

**Гаврилюк Р. Б., Загородний Ю. В.**  
*Інститут геологічних наук НАН України*

## **УМОВИ ЗАБРУДНЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА АВІАЦІЙНИМ ГАСОМ В РАЙОНІ КОЛИШНЬОГО ВІЙСЬКОВОГО АЕРОДРОМУ М. УМАНЬ**

*На зону техногенного лиха перетворилася околиця Умані через гасове джерело, що вибивається з-під землі разом зі звичайним струмком і продовжує забруднювати уманську землю та водойми.  
Громадсько-політичне видання "Прес-Центр", 4 березня 2008 р.*

*Розглянуто умови забруднення геологічного середовища авіаційним гасом поблизу урочища Сухий Яр у м. Умань, що відбулося в результаті діяльності колишнього військового аеродрому. За результатами проведених еколого-геологічних досліджень встановлено особливості знаходження та переміщення авіаційного гасу в суглинистих відкладах.*

**Постановка проблеми.** Урочище Сухий Яр, що знаходиться на околиці м. Умань відоме як пам'ятне місце часів Великої Вітчизняної війни. Поблизу урочища знаходиться територія колишнього військового аеродрому, негативні наслідки діяльності якого активно проявляються у даний час.

Військові аеродроми (авіабази), здебільшого колишні, розташовані на території України, майже без виключення, становлять суттєву екологічну небезпеку. Їх активна експлуатація, що, присуті, припинилася з розпадом Радянського Союзу, спричинила значне техногенне навантаження на довкілля, зокрема на геологічне середовище. З поміж широкого спектру забруднення, що завдавали дані об'єкти, за своїми масштабами та небезпекою виділяється нафтохімічне. Значні обсяги використання авіаційного гасу та його жваві оберти на складах зберігання, призводили до різного виду втрат та виливів. Систематичне надходження нафтопродуктів до геологічного середовища призвели до формування осередків забруднення площею до десятків гектар. Серцевиною забруднення, як правило, виступають техногенні лінзи нафтопродуктів, що формуються на рівні ґрунтових вод (РГВ), і являють собою основну загрозу навколишньому середовищу.

Планування природо відновлювальних заходів на ділянках розповсюдження нафтохімічного забруднення потребує досконального вивчення умов його знаходження у геологічному середовищі в кожному конкретному випадку. Проведення еколого-геологічних досліджень забруднених територій повинно вирішувати комплекс задач пов'язаних з міграцією забруднюючих речовин у підземних водах та у відкладах зони аерації. Незважаючи на актуальність проблеми забруднення геологічного середовища нафтопродуктами, залишається недостатньо вивченим вплив гідрогеологічних умов забруднених територій, зокрема рівневого режиму ґрунтових вод, на процеси формування шару мобільних нафтопродуктів, їх знаходження у геологічному середовищі та подальше переміщення.

**Мета статті.** Метою роботи є аналіз розвитку нафтохімічного забруднення геологічного середовища поблизу урочища Сухий Яр, що сформувалося внаслідок діяльності колишнього військового аеродрому. За отриманими результатами еколого-геологічного обстеження [1], зроблена спроба встановлення умов проходження процесів формування та розвитку забруднення, виявлені основні фактори, що їх визначають.

**Викладення матеріалу досліджень.** Прояви забруднення урочища Сухий Яр авіаційним гасом вперше спостерігалися у 80-х роках минулого сторіччя. На протязі 1988 р. у верхів'ї урочища фіксувався витік нафтопродуктів на поверхню струмка. Силами військової частини проводились роботи по вилученню нафтопродуктів з, обладнаних у верхів'ї урочища, траншей. Джерелом забруднення являвся склад паливно-мастильних матеріалів військового аеродрому, який з того моменту був виведений з експлуатації. Після

описаних подій відбулася стабілізація екологічного стану урочища, скарг на який не надходило до останнього часу.

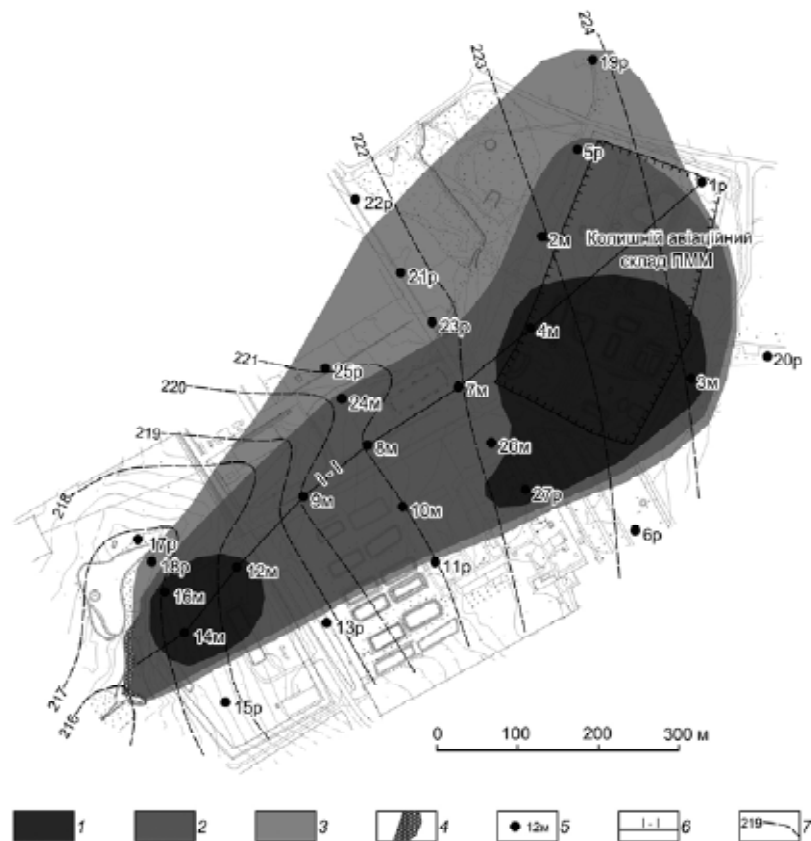
Восени 2007 р. у верхів'ї урочища, біля джерел ґрунтових вод, знову почали діяти техногенні «джерела» авіаційного гасу. На поверхні струмка сформувалася плівка нафтопродуктів, якими наситились поверхневий шар ґрунтів вздовж струмка та особливо у районі «джерел». У зв'язку з надзвичайною екологічною ситуацією, у липні 2008 р. було проведено еколого-геологічне обстеження території колишнього військового аеродрому [1]. Роботи проводилися відповідно до «Методики обстеження еколого-геологічного стану військових об'єктів» [2]. В процесі обстеження вирішувався комплекс задач основними серед яких були визначення джерел забруднення геологічного середовища нафтопродуктами, встановлення та оконтурення основних осередків забруднення геологічного середовища, визначення шляхів надходження авіаційного гасу до урочища Сухий Яр, облаштування сітки моніторингових свердловин на забрудненій території. В процесі робіт була обстежена територія верхів'я урочища Сухий Яр та прилягаюча територія військових об'єктів, що зазнала забруднення (рис. 1).

Верхня частина геологічного розрізу території, де відбувається розповсюдження забруднення, складена четвертинними відкладами, що представлені шаруватою суглинистою товщею (рис. 2). Її потужність збільшується від річкових долин до водорозділів. На території складу паливно-мастильних матеріалів потужність четвертинних відкладів перевищує 12 м. В напрямку урочища Сухий Яр вона зменшується до 6.6 — 7.8 м. Підстилаються четвертинні відклади товщею неоген-четвертинних глин. Схематично розріз четвертинних відкладів виглядає наступним чином (вниз за розрізом):

- сучасні ґрунти (eIV);
- середні еолово-делювіальні лесовидні суглинки причорноморського горизонту (vdIII pс);
- легкі еолово-делювіальні лесовидні суглинки бузького горизонту (vdIII bg);
- середні елювіальні, еолово-делювіальні лесовидні суглинки кайдацького горизонту (e, vdIII kd);
- середні еолово-делювіальні лесовидні суглинки дніпровського горизонту (vdIII dn);
- легкі еолово-делювіальні лесовидні суглинки дніпровського горизонту (vdIII dn).

В товщі четвертинних суглинків сформований перший від поверхні ґрунтовий водонесний горизонт. Живлення ґрунтових вод відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Нижнім водотривом служить товща неоген-четвертинних глин, що підстилає четвертинні відклади. Переважаючим напрямком руху ґрунтових вод є південно-східний, в бік основної дрени території р. Уманки, що співпадає з напрямком нахилу поверхні території. Глибини залягання ґрунтових вод на території складу ПММ становлять біля 8 м. В напрямку урочища Сухий Яр вони зменшуються до відміток 2.25 м. У верхів'ї урочища ґрунтові води виходять на поверхню у вигляді джерел, що дають початок струмку.

Авіаційний склад паливно-мастильних матеріалів, експлуатація якого призвела до формування нафтопродуктового забруднення геологічного середовища, функціонував з післявоєнних років до описаних подій 80-х років. Він розташований на відстані близько 700 м у північно-західному напрямку від місця просочування нафтопродуктів. Для зберігання нафтопродуктів використовувались металеві резервуари об'ємом від 25 до 60 м<sup>3</sup>. Загальна ємність складу становила біля 3 тис. м<sup>3</sup>. На початку 80-тих років проведено розширення складу. Були споруджені три стаціонарних резервуари ємністю 1 тис. м<sup>3</sup> кожен. За загальною ємністю складу (біля 6 тис. м<sup>3</sup>) та обігом нафтопродуктів він відносився до досить крупних об'єктів. Втрати авіаційного гасу на складі, що оцінювалася військовою частиною в зв'язку з подіями 1988 р., становили 480 тонн. За даними дефектоскопії резервуарів джерелом втрат був один з резервуарів місткістю 1 тис. м<sup>3</sup>. Але, як показує практика досліджень, подібна офіційна інформація про кількість втрачених нафтопродуктів в більшості випадків значно занижена. Вірогідно, що виливи нафтопродуктів відбувалися на протязі всього терміну експлуатації складу паливно-мастильних матеріалів по всій його площі.



**Рис. 1** Схема розповсюдження забруднення нафтопродуктами геологічного середовища: *Потужність шару мобільних нафтопродуктів: 1 — >1 м; 2 — 1 — 0 м; 3 — зона забруднених ґрунтів; 4 — місце просочування нафтопродуктів у верхів ї ур. Сухий Яр; 5 — моніторинго-ві та розвідувальні свердловини; 6 — лінія геолого-гідрогеологічного розрізу; 7 — п'єзоізогіпси ґрунтового водоносного горизонту станом на липень 2008 р.*

Можна припускати, що формування забруднення розпочалося невдовзі після введення в експлуатацію складу паливно-мастильних матеріалів і продовжувалося протягом всього терміну експлуатації. Надходження нафтопродуктів до геологічного середовища відбувалося в результаті проливів на поверхню землі та у виїмках глибиною до 3 м, де розміщувались резервуари зберігання нафтопродуктів. Ймовірно, втрати нафтопродуктів носили як систематичний, так і аварійний характер. В цілому склади паливно-мастильних матеріалів, що підпорядковувались військовій авіації, за часів Радянського Союзу характеризувалися значними обертами нафтопродуктів, що призводило до слабого контролю за їх об'ємами та спричиняло значні надходження нафтопродуктів до геологічного середовища на ділянках розміщення складів.

Сучасний стан геологічного середовища на ділянці складу паливно-мастильних матеріалів підтверджує, що саме тут розташовувались джерела витоку авіаційного гасу. Забруднення ґрунтів нафтопродуктами спостерігається по всій товщі зони аерації, що представлена сучасними ґрунтами, середніми та легкими суглинками причорноморського та бузького горизонтів. Забруднення ґрунтів проявляється наявністю різкого запаху нафтопродуктів, зміною кольору суглинків на сизо-чорний.

В результаті потрапляння нафтопродуктів у геологічне середовище відбувалася їх міграція через відклади зони аерації, як рідин, що не змішуються з водою. При цьому вони зазнають впливу фізико-хімічних процесів (випаровування, розчинення та емульгування, сорбції та деструкції), проходження яких визначається як властивостями нафтопродуктів, так і геолого-гідрогеологічними умовами території забруднення. Після досягнення рідкими нафтопродуктами рівня ґрунтових вод, який являється бар'єром для їх подальшого

просування [3], відбувалося їх накопичення цьому рівні, що супроводжувалося формуванням шару мобільних нафтопродуктів.

На момент проведення еколого-геологічного обстеження (липень 2008 р.) потужність шару авіаційного гасу на ділянці складу паливно-мастильних матеріалів в моніторингових свердловинах складала 0.63 — 1.07 м, при глибинах залягання 6.4 — 7.4 м (див. рис. 2). Вміщуються мобільні нафтопродукти в легких суглинках бузького горизонту та у середніх суглинках кайдацького горизонту. Забруднення порід нафтопродуктами спостерігається і нижче зафіксованого рівня ґрунтових вод, на глибину до 3 м. Забрудненими є суглинки кайдацького горизонту та середні суглинки дніпровського горизонту. При цьому, інтенсивне забруднення відкладів, що супроводжується зміною їх кольору, фіксується на глибині 0.4 — 0.5 м, від зафіксованого рівня ґрунтових вод у моніторингових свердловинах. Це свідчить про присутність на даних глибинах шару мобільних нафтопродуктів в певний період часу, що може бути обумовлено, як його більшою потужністю, в певний період формування забруднення, чи зниженням рівня ґрунтових вод в результаті сезонних та багаторічних коливань.

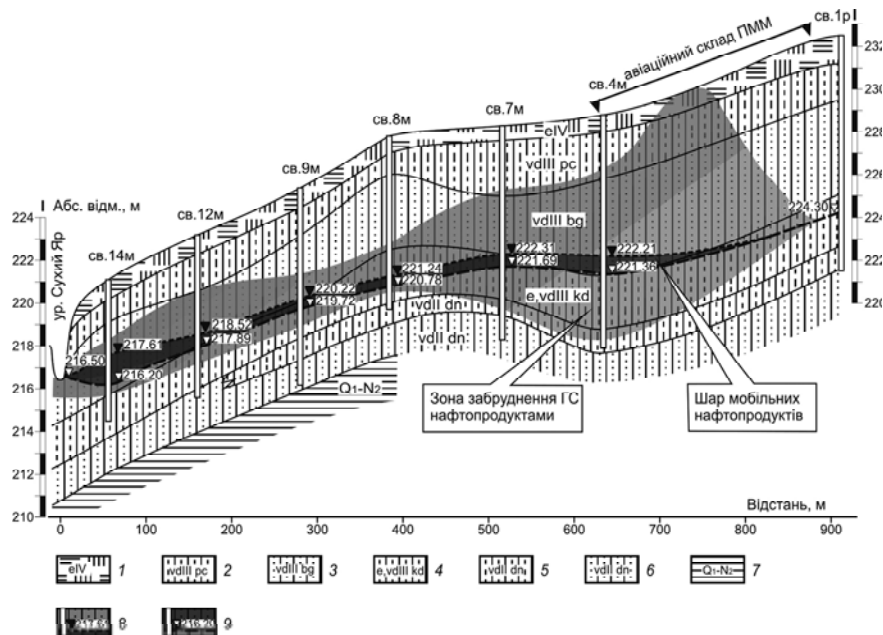


Рис. 2. Геолого-гідрогеологічний розріз по лінії I — I

1 — ґрунтово-рослинний шар; 2 — лесовидні середні суглинки причорноморського горизонту; 3 — лесовидні легкі суглинки бузького горизонту; 4 — лесовидні середні суглинки кайдацького горизонту; 5 — лесовидні середні суглинки дніпровського горизонту; 6 — лесовидні легкі суглинки причорноморського горизонту; 7 — неоген-четвертинні глини; 8 — абсолютна відмітка границі розділу «повітря — нафтопродукти» в свердловині; 9 — абсолютна відмітка границі розділу «нафтопродукти — вода» в свердловині.

Походження лінзи нафтопродуктів від одного джерела забруднення підтверджується дослідженнями зразків мобільних нафтопродуктів відібраних у верхній та нижній частинах лінзи (на ділянці складу паливно-мастильних матеріалів та у верхів'ї урочища Сухий Яр). Результати фракційного та структурно-групового складу нафтопродуктів, отримані ДП УНДІНПП «МАСМА», показують їх практичну ідентичність між собою та відповідність авіаційному гасу ГС-1, з незначною присутністю продуктів окислення вуглеводнів у пробі, що відібрана в нижній частині лінзи. Отримані дані свідчать, що джерелом надходження забруднення до геологічного середовища є склад авіаційний склад паливно-мастильних матеріалів, від території якого відбулося подальше розповсюдження мобільних нафтопродуктів.

Розповсюдження шару мобільних нафтопродуктів, від ділянки його формування (складу паливно-мастильних матеріалів), відбувалося відповідно до гідродинамічних умов ґрунтового водоносного горизонту. Лінза мобільних нафтопродуктів поширена в

південно-східному напрямку, що відповідає зниженню поверхні ґрунтових вод. Шар мобільних нафтопродуктів зміщувався вниз за потоком ґрунтовим вод смугою, ширина якої звужується від 300 м до 150 м. Дана конфігурація зумовлена характером зміни рівня поверхні ґрунтових вод, який в значній мірі визначається впливом балки, що просліджується практично від складу паливно-мастильних матеріалів і переходить у урочище Сухий Яр.

В результаті горизонтальної фільтрації мобільні нафтопродукти поширились від джерела забруднення на відстань більше 700 м та досягли верхів'я урочища Сухий Яр. Станом на 2008 р. мобільні нафтопродукти просліджувалися суцільним потоком від складу паливно-мастильних матеріалів до верхів'я урочища. Як видно із розрізу через лінзу (див. рис. 2), потужність шару мобільних нафтопродуктів на шляху його фільтрації досить витримана, та складає 0.5 — 0.6 м, збільшуючись у верхній та нижній частинах лінзи (на складі паливно-мастильних матеріалів та перед ділянкою дренажування) до значень 1.15 — 1.4 м.

За результатами картування площа поширення лінзи мобільного авіаційного гасу складає біля 19.5 га (див. рис. 1). Площа лінзи з потужністю шару мобільних нафтопродуктів більше 1.0 м (за даними моніторингових свердловин) становить більше 6.5 га. Площа забруднених ґрунтів становить біля 30 га.

Вміст авіаційного гасу на площі лінзи з різною потужністю розрахований за допомогою програми LNAST [4] показаний у таблиці Згідно наведених оцінок загальна кількість нафтопродуктів у лінзі перевищує 5 тис. м<sup>3</sup>. Дані розрахунки є досить орієнтовними і не включають багатьох факторів знаходження мобільних нафтопродуктів у геологічному середовищі та базується на визначенні потужності їх шару по даним моніторингових свердловин.

**Таблиця** Розподіл авіаційного гасу на площі лінзи з різною потужністю мобільних нафтопродуктів

Формування лінзи авіаційного гасу	В легких суглинках (vdIII bg)		В середніх суглинках (e, vdIII kd)		Всього
	>1.0	<1.0	>1.0	<1.0	
Потужність лінзи, м	>1.0	<1.0	>1.0	<1.0	
Площа лінзи, м <sup>2</sup>	26 405	43 993	39 320	83 721	193 439
Об'єм гасу у ґрунтах, м <sup>3</sup>	1 452	393	2 200	1 151	5 196

Можна стверджувати, що вперше мобільні нафтопродукти досягли верхів'я урочища Сухий Яр у 1988 р., що призвело до їх дренажування. Виходячи з цього, термін за який мобільні нафтопродукти подолали відстань 700 м не перевищує 30 — 40 років.

Припинення дренажування авіаційного гасу ні в якій мірі не свідчило про очищення геологічного середовища. В даному випадку, слід говорити що забруднення геологічного середовища перейшло у стадію «прихованого», що, пов'язано з особливостями гідрогеологічних умов території, зокрема, положенням рівня ґрунтових вод на площі забруднення. Можна припустити, що припинення дренажування гасу в урочищі було обумовлено підняттям рівня ґрунтових вод, внаслідок дії природних чи техногенних факторів. Необхідно зазначити, що в таких випадках ґрунтові води, що дренажуються у вигляді джерел, залишаються забрудненими розчиненими та, можливо, емульгованими нафтопродуктами. Причиною відновлення надходження авіаційного гасу до урочища восени 2007 р., вірогідно, виступає зниження рівня ґрунтових вод внаслідок зміни дії формуючих його факторів.

Подібне явище спостерігалось в процесі наших досліджень на території військового аеродрому м. Луцьк, де в 1996 — 1997 роках був зафіксований шар легких нафтопродуктів потужністю 1 — 2 м (по даним спостережних свердловин). В результаті різкого підйому рівня ґрунтових вод, що стався у 1998—1999 роках, у свердловинах фіксувалася плівка нафтопродуктів. Пізніше шар нафтопродукту в свердловинах з'явився знову, що корелювалося процесом зниження рівня ґрунтових вод. Також нами проведена серія лабораторних експериментів [3, с. 51] за результатами яких підтверджена можливість захоплення шару мобільних нафтопродуктів внаслідок коливання рівня ґрунтових вод. В лабораторних умовах були вивчені зміни потужності мобільної фази нафтопродуктів. Встановлено, що при

підйомі рівня ґрунтових вод, після накопичення на ньому шару мобільних нафтопродуктів, вони захоплюються та утримуються ґрунтом. Кількість утримуваних нафтопродуктів залежить від швидкості підйому. При зниженні рівня ґрунтових вод відбувається віддача (вивільнення) нафтопродуктів та їх повторна акумуляція на рівні ґрунтових вод. Очевидно, що процеси коливання рівня ґрунтових вод впливають на визначення положення шару мобільних нафтопродуктів у геологічному середовищі. Тому при дослідженнях осередків нафтопродуктового забруднення особливу роль відіграє моніторинг за станом рівня ґрунтових вод, положення якого суттєво впливає на оцінку об'ємів та стану забруднення.

### **Висновки**

Підсумовуючи отримані результати можна зробити висновок, що, ймовірно, процес повторного вивільнення нафтопродукту призвів до сучасного забруднення урочища Сухий Яр. Дренування авіаційного гасу у верхів'ї урочища Сухий Яр може продовжуватись, періодично припиняючись та відновлюючись, поки не буде ліквідовано чи локалізовано шар мобільних нафтопродуктів у геологічному середовищі.

Актуальним залишається дослідження режиму ґрунтових вод в районі виявленого забруднення поблизу урочища Сухий Яр. Проведення моніторингових спостережень за рівнями ґрунтових вод та мобільних нафтопродуктів повинно дати відповідь на питання впливу режиму ґрунтових вод на знаходження та переміщення мобільного авіаційного гасу в геологічному середовищі.

1. Звіт про результати еколого-геологічного обстеження району розташування колишнього військового аеродрому м. Умань — ІГН НАН України. Керівник М.С. Огняник. — Київ, 2008 р.
2. Методика обстеження еколого-геологічного стану територій військових об'єктів. Програма реабілітації територій, забруднених внаслідок військової діяльності на 2002—2015 рр. — Київ, ІГН НАНУ, ДПМОУ «ЦПП», 2003 р.
3. Огняник Н.С., Парамонова Н.К., Брикс А.Л. и др. Основы изучения загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами. — Киев: [А.П.Н.], 2006. — 278 с. 4. Програма LNAST. Evaluating Hydrocarbon removal from source zones and its effect on dissolved plume longevity and magnitude. //api, publication number 4715, september 2002.

### **Гаврилюк Р.Б., Загородный Ю.В. УСЛОВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ АВИАЦИОННЫМ КЕРОСИНОМ В РАЙОНЕ БЫВШЕГО ВОЕННОГО АЭРОДРОМА Г. УМАНЬ**

*Рассмотрены условия загрязнения авиационным керосином вблизи урочища Сухой Яр в г. Умань, что произошло в результате деятельности бывшего военного аэродрома. По результатам проведенных эколого-геологических исследований установлены особенности нахождения и перемещения авиационного керосина в суглинистых*

### **Gavryliuk R.B, Zagorodnyi Yu.V. CONTAMINATION OF GEOLOGICAL MEDIA WITH AVIATION GASOLINE OF THE FORMER MILITARY AIRFIELD NEAR THE CITY OF UMAN'**

*In this article we consider conditions of contamination of the geological environment with aviation gasoline near Sukhyi Yar ravine in the city of Uman' resulted from former military airfield activity. Basing on the results of ecological-geological investigations, specific features of aviation gasoline occurrence and transfer in loam deposits have been determined.*