

О.Ф. Бабаджанова, к.т.н., доц., Н.М. Гринчишин, к.с.-г.н., доц. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

КІНЕТИКА ПОГЛИНАННЯ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ ГРУНТАМИ РІЗНОГО ТИПУ

Наведено результати модельного експерименту дослідження кінетики поглинання газового конденсату ґрунтами різного типу. Досліджено гранулометричний склад проб ґрунтів з різних регіонів України. Кінетика поглинання газового конденсату різними типами ґрунтів характеризується постійною швидкістю його поглинання у перші моменти від початку експерименту з поступовим уповільненням поглинання до встановлення рівноваги. Встановлено, що гранулометричний склад ґрунту впливає на міграційні процеси нафтопродукту в його поверхневі шари.

Ключові слова: кінетика, газовий конденсат, ґрунт, гранулометричний склад ґрунту.

Постановка проблеми. Життя сучасного суспільства неможливо уявити без використання нафти та нафтопродуктів. Промисловість, сільське господарство, більшість машин функціонують завдяки використанню продуктів переробки нафти.

Інтенсивний розвиток нафтової та нафтопереробної галузей все більше створює проблем, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища. Щорічно у світі трапляється понад 60 великих аварій і близько 20 тис. випадків, що супроводжуються значними розливами нафти і нафтопродуктів на великі території [1].

Забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами, в основному відбувається на територіях АЗС, нафтобаз, об'єктах нафтопереробки й поблизу нафто трубопроводів і обумовлене витокami нафтопродуктів. Причини витоків різноманітні: дефекти та розгерметизація резервуарів і трубопроводів, аварійні витoki, втрати при наповненні та випорожненні резервуарів та інших ємностей, несправність технологічного устаткування. Понад 90% розливів нафти і нафтопродуктів на суходолі потребують рекультивациі. Особливу небезпеку представляють аварійні виливи нафти і нафтопродуктів на ґрунт (більше 10 л/м²) [2].

Ґрунт, як один із компонентів природного середовища, має здатність акумулювати різні забруднення, що потрапляють до нього. За таких обставин, концентрація нафтопродуктів у ґрунтах, може досягати таких величин, при яких починають відбуватися негативні екологічні зміни. Забруднений нафтою і нафтопродуктами ґрунт стає токсичним, втрачає родючість. Зниження родючості відбувається через високу фітотоксичність легких

фракцій нафти, створення стійкої гідрофобної плівки на поверхні ґрунтових частинок важкими фракціями нафти, зменшення вологості, водопроникності та вмісту рухомих форм азоту, фосфору і калію [3, 4].

Особливо чутливими до таких забруднень є лісові біоценози. Деградація лісових фітоценозів відбувається як від прямої дії нафти на підземні органи рослин, так і від непрямого її впливу на ґрунтові умови: збільшення гідрофобності піщаних ґрунтів, посилення анаеробних умов в суглинних і торф'яних ґрунтах. Негативній дії піддаються всі компоненти фітоценозу, але найбільш чутливим є живий надґрунтовий покрив, особливо мохи і лишайники. Слід відмітити, що не всі фітоценози, забруднені нафтою, приречені на повну загибель. При слабкому забрудненні, ґрунти здатні самоочищатися, фітоценози самовідновлюватись. У живому надґрунтовому покриві найшвидше відновлюються трави. Досягнення трав'янистою рослинністю початкової великої кількості при слабкому забрудненні відбувається за 3-5 років, при середньому - 5-15 років. Для відновлення на дуже забруднених ділянках чагарничків потрібно десятки і сотні років, нерідко спостерігається повне їх зникнення. Деградаційні зміни деревостану на аварійних розливах зазвичай закінчуються протягом 2-3 років: відбувається усихання дерев, пожовтіння кінчиків хвої і листя. Дерева різних порід виявляють різну стійкість до нафтового забруднення: хвойні менш стійкі, ніж листяні. Досліджено, що при забрудненні 4 % площі лісу гинуть окремі дерева, при 42 % - всі хвойні, а при 60 % - всі породи дерев [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До вирішальних факторів міграційної небезпеки вуглеводневого забруднення належить в'язкість забруднюючої речовини, а також вологість, щільність і гранулометричний склад ґрунту. Саме вони визначають швидкість міграції нафти, а внаслідок цього – і співвідношення процесів випаровування та радіальної міграції, ймовірність латеральної міграції, можливість застосування технічних засобів для оперативного видалення вуглеводнів з поверхні ґрунту [4, 6].

При проникненні нафти в гумусовий горизонт відбувається склеювання ґрунтової маси. В результаті закупорки капілярів ґрунту нафтою порушується аерація, окиснювально-відновний потенціал, створюються анаеробні умови. Вертикальна міграція нафти в ґрунтовому профілі створює хроматографічний ефект, який призводить до диференціації складу нафти: у верхньому гумусовому горизонті сорбуються високомолекулярні компоненти, які містять багато смолисто-асфальтенових речовин та циклічних сполук; у нижні горизонти проникають, в основному, низькомолекулярні сполуки, що мають більш високу розчинність у воді, порівняно з високомолекулярними компонентами [7].

У результаті досліджень визначення залишкового вмісту нафтопродуктів у пробах

грунту, відібраного в районі старої нафтобази Кемеровської області [8], встановлено нерівномірність розподілу нафтопродуктів на території нафтобази і прилеглої до неї місцевості. Аналіз результатів показує, що не у всіх свердловинах із збільшенням глибини проб відбору спостерігається стабільне зменшення вмісту нафтопродуктів у ґрунтах, що, ймовірно, пов'язане з особливостями пластової структури ґрунту досліджуваної території. Відомо, що глинистий ґрунт краще утримує нафтопродукти, ніж пісок. Швидкість всмоктування і бічного поширення нафти і нафтопродуктів у ґрунті становить 10^{-2} - 10^{-5} м/с і знижується зі збільшенням водонасиченості останньої.

У ґрунт нафта і нафтопродукти проникають, в основному, під дією сил тяжіння і поверхнево-активних явищ. Їх міграція залежить від будови підґрунтового шару, гідрологічних умов, складу і властивостей нафтопродуктів. До останніх, в першу чергу, належить густина, в'язкість, змочувальна спроможність [9].

Здатність до сорбції залежить також від поверхневих властивостей ґрунту (породи), насамперед від капілярних сил. Кількість сорбованої речовини визначається структурою та складом ґрунту, його вологістю. Із збільшенням водонасиченості ґрунтів зменшується їх здатність сорбувати вуглеводні.

Постановка завдання. Вирішення проблеми очищення ґрунтового покриву від забруднень нафтою і нафтопродуктами в даний час належить до пріоритетних. Проблемі дослідження проникності нафти і нафтопродуктів у ґрунти в Україні приділяється недостатня увага.

Відомо, що ґрунти України різні за складом, властивостями та режимами [10]. А тому дослідження, пов'язані з вивченням поглинальної здатності ґрунтів стосовно нафтопродуктів, належать до пріоритетних.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження поглинальної здатності ґрунтів стосовно нафтопродуктів ми відібрали зразки ґрунту з різних регіонів України та визначили їх основні фізико-хімічні характеристики. Аналіз агрохімічних показників ґрунту проведено в акредитованій агрохімічній лабораторії кафедри агрохімії та ґрунтознавства Львівського національного аграрного університету. За цими результатами встановлено тип кожного зразка ґрунту (табл. 1).

Визначення гранулометричного складу ґрунтів проведено методом піпетки [11]. Результати досліджень гранулометричного складу ґрунтів подано в таблицях 1 і 2.

Дослідження поглинальної здатності різних типів ґрунтів стосовно нафтопродуктів проведено з використанням газового конденсату Перещепинського родовища, що характеризується підвищеним вмістом нафтових і ароматичних вуглеводнів.

Кінетику поглинання газового конденсату в ґрунтах досліджували методом капілярного

піднімання рідини та оцінювали за швидкістю піднімання рідини у стовпчику порошку ґрунту в трубці (залежність поглинальної здатності ґрунтів від часу поглинання і типу ґрунту).

Таблиця 1

Регіон відбору зразка ґрунту, його тип та гранулометричний склад

Зразок ґрунту	Регіон відбору зразка	Тип ґрунту	Гранулометричний склад
1	Дніпропетровська обл.	дерновий глибокий	піщано-глинистий
2	Львівська обл.	сірий лісовий	суглинок середній піщано-глинуватий з переважанням фракцій дрібного піску і грубого пилу
3	м. Луцьк, Волинська обл.	темно-сірий опідзолений	суглинок важкий мулувато-пилуватий
4	м. Сколе (Карпати)	бурий лісовий	суглинок важкий пилувато-піщаний, з переважанням фракцій дрібного піску і пилу
5	м. Ковель, Волинська обл.	темно-сірий опідзолений	суглинок середній мулувато-пилуватий
6	Миколаївська обл.	чорнозем звичайний	важкий суглинок пилувато- піщаний.

Таблиця 2

Гранулометричний склад ґрунту

Розмір частинок, мм	Складова ґрунту	Номер ґрунту					
		1	2	3	4	5	6
0-0,25	пісок крупний	37,21	18,45	0,06	1,44	0,41	5,89
0,25-0,05	пісок дрібний	17,40	12,26	4,29	30,81	20,07	25,8
0,05-0,01	пил крупний	26,42	46,44	53,35	22,45	35,46	20,9
0,01 – 0,005	пил середній	8,33	10,75	8,82	11,70	11,63	12,55
0,05 – 0,001	пил дрібний	4,18	5,17	8,25	17,85	11,75	18,01
< 0,001	мулиста	6,46	16,98	25,23	15,75	10,68	16,85
Сума <0,01	фізична глина	18,97	32,85	43,30	46,30	33,06	47,41
		Супісок	Сірі опідзолені	Сугл. важк.	Сугл. важк.	Сугл. сер.	Сугл. важк.

Під час дослідження виявилось, що при поглинанні газового конденсату ґрунтом він

розділяється на фракції. Більш в'язкі складові знаходяться внизу (візуально вони виглядають темнішими - коричнево-чорний колір), вище знаходяться легші світліші компоненти. За висоту підйому взято верхню межу найбільш світлої фракції.

На основі одержаних результатів побудовано графічні залежності висоти піднімання нафтопродукту у ґрунті від часу поглинання та розраховано швидкість поглинання газового конденсату (рис.1).

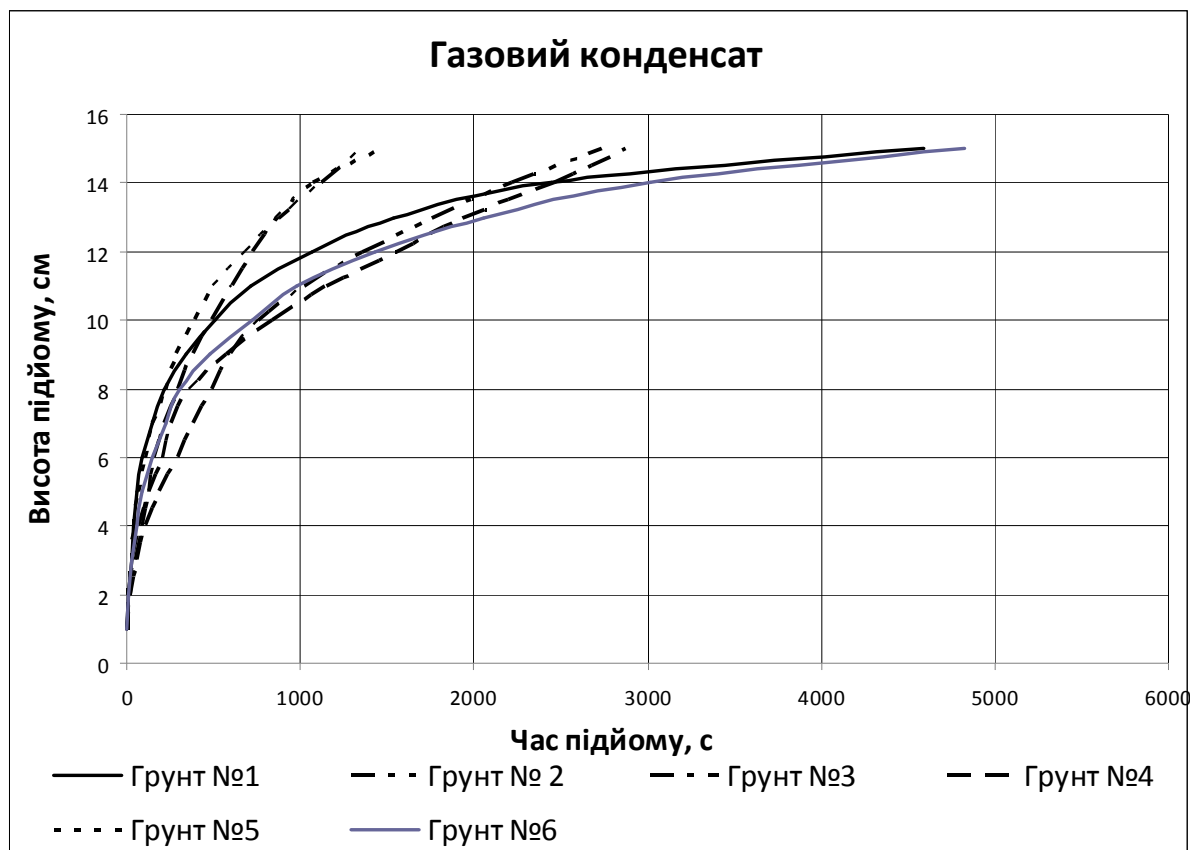


Рис. 1. Залежність висоти підйому газового конденсату в ґрунтах різного типу від часу

Кінетика поглинання газового конденсату різними типами ґрунтів характеризується постійною швидкістю його підняття (1 см за 10-20 с) у перші моменти від початку експерименту з поступовим уповільненням поглинання до встановлення рівноваги (після поділки 10 – 12 см).

Кінетика поглинання ґрунтів №3 і №5 характеризується майже однаковою швидкістю підняття газового конденсату від початку експерименту до досягнення заданої висоти. Час підняття нафтопродукту до поділки 15 см у цих ґрунтах найменший – 22,75 хв. Очевидно, це пояснюється тим, що ці ґрунти мають у своєму складі найменше крупного піску та найвищий вміст мулистих частинок і пилу.

Швидкість поглинання газового конденсату на висоту 5 см найвища у ґрунті №1 (2,5 – 0,9 мм/с), в інших ґрунтах ця швидкість зафіксована в межах від 1,8 до 0,3-0,4 мм/с (рис. 1).

Надалі, швидкість поглинання газового конденсату ґрунтами відрізняється, але характер змін подібний до висоти 8 см. Після висоти ґрунту 8-10 см швидкість поглинання газового конденсату плавно знижувалась до 0,05-0,03 мм/с для ґрунтів №1, №2, №4, №6.

Поглинання газового конденсату ґрунтами №1 і №6 відбувається дуже повільно.

Час підняття нафтопродукту до поділки 15 см у ґрунті №1 становить 76,5 хв, у ґрунті №2 - 80,4 хв. Ґрунт №1 містить найменше фізичної глини (19%) та мулистих часточок (6,5%) при найбільшому вмісті крупного піску (37,2%) (табл.2). Саме цим можна пояснити підвищену швидкість поглинання цього ґрунту на початку і уповільнення поглинання надалі. Останніх 5 см ґрунту (від позначки 10 см до 15 см) швидкість підняття газового конденсату становила 68 хв.

Ґрунт №6 містить найбільше фізичної глини (47,41%), дрібного та середнього піску (табл.2), але відрізняється найвищою щільністю, тому крива його поглинання після 8 см має пологий характер і триваліший час піднімання (від 10 см до 15 см нафтопродукт піднімався 68,4 хв).

Сірий лісовий ґрунт (зразок №2) та бурий лісовий ґрунт (зразок №4) за швидкістю поглинання займають проміжне місце (час підняття газового конденсату до поділки 15 см у ґрунті №2 становить 45,6 хв, у ґрунті №4 - 48 хв). Це ґрунти з переважанням фракцій дрібного піску і піску (табл.2). Для сірого лісового ґрунту швидкість піднімання нафтопродукту різко знижується вже до висоти 5 см (від 3,3 мм/с до 0,3 мм/с), тоді як для ґрунту №4 таке зниження швидкості відбувається на висоті 8 см (рис. 1). Надалі швидкість піднімання плавно знижується до 0,05 мм/с в обох типах ґрунтів. Останні 5 см (від позначки 10 см до 15 см) газовий конденсат піднімався у ґрунті №2 - 31,2 хв, а у ґрунті №4 – 34 хв.

Висновки. Встановлено, що гранулометричний склад ґрунту впливає на міграційні процеси нафтопродукту у його поверхневій шарі.

Проведені дослідження показали, що темно-сірі опідзолені ґрунти інтенсивно поглинають газовий конденсат. Дуже повільно відбувається підняття газового конденсату у дерновому ґрунті, що пов'язане з великою кількістю міжзернових пустот, та в чорноземі, де відмічено найбільший вміст фізичної глини. Для проникнення газового конденсату в дерновий ґрунт та чорнозем необхідно майже в 4 рази більше часу, ніж у темно-сірий опідзолений ґрунт. Сірий та бурий лісові ґрунти займають проміжне положення стосовно поглинання газового конденсату.

На початкових стадіях найвищу швидкість поглинання газового конденсату має дерновий ґрунт, але надалі ця швидкість суттєво знижується. Швидкість проникнення газового конденсату в глибину ґрунту залежить від його виду та складу.

За ступенем поглинання газового конденсату досліджувані ґрунти можна розмістити в

такий ранговий ряд: темно-сірий опідзолений > сірий лісовий > бурий лісовий > дерновий > чорнозем.

Одержані результати міграції газового конденсату в різних типах ґрунтів можна використовувати аварійно-рятувальними підрозділами МНС для реагування на аварійні виливи нафтопродуктів на поверхню ґрунту.

Список літератури

1. **Абрамов Ю.О.** Моніторинг надзвичайних ситуацій / Ю.О. Абрамов, Є.М. Грінченко, О.Ю. Кірочкін. та ін. –Х: АЦЗУ, 2005. – 530с.
2. **Исаева Л.К.** Основы экологической безопасности при техногенных катастрофах / Л.К. Исаева. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 156с.
3. **Фесенко І.М.** Оцінка та контроль впливу відходів буріння нафтогазових свердловин на ґрунти / І.М. Фесенко, І.А. Решетов, М.М. Фесенко // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. - №3. - С. 36-40.
4. **Мірошниченко М.М.** Вплив забруднення нафтою на властивості ґрунтів різного гранулометричного складу / М.М. Мірошниченко // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2000. - Вип. 60.- С. 91-96.
5. **Соромотин А.В.** Влияние нефтяного загрязнения на лесные биогеоценозы / А.В. Соромотин, С.Н. Гашев, М.Н. Гашева., Е.А. Быкова // Материалы I Всесоюз. Конф. "Экология нефтегазового комплекса". - 1989. - Вып. I. - Ч. 2. - С. 180-191.
6. **Білоненко Г.М.** Зміни родючості ґрунту при вуглеводневому забрудненні / Г.М.Білоненко // Вісник аграрної науки. - 2002. - №10. - С. 52-54.
7. **Глазовская М.А.** Состояние, динамика и диагностика почвенных экосистем, загрязненных нефтью, нефтепродуктами / М.А. Глазовская // Сб. науч. тр. «Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем». – М.: Наука. - 1988. – С. 7–50.
8. **Русских И.В.** Оценка остаточного нефтяного загрязнения в почвах / И. В. Русских // Материалы V международной конференции «Химия нефти и газа». -2003.- С.42-49.
9. **Гринчишин Н.М.** Небезпека міграції нафти і нафтопродуктів у поверхневій шарі ґрунту при аварійних виливах /Н.М.Гринчишин, О.Ф.Бабаджанова // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. –Львів: ЛДУ БЖД, 2008. - № 13.– С. 52-57.
10. **Снітинський В.В.** Ґрунтознавство з основами агрохімії та геоботаніки / Снітинський В.В., Якобенчук В.Ф. – Львів: Аверс, 2006. – 312с.
11. **Грунты.** Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава / Межгосударственный стандарт.-2003г.

КИНЕТИКА ПОГЛОЩЕНИЯ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА ПОЧВАМИ РАЗНОГО ТИПА

Приведены результаты модельного эксперимента исследования кинетики поглощения газового конденсата почвами разного типа. Исследовано гранулометрический состав проб почв из разных регионов Украины. Кинетика поглощения газового конденсата разными типами почв характеризуется постоянной скоростью его поглощения в первые моменты от начала эксперимента с постепенным замедлением поглощения к установлению равновесия. Установлено, что гранулометрический состав почвы влияет на миграционные процессы нефтепродукта в ее поверхностные слои.

Ключевые слова: кинетика, газовый конденсат, почва, гранулометрический состав почвы.

KINETHICS OF GASEOUS CONDENSATE ABSORPTION BY DIFFERENT SOILS

The article deals with the model experimental research of the gaseous condensate absorption by the different soils. Particle-size of soil samples from different Ukrainian regions is investigated. The kinetics of gaseous condensate absorption by the different soils characterized with the permanent speed of its rasing at the beginning of experiment with gradual deceleration till the equilibrium establishment. It is proved that the particle-size of soil influences on the oilproducts migration in its surface layers.

Key words: kinetics, gaseous condensate, soil, particle-size of soil