

ГЕОХИМИЧНА ОЦЕНКА НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ И ПОЧВИТЕ В УРБАНИЗИРАНИ ТЕРИТОРИИ

Красимира Станева¹, Гергана Георгиева²

¹СУ „Св. Климент Охридски“; ²Интергео Технолоджи

УДК 502.6

Постъпила на 11.11.2009

Цел на настоящата разработка е да се проучи геохимичното състояние на подземните води и почвите в урбанизирана територия, силно повлияна от наличието на бензиностанции.

В района на бензиностанция „Пловдив – център“ след предварителни проучвания, обобщени във фаза 0 (по документирані събития за инциденти, технически неизправности на обекта и оценка на риска от замърсяване с нефтопродукти), бе осъществено предварително теренно проучване (фаза I), чийто резултати са отразени в настоящия доклад и те послужиха за разработване на план за последващите проучвания от фаза II.

Полевите работи са проведени през месец август 2006 г. и 2007 г.

Ключови думи: води, подземни води, почви, геохимична оценка, урбанизирана територия, замърсяване, ремедиация.

Key words: water, groundwater, soil, geochemical evaluation, urban area, pollution, remediation.

Качествената характеристика на подземните води в силно урбанизирани територии е предмет на сериозни проучвания през последните години поради влиянието им върху качеството на живот на населението. Установените завишени съдържания на тежки метали и металоиди, нефтопродукти и пестициди са сериозен проблем за здравето на хората. Наличието на бензиностанции в населените места се свързва с предпоставки за влошено състояние на околната среда в селището. Основните причини за съществуващия риск от инциденти в обектите са разлив на нефтопродукти, постоянни техногенни течове от подземните резервоари, не добро поддържане на каломаслоуловителите и др. Доказаната тясна връзка меж-

ду качествената характеристика на подземните води и почвите в подобни обекти е предпоставка за провеждане на комплексно проучване, свързано с анализи на почви и подземни води в една и съща проучвателна точка. Допълващите се резултати от двата вида проучване биха могли да бъдат използвани за изработване на програми за ремедиация на подземните води и почвите, които са в засегнатите територии. Интерес представляват онези обекти, които имат собствен водоизточник, а същевременно са в хидравлична връзка с важен воден обект, който има значение за водоснабдяването или се използва за напояване. И в двата случая необходимостта от опазване на качеството на подземните води е оче-

видна и има определено място в превенцията на човешкото здраве в даден географски район. Тези данни са основа за геохимично картиране на даден район и оценка на геоекологичния риск за населението.

Цел на проучването

Цел на настоящата разработка е да се проучи геохимичното състояние на подземните води и почвите в урбанизирана територия, силно повлияна от наличието на бензиностанции. В района на бензиностанции твърде често се установяват замърсявания с нефтопродукти както на почвата, така и на подземните води. В тази връзка всеки един от ползвателите на такива обекти е длъжен съгласно действащото му разрешително да извършва мониторинг на качеството на подземните води и почвите. С оглед опазването на подземното водно тяло, което е в непосредствена близост с района на дадена бензиностанция се провеждат проучвания посредством инженерно-геоложки и хидрогеоложки методи. Изборът на настоящия обект на проучване е във връзка с проект за оценяване на качеството на подземните води в района на гр. Пловдив. По предварителен план за оценяване на моментното състояние на подземните води и почвите в района на гр. Пловдив е проведено проучване на територията на няколко бензиностанции, които са част от верига. Самото проучване е реализирано на два етапа – през 2006 г. и 2007 г. В настоящия материал са обобщени данните от един обект в пределите на гр. Пловдив.

Обосновка на избора за обект

В района на бензиностанция „Пловдив, – център“ след предварителни проучвания обобщени във фаза 0 (по документирані събития за инциденти, технически неизправности на обекта и оценка на риска от замърсяване с нефтопродукти), е осъществено предварително теренно проучване (фаза I), чиито резултати са отразени в настоящия доклад и са послужили за разработване на план за последващите проучвания от фаза II.

Полевите работи са проведени през месец август 2006 г. и 2007 г.

Регионално и локално местоположение

Разположение и използване на изследваната площадка

Бензиностанцията „Пловдив“ е ситуирана в самия гр. Пловдив (виж фиг. 1, табл. 1). Околното пространство се използва за жилищни, селскостопански и търговски цели.

На разстояние от около 600 m на юг от бензиностанцията преминава р. Марица.

В района на бензиностанцията се намират три резервоара за съхранение на бензинови и дизелови продукти, които се използват и понастоящем и са разположени под земната повърхност.



Фиг. 1. Сателитна снимка на местоположението с разположение на бензиностанция „Пловдив – център“ (маркирано с кръг), разработена с Google Earth; мащабът на изображението е в съответствие с посочения линейен мащаб

Fig. 1. Satellite photo of the location of gas station Plovdiv, Center (marked with circle), developed with Google Earth; scale image in accordance with said linear scale

Регионално геоложко/хидрогеоложко състояние

При сондирането в изследваната област е установено наличието предимно на глина със съдържание на чакъл като естествен седиментен слой. Той се припокрива от техногенен насип от чакъл и пясък. Изкуственият насип достига максимална дълбочина от 4,0 m под земната повърхност.

През етапа на допълнителното проучване се доказва, че пясъчната възглавница е на дълбочина 6,0 m под земната повърхност. Тя е изградена от редуване на глинести слоеве с пясъчни такива. Максималната дълбочина, до която достига, е 4,7 m под земната повърхност.

**Таблица 1
Table 1**

Идентификация на площадката Identification of the site

Адрес/Address	BG 4000 гр. Пловдив, център BG 4000 Plovdiv, center
Държава/Country	България/Bulgaria
Регистър за окръзи и провинции Register for districts and provinces	Пловдив/Plovdiv

По време на проучвателното сондиране се достигнаха подземни води на дълбочина от 4,7 m. Движението на подземните води е в южна посока.

База за оценяване

Резултатите от пробите на почвата и подпочвените води са оценени съгласно действащата нормативна база в областта на опазването на подземните води в Р България.

Целта е да се определи дали е налице каквато и да било опасност за подпочвените води и ако това е така – какви действия следва да се предприемат (обезопасяване или възстановяване). При надвишаване на дадена стойност или в случай, че аналитичните резултати противоречат на дефинираните в инструкциите, следва да се извършат допълнителни проучвания (оценка на риска, фаза II на проучването). Обикновено са необходими действия за обезопасяване или възстановяване. Резултатите от анализа под дефинираната стойност обикновено показват, че няма риск за околната среда.

При почвените проби допустимото общо съдържание на петролни въглеводороди (TPH) е 300 mg/kg. За подпочвените води е недопустимо съдържание на въглеводороди (над лимитите, установени в лабораторията).

Теренни работи

Проучването е преминало на две фази – 2006 и 2007 г. Проведено е с ударна роторна сонда на дълбочина 6 m

под земната повърхност, което се приема за достатъчна дълбочина, тъй като е достигнат естествения геоложки разрез. Обектът е просондиран в три точки, които се свързват с натоварени зони в екологичен смисъл – зоната на каломаслоуловителя, зона на пълнене и зона на резервоарите за гориво. Така избраната проучвателна мрежа дава достатъчно информация за състоянието на наблюдаваните компоненти – почви и подземни води.

Може да се обобщи, че на въпросната бензиностанция са открити замърсявания с нефтени въглеводороди, чийто стойности надвишават пределно допустимите концентрации (ПДК). Допуска се, че източникът на въглеводороди към подземните води е в областта на каломаслоуловителя (фиг. 1). По време на фаза II от проучването са определени хоризонталните и вертикалните граници на концентрация в почвения слой.

Метод на проучване

Позициите на допълнителните сондажи са избрани така, че да се установят хоризонталните и вертикалните лимити на замърсяване въз основа на резултатите от първата фаза на проучването.

В сондаж BG1212/08 е инсталирана сонда в долнището на водонаситения хоризонт за улесняване вземането на проби от подземни води.

Проверяване

Направените сондажи са изпълнени с мобилно оборудване за сондиране. Сондирането е осъществено със сонда

с диаметър 50 mm и 36 mm.

Всички преминати геоложки разрези са документирани. След органолептично-визуалните анализи, извършени от опитен геолог на обекта, са провеждани преминатите разрези.

Пробите са анализирани в Акредитираната аналитична лаборатория на Интергео Умвелттехнологии унд Абвалвиртшафт ООД (Intergeo Umwelttechnologie und Abfallwirtschaft GmbH) в Залцбург (рег. № GZ: 92714/16-IX/2/98).

Почвените проби са взети съгласно стандартната оперативна процедура (SOP 27) на акредитираната химическа лаборатория на Интергео (съгласно стандарт EN ISO/IEC 17025).

Събраните проби се съхраняват в лабораторния комплекс в Залцбург.

Във фаза II почвените проби са анализирани за съдържание на ТРН – общо количество нефтени въглеводороди (в сухо вещество и в просмукване) и количеството на МТВЕ (третичен бутилов етер). Съгласно стандарт EN ISO/IEC 17025 пробите са анализирани с помощта на инфрачервена спектрофотометрия (общо и просмукване) и газова хроматография (МТВЕ).

Почвено-газовите проби са анализирани за летливи алифатни въглеводороди (n-алкани C_5 - C_{10}), ароматни съединения (ВТЕХ) и хлорирани въглеводороди (СНС). Съгласно стандарта EN ISO/IEC 17025 пробите са анализирани с помощта на газова хроматография.

Почвено-газовите проби от ударните сондажи са взети съгласно SOP 30 на акредитираната химическа лаборатория на Интергео с подходяща измервателна сонда (с помощта на надуваема система за херметизиране).

Пробите от подземни води са анализирани за ТРН, ВТЕХ (ароматни въглеводороди) и хлоридни въглеводороди. Пробите от подземните води са взети в съгласие със стандартната оперативна процедура (SOP 26) на акредитираната химическа лаборатория на Интергео.

Резултати от анализите

Почвени проби

Резултатите от фаза I на проучването и фаза II на проучването са приложени към настоящия доклад. Резултатите от анализите на ТРН общо (в сухо състояние и при просмукване), алифатни и ароматни въглеводороди и МТВЕ са обобщени в таблиците по-долу.

Съгласно всички резултати от анализа (фаза I и II) не са открити в почвения слой значителни увеличения на стойностите за общо съдържание на въглеводороди в сухо вещество. Стойностите са главно под определения максимум, с изключение на леко увеличеното съдържание на общи въглеводороди в сухо вещество в проби BG1212/02/4,0-4,5 и BG1212/03/2,0-3,0 (под ПДК, виж табл. 2).

Някои от аналитично установените съдържания на въглеводороди от петролни продукти в просмукване (фаза II) са завишени. МТВЕ стойностите са много високи (табл. 3).

Таблица 2
Table 2

Резултати от анализа на всички почвени проби по отношение на съдържанието на въглеводороди (фаза I), проверка с инфрачервен спектрофотометър
Results of the analysis of all soil samples for the content of hydrocarbons (Phase I), check with an infrared spectrophotometer

Местонахождение на пробата Sample Location	Общо съдържание на въглеводороди (mg/kg) Total hydrocarbons (mg / kg)
BG1212/01/0,8-1,3	< 50
BG1212/02/4,0-4,5	100
BG1212/02/4,5-5,0	< 50
BG1212/02/5,5-6,0	< 50
BG1212/03/2,0-3,0	70
BG1212/03/5,0-6,0	< 50
BG1212/04/2,0-2,5	< 50
BG1212/05/2,0-2,5	< 50

Таблица 3
Table 3

Резултати от анализа на всички почвени проби по отношение на съдържанието на въглеводороди (фаза II), проверка с инфрачервен спектрофотометър (общо ВВ, ВВ просмукване) и газова хроматография (MTBE);
n.n. = под границата на установяване

Results from the analysis of all soil samples for the content of hydrocarbons (Phase II), inspection with an infrared spectrophotometer (total HB, HB leachate) and gas chromatography (MTBE); n.n. = Below the limit of establishment

Местонахождение на пробата sample Location	Общо ВВ, total HB, mg/kg	ВВ-просмукване, HB-leaching, mg/l	MTBE, µl
BG1212/06/4,5-5,0	< 10	0,5	1,6
BG1212/06/5,5-6,0	< 10	0,7	1,4
BG1212/07/2,0-2,5	< 10	< 0,1	1,4
BG1212/07/4,0-4,5	< 10	< 0,1	n.n.
BG1212/07/5,0-5,5	< 10	1,4	1,8
BG1212/08/3,5-4,0	< 10	0,4	n.n.
BG1212/08/5,0-5,5	< 10	< 0,1	1,5

Почвено-газови проби

При изпълнението на втория етап от проучването (фаза II) през м. август 2006 г. са взети и анализирани две допълнителни представителни почвено-га-

зови проби. Почвено-газовите проби са анализирани за алифатни, ароматни въгледороди и хлоридни въгледороди (CHC). Установените концентрации са под максимално допустимата граница или леко я надвишават (табл. 4).

Таблица 4

Table 4

Аналитични резултати за почвено-газови проби BG1212/06 и BG 1212/07 (фаза II) относно съдържание на n-алкани, BTEX и хлоридни въгледороди (Приложение Резултати от анализа); проверка с газова хроматография;

n.n. = под границата на установяване

Analytical results for soil-gas samples BG1212/06 and BG 1212/07 (Phase II) on the content of n-alkanes, BTEX and chloride hydrocarbons (Annex Results of the analysis), examination by gas chromatography; n.n. = Below the limit of establishment

Проба Sample	n-алкани (C ₅ -C ₁₀), n-alkanes (C ₅ -C ₁₀), mg/m ³	BTEX, mg/m ³	CKW, mg/m ³
BG1212/06	21	n.n.	n.n.
BG1212/07	29	1,8.	n.n.

Проби от подземни води

Резултатите от анализа от проучванията във фаза I и фаза II са обобщени в табл. 5–10.

В пробите от подземни води BG 1212/03 и BG 1212/08, които са взети по време на проучванията във фаза I

и фаза II, общото съдържание на въгледороди е между 0,1 и 0,3 mg/l (табл. 5 и табл. 10).

Концентрациите на летливи алифатни въгледороди, ароматни и екстрахирани въгледороди и MTBE са леко завишени (табл. 6–10).

Таблица 5

Table 5

Резултати от анализа на проби от подземни води относно общо съдържание на въгледороди (фаза I)

Results of the analysis of samples of groundwater on the total content of hydrocarbons (Phase I)

Местонахождение на пробата Sample Location	Общо съдържание на въгледороди (C ₅₋₄₀), TPH, Total hydrocarbons (C ₅₋₄₀), TPH, $\mu\text{g}/\text{dm}^3$
BG1212/03	172,7

Таблица 6
Table 6

Резултати от анализа на проби от подземни води относно съдържание
на летливи алифатни въглеводороди (фаза I)
Results of the analysis of samples of groundwater on the content
of volatile aliphatic hydrocarbons (Phase I)

Местоположение на пробата Sample location	Летливи алифатни въглеводороди ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) Volatile aliphatic hydrocarbons ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)								
	up nC ₅	nC ₅₋₆	nC ₆₋₇	nC ₇₋₈	nC ₈₋₉	nC ₉₋₁₀	nC ₁₀₋₁₁	nC ₁₁₋₁₂	Общо nC ₅₋₁₂
BG1212/02	14,8	2,0	2,0	3,8	3,4	6,0	3,4	3,2	21,8
BG1212/03	46,5	2,0	4,7	10,2	27,0	25,6	14,6	9,8	91,9

Таблица 7
Table 7

Резултати от анализа на проби от подземни води относно съдържание
на ароматни съединения (BTEX) (фаза I)
Results of the analysis of samples of groundwater on the content
of aromatics (BTEX) (phase I)

Местоположение на пробата Sample Location	Ароматни съединение ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) Aromatic compound ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)							
	Benzene Бензен	Toluene Толуен	Ethyl benzene Етил бен- зен	m-Xylene m-Ксилол	p-Xylene p-Ксилол	o-Xylene o-Ксилол	Xylenes Ксилени	Общо Total
BG1212/02	< 0,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	3,8	< 2,0	3,8	3,8
BG1212/03	< 0,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	-	-

Таблица 8
Table 8

Резултати от анализа на проби от подземни води
относно съдържание на MTBE (фаза I)
Results of the analysis of samples of groundwater
on the content of MTBE (phase I)

Местоположение на пробата Sample Location	Други съединения($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) Other compounds ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)
	MTBE
BG1212/02	8,8
BG1212/03	12,2

Таблица 9
Table 9

Резултати от анализа на проби от подземни води относно съдържание на екстрахирани въглеводороди (фаза I)
Results of the analysis of samples of groundwater on the content of the extracted hydrocarbons (Phase I)

Местоположение на пробата Sample Location	Въглеводороди ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) Hydrocarbons ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)	
	nC ₁₂₋₄₀	nC ₃₂
BG1212/03	80,8	80,8

Таблица 10
Table 10

Резултати от анализа на проби от подземни води относно TPH, BTEX и CHC
Results of the analysis of samples of groundwater on TPH, BTEX and CHC

Проба Sample	TPH, mg/l	BTEX, $\mu\text{g}/\text{l}$	СКВ, $\mu\text{g}/\text{l}$
BG1212/08(SP)	0,3	n.n.	n.n.
BG1212/08 PP)	0,1	2,5	n.n.

Заклучение

Като резултат от проведеното проучване би могло да се обобщи, че на основата на допълнителното проучване (фаза II) е установено, че пренос на свободни въглеводороди от подземните води под бензиностанцията е малко вероятен. Концентрациите на въглеводороди от петролни продукти в подземните води са леко завишени.

В почвения слой е установено увеличено съдържание на въглеводороди от нефтени продукти (под ПДК) в областта на каломаслоуловителя, с което се предполага, че това е източникът на замърсяване на подземните води. Поради близостта на обекта с р. Марица съществува реална опасност от замърсяване на водния обект. При оценката

на риска от последващо контаминиране на подземните води е необходимо да се отбележи, че установените количества нефтопродукти са само в един обект от проучваната територия, а като се добави, че техническото състояние на други подобни обекти в града е значително по-лошо от това на проучваната бензиностанция се допуска, че е крайно наложително по-детайлно проучване на подземните води. Целта му е да се изясни ареала на замърсяване, степента на замърсяване, типа на преобладаващите нефтопродукти и да се изработи програма за ремедиация на засегнатите райони. Като резултат от тези посочени действия се очаква запазване качеството на водните обекти в района на гр. Пловдив.

Използвани съкращения

BTEX – ароматни въглеводороди (бензол, толуол, етилбензол и ксилол)

НС – въглеводороди от нефтопродукти (въглеводороди от минерални масла)

MTBE – третичен бутилов етер

SOP – стандартна оперативна процедура

TPH – общо количество нефтени въглеводороди (минерални масла)

CHC – хлоридни въглеводороди

Литература

1. Закон за водите (ДВ, бр. 67/1999 г.; изм. и доп. бр. 81/2000 г.; изм. и доп. бр. 34/2001 г.; изм. и доп. бр. 41/2001 г., изм. бр. 108/2001 г.; бр. 74/2002 г.; бр. 91/2002 г.; изм. и доп. бр. 42/2003 г.; изм. бр. 69/2003 г.; бр. 84/2003 г.; доп. бр. 107/2003 г.).

2. Закон за опазване на околната среда (ДВ, бр. 91/25.09.2002 г., попр. бр. 98/ 18.10.2002 г., с посл. изм.

бр. 95/29.11.2005 г.; посл. изм. бр. 30/11.04.2006 г.).

3. Наредба № 1 за проучването, използването и опазването на подземните води (ДВ, бр. 41/2001 г.).

4. Наредба № 3 за условията и реда за проучване, проектиране, утвърждаване и експлоатация на санитарно-охранителните зони около източниците и съоръженията за питейно-битово водоснабдяване и около водоизточниците на минерални води, използвани за лечебни, профилактични, питейни и хигиенни нужди (ДВ, бр. 88/2000 г.).

5. Наредба № 7 за показатели и норми за определяне качествата на течащите повърхностни води (ДВ, бр. 96/1986 г.).

6. Наредба за условията и реда за извършване на оценка на въздействие-то върху околната среда (обн. ДВ, бр. 25/18.03.2003 г., изм. и доп. ДВ, бр. 3/2006 г.).

7. Хидрогеоложка карта на НР България. София, 1967.

8. Стандартна оперативна процедура (SOP 26).

9. Стандартна оперативна процедура (SOP 27).

10. Стандартна оперативна процедура (SOP 30).

GEOCHEMICAL EVALUATION OF GROUNDWATER AND SOILS IN URBAN AREAS

Krasimira Staneva¹, Gergana Georgieva²

¹Sofia University St. Kliment Ohridski, ²Intergeo Technology

UDK 502.6

Received 11.11.2009

Summary

Objective of this development is to examine the geochemical state of soils and groundwater in urban area, strongly influenced by the presence of gas stations. In the region of the gas station Plovdiv, "center" after preliminary studies summarized in the phase 0 (the incident documented events, technical malfunctions of the site and assess the risk of contamination with petroleum products) was carried out prior field study (phase I), whose results are reflected in this report and they served to develop a plan for subsequent Phase II trials. Field work was conducted in August 2006 and 2007.