

Л. І. Жицька, к.б.н., доцент

Черкаський державний технологічний університет
б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна
zludmila2@yandex.ru

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ФУНКЦІОНУВАННЯ АЗС НА АТМОСФЕРУ МІСТА СМЕЛЯ

В статті проведено аналіз екологічних показателів автомобільного палива і вибросов вихлопних газів на АЗС г. Смеля, а також їх впливи на атмосферу. Предложено заходи по покращенню екологічної ситуації навколо АЗС міста.

Ключові слова: автозаправка, атмосфера, паливо, забруднення, екологічна оцінка, екологічна безпека.

Постановка проблеми. Інтенсивний розвиток промисловості й транспорту призвів до збільшення забруднення атмосфери, води й ґрунту на території України і, зокрема, Черкаського регіону. У сучасних містах на фоні забруднення атмосферного повітря викидами від промислових підприємств частка викидів транспортних видів, залежно від категорії та рівня промислового потенціалу, змінюється у межах 20-80 % [1–2].

Нині кількість автомобілів та мережі АЗС у всьому світі невпинно зростає, що пов'язано зі збільшенням споживання енергії видобувних моторних палив, особливо бензину. Це призводить до підвищення викидів в об'єкти довкілля хімічних забруднень у складі відпрацьованих газів (ВГ), що прямо та опосередковано впливають на навколишнє середовище у вигляді викидів, відходів, які забруднюють усі компоненти природної підсистеми міста, а також на здоров'я людини [3]. Збільшення викидів забруднюючих речовин від автотранспорту зумовлене погіршенням технічного стану автомобільного парку, незадовільною якістю пального, відставанням темпів розвитку вулично-шляхової мережі, труднощами обліку великої кількості автотранспорту як джерела забруднення атмосфери, недостатньо розвинутою законодавчою базою для ефективного управління автотранспортом як екологічно небезпечним об'єктом та зростанням кількості автозаправних станцій, які є як прямими, так і потенційними джерелами екологічних небезпек. Все це заслуговує на особливу увагу у разі концентрації забруднень на території сучасного промислового міста.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мережа автозаправних станцій (АЗС) робить свій внесок у формування міського фонового забруднення, збільшення вмісту домішок та їх поширення на значні відстані від джерела забруднення і призводить до глобальних змін у складі атмосфери [4]. АЗС відносяться до стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря і довкілля – за рахунок випаровування бензину й дизельного палива із резервуарів для їх зберігання, втрат пального під час експлуатації та викидів поллютантів на час заїзду транспорту з території АЗС. Ці втрати виникають з різних причин, мають різний характер і умовно поділяються на природні, експлуатаційні та аварійні [5–6]. Взагалі, проблема втрат нафтопродуктів – не тільки економічна та енергетична проблема, а в першу чергу, – це важлива екологічна проблема. Адже нафтопродукт, що втрачається, як правило, потрапляє до навколишнього середовища, забруднюючи ґрунт, ґрунтові й підземні води та атмосферне повітря. Звідси впливає, що перспективним напрямком підвищення рівня екологічної безпеки АЗС та автотранспорту є, перш за все, комплексне оцінювання і покращення інфраструктури міських пересувних систем з урахуванням еколого-гігієнічних вимог до всіх можливих небезпечних чинників, пропускну здатності, стану відповідних автомобільних парків та автостоянок, організації та поліпшення дорожнього руху впродовж року, зменшення рівня шуму, екологічна організація стаціонарних джерел викиду на АЗС тощо [7]. Тому проведення екологічних оцінювань цих об'єктів викиду в атмосферу

локальних територій та постійний моніторинг таких джерел забруднення є надзвичайно актуальними.

Мета роботи – провести екологічне оцінювання впливу функціонування АЗС м. Сміла на атмосферне середовище та розробити заходи щодо поліпшення екологічної ситуації на діючих АЗС міста.

Для досліджень бензолу, оксисенів, олефінів у нафтопродуктах, а також октанового числа і фракційного складу були використані показання автоматичного портативного аналізатора IROX-2000 та приладу СТХ-17, а також статистичні матеріали сертифікованої лабораторії ТОВ «ЧеркасиНафта-2008» м. Черкаси, дані статистичного збірника довідки Черкащини та ін. [8–14]. Таким чином, нами застосовано комплексний метод досліджень, що включає наукове узагальнення отриманих результатів і аналіз літературних джерел.

Результати досліджень. Станом на 2013 рік у м. Сміла функціонують автозаправні станції, що представляють відомі нафтопереробні компанії: «Укрнафта», «Авіас-Плюс», «WOG» та «ANP», які використовують пальне українських, білоруських та російських виробників. Токсичність неетильованих бензинів і продуктів їх згорання в основному визначається вмістом в них ароматичних, особливо бензолу, олефінових вуглеводнів і сірки.

Бензол відноситься до 2-го класу небезпеки, а толуол – до 3-го. При їх згоранні утворюються поліциклічні ароматичні вуглеводні (бензпірен), що володіють канцерогенними властивостями. Чим вищий вміст ароматичних вуглеводнів, тим вища температура їх згорання і вміст оксидів азоту у відпрацьованих газах. Незгорілі вуглеводні, що містяться у відпрацьованих газах, під впливом різних чинників в атмосфері (волога, сонячне світло тощо) сприяють утворенню стійких аерозолів, що отримали назву «смог». Згідно з ДСТУ 4839: 2007 для бензину поліпшеної якості марки А-95 – Євро вміст бензолу не повинен перевищувати 1 % за об'ємом [9]. Бензол, як і всі ароматичні вуглеводні, збільшує нагароутворення в двигуні і, чим його більше, тим токсичніші продукти його згорання. На сьогодні АЗС м. Сміла, такі як «Укрнафта» та «Авіас-Плюс», використовують пальне українського виробника, що відповідає ДСТУ 4063-2001, де

передбачено вміст бензолу до 5 % за об'ємом. Динаміку контролю вмісту цього токсичного поллютанта зображено на рис. 1.

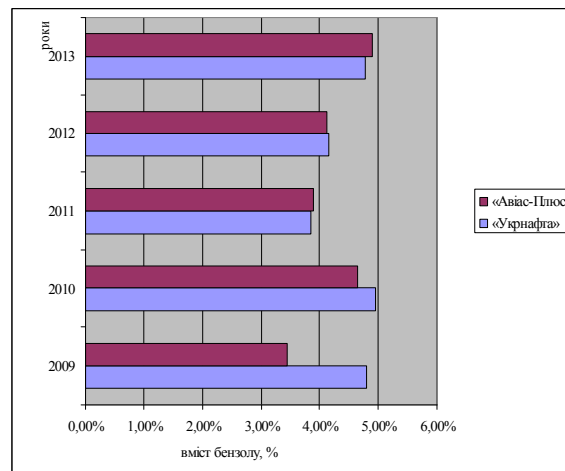


Рис. 1. Динаміка вмісту бензолу в бензині на АЗС м. Сміла

Як свідчать дані рисунка, вміст токсиканта залишається в межах 5 %.

Проблема вироблення неетильованого бензину нині вирішується за рахунок модифікації компонентного складу. У товарні бензини додають алкілати, ізомеризати й сполуки, що містять кисень. При цьому одночасно вирішуються інші проблеми: зниження тиску насиченої пари бензину, зменшення концентрації бензолу і забезпечення повноти згорання палива. Альтернативні свинцю органічні антидетонатори й ті, що містять метал типу екстраліну, набули не такого значного поширення, як ГЕС. Їх використовують на деяких нафтопереробних заводах, а з деякого часу пропонують власникам автомобілів як так звані октан-бустери, тобто препарати для корегування октанового числа бензину безпосередньо на місці застосування палива. Тому значення октанового числа, яке повинне становити не менше 85 одиниць за моторним методом, є важливим показником для відповідності палив нормативам ДСТУ [10]. Значення цього показника зображено на рис. 2.

Важливим показником як для двигуна автомобіля, так і для атмосфери є значення вмісту сірчистих сполук у пальному. Аналіз показав, що ступінь октанового числа для бензину А-95 на АЗС м. Сміла відповідає ДСТУ 4839:2007.

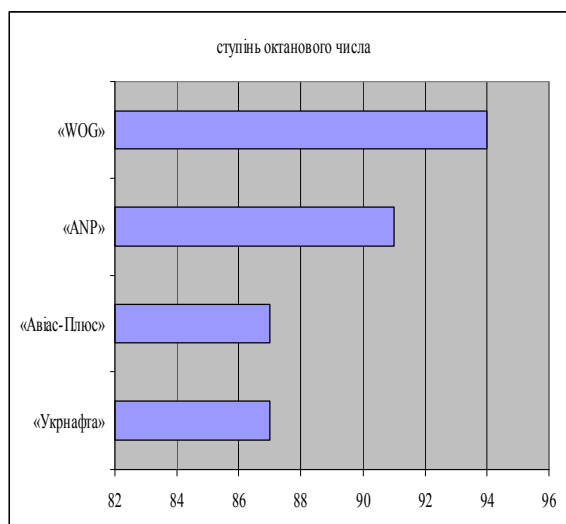


Рис. 2. Октанове число бензину А-95

Адже сірка, що входить до складу автомобільного палива, при згорянні останнього

взаємодіє з киснем повітря з утворенням оксидів. Оксиди сірки з водяною парою, що міститься в повітрі, утворюють сірчану і сірчисту кислоти. Це не тільки призводить до руйнування металевих деталей двигуна, а й є небезпечним для навколишнього середовища та атмосфери. Чим менший вміст сірки в бензині, тим вища його якість. Для зменшення корозійного впливу в автомобільні бензини вводять антикорозійні присадки, адже активні сірчисті сполуки (сірководень, елементарна сірка, меркаптани), що постійно наявні в бензині внаслідок процесу переробки, підвищують його корозійну активність. Особливо цей процес активізується в процесі його згорання. Згідно з ДСТУ 4063-2001 для бензину українського виробництва її вміст не повинен перевищувати 0,015 % за об'ємом, а для бензину поліпшеної якості марки А-95 – бути не більшим 0,005 %. Результати досліджень подано в табл. 1.

Таблиця 1

Показники вмісту сірки в бензині А-95, що використовують АЗС, %

Назва АЗС	2009	2010	2011	2012	2013
«Укрнафта»	0,003	0,005	0,005	0,004	0,0045
«Авіас-Плюс»	0,0045	0,004	0,003	0,002	0,0045
«ANP»	0,003	0,003	0,003	0,002	0,0035
«WOG»	0,004	0,0035	0,004	0,005	0,004

Дані таблиці засвідчують відповідність пального нормативним показникам. Проте наявність токсикантів сприяє їх викидам у суміші ВГ, які накопичуються в атмосферному середовищі та переносяться на далекі відстані, підвищуючи загальний фоновий показник.

Сучасна АЗС має досить значні втрати палива внаслідок випаровування, тому їх функціонування негативно позначається на екологічних показниках. Отже, досить актуальним стає питання запобігання будь-яким видам втрат нафтопродуктів на АЗС з метою зменшення їх впливу на довкілля. На жаль, виконання усіх технологічних операцій з бензином супроводжується постійними втратами від випаровування. Це, у свою чергу, створює умови підвищеного потрапляння вуглеводнів в атмосферне середовище.

Простий розрахунок показує, що у результаті розвантаження або заповнення ємності автомобільним бензином з 1 м³ палива до атмосфери у складі пароповітряної суміші потрапляє від 1,1 до 1,6 кг бензину [11]. Характерною особливістю АЗС м. Сміла є видача у невеликих об'ємах великої кількості палива та великий коефіцієнт оборотності резервуарів,

що призводить до значних втрат від випаровування та унеможлиблює використання засобів зменшення витрат випарів пального.

Вплив АЗС залежить також і від кількості автотранспортних засобів, що купують послуги автотранспортної станції, а також від поставок бензину, дизпалива та природного газу.

Викиди від автотранспорту поширюються вздовж доріг і тим самим справляють негативний вплив на водіїв, пішоходів, людей, що мешкають уздовж автомагістралей та АЗС. Крім того, під зону ураження попадають також рослинність і ґрунт навколо АЗС та біля доріг.

Викиди вихлопних та картерних газів від автомобілів, особливо на бензиновому паливі, містять у своєму складі велику кількість токсичних (бенз(а)пірену, альдегідів, оксидів азоту та вуглецю) та особливо небезпечних сполук свинцю (у випадку застосування етильованого бензину).

ВГ автомобілів формують зони з перевищенням ГДК за діоксидом азоту та оксидом вуглецю. Склад відпрацьованих газів залежить

від типу споживаного пального, порівняльна характеристика яких наведена у табл. 2.

Таблиця 2

Викиди забруднюючих речовин залежно від типу палива, кг/т пального

Назва речовини	Вид палива	
	бензин	дизельне паливо
Вуглецю монооксид	201,800	36,200
Азоту діоксид	21,000	31,400
Сірки діоксид	1,000	4,300
Неметанові леткі органічні сполуки	53,000	3,100
Метан	0,900	0,100
Сажа	–	3,800
Свинець	0,0130	–

З табл. 2 видно, що найбільш екологічно безпечним є дизельне паливо. Незважаючи на великий викид останнім оксидів азоту та сірки, загальна маса забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферу, з урахуванням класу їх небезпеки для здоров'я, виявляється приблизно у 2,5 разу меншою, ніж при використанні інших видів палива [13].

У глобальному балансі забруднення атмосфери м. Сміла частка викидів від транспорту – 80 %, що становить 5242,7 т, в тому числі від пересувних джерел автотранспорту – 2482 т. Серед шкідливих речовин, якими забруднювалось атмосферне повітря міста, пе-

реважали викиди оксиду вуглецю – 3333,9 т (58,1 %), сполук азоту – 1521,7 т (26,5 %), діоксиду та інших сполук сірки – 139,6 т (2,4 %), речовин у вигляді суспендованих твердих частинок – 188,4 т (3,3 %) [14-15]. При населенні 68,7 тис. осіб кількість одиниць автотранспорту становить 53 тис., а щільність викидів у розрахунку на одну особу становить 36,2 кг і у розрахунку на 1 км² – 62054,4 кг, що не забезпечує швидкого процесу самоочищення атмосфери.

Частку участі автомобільного транспорту в забрудненні атмосферного повітря подано у табл. 3.

Таблиця 3

Частка участі автомобільного транспорту в забрудненні атмосферного повітря, т

Назва міста	Оксид вуглецю	Діоксид сірки	Оксид азоту	Діоксид азоту	метану	Вуглеводні	Сажі	Діоксид вуглецю
Сміла	32114,4	103,8	24,8	1502,4	13,8	444,5	114,8	91,9

Валові викиди транзитного автотранспорту, що утворюються на території автозаправної станції, в середньому становлять до 260 т оксиду вуглецю, до 40 т летких вуглеводнів, 20 т оксиду азоту протягом року, що збільшує навантаження на атмосферне середовище навколо АЗС та сприяє підвищенню фоновому забрудненню міста [16].

Слід зазначити, що вирішення проблеми моніторингу екологічної безпеки АЗС та автотранспорту є надзвичайно складним завданням і потребує, перш за все, остаточного концептуального визначення. Крім того, екологічна безпека та захист населення від наслідків довготривалого впливу забруднень атмосфери за рахунок викидів автотранспорту вимагає посилення контролю щодо виконання санітарно-гігієнічних правил і стандартів на всіх рівнях функціонування екологічних служб [17]. Наукові розробки в межах екологічного моніторингу і оцінки ризиків для атмосфери та

здоров'я людини від дії хімічних чинників транспортної мережі потребують відповідного інформаційного забезпечення, зокрема належного використання комплексу інформаційних банків даних від Центральної геофізичної обсерваторії, міських та обласних управлінь держсанепідслужб МОЗ України, Держспоживінспекції України у Черкаській області та дорожньо-автомобільної інспекції, а також метеорологічної служби й ін.

Висновок. Узагальнюючи отримані результати щодо взаємодії АЗС з навколишнім середовищем, можна зазначити, що автозаправні станції та транспорт м. Сміла є основними джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферу, об'єми яких становлять 80 % загальних валових викидів полутантів по місту.

Аналіз пального, що відпускається споживачам на АЗС міста, показав його відповідність діючим ДСТУ України, але, разом з цим,

процес його згоряння сприяє утворенню токсичних речовин, що містяться у ВГ.

Функціонування самої АЗС є додатковим джерелом викиду вуглеводнів, що містяться у випарах паливно-мастильних матеріалів, які зберігаються у підземних резервуарах на АЗС, а також випаровуються під час експлуатації колонок для обслуговування автомобілів.

Для підвищення загального рівня екологічної безпеки АЗС та оптимізації урбосистеми міста пропонуються такі заходи:

1. Посилити вимоги до систем уловлювання випарів нафтопродуктів на АЗС у напрямку запровадження систем уловлювання легких фракцій, зокрема використання високоефективних адсорбентів зі ступенем уловлювання вуглеводневої пари нафтопродуктів від 90-98 % залежно від оборотності даної АЗС [7].

2. Запровадити обов'язкову систему моніторингу в межах впливу АЗС на основі поточного вимірювання рівня забруднення атмосферного повітря бензином за допомогою сучасних інструментів (наприклад, Акостоптичних датчиків).

3. Забезпечити виконання плану обов'язкової періодичної технічної діагностики обладнання АЗС.

4. Запровадити на міському рівні систему сертифікації АЗС «Екопаспорт АЗС» для стимулювання діяльності цих підприємств з охорони навколишнього середовища, що дасть змогу значно зменшити негативний вплив цих станцій на атмосферу міста.

Зазначені заходи підвищення рівня екологічної безпеки АЗС сприятимуть формуванню спеціальних програм моніторингу; посилять вимоги до очисних та ресурсозберігаючих технологічних процесів; вдосконалять систему нормативного забезпечення та проведення сертифікації АЗС на основі їх екологічності.

Список літератури

1. Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посіб. / Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. З., Говорун А. Г. – К. : Арістей, 2006. – 267 с.
2. Праці Центральної геофізичної обсерваторії / [під ред. О. О. Косовиця]. – К. : Інтерпрес ЛТД, 2009. – Вип. 5 (19). – 116 с.
3. Критерії прийнятності ризику від дії атмосферних забруднень в умовах експлуатації

транспорту / [Ю. Г. Пригода, К. І. Обухан, І. А. Козлова та ін.] // Актуальні проблеми транспортної медицини. – 2005. – № 1. – 158 с.

4. Гайванович В. І. Хімотологія бензинів : навч. посіб. / Гайванович В. І., Топільницький П. І., Палюх В. М. – Л. : Військ. ін-т при Держ. ун-ті «Львівська політехніка», 2000. – 157 с.
5. Бойченко С. В. Рациональное використання вуглеводневих палив : [монографія] / С. В. Бойченко. – К. : НАУ, 2001. – 216 с.
6. Экология города : учеб. пособие / В. В. Денисов, А. С. Курбатов, И. А. Денисова, В. А. Грачев. – М. : ИКЦ МарТ, 2008. – 832 с.
7. Черняк Л. М. Сучасні методи зменшення негативного впливу автозаправних станцій на навколишнє середовище / Л. М. Черняк, М. М. Радомська. – Наукоємні технології. – 2012. – № 3 (15). – С. 44–47.
8. ДСТУ 3868-99. Державний стандарт України. Паливо дизельне. Технічні умови. – Чинний від 1999.04.08. – К. : Держстандарт України, 1999. – 16 с.
9. ДСТУ 4063-2001. Державний стандарт України. Бензини автомобільні. Технічні умови. – Чинний від 2002.07.01. – К. : Держстандарт України, 2001. – 36 с.
10. ДСТУ 4839-2007. Державний стандарт України. Бензини автомобільні підвищеної якості. Технічні умови. – Чинний від 2008.01.01. – К. : Держстандарт України, 2007. – 16 с.
11. ДСТУ-2007. Державний стандарт України. Паливо дизельне підвищеної якості. Технічні умови. – Чинний від 2008.01.01. – К. : Держстандарт України, 2007. – 14 с.
12. Автомобильные топлива: Химотология. Эксплуатационные свойства. Ассортимент. – С.Пб.: НПИКЦ, 2002. – 264 с.
13. Гуреев А. А. Автомобильные бензины. Свойства и применение / А. А. Гуреев, В. С. Азев. – М. : Нефть и газ, 1996. – 444 с.
14. Екологічна ситуація у Черкаській області за 2011 рік : стат. зб. / Головне управління статистики у Черкаській області. – Черкаси, 2012 – 42 с.
15. Управління статистики у Смілянському районі [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://smila.ck.ua/attachment/article/1005/NP>

16. Коршак А. А. Современные средства сокращения потерь бензинов от испарения / А. А. Коршак. – Уфа : ДизайнПолиграф-Сервис, 2001. – 144 с.
17. <http://www.lib.virginia.edu/brown/ides/s-chprop.htm/>
18. Тарковская М. В. Разработка мероприятий для уменьшения выбросов от АЗС [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/feht/tarkovskay/diss/index.htm>
19. *Naukoyemni technologii*, 3 (15), pp. 44-47 [in Ukrainian].
8. SSTU 3868-1999 State Standard of Ukraine. Diesel fuel. Specifications. Valid from 1999.04.08. Kyiv: State Standard of Ukraine, 16 p. [in Ukrainian].
9. SSTU 4063-2001 State Standard of Ukraine. Petrol. Specifications. Valid from 2002.07.01. Kyiv: State Standard of Ukraine, 36 p. [in Ukrainian].
10. SSTU 4839-2007 State Standard of Ukraine. Petrol high quality. Specifications. Valid from 2008.01.01. Kyiv: State Standard of Ukraine, 16 p. [in Ukrainian].
11. SSTU-2007 State Standard of Ukraine. High quality diesel fuel. Specifications. Valid from 2008.01.01. Kyiv: State Standard of Ukraine, 14 p. [in Ukrainian].
12. Car Fuel: Chemmotology. Operational properties. Range (2002). St. Petersburg: NPIKC, 264 p. [in Russian].
13. Hureev, A. A. and Azev, V. S. (1996) Gasolines. Properties and applications. Moscow: Oil and Gas, 444 p. [in Russian].
14. Ecological situation in Cherkasy region in 2011 (2012): statistical collection. The General department of statistics in Cherkasy region. Cherkassy, 42 p. [in Ukrainian].
15. Statistical office in Cherkasy region [Internet]. Available from: <http://smila.ck.ua/attachment/article/1005/NP>
16. Korshak, A. A. (2001) Modern means of reducing gasoline losses from evaporation. Ufa: DyzaynPolyhrafServis, 144 p. [in Russian].
17. <http://www.lib.virginia.edu/brown/ides/s-chprop.htm/>
18. Tarkovska, M. V. The development of measures to reduce emissions from gas stations [Internet]. Available from: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/feht/tarkovskay/diss/index.htm>

References

1. Gutarevych, Y. F., Zerkalov, D. Z. and Govorun, A. G. (2006) Ecology and motor transport. Kyiv: Aristey, 267 p. [in Ukrainian].
2. *Proceedings of Central geophysical observatory* (2009) In: O. O. Kosovyts. Kyiv: Interpres Ltd, Iss. 5 (19), 116 p. [in Ukrainian].
3. Prigoda, Y. G., Obuhan, K. I., Kozlova, I. A. et al. (2005) Criteria for acceptable risk from atmospheric pollutions effect in the conditions of transport operation. *Aktual'ni problemy transportnoyi meditsyny*, (1), 158 p. [in Ukrainian].
4. Hayvanovych, V. I., Topilnytskiy, P. I. and Palyuh, V. M. (2000) Himmotology of gasolines. Lviv: Mil. inst. of the State Un-ty "Lvivs'ka Polytechnica", 157 p. [in Ukrainian].
5. Boychenko, S. V. (2001) Rational use of hydrocarbon fuels. Kyiv: NAU, 216 p. [in Ukrainian].
6. Denisov, V. V., Kurbatov, A. S., Denisova, I. A. and Grachev, V. A.. (2008) City ecology. Moscow: IKTs MarT, 832 p. [in Russian].
7. Chernyak, L. M. and Radoms'ka, M. M. (2012) Modern methods for reducing of gas stations negative impact on the environment.

Стаття надійшла до редакції 28.01.2014.

L. I. Zhytska, *PhD(Biology)*, associated professor
Cherkasy State Technological University
Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine
zludmila2@yandex.ru

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE IMPACT OF PETROL STATIONS FUNCTIONING ON THE ATMOSPHERE OF SMILA CITY

The objective of the work is to make an ecological assessment of the impact of petrol stations functioning on atmospheric environment in Smila city and to develop measures to improve the envi-

ronmental situation at existing petrol stations. For this purpose integrated research method which includes scientific generalization of obtained results and literature data analysis has been used.

In 2013 petrol stations which operate in Smila belong to well-known oil companies including the following: «Ukrnafta», «Avias Plus», «WOG» and «ANP», which use the fuel of Ukrainian, Byelorussian and Russian producers.

The research results show that benzene content is within 5 % , sulfur one is within 0,0045 %. Besides waste gases (WG) form the area which exceeds the maximum allowable concentration (MAC) of nitrogen dioxide and carbon monoxide.

Vehicle emissions make 80 % of the total balance of air pollution of Smila city. The dominant air pollutants are carbone monoxide – 3333,9 tons (58,1 %), nitrogen compounds – 1521,7 tons (26,5 %), dioxide and other sulfur compounds – 139,6 tons (2,4 %), substances in the form of suspended particles – 188,4 tons (3,3 %).

The analysis of the fuel, which is sold to consumers at petrol stations of the city, shows its compliance with the State Standard of Ukraine, but still it causes the formation of toxic substances, which are in WG. The functioning of petrol stations is an additional source of hydrocarbon emissions, due to evaporation of fuel and oil.

Among the measures that will improve the overall ecological safety and facilitate the optimization of urbosystem of the city are: enhancing of requirements for evaporate emissions system at petrol stations, introducing the monitoring system and EcoPassport of petrol stations etc.

Key words: *petrol station, atmosphere, fuel, pollution, ecological assessment, ecological safety.*