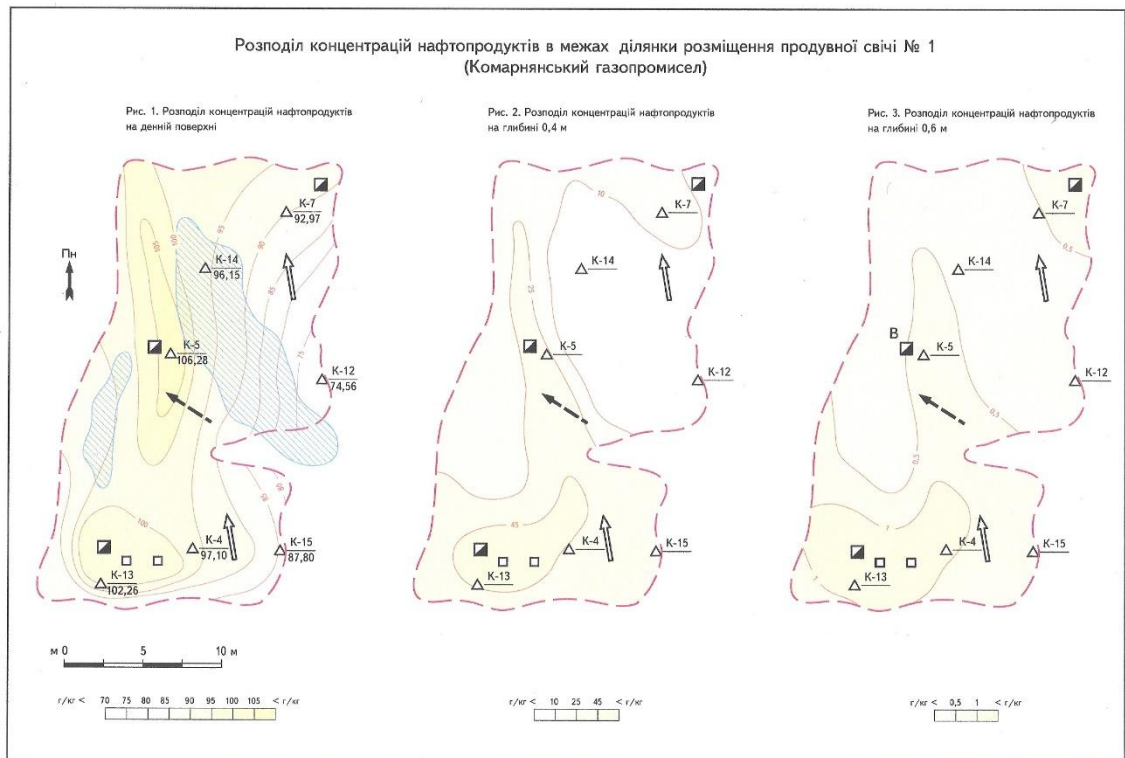


Рис. 6. Розподіл концентрацій нафтопродуктів в межах ділянки розміщення продувної свічі №1 (Комарнянський газопромисел ГПУ «Львівгазвидобування») перед початком робіт по сорбентній обробці території.



Рис. 7. Результати робіт по реабілітації (рекультивациі) земель , порушених в результаті проливу нафтопродуктів в межах ділянки розміщення продувної свічі №1 (Комарнянський газопромисел ГПУ «Львівгазвидобування») з допомогою сорбенту «Глауконіт»