

ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТОВИХ ВОД ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ПОБЛИЗУ ПІДПРИЄМСТВ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ

С. М. Маджд, Т. І. Дмитруха, М. М. Радомська, І. Л. Трофімов

Національний авіаційний університет

пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680, Україна. E-mail: madzhd@yahoo.com

Здійснений аналіз якості води питних криниць на різній відстані від злітно-посадочної смуги аеропорту «Київ» та авіаремонтного заводу №410 в житловому масиві. Здійснена оцінка ступеня забруднення ґрунтових вод важкими металами поблизу підприємств з експлуатації та ремонту авіаційної техніки. Представлена методологія відбору проб ґрунтових вод та результати розрахунку необхідної кількості відбору проб, для кожного важкого металу для досягнення довірчого рівня 95%. Дана оцінка ступеня забруднення ґрунтових вод важкими металами поблизу авіапідприємств. Розраховано показник сумарного забруднення важкими металами проб питної води. Проведена санітарно-гігієнічна оцінка стану питної води на основі якої встановлені рівні та категорії забруднення ґрунтових вод розташованих поблизу підприємств цивільної авіації. Встановлено необхідність продовження досліджень з метою поліпшення екологічного стану території в зоні експлуатації і ремонту авіаційної техніки. Рекомендовано здійснення контролю якості ґрунтової води після весняного паводку, коли спостерігається інфільтрування забруднень з поверхні у водоносні горизонти.

Ключові слова: екологічна безпека, авіапідприємства, ґрунтові води.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГРУНТОВИХ ВОД ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВБЛИЗИ ПРЕДПРИЯТИЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

С. М. Маджд, Т. И. Дмитруха, М. М. Радомская, И. Л. Трофимов

Национальный авиационный университет,

пр. Космонавта Комарова, 1, Киев, 03680, Украина. E-mail: madzhd@yahoo.com

Осуществлен анализ качество воды питьевых колодцев на разном расстоянии от взлетно-посадочной полосы аэропорта "Киев" и авиаремонтного завода №410 в жилищном массиве. Осуществлена оценка степени загрязнения ґрунтовых вод тяжелыми металлами вблизи предприятий с эксплуатации и ремонта авиационной техники. Представлена методология отбора проб ґрунтовых вод и результаты расчета необходимого количества отбора проб, для каждого тяжелого металла для достижения доверительного уровня 95%. Дана оценка степени загрязнения ґрунтовых вод тяжелыми металлами вблизи авиাপредприятия. Рассчитан показатель суммарного загрязнения тяжелыми металлами проб питьевой воды. Проведена санитарно-гигиеническая оценка состояния питьевой воды на основе, которой установленные уровни и категории загрязнения ґрунтовых вод расположенных вблизи предприятий гражданской авиации. Установлена необходимость дальнейших исследований с целью улучшения экологического состояния территории в зоне эксплуатации и ремонта авиационной техники. Рекомендуется осуществление контроля качества ґрунтовых вод после весеннего паводка, когда наблюдается инфильтрации загрязнений с поверхности в водоносные горизонты.

Ключевые слова: экологическая безопасность, авиাপредприятия, ґрунтовые воды.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Інтенсивне забруднення ґрунтових вод в ході експлуатації та ремонту авіаційної техніки здійснюється, здебільшого, за рахунок виробничих та господарсько-побутових стічних вод, які містять різноманітні механічні, фізичні та хімічні домішки, викидами в атмосферу забруднюючих речовин із авіаційних двигунів, спец автотранспорту, теплоенергетичного устаткування тощо [1].

Природні води в зоні впливу підприємств цивільної авіації також забруднюються в результаті осідання із атмосфери полутантів та надходження забруднювачів із ґрунту.

Забруднення підземних вод не є локальним процесом, воно тісно пов'язане із забрудненням всього навколишнього природного середовища: атмосфери, поверхневих вод, ґрунтів.

Ґрунтова вода бере участь у хімічних процесах, які протікають на земній поверхні, руйнує породи і мінерали, розчиняє солі, перекристалізовує опади [2].

У складі підземних вод виявлено до 60 хімічних елементів, що знаходяться в більшості випадків у вигляді іонів [2, 3].

Область забруднення ґрунтових вод зазвичай співпадає з площею джерела забруднення і приурочена до місця витоку стоків. Стоки, що фільтруються з поверхні, перш ніж досягти рівня ґрунтових вод, проходять через зону аерації (це верхня водопроникна частина земної оболонки, обмежена зверху денною поверхнею, а низу – дзеркалом ґрунтових вод, тобто зона покривних відкладів, що лежить між атмосферою і ґрунтовими водами). При цьому в зоні аерації нагромаджуються забруднюючі речовини, які в свою чергу являють собою повторне джерело забруднення ґрунтових вод, первинне – техногенні джерела. В екосистемах забрудненість ґрунту і зони аерації є індикатором забруднення ґрунтових вод [1, 3].

Вода рухається під впливом капілярно-сорбційних сил. В умовах тривалого живлення зве-

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

рху відбувається зімкнення фронту зволоження з капілярною каймою ґрунтових вод. З цього моменту починає діяти механізм капілярного складання, що започатковує надходження води на рівень ґрунтових вод, тобто відбувається інфільтраційне живлення їх атмосферними опадами.

Ґрунтовий водоносний горизонт, що залягає неглибоко під ґрунтовим шаром, завжди є ненадійним в санітарному відношенні. Неглибоко залягаючи під ґрунтом ґрунтові води за вмістом в них розчиненого кисню значно відрізняються від глибоко залягаючих підземних вод, в яких кисень може бути відсутнім, оскільки він витрачається на окислювальні процеси мінеральних з'єднань [4].

Забруднені ґрунти грають двояку роль в процесах забруднення підземних вод: виконують захисні функції по відношенню до горизонту ґрунтових вод, але, будучи забрудненими, вони протягом тривалого часу можуть бути джерелом забруднень навіть при ліквідації основного техногенного джерела забруднення.

Хоча вплив забруднення ґрунту на стан підземних вод вивчено недостатньо, можна передбачити, що він досить істотний і нехтувати ним не можна [5].

Ще одним джерелом забруднення ґрунтових вод є атмосферні опади – носії забруднюючих речовин промислового походження які вимиваються з повітря. При стіканні по поверхні землі атмосферні і талі води захоплюють за собою органічні і мінеральні речовини з ґрунту, особливо в період весняного паводка, що призводить до сезонного погіршення якісних характеристик питної води [3].

З боку атмосферних опадів та повітряної пари ґрунтова вода зазнає великого впливу. Це зумовлює проникнення води у пори, тріщини й інші порожнини в породах [1, 4].

Склад та кількість надходження атмосферних опадів до ґрунтових вод залежить від сезону року, кількості опадів та умов випаровування. Відчутно впливають також клімат, структура ґрунту, рослинність, рельєф місцевості, який спричиняє перерозподіл опадів [2, 5].

Метою роботи є оцінка ступеня забруднення ґрунтових вод важкими металами поблизу підприємств з експлуатації та ремонту авіаційної техніки.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У 1997 р. Міністерство охорони здоров'я України затвердило Державні санітарні правила і норми (СанПіН) „Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання” [6], де сформульовані жорсткіші вимоги щодо вмісту забруднювальних речовин, які за своїм значенням наближаються до нормативів Всесвітньої організації охорони здоров'я.

Ліквідація забруднення підземних вод справа складна, дорого коштує, а часом просто неможлива. Тому охорона водозаборів підземних вод повинна передбачати різноманітні профілактичні та інші захисні заходи [2, 4, 5].

Важкі метали в певних концентраціях мають мутагенну та токсичну дію, не піддаються самоочищенню, швидко знижують інтенсивність біохімі-

чних процесів у водних об'єктах. Концентрація їх у воді може зменшитись за рахунок розбавлення або осадження на дно і частково внаслідок засвоєння флорою та фауною водойм [2, 7-9].

Цілі роботи здійснення оцінки ступеню забруднення ґрунтових вод криниць важкими металами в житловому масиві, зоні впливу підприємств з експлуатації та ремонту авіаційної техніки

Схема екологічної оцінки ступеня забруднення ґрунтових вод на територіях прилеглих до авіапідприємств. Об'єкт дослідження межує: із південного сходу і сходу – з сільгоспугіддями; із північного сходу і півночі – з житловими масивами; із південного заходу і заходу – з промисловою зоною; із заходу – з шосейною дорогою Київ-Житомир та південно-західною залізницею; із південного сходу і півдня – з селом Жуляни.

З метою аналізу стану ґрунтових вод на вміст важких металів проводився відбір проб атмосферних опадів, ґрунту, рослин та виконувались їх дослідження щодо вмісту важких металів. Для обраного об'єкту такі дослідження проводились вперше.

В ході досліджень відібраних проб, які зазнали впливу в процесі ремонту та експлуатації авіаційної техніки виявлені значні перевищення вмісту важких металів по відношенню до умовного контролю. А це свідчить про неможливість залишити поза увагою дослідження ґрунтових вод питних криниць поблизу авіапідприємств на вміст важких металів.

В ході роботи аналізувалася якість води питних криниць на різній відстані від злітно-посадочної смуги аеропорту «Київ» та авіаремонтного заводу №410 в житловому масиві.

В криниці на відстані 20м від аеропорту глибина залягання води становила 5-5.5м. У другому колодязі, розташованому на відстані 250м, рівень ґрунтової води становив 6-6.5м. З колодязя житлового масиву Жуляни, що знаходиться на відстані 500м від авіапідприємств, ґрунтові води знаходяться на глибині 7-7.5м. Четверта криниця, розташована на відстані 1км від аеропорту. Рівень ґрунтової води в ній сягав 4 м. На відстані 1,5км у криниці зони житлового масиву глибина залягання ґрунтових вод теж становить 4 м.

На територію, що підлягала контролю, за даними досліджень і на підставі наявної документації був заповнений паспорт обстеженої ділянки і здійснений опис криниць.

Частота відбору проб визначалась шляхом проведення попередньої роботи, в ході якої одержані дані піддавались статистичній обробці.

Для забезпечення вірогідності отриманих результатів, з метою досягнення довірчого рівня 95%, було розраховано необхідну кількість відбору проб ґрунтових вод для кожного важкого металу згідно з вимогами ГОСТ 17.1.5.05–85 за формулою [10]:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right]} \quad (1)$$

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

де S – середньоквадратичне відхилення; n – кількість відбору проб; x_i – окремі значення.

Розраховано, що для досягнення довірчого інтегралу 95% потрібно для кожного елемента довести кількість відбору проб до кількості, яка подана в результаті розрахунків у табл. 1.

Таблиця 1 – Кількість відбору проб для досягнення довірчого рівня 95%

Елемент	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Cr	Fe
Кількість відбору проб	5	5	5	5	4	7	7

Проби питної води відбирались згідно із встановленими вимогами ГОСТ 24902-81 та ISO 5667-10 до відбору проб ґрунтових вод.

Відбір проб для аналізу води повинен забезпечувати максимальне збереження природного складу досліджуваної води та виключати випадкове забруднення.

Проби з питної води на відстані 20м, 250м, 500м, 1000м, 1500м в санітарно-захисній зоні аеропорту відбирались посезонно з п'яти питних криниць.

Всі колодязі, які досліджувались, були захищені зверху і з боків від надходження атмосферних опадів.

В кожному криницю на глибину залягання ґрунтових вод опускали пробовідбірник, заповнювали його водою і підіймали вгору.

Для виконання всіх визначень об'єм проби води з кожної свердловини складав 2л.

Всі проби були зареєстровані в журналі і пронумеровані.

Наступним етапом дослідження було проведення аналізів проб, що проводились на базі лабораторії Інституту гідробіології НАН України, та статистична обробка отриманих результатів.

Результати досліджень проб питної води криниць на вміст важких металів. Ґрунтові води поблизу підприємств з експлуатації та ремонту авіаційної техніки знаходяться під впливом урбанізації та інтенсивного антропогенного забруднення внаслідок проходження авіатранспортних процесів.

На відміну від органічних хімічних забруднювачів, що розкладаються з часом, важкі метали здатні лише перерозподілятися між компонентами природного середовища і періоди їхнього розкладу можуть складати багато тисяч років.

Токсичні метали, як і інші неорганічні сполуки, у воді не піддаються самоочищенню. Концентрація їх у воді може зменшитись за рахунок розбавлення або осадження на дно водоопорного пласту [6-8].

Вода, відібрана з криниць поблизу авіапідприємств, досліджувалась на вміст Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{6+} , Cd^{2+} , $Fe_{загал}$.

Концентрації важких металів у питній воді в зоні впливу авіатранспортних процесів представлені в табл. 2.

В пробах питної води виявлено вміст важких металів. Хоча перевищення ГДК у пробах ґрунтових вод не виявлено, проте важкі метали мають мута-

генну, токсичну дію та впливають на інтенсивність біохімічних процесів.

І тому наявність важких металів у пробах питної води є вкрай небажаною, оскільки буде відбуватися постійне надходження хронічних доз до організму людини.

В результаті цього постала необхідність розрахувати сумарне забруднення важкими металами проб ґрунтових вод на територіях, прилеглих до підприємств цивільної авіації.

Таблиця 2 – Вміст важких металів у ґрунтовій воді

Відстань, м	Вміст ВМ, мкг/дм ³							
	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Cr	Fe	Cd
20	3.5	0.2	0.05	2.8	0.02	0.01	0.8	0.04
250	3.3	0.2	0.06	0.7	0.02	0.01	0.8	0.01
500	3.0	0.1	0.07	0.6	0.005	0.01	0.6	-
1000	3.0	0.1	0.07	0.6	0.006	0.006	0.9	-
1500	3.0	0.07	0.07	1.0	0.006	-	0.6	-
ГДК	100	0	1000	10	100	0	300	0

Санітарно-гігієнічну оцінку стану питної води на територіях, прилеглих до підприємств з ремонту та експлуатації авіаційної техніки, здійснювали на основі розрахунків сумарного забруднення (Z_c) важкими металами питної води. Показник сумарного забруднення відображає ефект впливу групи елементів і здійснюється за формулою:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1) \quad (2)$$

де K_c – коефіцієнт концентрації важких металів, визначається як відношення фактичного вмісту металу C до його фонового рівня C_f : $K_c=C/C_f$; n – кількість важких металів, за якими розраховується сумарне забруднення.

За санітарно-гігієнічною оцінкою вирізняють чотири рівні і категорії небезпеки забруднення ґрунтових вод за сумарним показником забруднення Z_c :

- 1 – допустима категорія, низький рівень забруднення, $Z_c < 16$;
- 2 – помірно небезпечна категорія, середній рівень забруднення, $Z_c = 16-32$;
- 3 – небезпечна категорія, високий рівень забруднення, $Z_c = 32-128$;
- 4 – надзвичайно небезпечна категорія, надзвичайно високий рівень забруднення, $Z_c > 128$.

Результати розрахунків сумарного забруднення питної води важкими металами, на територіях прилеглих до авіапідприємств, представлені в табл. 3.

Таблиця 3 – Показник сумарного забруднення проб ґрунтових вод важкими металами

Місце відбору проби, м	Сумарне забруднення
20	193,3
250	193,1
500	193,1
1000	193,1
1500	63,1

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

Розрахунок сумарного показника забруднення важкими металами проб питної води в усіх точках відбору, окрім 1500 м належать до надзвичайно небезпечної категорії забруднення, а проба відібрана на 1500 м за сумарним показником належать до небезпечної категорії забруднення.

ВИСНОВКИ. Результати проведених досліджень свідчать, що в зоні впливу підприємств цивільної авіації постійно відбувається забруднення ґрунтових вод, пов'язане саме з авіатранспортними процесами. Охорона водозаборів підземних вод та ліквідація наслідків забруднення справа складна, дорого коштує, а іноді просто неможлива, отже, охорона підземних вод повинна передбачати різноманітні профілактичні та захисні заходи.

В пробах питної води виявлено вміст важких металів. Хоча перевищення концентрацій за нормативами СанПіН 136/1940 не встановлено, проте, до організму людини постійно надходять хронічні дози. Оскільки важкі метали мають мутагенну, токсичну дію та впливають на інтенсивність біохімічних процесів у водних об'єктах, їх наявність у пробах питної води є вкрай небажаною.

Отримані результати свідчать про необхідність продовження досліджень з метою поліпшення екологічного стану території в зоні експлуатації і ремонту авіаційної техніки. Також рекомендується здійснення контролю якості ґрунтової води після весняного паводку, коли спостерігається інфільтрація забруднень з поверхні у водоносні горизонти.

Показник забруднення проб ґрунтових вод в усіх точках відбору, окрім 1500 м належать до надзвичайно небезпечної категорії забруднення, а проба відібрана на 1500 м за сумарним показником належать до небезпечної категорії забруднення.

ЛІТЕРАТУРА

1. V. Mazaev, T. Shlepina, V. Mandrigin Control of quality of drinking-water. it is M.: Ear, 1999. - 168 p.

2. Белоусова А. П. Качество подземных вод. Современные подходы к оценке / А. П. Белоусова – М. : Наука, 2001. – 339 с.

3. I. Freinberg, A. Shafin Interrelation between data of bacteriological and chemical analysis 300 standards of well water. - K.: Libra, 1990. - 67 p.

4. Жомирук Р. В. Обґрунтування параметрів локалізації забруднення підземних вод у зоні впливу відвалів фосфогіпсу : автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук : спец. 21.06.01 „Екологічна безпека” / Р. В. Жомирук. – Д., 2006. – 19 с.

5. Мазаев В. Т. Контроль качества питьевой воды / В. Т. Мазаев, Т. Г. Шлепина, В. И. Мандрыгин – М. : Колос, 1999. – 168 с.

6. Державні санітарні правила і норми „Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання” / М-во юстиції України. – К. : Вид. дім „Ін Юре”, 1997. – 118 с.

7. Косов В. И. Охрана и рациональное использование водных ресурсов. Ч. 2. Охрана подземных вод: учеб. пособ. / В. И. Косов, В. Н. Иванов. – Тверь: Мир, 2000. – 152 с.

8. Линник П. Н. Формы нахождения тяжелых металлов в природных водах – составная часть экотоксикологической характеристики водных экосистем / П. Н. Линник // Водные ресурсы. – 2003. – № 4. – С. 494–502.

9. Гуменюк Г. Б. Розподіл важких металів у гідроекосистемі прісної водойми (на прикладі Тернопільського ставу) : автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.16 „Екологія” / Г. Б. Гуменюк – Чернівці, 2003. – 22с.

10. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общее требование к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 77 с.

ASSESS THE DEGREE OF CONTAMINATION OF GROUNDWATER BY HEAVY METALS NEAR BY CIVIL AVIATION COMPANIES

S. Madzhd, T. Dmitrucha, M. Radomskaya, I. Trofimov

National Aviation University

av. Komarova, 1, Kiev, 03680, Ukraine E-mail: madzhd@yahoo.com

Water quality analysis have been accomplished drinking sources at different distances form the runway of airport Kyiv and aircraft repair plant № 410 in the housing estate. Assessment of subterranean waters pollution with heavy metals near to the enterprises operating and repairing aircraft equipment has been accomplished. The methodology of subterranean waters samples drawing has been established as well as calculations of the required number of drawings for each heavy metal in purpose to reach the confidence interval of 95%. Subterranean waters pollution with heavy metals was examined at the proximity of the aviation enterprises. An index of total pollution of drinking waters with heavy metals have been proposed. The sanitary and hygienic assessment of drinking water conditions was done. This assessment provided the data that helped to establish levels and categories of subterranean waters pollution near the enterprises of civil aviation. Established the need for further research to improve the status of the zone in the maintenance and repair of aircraft. Recommended monitoring groundwater quality after the spring flood, when there infiltruvannya contaminants from the surface of the aquifers.

Key words: ecological safety, airlines, subterranean waters.

REFERENCES

1. Mazaev, V. and Shlepina, T. (1999), *Mandrygin Control of quality of drinking-water*, Moscow, Russia.
2. Belousova, A. P. (2001), *Quality of underground Water. Modern approaches to the assessment*, Nauka, Moscow, Russia.
3. Freinberg, I. (1990), *Shafin interrelation between data of bacteriological and chemical analysis 300 standards of well water*, Libra, Kiyv, Ukraine.
4. Zhomyruck, R. V. (2006), "Substantiation of underground waters pollution localization parameters in the area of phosphorous gypsum", Thesis abstract for Cand. Sc. (Engineering), 21.06.01, D., Ukraine.
5. Mazaev, V. T., Shlepina, T. G., Mandrygin V. I. (1999), *Drinking water quality control*, Kolos, Moscow, Russia.
6. State sanitary rules and standarts (1997), "Drinking water, hygienic requirements to the water quality of centralized water-supply system"/ Ministry of justice, Kiyv, Ukraine.
7. Kosov, V. I., Ivanov, V. N. (2000), *Protection and management of water resources*, Mir, Tver, Russia.
8. Linnik, P. N. (2003), "Forms of Heavy Metals residence in natural waters – constituent of environmental and toxicological characteristics of water ecosystems", *Water resources*, vol. 4, pp. 494-502.
9. Gumenyuk, G. B. (2003), "Distribution of Heavy Metals in Hydrosystem of Freshwater (on the example of the Ternopilsky pond)", Thesis abstract for Cand. Sc. (Biological), 03.00.16, Chernivtsy, Ukraine.
10. State standard 17.1.5.05-85.(1985), Nature protection. hydrosphere general requirements to sampling of surface and marine waters, ice and precipitation, Standards Publishing House, Moscow, Russia.